

**IMPLEMENTASI METODE KLASIFIKASI *BAYES* UNTUK
PENENTUAN KEASLIAN MADU LEBAH BERBASIS *EMBEDDED*
*SYSTEM***

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Ardiansyah

NIM: 135150307111033



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

PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE KLASIFIKASI *BAYES* UNTUK PENENTUAN KEASLIAN
MADU LEBAH BERBASIS *EMBEDDED SYSTEM*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Ardiansyah

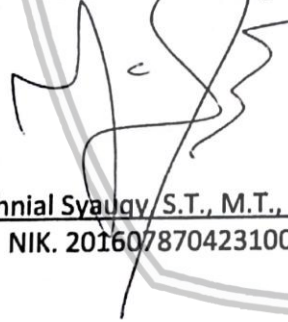
NIM: 135150307111033

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

19 Desember 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Dahniel Syaury, S.T., M.T., M.Sc.
NIK. 2016078704231002

Dosen Pembimbing II



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

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Erl Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

FR



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, 19 Desember 2018



Ardiansyah

NIM: 135150307111033

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer.

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

1. Ir. Sulistyarningsih, MM selaku orang tua yang penulis cintai serta seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan do’a agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwarsito, Ir., M.Kom. selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Dahniel Syauqy, S.T., M.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang dan dosen pembimbing satu yang telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi serta membantu dalam penyusunan laporan penulis.
6. Bapak Tibyani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua telah memberikan ilmu, saran, penjelasan dan motivasi serta membantu dalam penulisan laporan penulis.
7. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya dan terkhusus untuk teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2013 yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama peneliti menempuh studi di Teknik Komputer Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
8. Yuni Dwi Astuti dan Golongan Brok (Agas, Agung, Chandra, Dimas, Fhian, Fikri, Kasim, Rizqy, Yanuar, Yasin, Yusuf, Zainul) beserta seluruh teman-teman dari Teknik Komputer yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dukungan dan do’a.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat diucapkan satu persatu, peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Peneliti menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki berbagai macam kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar ke depannya penulis dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga isi Laporan Skripsi ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di kemudian hari.

Malang, 19 Desember 2018

Ardiansyah
Ar.ardiansyahx@gmail.com



ABSTRAK

Madu adalah substansi alam dari lebah yang membawa hasil sekresi tanaman berupa nektar bunga. Lebah yang ditangkarkan dengan perawatan khusus akan menghasilkan madu berkualitas tinggi. Manfaat madu antara lain dipergunakan untuk kesehatan, kecantikan dan makanan. Dalam memperoleh madu yang baik membutuhkan waktu dan biaya banyak. Selain itu banyak produsen madu, dengan sengaja mencampurkan bahan lain seperti, glukosa dan fruktosa dengan madu murni untuk mendapatkan keuntungan yang banyak. Peluang pemalsuan terhadap produk madu alami yang dilakukan oleh pedagang masih sering terjadi. Oleh sebab itu, diperlukan teknologi alat bantu yang mampu membantu masyarakat untuk menguji keaslian madu secara langsung dan cepat. Untuk meminimalisir permasalahan tersebut, maka pada penelitian yang dilakukan dirancang sebuah alat bantu yang dapat mengecek derajat keaslian madu lebah. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa komponen yaitu, metode *Bayes* atau biasa disebut dengan *Bayesian Classification*. Metode *Bayes* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah data yang tidak konsisten dan bersifat bias. Sensor warna TCS3200 gunanya untuk mengecek warna dari madu yang dideteksi. Fotodiode merupakan perangkat elektronik dari bahan semikonduktor yang dapat mengkonversi intensitas cahaya dalam bentuk arus listrik, dan pH sensor yaitu sensor yang mampu mengukur derajat keasaman dengan akurat. Berdasarkan hasil pengujian akurasi, tingkat akurasi yang diperoleh sistem metode klasifikasi *bayes* untuk keaslian madu adalah sebesar 88,89%. Sedangkan Kecepatan estimasi waktu pemrosesan sistem metode klasifikasi *bayes* untuk keaslian madu mempunyai nilai kecepatan waktu komputasi rata-rata sebesar 96,388ms.

Kata kunci : Sensor pH, Arduino Uno, TCS3200, *Photodiode*, Madu, Keaslian.

ABSTRACT

Honey is a natural substance of the bees that carry a result plant secretions become flower's nectar. Bees are conserved with special care, will produce honey in a good quality. The benefits of honey are for health, beauty and food. We need a lot of time and cost to get honey in a good quality. Moreover, there are many honey's producer have mixed another ingredients like glucose, fructose in pure honey to get a lot of profit income. The forgery of natural honey often did by seller. Therefore, technology needed to help society for testing authenticity of honey directly and quickly. To minimize these problems, this research has been designed a tool that can check the degree of authenticity of honey bees. In this research using some components that is Bayes methods or commonly called Bayesian Classification. Bayes method is one of method that can be used for processing inconsistent data and bias character. The function of color sensor TCS3200 is for checking the color of honey has been detected. Photodiode is an electronic device of semiconductor material that can be convert the light intensity in electric current, and pH sensors is a sensor that can measure the level of acidity accurately. Based on the results of testing accuracy, the level accuracy of clarification bayes method for honey's authenticity are 88,89%. While, the estimatin speed of time for processing system bayes metode to authenticity of honey has a speed average of 96,388ms.

Key words: *pH Sensor, Arduino Uno, TCS3200, Photodiode, Honey, Authenticity.*

DAFTAR ISI

IMPLEMENTASI METODE KLASIFIKASI <i>BAYES</i> UNTUK PENENTUAN KEASLIAN MADU LEBAH BERBASIS <i>EMBEDDED SYSTEM</i>	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar belakang.....	15
1.2 Rumusan masalah.....	17
1.3 Tujuan	17
1.4 Manfaat.....	18
1.5 Batasan masalah	18
1.6 Sistematika pembahasan.....	18
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	20
2.1 Tinjauan Pustaka	20
2.2 Dasar Teori.....	24
2.2.1 Madu.....	24
2.2.1.1 Madu Campuran.....	25
2.2.2 Bahan Yang Digunakan.....	25
2.2.2.1 Madu.....	26
2.2.3 Arduino Uno	27
2.2.4 Lcd (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	31
2.2.5 I2c Lcd.....	34
2.2.6 Sensor Warna	36
2.2.7 Sensor <i>Photodiode</i>	39
2.2.8 Sensor Ph.....	40
2.2.8.1 Sensor Analog Ph Meter Kit.....	44

2.2.8.2 Modul Probe Ph Meter	46
2.2.9 Algoritma <i>Bayesian Classification</i>	48
BAB 3 METODOLOGI	50
3.1 Metodologi Penelitian	50
3.1.1 Studi dan Pengkajian Literatur	50
3.1.2 Rekayasa Persyaratan	50
3.1.3 Perancangan Sistem	51
3.1.4 Implementasi Sistem	51
3.1.5 Pengujian Sistem	51
3.1.6 Kesimpulan dan Saran	52
BAB 4 REKAYASA Kebutuhan	53
4.1 Deskripsi Umum	53
4.2 Rekayasa Kebutuhan	53
4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Sistem	53
4.2.2 Kebutuhan Fungsional	54
4.2.2.1 Fungsi Pengiriman Data pH Meter Kit ke Arduino UNO ...	54
4.2.2.2 Fungsi Pengiriman Data Sensor Warna ke Arduino UNO .	54
4.2.2.3 Fungsi Pengiriman Data Sensor <i>Photodiode</i> ke Arduino UNO	54
4.2.2.4 Fungsi Sistem Melakukan Perhitungan Metode <i>Bayes</i> Setelah Nilai Sensor Berhasil Didapatkan	54
4.2.2.5 Fungsi Sistem Menampilkan Hasil Klasifikasi Keaslian Madu di LCD	54
4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras	55
4.2.4 Kebutuhan Perangkat Lunak	55
4.2.5 Kebutuhan Komunikasi	56
4.3 Batasan Desain Sistem	56
BAB 5 Perancangan Implementasi	57
5.1 Perancangan Sistem	57
5.1.1 Perancangan Perangkat Keras	58
5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak	59
5.1.2.1 Perancangan Pengambilan Data Sensor	60
5.1.2.2 Perancangan Logika <i>Bayes</i>	61
5.1.2.2.1 Tahapan Fungsi Likelihood()	64

5.1.2.1.2 Tahapan Fungsi Evidence()	64
5.1.2.1.3 Tahapan Fungsi ProbPosterior()	65
5.2 Implementasi Sistem	70
5.2.1 Implementasi Perangkat Keras	70
5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak	71
5.2.2.1 Proses Pembacaan Nilai Sensor pH Meter Kit	72
5.2.2.2 Proses Pembacaan Nilai Sensor Warna TCS3200	72
5.2.2.3 Proses Pembacaan Nilai Sensor Kekeruhan <i>Photodiode</i>	74
5.2.2.4 Proses Pengecekan Trigger	74
5.2.2.5 Proses Pembacaan Nilai <i>Bayes</i>	74
BAB 6 Pengujian Dan Analisis	78
6.1 Pengujian Fungsional Sistem	78
6.1.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200	78
6.1.1.1 Tujuan	78
6.1.1.2 Prosedur Pengujian	78
6.1.1.3 Hasil Dan Analisis Pengujian	79
6.1.2 Pengujian Sensor <i>Photodiode</i>	81
6.1.2.1 Tujuan	81
6.1.2.2 Prosedur	81
6.1.2.3 Hasil Dan Analisis	82
6.1.3 Pengujian Sensor Ph	83
6.1.3.1 Tujuan	83
6.1.3.2 Prosedur	83
6.1.3.3 Hasil Dan Analisis	84
6.1.4 Pengujian Tampilan Pada LCD16x2	86
6.1.4.1 Tujuan	86
6.1.4.2 Prosedur	86
6.1.4.3 Hasil Dan Analisis	87
6.2 Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi <i>Bayes</i>	88
6.2.1.1 Tujuan	88
6.2.1.2 Prosedur	88
6.2.1.3 Hasil Dan Analisis	89
6.3 Pengujian Waktu Komputasi	89

6.3.1.1 Tujuan	89
6.3.1.2 Prosedur	90
6.3.1.3 Hasil Dan Analisis Pengujian	91
BAB 7 Penutup	93
7.1 Kesimpulan.....	93
7.2 Saran	93
Daftar Pustaka	95



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Perbedaan Antara Riset Penunjang Oleh Periset Yang Dibuat ...	21
Tabel 2.2 Mode Pemilihan <i>Photodiode</i> Pembaca Warna	38
Tabel 2.3 Standar Mutu Madu Indonesia	46
Tabel 5.1 Koneksi Pin Perangkat Keras	59
Tabel 5.2 Data Latih	61
Tabel 5.3 Kode Program Ph.....	72
Tabel 5.4 Kode Program Sensor Warna TCS3200	72
Tabel 5.5 Kode Program Sensor <i>Photodiode</i>	74
Tabel 5.6 Kode Program Pengecekan Trigger	74
Tabel 5.7 Kode Program Variabel Nilai Kovarian, Mean Features, Determinan Dan Prior.....	75
Tabel 5.8 Kode Program Fungsi Likelihood	76
Tabel 5.9 Kode Program Fungsi Evidence	76
Tabel 5.10 Kode Program Fungsi Probabilitas Posterior.....	77
Tabel 5.11 Kode Program Penarikan Kesimpulan Proses Klasifikasi.....	77
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200.....	80
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200.....	82
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Sensor Ph	84
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sensor Ph	87
Tabel 6.5 Hasil Pengujian Akurasi Sistem.....	89
Tabel 6.6 Kode Program Penghitungan Waktu Dengan Millis Pada Arduino	90
Tabel 6.7 Hasil Pengujian Waktu Komputasi	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Madu	26
Gambar 2.2 Skematik Arduino Uno R3	27
Gambar 2.3 Bagian <i>Detail</i> Arduino Uno	29
Gambar 2.4 Contoh Gambar LCD 16x2	31
Gambar 2.5 Rangkaian Dalam LCD 16x2	32
Gambar 2.6 Modul I2C	34
Gambar 2.7 Skematik Modul I2C	35
Gambar 2.8 Sensor Warna TCS3200	36
Gambar 2.9 Skematik Sensor Warna TCS3200	37
Gambar 2.10 Bagian <i>Source Code</i> Yang Diubah	39
Gambar 2.11 Simbol <i>Photodiode</i>	40
Gambar 2.12 Bentuk Fisik LED <i>Photodiode</i>	40
Gambar 2.13 Sistem Electrode Kaca	41
Gambar 2.14 Proses Pertukaran H^+	41
Gambar 2.15 Kurva Perubahan Ph Dengan Beda Potensial	42
Gambar 2.16 Rangkaian Elektrode Kaca	43
Gambar 2.17 Elektrode Referensi Pada Ph Meter	43
Gambar 2.18 Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Pengukuran Ph	44
Gambar 2.19 Diagram Sederhana Ph Metersumber:	44
Gambar 2.20 Sensor Ph Meter	44
Gambar 2.21 Rangkaian Sensor Ph Meter	45
Gambar 2.22 Modul Probe Ph Meter	46
Gambar 2.23 Skematik Sensor Ph Dan Modul Probe Ph	47
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 5.1 Diagram Blok Sistem	57
Gambar 5.2 Desain <i>Prototype</i> Keaslian Madu	57
Gambar 5.3 Skema Perancangan Perangkat Keras	59
Gambar 5.4 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Data Sensor	60
Gambar 5.5 Diagram Alir Perancangan Keseluruhan	63
Gambar 5.6 Diagram Alir Fungsi Likelihood()	64

Gambar 5.7 Diagram Alir Fungsi Evidence()..... 65

Gambar 5.8 Diagram Alir Fungsi Posterior() 66

Gambar 5.9 Implementasi *Prototype* Alat Pendeksi Madu 70

Gambar 5.10 Implementasi Arduino Uno Dan Ph Kit Pendeksi Madu 71

Gambar 5.11 Implementasi *Prototype* Alat Pendeksi Madu 71

Gambar 6.1 Hasil Pengujian Sensor *Photodiode*..... 83

Gambar 6.2 Hasil Pengujian Sensor Ph Dan Ph *Buffer* 4,01..... 85

Gambar 6.3 Hasil Pengujian Sensor Ph Dan Ph *Buffer* 6,86..... 85

Gambar 6.4 Hasil Pengujian Sensor Ph Dan Ph *Buffer* 9,18..... 86



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cairan alami yang mempunyai rasa manis di produksi oleh lebah disebut dengan madu. Madu yang dihasilkan oleh lebah berasal dari sari bunga tanaman (floral nektar) atau sekresi bagian dari tanaman, lebah madu apabila dibudidayakan secara intensif dapat menghasilkan produksi madu yang berkualitas tinggi. Madu dikenal sebagai salah satu bahan makanan dan minuman alami yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Selain hal tersebut madu memiliki berbagai manfaat diantaranya bidang pangan, kesehatan, dan kecantikan. Umumnya masyarakat Indonesia mengkonsumsi madu sebagai bahan campuran jamu tradisional yang mempunyai khasiat untuk meningkatkan penyembuhan penyakit seperti infeksi saluran pencernaan, pernafasan, meningkatkan daya tahan dan kebugaran tubuh serta digunakan sebagai bahan kosmetik (Mulu, 2004).

Karakteristik atau sifat-sifat madu berbeda-beda tergantung pada jenis atau asal nektar bunga yang dihisap oleh lebah. Dari perbedaan asal nektar bunga tersebut akan menghasilkan aroma, warna, rasa, kekentalan madu, yang berbeda-beda. Untuk mendapatkan madu alami dibutuhkan waktu dan biaya yang relatif besar karena proses yang cukup panjang untuk menghasilkannya. Dilihat dari komposisi madu sebagian mengandung unsur karbohidrat, begitu sulitnya mendapatkan madu asli banyak terjadi ketidak aslian madu di pasaran, sehingga banyak produsen yang dengan sengaja mencampurkan sirup glukosa dan fruktosa ke dalam madu, yang sebenarnya belum layak untuk dipanen dan dikonsumsi. Kecenderungan adanya pemalsuan terhadap produk madu alami sering terjadi dikarenakan permintaan pasar terhadap madu alami lebih tinggi (Evahelda, et al., 2017).

Menurut (Kamaruddin, 2002) terdapat empat faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri pada madu antara lain: 1) Kandungan gula yang tinggi akan menghambat pertumbuhan bakteri sehingga bakteri tersebut tidak dapat hidup dan berkembang. 2) Tingkat keasaman madu yang tinggi (pH 3,65) akan mengurangi pertumbuhan dan daya hidup bakteri, sehingga bakteri tersebut akan mati. 3) Senyawa radikal hydrogen peroksida (H_2O_2) dapat membunuh mikroorganisme patogen. 4) Termasuk didalamnya adalah senyawa organik flavonoid, dan glikosida

Madu memiliki pH rendah sehingga mampu berfungsi sebagai anti mikroba. pH adalah satuan yang digunakan untuk mengukur derajat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Skala pH berkisar antara 0 - 14. Istilah pH berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi formal tentang pH ialah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen (Fitri Kusuma, 2009).

Dalam kehidupan sehari-hari sering menggunakan berbagai macam cairan untuk memenuhi kebutuhan kita. Cairan tersebut ada yang bersifat basa, netral

maupun asam. Salah satu metode konvensional menggunakan kertas lakmus untuk mengetahui derajat keasaman. Kertas lakmus adalah suatu kertas dari bahan kimia yang akan berubah warnanya apabila dicelupkan ke dalam suatu larutan. Warna yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh tingkat kadar keasaman (pH) larutan tersebut. Kelemahan dari metode ini ialah informasi yang didapatkan kurang akurat, karena metode ini kurang praktis dan hasil pengukurannya sebatas hanya memberitahu apakah suatu cairan ini bersifat asam, basa atau netral saja tanpa menginformasikan nilai derajat keasaman antara satu cairan dengan cairan lainnya. Permasalahan tersebut di atas mendasari dilakukan penelitian lanjutan untuk membuat sebuah alat ukur kadar keasaman berupa pH meter sebagai pengganti kertas lakmus, sehingga dapat digunakan oleh setiap orang yang mau mengukur pH suatu cairan dan hasil pengukuran pH meter ini cukup akurat (Gea, 2015).

Untuk mengetahui keaslian suatu madu dapat dilakukan dengan uji laboratorium. Namun hal ini kurang efektif dan efisien apabila menginginkan diperolehnya data secara langsung, cepat dan akurat. Madu palsu terdiri atas tiga indikator yaitu volume, mutu serta pemalsuan menyeluruh. Pemalsuan volume biasanya dilakukan dengan cara menambah bahan-bahan lain seperti Sirup, fruktosa, glukosa dan bahan pengental sehingga volume madu menjadi meningkat. Sedangkan pemalsuan mutu biasanya dilakukan dengan cara memodifikasi kadar air. Dengan adanya tiga indikator tersebut di atas diharapkan dapat menjadi acuan apakah madu tersebut alami (asli) atau campuran (palsu). Berdasarkan fenomena yang terjadi dimasyarakat dan untuk memberikan pencerahan pengetahuan terkait kualitas madu maka dilakukan kajian dan penelitian dengan menciptakan alat sederhana berupa sebuah alat uji kualitas madu menggunakan sensor keasaman (pH) dan sensor warna. Alat ini bermanfaat mengatasi untuk persoalan tersebut. Sehingga diharapkan konsumen tidak akan ragu lagi tentang keaslian madu yang dikonsumsinya.

Sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *Bayes*. Metode ini disebut juga dengan *Bayesian Classification*. Metode *Bayes* merupakan suatu cara pengklasifikasian data dengan model statistik, yang dapat digunakan untuk memprediksi probabilitas misal keanggotaan pada suatu kelas. Selain hal tersebut metode *Bayes* digunakan untuk menganalisis dalam pengambilan keputusan terbaik dari suatu permasalahan yang dihadapinya. Metode ini digunakan sebagai salah satu cara sederhana untuk penghitungan data-data yang sifatnya tidak konsisten bias dan metode *Bayes* ini juga merupakan metode yang baik dalam mesin pembelajaran berdasarkan data latih dengan probabilitas bersyarat (Winanta, 2013).

Modul sensor warna yang digunakan adalah DT Sense Color Sensor menggunakan chip TAOS TCS3200. Modul ini telah terintegrasi dengan 2 LED. Sensor Warna TCS3200 mendeteksi dan mengukur intensitas warna tampak pada madu. Chip TCS3200 memiliki beberapa *photodiode*, dengan masing-masing filter warna yaitu, merah, hijau, biru, dan *clear*. Filter-filter tersebut didistribusikan pada masing-masing *array*. Modul ini memiliki osilator yang menghasilkan pulsa

kotak yang frekuensinya sebanding dengan perubahan warna yang dideteksi (Arief, et al., 2016)

Dalam penentuan keaslian madu, diperlukan metode yang tepat untuk melakukan klasifikasi. Metode *Bayes* merupakan metode klasifikasi yang sangat efektif dan efisien karena dalam melakukan klasifikasi *Bayes* dapat bekerja secara independen pada setiap fitur-fitur objek yang akan dilakukan klasifikasi dimana metode ini mengambil parameter dengan mencari nilai dari rata-rata tiap kelas yang sudah ditentukan sehingga dapat memproses data yang akan diuji dengan hasil yang cepat. Berlatar belakang hal tersebut, penulis bermaksud melakukan penelitian yang berjudul “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*”. Sehingga dengan adanya penelitian ini, diharapkan membantu masyarakat luas khususnya orang awam yang ingin membeli madu dan juga bisa digunakan penjual madu untuk meyakinkan pembeli bahwa madu yang dijual itu murni (Winanta, 2013).

Diharapkan dengan adanya “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*” ini dapat membantu masyarakat luas dalam mengetahui keaslian madu secara akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas dan dengan menggunakan metode *Bayes* maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana implementasi sensor warna TCS3200, photodiode, pH untuk nilai keaslian madu ?
2. Berapa besar akurasi hasil dalam menentukan keputusan pada sistem klasifikasi keaslian madu?
3. Berapa waktu komputasi sistem klasifikasi dalam mendeteksi keaslian madu?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang berjudul “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*” adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui implementasi sensor warna TCS3200 dalam membaca nilai Red, Green, Blue (RGB), sensor photodiode, dan sensor pH untuk membaca derajat keasman madu pada system klasifikasi keaslian madu.
2. Untuk mengetahui akurasi nilai dalam menentukan keputusan pada sistem klasifikasi keaslian madu.
3. Untuk mengetahui kecepatan pemrosesan sistem klasifikasi keaslian madu.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Bagi pemerintah untuk memberikan solusi alternatif dalam mengetahui secara akurat keaslian madu yang erat kaitannya dengan kesehatan masyarakat.
2. Kepada masyarakat sebagai wujud kontribusi dalam upaya membantu mengetahui keaslian madu secara cepat dan akurat sehingga madu nyaman untuk dikonsumsi dan aman bagi kesehatan.
3. Menjadi referensi dan kajian selanjutnya bagi peneliti lainnya untuk mengembangkan sistem dengan metode *Bayes*, khususnya pada klasifikasi keaslian madu.

1.5 Batasan Masalah

Supaya penelitian lebih terfokus dan agar peneliti dapat berkonsentrasi terhadap permasalahan yang ingin dibahas dan dikaji maka batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Indikator madu yang dipakai adalah warna (RGB) dan tingkat kekeruhan madu.
2. Indikator keaslian madu menggunakan sensor pH dengan 3,5 - 4,1 sebagai keaslian madu
3. Madu yang digunakan adalah madu asli dari peternak dan madu dicampur dengan air gula.
4. Hasil klasifikasi keaslian madu di kelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu madu murni, madu campuran sedang, madu campuran banyak.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan digunakan sebagai gambaran uraian dan alur penelitian agar pembaca dapat memahaminya yang secara garis besar di jelaskan sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Pada bagian pendahuluan, peneliti membahas tentang alasan mengapa penelitian ini perlu dikaji lebih dalam yang disertai dengan argumen-argumen ilmiah untuk pelaksanaan dan pembahasan penelitian.

BAB 2 Landasan Kepustakaan

Pada bagian landasan kepustakaan, peneliti membahas tentang teori – teori dan hasil penelitian terdahulu serta langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melaksanakan penelitian dan dalam pembuatan laporan dengan maksud supaya pembaca lebih memahami makna yang termaksud dalam penelitian ini.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Pada bagian metodologi penelitian, dibahas mengenai langkah kerja yang akan dilakukan penelitian dan dalam hal penulisan laporan skripsi.

BAB 4 Rekayasa Persyaratan

Pada bagian rekayasa persyaratan, peneliti menjelaskan mengenai persyaratan-persyaratan yang berkorelasi dengan obyek penelitian dan kebutuhan penelitian seperti kebutuhan fungsional maupun kebutuhan non fungsional.

BAB 5 Perancangan dan Implementasi

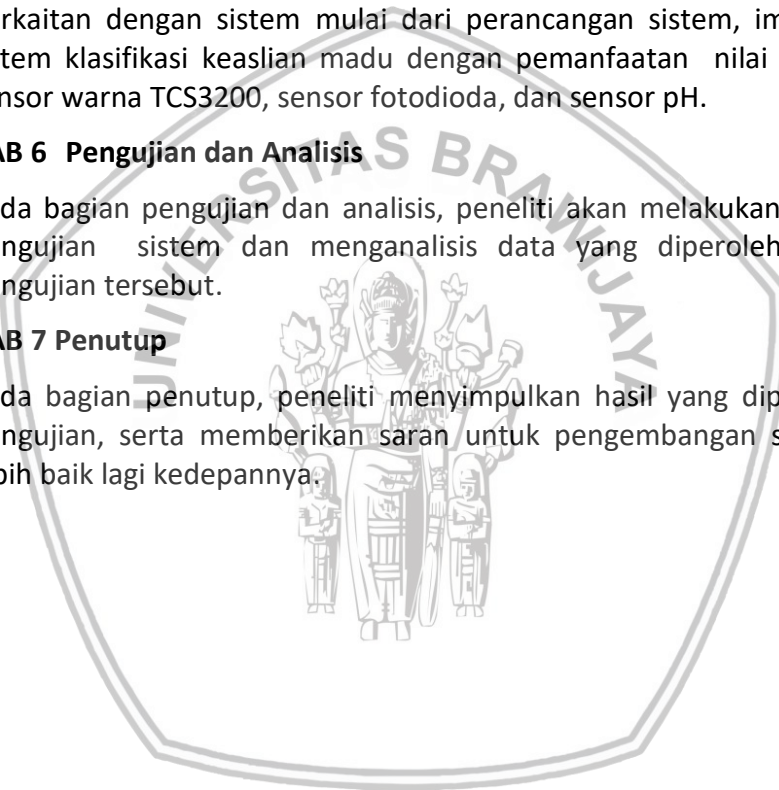
Pada bagian perancangan dan implementasi, diuraikan hal-hal yang berkaitan dengan sistem mulai dari perancangan sistem, implementasi sistem klasifikasi keaslian madu dengan pemanfaatan nilai pembacaan sensor warna TCS3200, sensor fotodiode, dan sensor pH.

BAB 6 Pengujian dan Analisis

Pada bagian pengujian dan analisis, peneliti akan melakukan pengujian-pengujian sistem dan menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut.

BAB 7 Penutup

Pada bagian penutup, peneliti menyimpulkan hasil yang diperoleh dari pengujian, serta memberikan saran untuk pengembangan sistem yang lebih baik lagi kedepannya.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

bab ini mengkaji tentang riset-riset sebelumnya dan bersangkutan paut atas riset yang diajukan sekarang.

Riset yang pertama yakni penelitian dari Bagus Arief Wibowo, Muhammad Rivai, Tasripan yang berjudul “Alat Uji Kualitas Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna”, dimana pada penelitian tersebut dilakukan pengujian terhadap keaslian dari madu. Beserta penggunaan alatukur polarimeter untuk mengetahui kadar gula pada madu. Sentrlisasi gula semakin.tinggi, maka.cahaya tidak akan tembus tertahan di analisatormenjadi semakin redup. Sehingga sudut putar jenisnya menjadi sangat besar. Ini menyatakan cairan gula bisa membelokkan arah getar cahaya. Putaran optise yng diukur tergantung pada jumlah senyawa dalam tempat madu, jarak cairan yang dilewato cahaya, temperature penilaian, dan jarak frekuensi cahaya yang dipakai. Dengan menggunakan sensor warna bisa mengetahui jenis madu yang terkandung. Sensor warna ini dapat mengetahui warna pada madu yang mendekteksi warna R(red), G(green), B(blue) dan clear nilai dari warna tersebut akan diproses dalam array sensor ini memiliki isolator yag mehasilakna getaran gelombangnya setara dngan pergantian wana yang telah dicek (Arief, et al., 2016).

Riset yang kedua merupakan penelitian dari Ni Putu Tasya Savitri yang berjudul “Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah Di Kabupaten Temanggung”, dimana dengan penelitian tersebut Ni Putu Tasya Savitri melakukan pengujian terhadap kualitas madu lokal dari beberapa wilayah di kabupaten temanggung dapat menghapus keraguan konsumen untuk membeli madu karena saat ini informasi mengenai cara membedakan madu asli yang berkualitas dengan madu padu palsu yang tidak berkualitas sangat sedikit. Alat yang digunakan penelitian adalah refractometer madu portable RHB-92ATC, neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,0000g merk adventure ohaus, Erlenmeyer ukuran 250ml dan 1000ml merk pyrex, statif, buret ukuran 50ml, gelas ukur ukuran 100ml, no.7101, hotplate dengan stirrer merk labinco model L-81, pipet tetes, dan kertas pH. Subjek yang dipakai pada riset ini 5 madu daerah di desa di kabupaten Temanggung. Bahan lainnya adalah NaOH 0,1 N, indicator PP 1%, akuades (Savitri, et al., 2017).

Penelitian yang ketiga yaitu riset oleh Sandy Winantan yang bertajuk “Implementasi Metode Byesesian Dalam Pennjurusan di SMA Bruderan Purwerejo”, dalam riset ini menganalisis mengenai pembagian murid kelas 10 SMA yng bakal masuk pada kelas 11 dengan tujuan agar para murid makin fokus menumbuhkan keahlian mereka. Pada riset tertulis, sistem yang dibuat untuk mempermudah menganjurkan jurusan sesuai dengan nilai yang didapat murid setelah itu akan dibandingkan dengan nilai kakak tingkat sebelumnya dengan mengaplikasikan metode klasifikasi *Bayes* (Winanta, 2013).

Bersumber pada riset sebelumnya, kemudian periset membangun sistem “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*”, sistem ini dimana bermaksud untuk menolong agar penduduk indonesia khususnya penduduk awam agar mengerti keaslian madu dengan bahan madu murni dan campuran dengan baik dan benar, karena madu benar-benar berkaitan dengan kesehatan. Perbedaan rumusan antara riset penunjang oleh periset yang dilakukan dilampirkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Perbedaan Antara Riset Penunjang Oleh Periset Yang Dibuat

No.	Judul Paper	Penjelasan	Perbedaan Penelitian dengan Jurnal
1.	Alat Uji Kualitas Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna (Wibowo, 2016)	Dalam penelitian tersebut menggunakan sensor polarimeter untuk mengetahui kadar gula pada madu dan sensor warna DT Sense Color yang digunakan untuk mendeteksi kadar intensitas warna pada madu.	Pada paper, menggunakan sensor polarimeter sebagai alat ukur kadar gula dan sensor warna chip TAOS TCS3200 untuk mendeteksi warna, sedangkan, penelitian ini akan digunakan sensor pH E-201-C untuk mendapatkan tingkat keasaman, sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna RGB, dan photodiode sebagai pendekteksi kekeruhan dari madu.
2.	Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah Di Kabupaten Temanggung (Hastuti, 2017)	Dimana penulis melakukan pengujian dengan menggunakan madu dari daerah di wilayah kabupaten Temanggung yang bertujuan menghapus keraguan konsumen untuk membeli madu dari daerah tersebut.	Pada paper, Alat yang digunakan penelitian adalah refractometer madu portable RHB-92ATC, neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,0000g merk adventure ohaus, Erlenmeyer ukuran 250ml dan 1000ml merk pyrex, statif, buret ukuran 50ml, gelas ukur ukuran 100ml, no.7101, hotplate dengan stirrer merk labincoc model L-81, pipet tetes, dan kertas label melihat keaslian madu, namun pada penelitian yang akan dilakukan nantinya digunakan sensor yang dapat mengukur tingkat keasaman (pH) sehingga diperoleh nilai kadar

			keasaman dari madu, sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna RGB, dan photodiode sebagai pendeteksi kekeruhan dari madu.
3.	Implementasi Metode <i>Bayesian</i> Dalam Penjurusan Di SMA Bruderan Purworejo (Winanta, 2013)	logika <i>Bayes</i> digunakan untuk melakukan penjurusan kelas sepuluh (X) yang akan naik ke kelas sebelas (XI).	Pada jurnal penelitian yang dijadikan rujukan logika <i>Bayes</i> berfungsi sebagai pengambil keputusan dalam proses penjurusan, namun dalam penelitian yang akan dilakukan, logika <i>Bayes</i> berfungsi sebagai metode perhitungan dalam proses klasifikasi keaslian madu.
4.	Rancang bangun sistem klasifikasi frekuensi penggunaan madu dengan menggunakan metode <i>bayes</i>	Untuk mendeteksi warna digunakan TCS3200 dan untuk mendeteksi tingkat kecerahan minyak digunakan <i>Photodiode</i> untuk mengetahui tingkat kecerahan minyak.	Dalam jurnal yang dijadikan rujukan penelitian ini, <i>Photodiode</i> dan TCS3200 digunakan untuk mendeteksi tingkat kecerahan dan warna pada madu. Namun, dalam penelitian yang akan dilakukan digunakan sensor keasaman (pH) untuk mendapatkan nilai kadar keasaman, dan modul TCS3200 untuk mendeteksi warna RGB, dan photodiode sebagai pendeteksi kekeruhan dari madu.
5.	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Keasaman (Ph) Suatu Larutan Berbasis Arduino Uno (Gea, 2015)	Alat ukur keasaman (pH) menggunakan Arduino uno yang mengukur minuman kemasan	Pada paper, sensor pH berfungsi sebagai pendeteksi keasaman pada minuman kemasan, sedangkan pada penelitian ini sensor pH digunakan untuk mendeteksi keasaman pada madu
6.	Pendeteksi Kemurnian Bensin C8h18 Dan C10h24 Di Spbu Pertamina Berbasis Sensor	Sistem deteksi menggunakan TCS3200 sebagai pendeteksi kemurnian bahan bakar jenis premium serta jenis pertamax yang	Pada paper, modul TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi kemurnian warna pada bensin, sedangkan pada penelitian ini digunakan untuk

	Warna Portabel (Putra, 2017)	tersedia di SPBU milik Pertamina.	mendeteksi warna pada madu
7.	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kesegaran Daging Berdasarkan Sensor Bau Dan Warna (Simamora, 2017)	Sistem deteksi menggunakan TCS3200 untuk mendeteksi warna daging segar dan daging basi	Pada paper, sensor warna TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi warna daging segar dan daging basi, sedangkan pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi warna pada madu
8.	Rancang Bangun Sistem Deteksi Madu yang Telah Dipakai Menggoreng Babi Menggunakan LED dan <i>Photodiode</i> (Arifin, 2015)	Pengujian madu yang mengandung Babi dengan menggunakan <i>photodiode</i> .	Pada jurnal yang menjadi rujukan, dijelaskan photodiode adalah komponen yang digunakan untuk mengetahui tingkat intensitas cahaya. Sedangkan, pada penelitian yang akan dilakukan <i>photodiode</i> digunakan untuk mengetahui keaslian madu berdasarkan tingkat kecerahan atau kekeruhannya.
9.	Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasman Susu Cair, Sari Buah (Amrimaniar, et al., 2010) dan Soft Drink (Noorulil, 2010)	Sistem deteksi menggunakan module sensor pH dan mikrokontroler ATmega 328	Sistem deteksi menggunakan module sensor pH dan mikrokontroler ATmega 328 untuk mendapatkan nilai ph pada air susu, minuman ekstrak buah, serta softdrink sedangkan pada penelitian ini menggunakan sensor TCS3200, sensor photodiode, dan sensor pH untuk mendapatkan nilai dari madu
10.	Pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Air Secara Real Time Dan Aplikasinya Dalam Pengelolaan Tambak Udang (Wiranto, 2010)	Perancangan sistem yang dilakukan memiliki kemampuan dalam membaca kadar keasman dengan menggunakan parameter DO kemudian data hasil pembacaan sensor keasman dikumpulkan dalam bentuk data <i>logger</i> yang kemudian akan dikirimkan dengan	Sistem akan membaca kadar keasman dengan menggunakan parameter DO kemudian data yang diperoleh akan dikumpulkan dalam data logger yang kemudian akan dikirim dengan menggunakan sms gateway yang bekerja pada jaringan GSM, dan keasman pada

		menggunakan SMS <i>getway</i> dengan menggunakan jaringan GSM	tambak udang sedangkan pada penelitian ini menggunakan sensor TCS3200, sensor photodiode, dan sensor pH untuk mendapatkan nilai dari madu
--	--	---	---

2.2 Dasar Teori

Subbab ini bertujuan untuk menjelaskan sebagian hipotesis serta referensi yang bersinanggungan dengan riset yang sedang dikerjakan ini.

2.2.1 Madu

Madu adalah substansi alam yang dibuat oleh lebah, bermulanya madu berasal dari sari bunga yang dijadikan satu oleh lebah untuk dimatangkan (Nimisha, 2010). Madu dikenal sebagai cairan yang menyehatkan dan bekhasiat. Khasiat dari madu diperkenalkan oleh Hippocrates (460 SM-370 SM) yang manfaat madu sebagai ekspektoran dan pembersih luka pada kulit maupun bisul (Estherina, 2012). Masyarakat Indonesia menggunakan madu untuk campuran pada jamu tradisional untuk melancarkan ataupun memperbaiki metabolisme tubuh. Kemampuan untuk melancarkan tumbuhnya jaringan baru dalam tubuh (Mandal, 2011).

Madu berasal dari nektar yang diolah lebah untuk dijadikan sebagai pakan yang disimpan dalam sarang. Nektar ialah kelenjar "necterifire" yaitu senyawa kompleks dari tanaman berbentuk cairan gula yang bermacam-macam. Maltosa, melibiosa, rafinosa, serta zat gula lainnya sukrosa, fruktosa, dan glukosa, tidak hanya itu turunan karbohidrat ialah merupakan komponen utama dari nektar (Suranto, 2004). Proses pengolahan nektar menjadi madu yang dihasilkan oleh lebah madu terdiri dari 2 proses menurut (Nainggolan, 1992), yaitu melalui proses kimia (penyederhanaan sari bunga menjadi cairan gula, reaksi ini disebut invertase. Invertase merupakan proses pembuatan enzim sari bunga yang dibantu dengan air ludah lebah) dan proses fisika (yang dimaksud ini ialah kadar air pada sari bunga yang dikurangi proses kimia dengan membiarkan nektar terkena udara dan dilanjutkan dengan kepanasan sayap oleh lebah pekerja dalam stup hingga lebah madu menutup sel-sel madu dengan selapis malam (wax) pada saat kadar air madu dalam sel sudah mencapai $\pm 20\%$).

Air, gula total, dan keasaman merupakan kualitas madu yang bisa dilihat dari sebagian riset uji keaslian madu. (SNI, 2004) menyatakan, memeanen madu harus mempunyai kadar air yang cukup sedikit dibawah 22% sedangkan ketentuan keasmaan tidak lebih dari 50mNaOH/kg. Ketentuan yang dikeluarkan oleh (U.S. Patent Application Publication, 2011), ketentuan kualitas gula yang ada pada madu sekitar 76-83obrix (Sarig et al., 2011). Kualitas madu diuji agar madu yang diminum oleh penduduk Indonesia memiliki standarisasi kualitas yang baik dan aman, selain itu memiliki ketentuan yang tidak bisa diubah.

Tinggi rendahnya takaran senyawa air di madu umumnya faktor iklim juga mempengaruhi, saat proses panen, dan jenis dari sari bunga yang digabungkan oleh lebah. Selain kadar air, kualitas madu dipengaruhi oleh kadar gula total dan keasaman. Gula pada madu didominasi oleh fruktosa dan glukosa (Gaman, 1992). Tinggi rendahnya kadar gula dipengaruhi oleh tingkat kadar air dan keasaman dalam madu. Sedangkan, tinggi rendahnya kadar keasaman dipengaruhi oleh tingkat kadar air dalam madu. Menurut (Budiwijono, 2008), tingginya kadar air dalam madu menyebabkan madu mudah terfermentasi oleh khamir dari genus *Zygosaccharomyces*. Khamir akan mendegradasi gula menjadi alkohol. Apabila oksigen berproses dengan alkohol, pada saat itu alkohol akan menjadi asam bebas seperti asam asetat dan asam oksalat yang dapat merubah takaran keasaman, wangi dan rasa madu.

2.2.1.1 Madu Campuran

Madu campuran merupakan madu yang mengalami pengolahan dengan berbagi macam komponen di dalamnya, dikarenakan memiliki harga ekonomis yang tinggi, banyak produsen-produsen nakal terjadilah pembuatan madu yang dipalsukan. Madu bisa dipalsukan karena banyak cara untuk memalsukannya salah satunya mencampurkan air gula dalam madu murni dan juga bisa mencampurnya dengan pemanis buatan pada madu murni, efek yang terjadi bisa menimbulkan penyakit diabetes (Sukmariah, 1999).

2.2.2 Bahan yang Digunakan

Riset kali ini menggunakan bahan madu. Peneliti menggunakan bahan madu karena madu memiliki aspek-aspek yang bisa diuji salah satunya warna madu dan keasman. Ketentuan SNI (2004), ketika memanen madu, madu tersebut harus memiliki derajat keasaman maksimal 50mEq NaOH/kg. Ketentuan (U.S. Patent Application Publication, 2011), gula pada madu sekitar 76-83oBrix (Sarig et al., 2011). Bahan tersebut memiliki karakteristik yang sudah ditentukan oleh pemerintah. Oleh sebab itu, peneliti menggunakan bahan madu akan diriset agar bisa membandingkan nilai kekeruhan keasaman, warna madu. penjabaran dari bahan tersebut dapat dilihat di bawah ini.

2.2.2.1 Madu

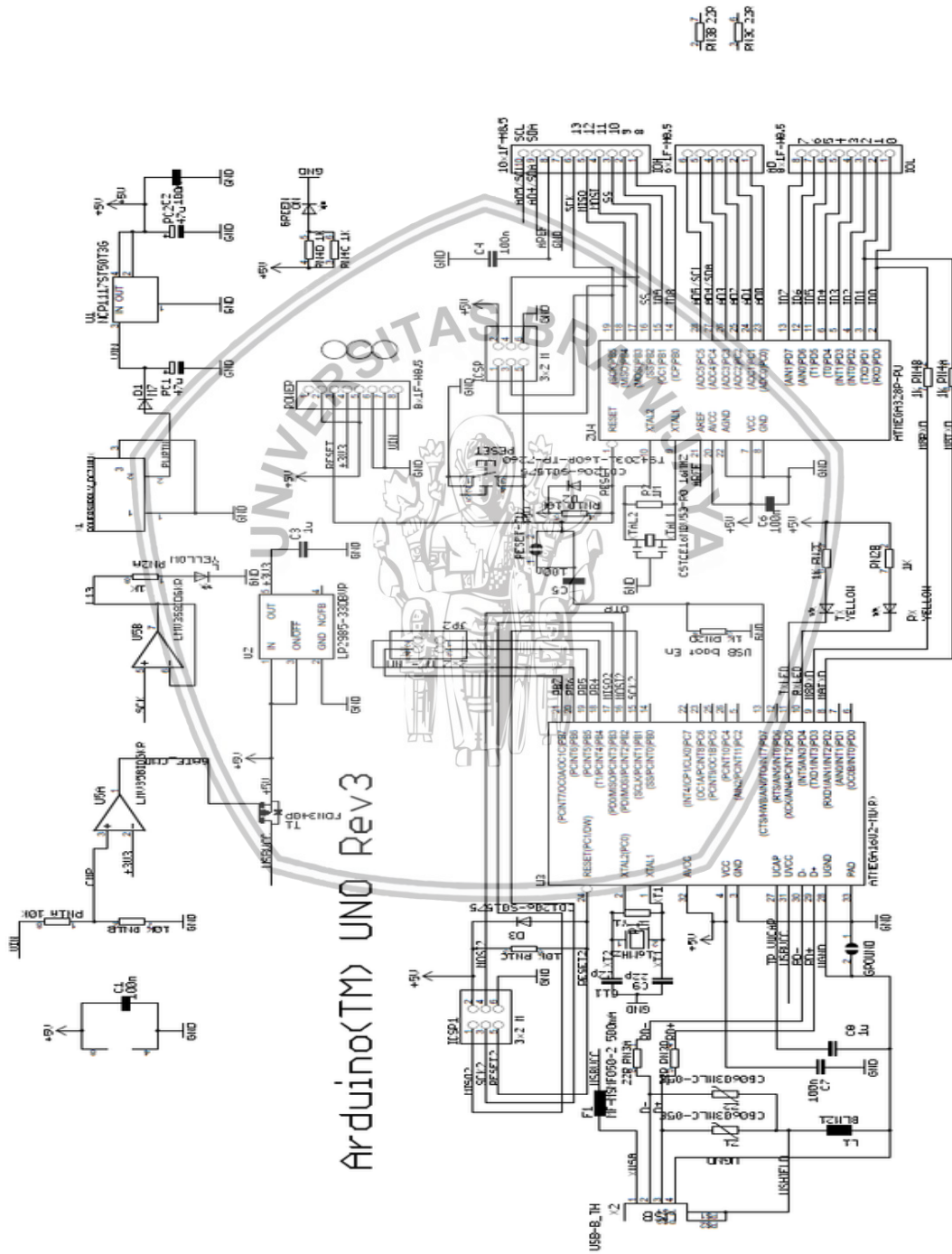
Madu merupakan saru bunga pada tumbuhan yang diproses dengan lebah (Winarno, 1981). Sari bunga yang didapatkan oleh lebah akan dicampur oleh ludah lebah yang mengandung ezim setelah itu diletakkan pada sarang. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas madu yaitu cuaca dan iklim bisa juga dari serangga lain yang mengganggu prosesnya (Jonathan, 1977). Madu memiliki ketetapan yang sudah diuji salah satunya jumlah gula, takaran air, dan derajat keasaman. Menurut SNI (2004), takaran air dalam madu harus dibawah 22% dan ketetapan nilai keamsan tidak boleh lebih 50 ml NaOH/kg. Kualitas madu yang diriset agar dapat diminum oleh para penduduk Indonesia, keaslian madu dapat dilihat dari warna, kekeruhan dan tingkat keasaman. Tampilan dari madu bisa perhatikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 madu

2.2.3 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang didalamnya terdapat chip ATmega328P. Dinyatakan bahwa arduino uno itu pengembangan dikarenakan alat ini berfungsi seperti mikrokontroler arena sirkuit *prototyping*.



Gambar 2.2 Skematik Arduino Uno R3

14 pin digital I/O yang dimiliki Arduino Uno (kira-kira ada 6 bisa dipakai untuk keluaran *Pulse With Modulation*), ada 6 pin analog, 16Mhz untuk osilator kristal, USBport, jack pwer, heder ICSP, dan ada tombol reset (Arduino, 2016).

Arduino Uno mempunyai segala kebutuhan ketika akan mengerjakan pengontrolan, ketika ingin menghubungkannya pada pc jada sudah disediakan USB kabel dan juga memiliki adaptor AC to DC bisa juga memakai batrei *Chip* mikrokontroler: ATmega328P

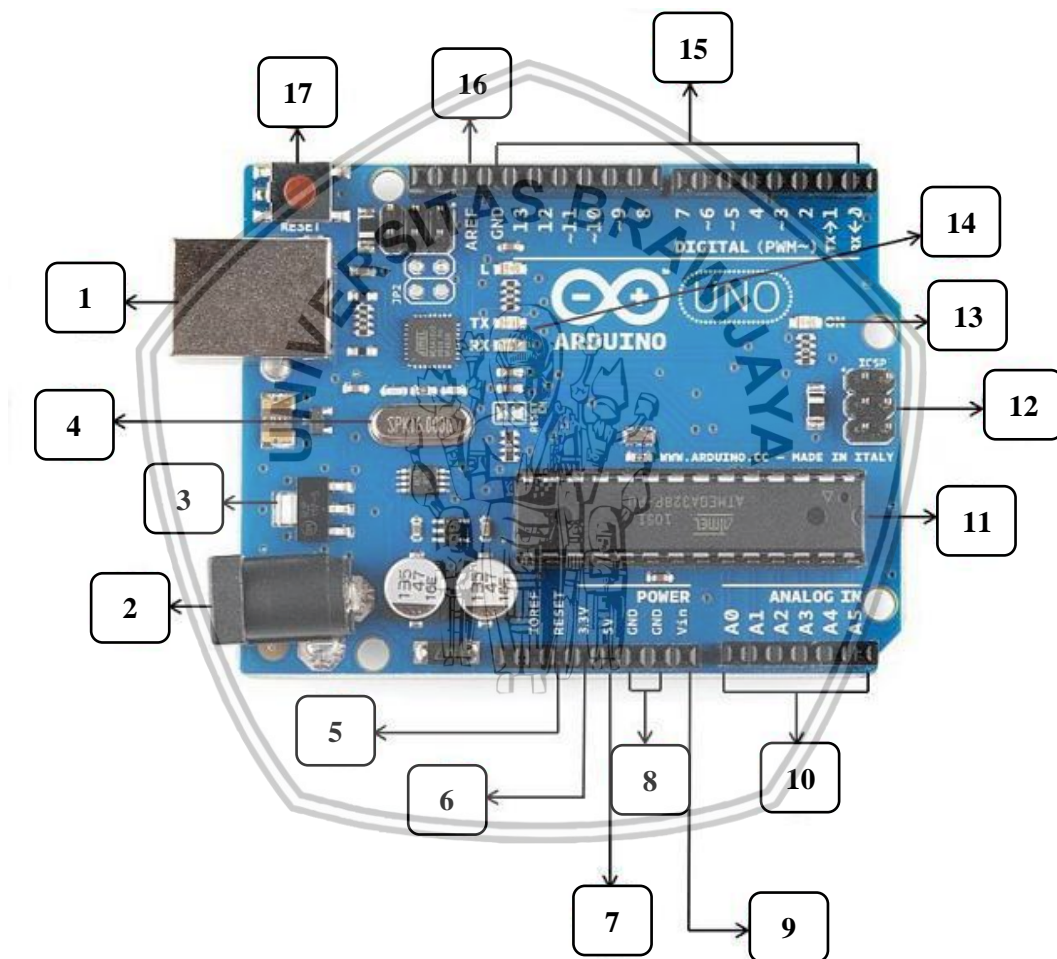
1. Voltase oprasi: 5V
2. Voltase masuk (disarankan, melalui DC jack): 7Volt - 12Volt
3. Voltase masuk (batasnya, melalui DC jack): 6Volt - 20Volt
4. Digital I/O pin 14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
5. Ada 6 pin masukan
6. 20 mA I/O setiap pin berarus DC
7. 50 mA : pin 3,3volt berarus DC
8. *Flash Memori* : 32 KB, 0.5 KB untuk bootloder
9. 2 KB:SRAM
10. 1 KB:EEPROM
11. *SpeedClock*: 16 Mhz
12. 68.6 mm x 53.4 mm untuk dimensinya
13. 25 g untuk beratnya

Arduino *Software* (IDE) aplikasi untuk melakukan pembuatan program arduino. Arduino yang sudah ada program didalamnya biasanya disebut *bootloder*. *Bootloder* tersebut memudahkan dalam menjalankan program melalui *software* arduino tanpa memakai perangkat keras lainnya. Cukup hubungkan Arduino menggunakan kabelUSB pada laptop atau PC, jalankan arduino softwere, kemudian akan bisa memulai memrogram. Para pengguna sangat mudah mengoprasikannya dikarenakan sudanya bnyak contoh pemrograman yang telah disediakan.

Poly fuse bisa di reset gunanya melindungi port USB laptop atau PC terhidar dari korsleting atau tngan yang besar. Perlindungan port yang dimiliki kebanyakn laptop atau komputer saat ini , arduino menambahkan pelindung lagi agar penggun nyaman ketika menyambungkan pada lapto atau pc. Apabila melebihi daya yg ditentukan maka proteksi tersebut akan terputus dengan otomatis kemudian akan tersambung kembali ketika kondisi normal telah kembali.

Board Arduino Uno bisa menggunakan tenaga dari laptop atau melalui power suply eskternal. Pemilihan daya tentu dikerjakan secara otomatis.

AC-DC dari adaptor atau baterai akan mengirimkan ke *external power supply*, melewati ketersediaan jack DC, bisa juga langsung pin *vin* dan *ground* pada board. Beroperasinya board pada *power external power supply* mempunyai arus tegangan berkisar 6volt sampai 20volt. Akan tetapi, ada sebagian hal penting untuk diperhatikan pada lemahnya tngangan. Apabila tegangan yang dikirimkan kurang dri 7volt, pada pin 5volt tidak akan mengirimkan tngangan yang sempurna, hal ini biasanya memiliki dampak pada keselurahn rangkaian yang tidak akan berfungsi dengan sempurna. Begitu juga sebaliknya jika tegangan yang dikirimkan melebihi 12volt maka akan terjadi *overheat* dan dapat merusak pcb. Maka dari itu, disarankan tagangannya hanya 7Voly sampai 12Volt.



Gambar 2.3 Bagian *Detail* Arduino Uno

Sebagaimana telah dikatakan sebelumnya, I/O pada arduino uno mempunyai 14 pin digital, fungsi-fungsi yang digunakan ialah `digitalWrite()`, `pinMode()`, dan `digitalRead()`. Saat tegangan 5volt pin yang ada di arduino akan berfungsi dengan baik, dan 20mA merupakan arus yang diterima pada setiap pin, dan 20-50k ohm merupakan ketahanan *pullup* (ketetapan yang dimaksud pada saat keadaan terputus). Disarankan untuk tidak mencapai nilai maksimum 40mA dikarenakan dapat merusan chip yang ada dalam arduino.

Setiap pin memiliki fungsi husus sebagai berikut :

1. **Power USB**, untuk menghubungkan arduino pada pc atau laptop dan juga dapat sebagai masukan tegangan tidak lupa juga untuk pemrograman.
2. **Power Jack**, sumber listrik yang diperlukan arduino yang bertipe jack DC 5volt sampai 12vot.
3. **Voltage Regulator**, gunanya untuk menstabilkan tegangan agar tidak melebihi ketentuan.
4. **Crystal Oscillator**, untuk mengetahui jumlah keluaran 16000khz atau 16k khz bisa juga sebagai perhitungan.
5. **Reset**, gunanya untuk menghidupkan ulang arduino.
6. **3.3V**, sumber keluaran 3,3Volt.
7. **5V**, sumber keluaran 5Volt.
8. **GND**, *ground* berakhirnya jalur kelistrikan.
9. **Vin**, gunanya untuk menerima arus listrik pada arduino yang berkisar 5volt.
10. **Analog Pins**, pin A0-A5 merupakan pin analog. Gunanya untuk memproses analog sensor salah satunya keasaman, warna, dll memiliki (*Serial Clock Line*) untuk mengirimkan sinyal clock ada juga (*Serial Data*) gunanya sebagai memproses data.
11. **IC Mikrokontroler**, yang mengatur segalanya pada arduino diibaratkan otak dari arduino.
12. **ICSP pin**, untuk AVR Arduino memiliki 6 pin Yang pertama *Serial Peripheral Interface* biasanya disingkat SPI ialah *Master In Slave Out* atau MOSI gunanya untuk menerima data. *Master Out Slave In* biasa disebut MISO gunanya untuk mengirimkan data pada IC mikrokontroler. *Serial CLOCK* atau SCK untuk menghindari salahnya komunikasi. *Reset* gunanya untuk menghidupkan kembali arduino, VCC berfungsi sebagai sumber tegangan. GND sebagai akhir dari listrik.
13. **Led Power Indicator**, sebagai tanda bahwa arduino berfungsi atau lagi memproses.
14. **LED TX dan RX**, *Transmit* dan *Receive*, keduanya akan menyala ketika arduino sedang bekerja.
15. **Digital Pins I/O**, ada 14 digital pin. Gunanya untuk mengirimkan nilai (0 atau 1). Pin yang bertanda ~ merupakan pin *Pulse Width Modulation* atau PWN gunanya untuk menyetarakan dengan range 0 = 0volt dan mempunyai nilai 0. Sebaliknya jika range 255 = 5Volt dan mempunyai nilai 1. Pin digital I/O sebagai saklar.
16. **AREF**, gunanya untuk menerima tegangan yang bisa diatu melalui IC nilai tegangannya 0-5volt.

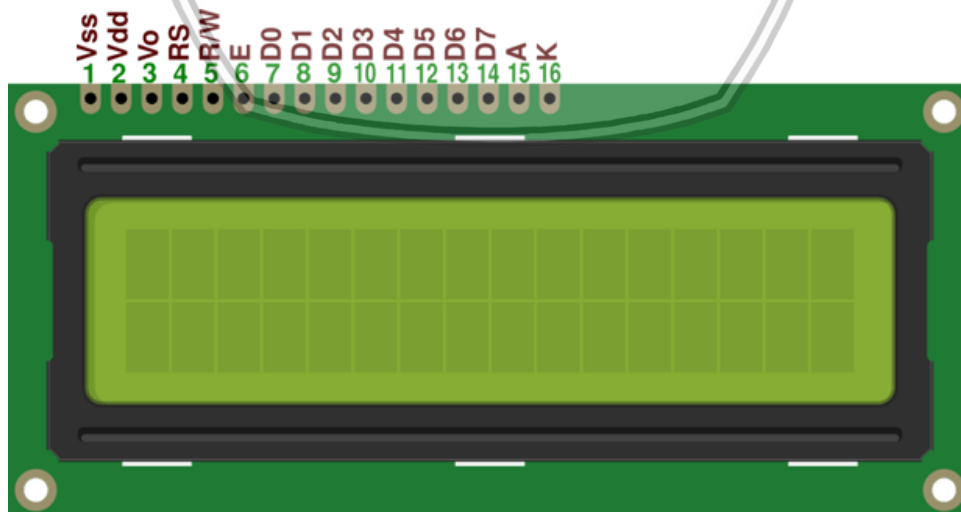
Pada arduino uno mempunyai fasilitas untuk terhubung pada komputer, bisa juga sesama arduino uno ataupun pada mikrokontroler yang lain. *ChipAtmega328* memfasilitasi berkomunikasi dengan serial.UARTTTL (5Volt) yang tersaji pada pin0 (RX) dan pin1 (TX). *ChipATmega16U2* yang ada di arduino gunanya untuk menerjemahkan dalam bentuk komunikasi USB dan ditampilkan pada *VirtuaPort* komputer. *Firmware16U2* digunakannya *driverUSB* yang sudah ditentukan supaya tidak memerlukan *driver* lain.

Arduino *Software* (IDE) memiliki *serialmonito* yang menyederhanakan textual data yang dikirim ke arduino ataupun keluar arduino. LED TX dan RX pasti menyala ketika ada perintah yang dikirimkan melewati *chip* USB ke Serial melalui kabel USB langsung ke pc. *ChipATmega328* berkontribusi dalam komunikasi I2C(TWI) dan,SPI. pada Arduino *Software* (IDE) sudah termasuk *WireLibrary* gunanya mempermudah busI2C.

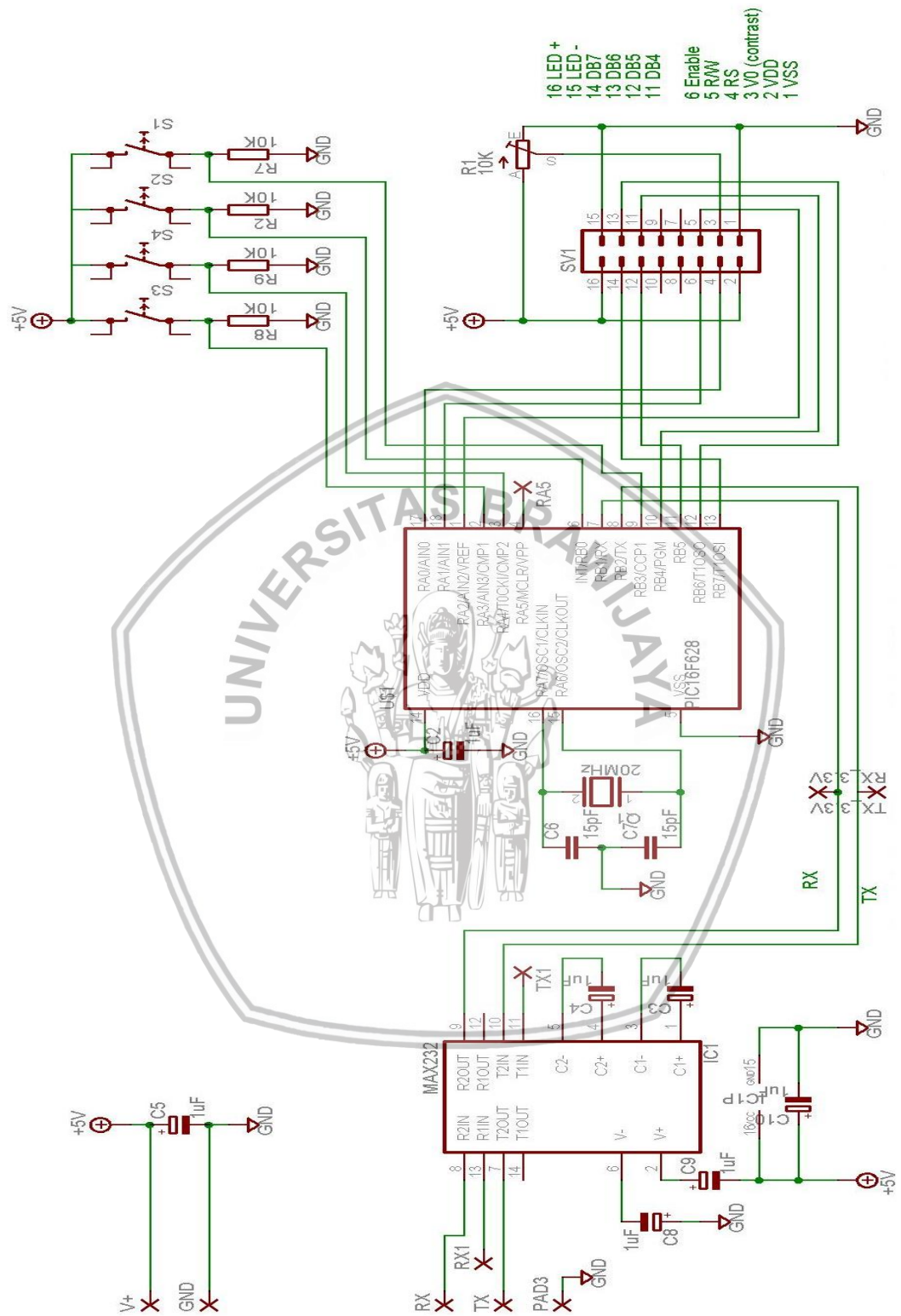
2.2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Electronic Display merupakan komponen gunanya menampilkan suatu data baik karakter huruf maupun grafik. LCD merupakan jenis *eletrronic display* yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *ffront-lit*, atau pengiriman cahaya dari back-lit. LCD akan menampilkan data baik dalam bentuk karakter huruf angka ataupun grafik.

LCD terbuat dari kombinasi organik dan lapisan kaca bening oleh oleh electrode bening endium oksida yang berbentuk tampilan segmen lapisan electrode di kaca belakang. Saat electrode dialiri listrik molekul-molekul serta silindris akan menyesuaikan pada electrode dari segmen. cahaya depan vertikal disebut lapisan sandwich sedangkan cahaya depan horizontal dilapisi dengan reflektor pantulan cahaya tidak bisa menembus molekul-molekul dengan sendirinya menyesuaikan dengan tampilan yang diinginkan.



Gambar 2.4 Contoh Gambar LCD 16x2



Gambar 2.5 Rangkaian Dalam LCD 16x2

LCD memiliki mikrokontroler yang berguna mengendalikan tampilan yang dilengkapi oleh memori dan registr. Berikut memori yang digunakan *microcontroller* internal LCD :

- **VSS**, sinyal ground *Liquid Crystal Modul*.
- **VDD**, merupakan sumber voltase buat modul LCM.
- **V0**, merupakan penyesuaian kecerahan.
- **RS**, pembaca sinyal *register*.
- **R/W**, pembaca sinyal *Read* ataupun *Write*.
- **E**, untuk memanggil sinyal *Read* atau *Write*.
- **DB**, untuk mengirimkan sinyal data bus tiap DB.
- **Led +**, sebagai tegangan positif pada led.
- **Led -**, sebagai tegangan negatif pada led.
- **R**, penghambat tegangan biasa disebut resistor.
- **DDRAM (Display Data Random Access Memory)**, untuk memori karakter saat akan menampilkan.
- **CGRAM (Character Generator Random Access Memory)**, untuk memori yang menampilkan pola karakter yang bisa dirubah sesuai yang diinginkan.
- **CGROM (Character Generator Read Only Memory)**, untuk memori yang menampilkan karakter dasar yang sudah ditetapkan oleh pabrik, karakter dasar ini terdapat pada CDROMLCD.

Control register pada LCD dijelaskan dibawah ini :

- **Register perintah**, register yang isinya perintah pada mikrokontroler ke panel LCD ketika proses penulisan data berlangsung.
- **Register data**, register yang gunannya menampilkan atau membaca data pada DDRAM, data pada DDRAM akan sesuai dengan alamat yang telah ditentukan sebelumnya.

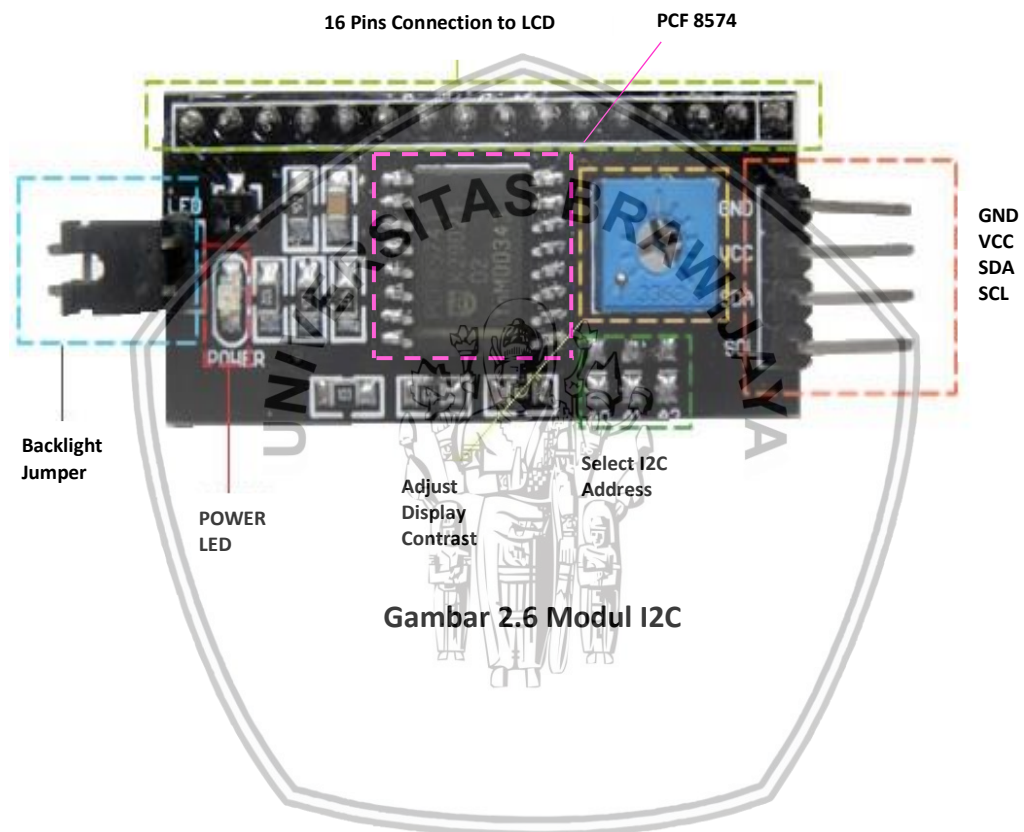
Pin dan kontrol pada LCD dijelaskan dibawah ini:

- **Pin data**, jalur yang menyampaikan data karakter yang akan ditampilkan pada LCD bisa terhubung pada data bus oleh rangkaian lainnya semacam mikrocontroller yang lebar datanya 8bit.
- **Pin RS (Register Select)**, indikator yang menentukan masuknya data, apakah perintah atau data. Logika low ialah perintah, sebaliknya jika logika high mengartikan data.
- **Pin R/W (Read Write)**, intruksi oleh modul jika low mengartikan tulis data, sebaliknya jika high maka baca data.
- **Pin E (Enable)**, untuk mengontrol data masuk atau keluar.

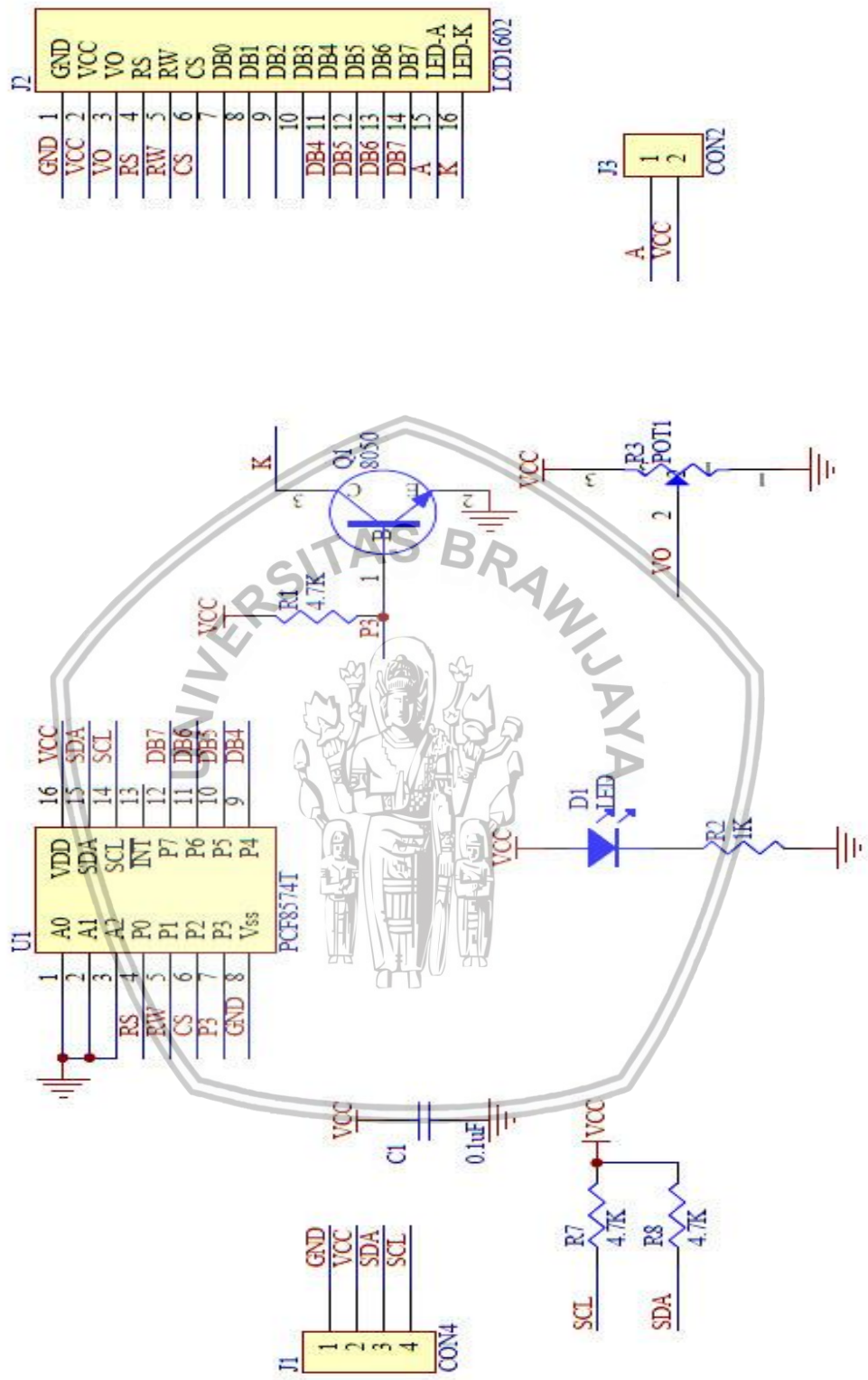
- **Pin VLCD**, gunanya untuk mengontrol kecerahan pada pin ini terhubung pada trimpot 10kohm, apabila tidak digunakan maka disambungkan ke grounds, tegangan LCD sebesar 5volt.

2.2.5 I2C LCD

Inter Integrated Circuit biasa dikenal I2C menggunakan komunikasi 2 arah yang di design mengirim atau menerima data. Sistem ini menggunakan saluran (*Serial Clock*)SCL dan (*Serial Data*) SDA yang mengirimkan data antara I2C pada pengontrolnya.



Gambar 2.6 Modul I2C



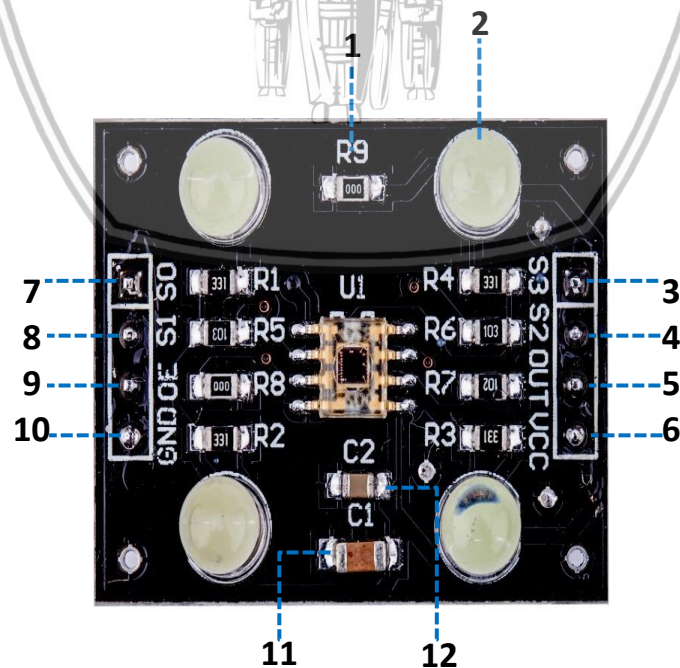
Gambar 2.7 Skematik Modul I2C

Pada modul I2C terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai meminimalisir penggunaan pin LCD yang dilengkapi dengan memori dan register. Berikut penjelasan dari gambar 2.10 :

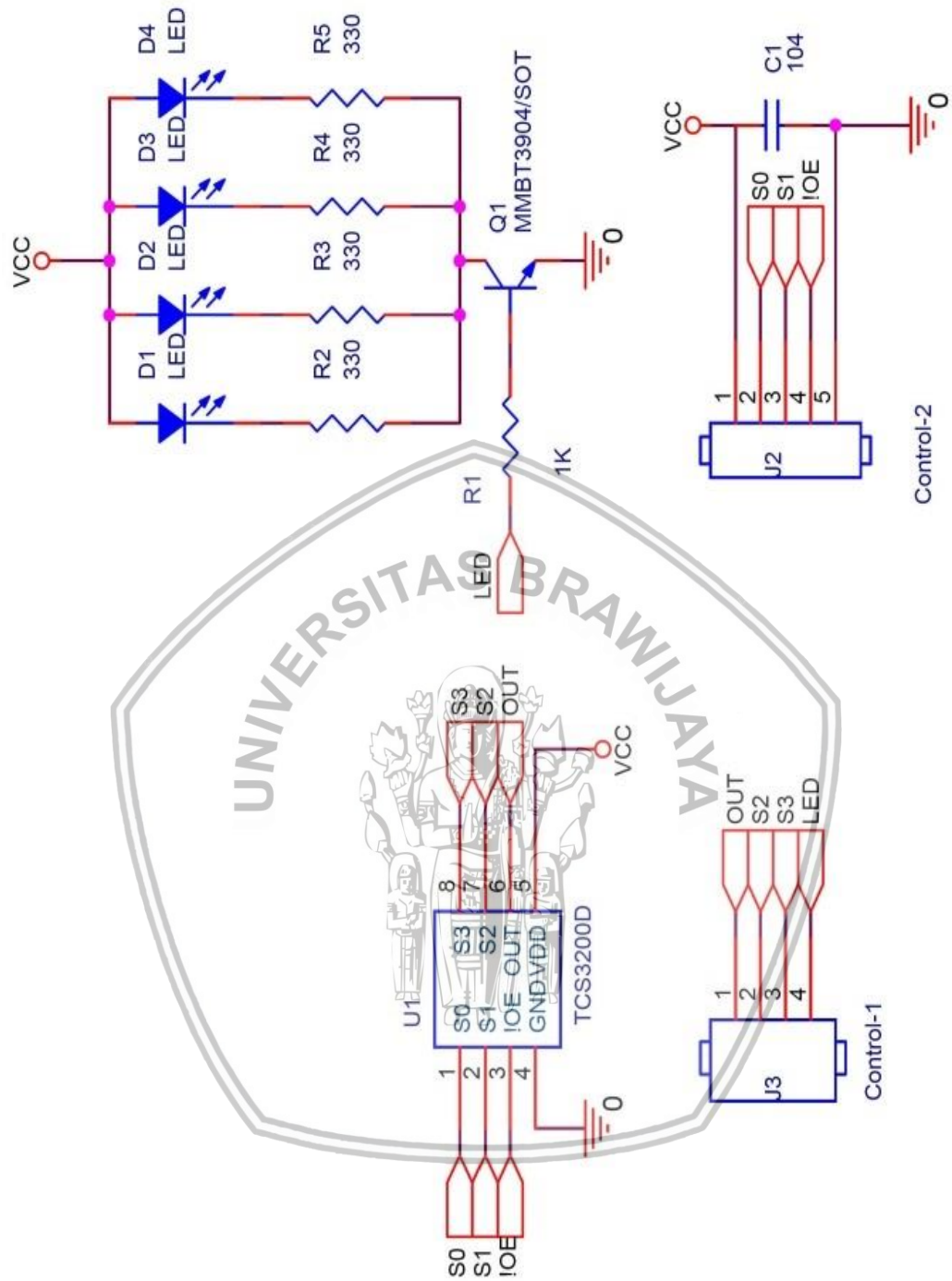
- **16 Pins Connection to LCD**, sebagai koneksi LCD
- **PCF 8574**, pengembangan port *input* atau *output* dengan *microcontroller* yang melewati dua jalur *bidirectional* bus I2C.
- **Backlight Jumper**, untuk mengaktifkan lampu latar LCD.
- **Power LED**, sebagai indikator modul bahwa sistem telah berfungsi.
- **Adjust Display Contrast**, fungsinya untuk mengatur terang atau redup pada LCD.
- **Select I2C Address**, sebagai proses menentukan alamat membaca atau menulis pada LCD.
- **SDA**, (serial data) jalur untuk data.
- **SCL**, (serial clock) jalur yang digunakan untuk mensinkronisasi transfer data pada jalur I2C.
- **VCC**, keluaran tegangan 5Volt.
- **GND**, akhir dari arus listrik.

2.2.6 Sensor Warna

Chip yang digunakan TCS3200 ialah Taos TCS3200 (*Red, Green, dan Blue*) dan 4 LED clear. Pendekteksian sensor ini bisa tak terbatas warna yang dideteksi. Photodetector yang dimiliki dapat mengetahui warna dengan baik. (Sutisna, 2015). Berikut bentuk sensor TCS3200 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.8 Sensor Warna TCS3200



Gambar 2.9 Skematik Sensor Warna TCS3200

Fitur sensor warna TCS3200 adalah sebagai berikut.

1. **Resistor**, untuk menghambat tegangan.
2. **Led**, untuk penerang yang ditembakkan ke objek
3. Pin penyesuaian S3 *input* Jenis *Photodiode* pilihan.
4. Pin penyesuaian S2 *input* Jenis *Photodiode* pilihan.
5. **Out**, masukan dari sensor ke Arduino.

6. **VCC**, sumber tegangan 2,7volt ke 5,5volt.
7. Pin penyesuaian S0 masukan pilihan keluaran frekuensi skala.
8. Pin peyesuaian S1 masukan pilihan keluaran frekuensi skala.
9. **E0**, sensor enable.
10. **Ground**, ground akhir dari setiap jalur arus listrik
11. **OE Pin** : gelombang keluaran mengharuskan pin (aktifrendah), akan menghasilkan ketika lampu LED *control* menyuplai cahaya.
12. **Ukuran** : kurang lebih ukurannya 28.4 x 28.4mm (Sutisna, et al., 2015).

Sensor warna TCS3200 bekerja memancarkan cahaya dari LED kemudian akan mendapatkan hasil nilai intensitas cahayanya, mendapatkan nilai intensitas cahaya diproses melewati matriks 8x8 *photodiode*, pada 64 *photodiode* dibagi jadi 4 bagian pembacaan warna, tiap warna yang disinari oleh LED selanjutnya akan dipantulkan lagi sinar LED tadi ke *photodiode*, sianar pantulanyang dipancarkan memiliki panjang frekuensi yang berbeda-beda bergantung pada objek warna yang terbaca, kondisi ini yang memicu sensor bisa membca berbagai jenis warna. Sinar LED dan panjangnya frekuensi yang dipancarkan pada objek yang berwarna akan mengaktifkan bagian *photodiode* yang ada di sensor warna, ketika bagian *photodiode* aktif, pin S2 dan pin S3 tentunya mentransfer sinyal pada mikrokontroller guna memberikan informasi warna yang telah dilihat. Pada tabel 2.2 memperlihatkan teknik pemilihan bagian *photodiode* pembaca warna.

Tabel 2.2 Mode Pemilihan *Photodiode* Pembaca Warna

S2	S3	<i>Photodiode</i>
0	0	Red(mera)
0	1	Blue(biru)
1	0	<i>Clear (no filter)</i>
1	1	Green(hijau)

Sistem ini akan berjalan dan memilih secara otamasti jika salah satu bagian *photodiode* menerima intensitas cahaya pada objek yang dibaca dilanjutkan pada mikrokontorler akan mulai menginisialisasi senso TCS3200, nilai yang terbaca sensor akan diubah menjadi melalui pengubah arus ke frekuensi, dimana bagian ini akan terdapat osilator yang telah diaktifkan dengan sklar S0 san S1 sbagai mode nilai maksimum dan enable *output* selaku pengaktif osilator sebagai mode tegangan minimum.

Bagian ini, cara mengkalibrasi sensor warna TCS3200 yang dipakai untuk membaca warna dari madu adalah sebagai berikut.

1. Masukkan gelas takar madu yang telah berisi air (bening) masukkan di dalam alat madu.
2. Mendeteksi nilai RGB dari air putih tersebut.
3. jika nilai tiap warna tidak 255, pada kodingan ada nilai yang harus dirubah bisa dilihat pada gambar 2.10.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  TSC_Init(); //inisialisasi sensor warna
  Timer1.initialize(); // inisialisasi library timer
  Timer1.attachInterrupt(TSC_Callback); //inisialisasi interrupt timer
  attachInterrupt(0, TSC_Count, RISING); //inisialisasi variabel interrupt
  delay(1000);
  pinMode(7, INPUT); //inisialisasi push button
  lcd.begin(16, 2); // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.print("Power On"); // Print a message to the LCD.

  //kalibrasi sensor warna
  g_SF[0] = 255.0 / 440 ; //R Scale factor
  g_SF[1] = 255.0 / 450 ; //G Scale factor
  g_SF[2] = 255.0 / 510 ; //B Scale factor
}

```

Gambar 2.10 Bagian Source Code Yang Diubah

Sumber : M Nuzulul Marofi, (2017)

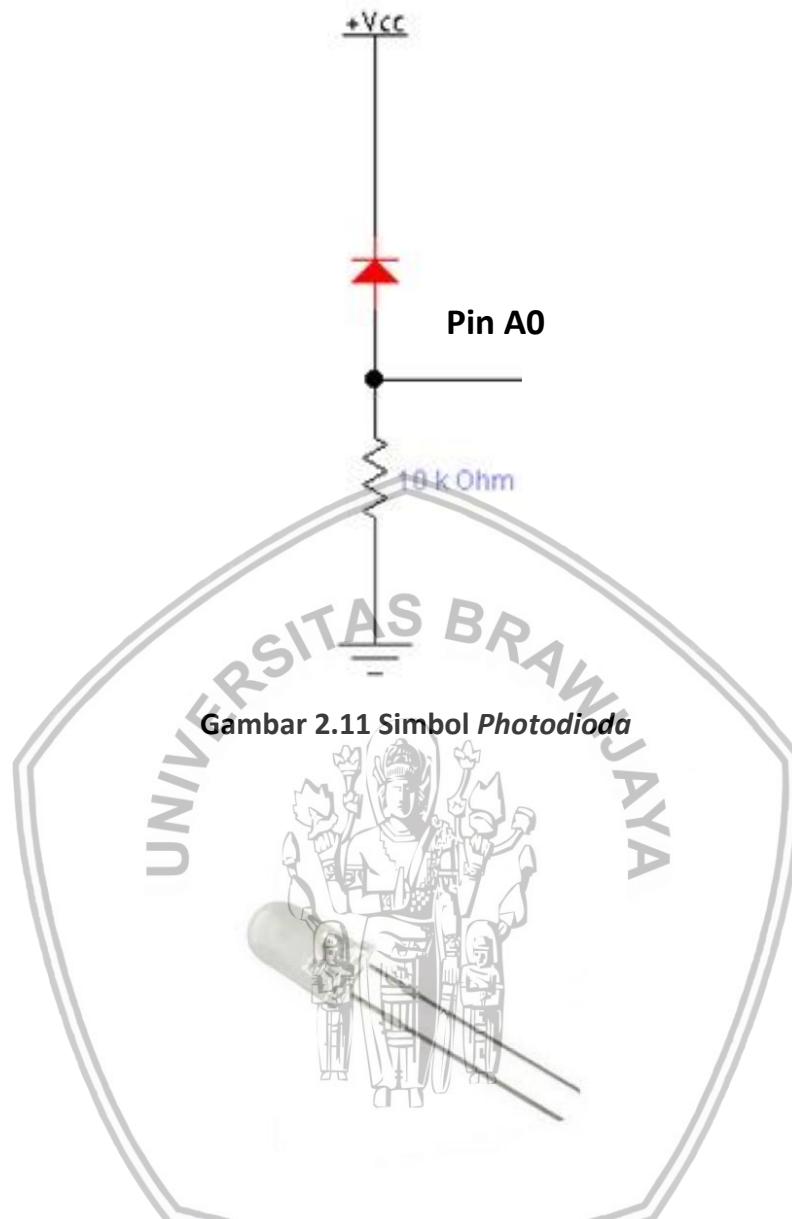
4. jika telah dirubah, selanjutnya upload program.
5. seperti itu dan seterusnya sampai nilai RGB pada gelas yang berisikan air bernilai 255.

2.2.7 Sensor Photodiode

Photodiode merupakan komponen yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat merubah intensitas cahaya menjadi arus listrik. Apabila diperhatikan skematik *photodiode* dan LED hampir sama hanya bedanya pada panahnya, arah panah pada skematik LED yaitu mengarah keluar yang mengartikan bahwa LED memancarkan cahaya. Begitu juga sebaliknya arah panah *photodiode* mengarah kedalam yang mengartikan bahwa *photodiode* menyerap cahaya. Sifat *photodiode* serupa dengan diode pada umumnya, hanya lebih sensitif pada cahaya (Winarno & Arifianto, 2011).

Photodiode juga memiliki 2 kaki, kaki yang panjang sebagai anoda sedangkan yang pendek sebagai katoda. Pada saat memasang komponen ini pada rangkaian berkebalikan dengan saat memasang LED. Anoda pada photodiode disambungkan dengan sumber tegangan atau arus positif. Inti elemen pada komponen ini, yakni diode dapat dilihat lewat lensa yang berada pada bagian atas silinder, selaku chip silikon yang berwujud bujur sangkar. Penempatan pada *photodiode* ditempatkan dalam tempat yang kedap cahaya. Namun, tempat ini dapat ditembus cahaya infrared (Monica, 2015).

Arus masuk menuju resistor seketika tegangan akan muncul di resistir. Tegangan yang muncul ini akan sama besarnya dengan intensitas cahaya yang mengenai *photodiode* (Monica, 2015). Nilai resistor yang dipakai pada alat bernilai 10kohm dan 220ohm. Resistor yang bernilai 10kohm gunanya sebagai pembagi tegangan yang masuk ke *photodiode*. Tidak hanya itu resistor yang bernilai 220ohm memiliki kegunaan sebagai menghidupkan LED. *Photodiode* mempunyai simbol yang dapat dilihat pada gambar 2.11 dan gambaran bentuk fisik dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.11 Simbol *Photodioda*

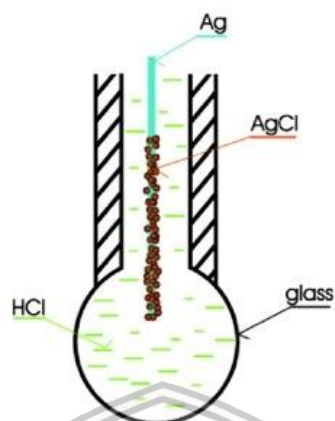
Gambar 2.12 Bentuk Fisik LED *Photodioda*

Sistem kerja dari sensor ini adalah cahaya LED terpancarkan ke madu akan dipantulkan selanjutnya akan diterima oleh sensor *photodioda*, selanjutnya sensor akan menjadi sumber tegangan yang akan diteruskan pada rangkaian. Keluaran *photodioda* bersifat nilai voltase nantinya akan dipakai untuk menganalisis kekeruhan madu.

2.2.8 Sensor pH

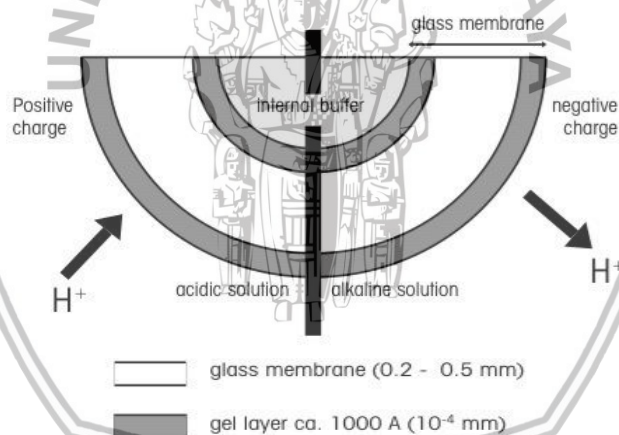
Cara kerja pH meter terletak dari sensor probe berupa kaca elektrode dengan cara mengukur jumlah ion H_3O^+ pada larutan. Elektrode kaca pada bagian ujung memiliki ketebalan 0,1mm berbentuk lingkaran bisa disebut juga sebagai bulb. Pemasangan bulb ini dengan bentuk silinder memanjang nonkonduktor, yang didalamnya berisikan cairan HCl 0,1mol/dm³. Dalam cairan HCl ini terdapat

kwat perak pada permukaan terwujud senyawa setara AgCl. Jumlah cairan HCl yang tetap disistem ini elektrode Ag/AgCl mempunyai nilai yang stabil.



Gambar 2.13 Sistem Electrode Kaca

inti sensor pH terletak pada bagian ujung bulb yang dapat bertukar ion positif (H^+) dengan cairan terukur. Lapisan kaca terstruktur molekul silikon dioksida dengan beberapa ikatan logam alkalin. Saat bulb kaca terpampang air, ikatan SiO akan terprotonasi membentuk membrane tipis $HSiO^+$ sinkron dengan reaksi berikut : $SiO + H_3O \rightarrow HSiO^+ + H_2O$



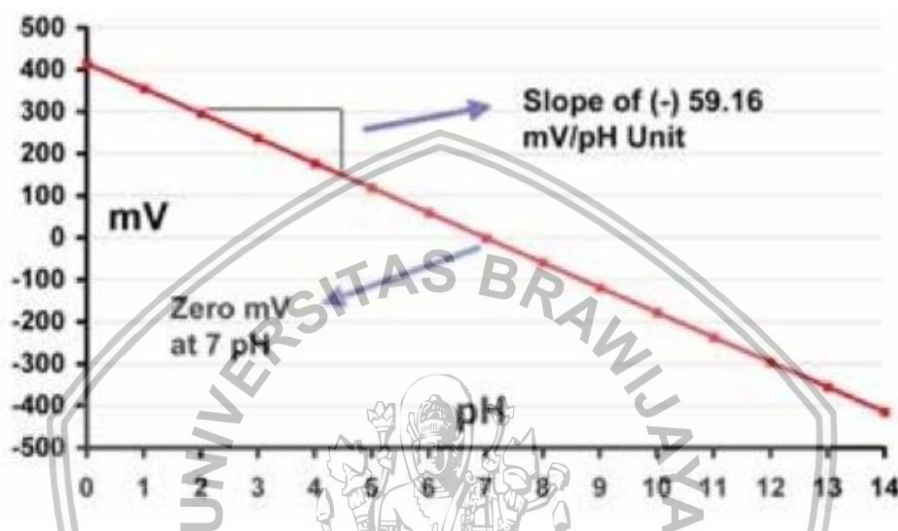
Gambar 2.14 Proses Pertukaran H^+

Dapat dilihat pada gambar 2.14 pada permukaan bulb terwujud lapisan semacam gel sebagai wadah pertukaran ion H^+ . Apabila cairan bersidat asam, maka ion H^+ akan terikat pada permukaan bulb. Hal ini dapat memunculkan muatan positif yang terkumpul di lapisan gel. Sebaliknya apabila cairan sifatnya basa, maka ion H^+ dari dinding bulb terlepas untuk bereaksi dengan cairan tadi, dan menghasilkan muatan negatif pada dinding bulb.

Pertukaran ion hidronium (H^+), proses antara permukaan bulb dengan cairan sekelilingnya poin utama dalam pengukuran jumlah ion H_3O^+ dalam cairan. Kesepadanan pertukaran ion terjadi disela-sela dua fase dinding kaca bulb dengan cairan, menimbulkan persamaan 2.1 beda potensial disela-sela keduanya.

$$E_{dindingkaca/cairan} = \left| \frac{RT}{2,303F} \log \alpha(H_3O^+) \right| \quad (2.1)$$

Berikut penjelasan rumus diatas bahwa R merupakan konstanta gas molar ($8,314\text{J/mol K}$), T ialah temperatur(Kelvin), F merupakan konstanta Faraday $96.485,3\text{C/mol}$, $2,303$ tersebut merupakan nilai konversi antara logaritma umum dan alami, dan $a(\text{H}_3\text{O}^+)$ ialah aktivitas hidronium (akan bernilai rendah apabila konsentrasinya rendah). ketika temperature 25°C nilai dari $\frac{RT}{2,303F}$ mendekati angka $59,16\text{mV}$. Angka $59,16\text{V}$ merupakan bilangan penting dikarenakan nilai suhu konstan larutan 25°C , apabila ada 1 perubahan pH maka akan terjadi perubahan potensial juga pada beda potensial elektrode kaca bernilai $59,16\text{ mV}$.



Gambar 2.15 Kurva Perubahan pH Dengan Beda Potensial

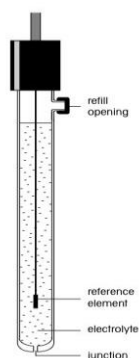
Nilai perhitungan aktivitas hidronium ($a(\text{H}_3\text{O}^+)$) persamaan diatas mempunyai jarak yang sangat lebar ialah berkisar 10^{-1} sampai 10^{-15}mol/dm^3 . Berikut cara meringkas persamaan, lalu munculnya sebutan pH selanjutnya adalah persamaan 2.2:

$$pH = -\log a(\text{H}_3\text{O}^+) \quad (2.2)$$

Membuat semua nilai pH dari berbagai cairan ditunjukkan pada tandan negatif, terkecuali cairan yang sifatnya sangat ekstrim akan asam, akan bernilai positif.

Sesuai yang sudah dibahas sebelumnya, isi dari bulb kaca ialah cairan HCl gunanya untuk merendam elektrode perak. Nilai pH yang tetap pada HCl dikarenakan posisi yang telah terisolasi. pH konstan inilah dapat menciptakan beda potensial yang konstan temperature juga konstan pula. diibaratkan potensial tersebut nilainya E' , dari persamaan (2.1) di atas bersama dengan persamaan (2.2) dihasilkannya persamaan (2.3) beda potensial total dari elektrode kaca:

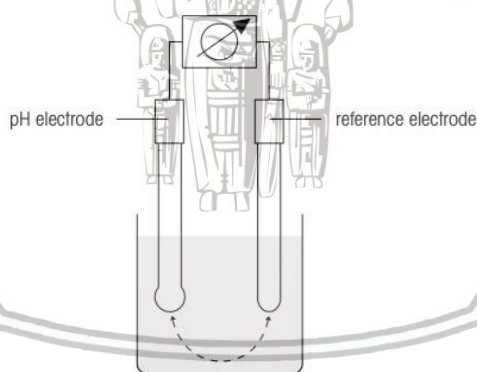
$$E_{\text{elektrodekaca}} = E' - \frac{RT}{2,303F} pH \quad (2.3)$$



Gambar 2.16 Rangkaian *Electrode Kaca*

Berikut sistem pH meter, tidak hanya adanya electrode kaca juga adanya electrode referensi, keduanya terendam pada media ukur yg sama. Kegunaan electrode referensi membangkitkan rangkaian listrik pada pH meter. Dihasilkannya pembacaan nilai pH yang akurat, nilai electrode referensi stabil dipastikan nilai potensial juga akan stabil dan tidak terpengaruh pada jenis fluida yang diukur.

Samahalnya electrode kaca, electrode referensi di dalamnya juga ada cairan HCl elektrolit yang dapat merendam electrode kecil seperti Ag/AgCl. di ujung electrode referensi terdapat liquid junction yang berbahan keramik dimana didalam ujungnya terjadi pertukaran ion antara elektrolit dan cairan terukur, dalam pertukaran ion akan menimbulkan aliran listrik maka dapat berlangsungnya pengukuran pH meter.



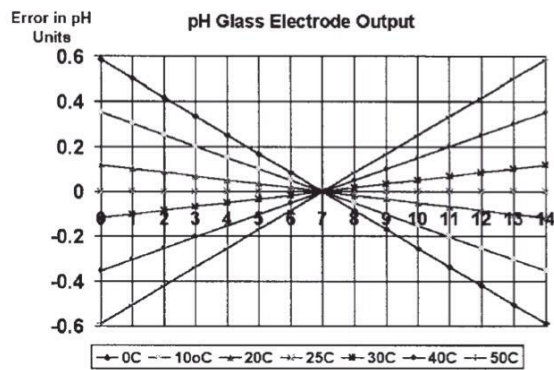
Gambar 2.17 *Electrode Referensi Pada pH Meter*

Nilai potensial yang konstan mempunyai electrode referensi, maka dari itu persamaan rangkaian potensiometer keseluruhan bisa dilihat pada persamaan 2.4

$$E = E_{\text{electrodereferensi}} + E_{\text{electrodekaca}} \quad (2.4)$$

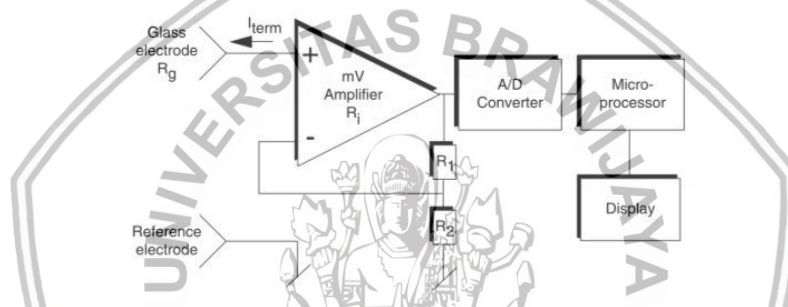
Setelah itu dimasukkan persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.4), didapatkan persamaan dasar perhitungan pH, dapat dilihat pada persamaan (2.5)

$$E = E_{\text{electrodereferensi}} + E' - \frac{RT}{2,303F} \text{pH} \quad (2.5)$$



Gambar 2.18 Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Pengukuran pH

pH yang diukur sangat berpengaruh pada suhu cairan. Dikarenakan itu terdapat sensor suhu pada rangkaian pH meter. Pembacaan suhu tersebut dimasukkan dalam perhitungan pH yang diproses oleh *microprocesor*.



Gambar 2.19 Diagram Sederhana pH MeterSumber:

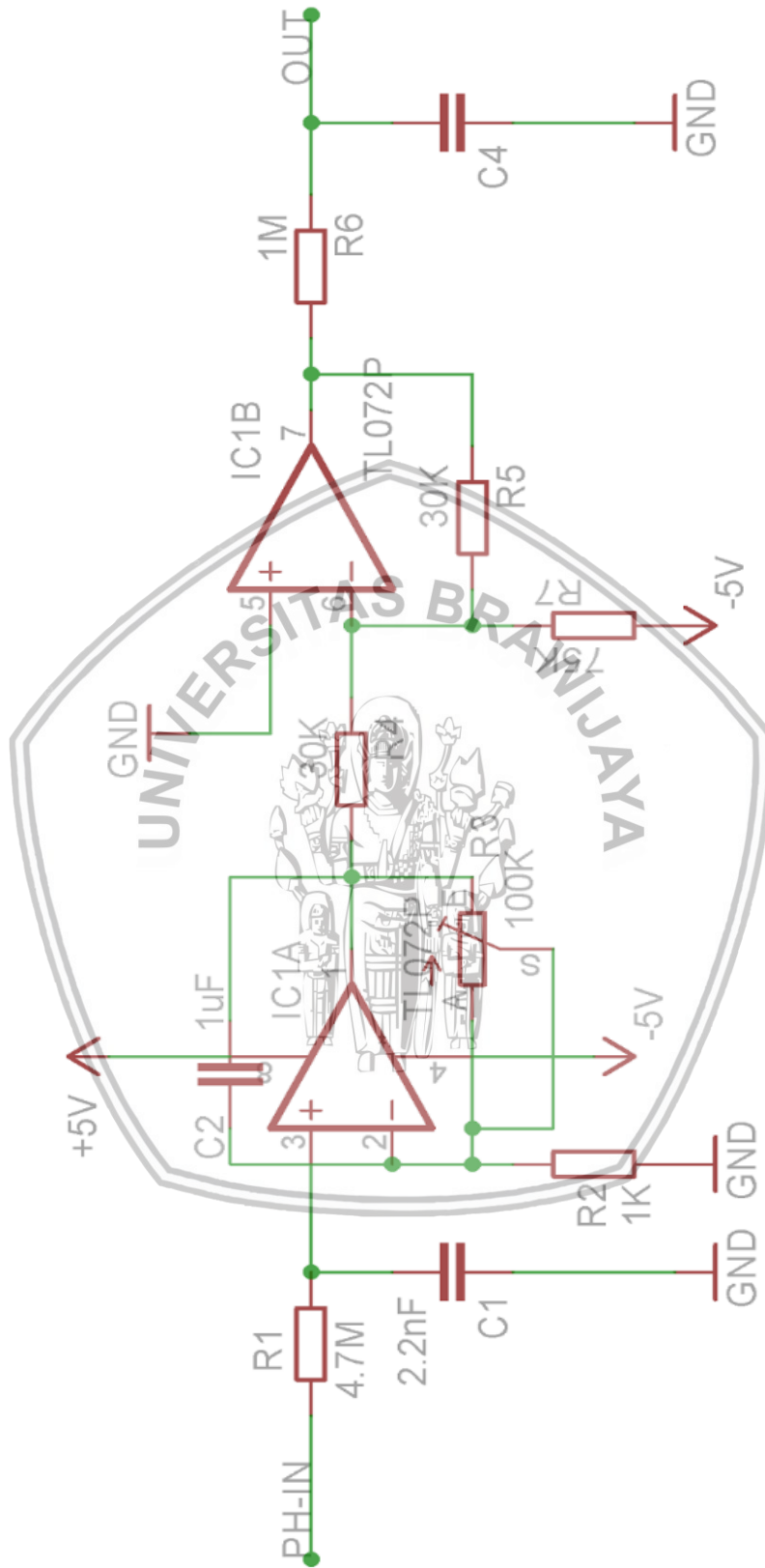
2.2.8.1 Sensor analog pH Meter Kit

Sensor keasaman (pH) yang dipakai yaitu Anaog pH Metr Kit, yang dibuat untuk microcontroler Arduino Uno yang mempunyai sitem sederhana dan fitur koneksi yang simple. Sensor pH untuk cairan dipakai untuk menganalisis muatan cairan mulai dari bermula pH0 - 14 dimana pH yang normal menunjukkan angka derajat keasaman 6,5 – 7,5. Apabila nilai pH kurang dari 6,5 maka cairan tersebut memiliki sifat asam begitu pula sebaliknya, apabila nilai pH kurang dari 7,5 maka cairan tersebut memiliki sifat basa. (Azmi, et al., 2016). Tegangan *output* adalah linier, potensi yang sangat baik untuk peforma.



Gambar 2.20 Sensor pH Meter
Sumber: www.vernier.com





Gambar 2.21 Rangkaian Sensor pH Meter

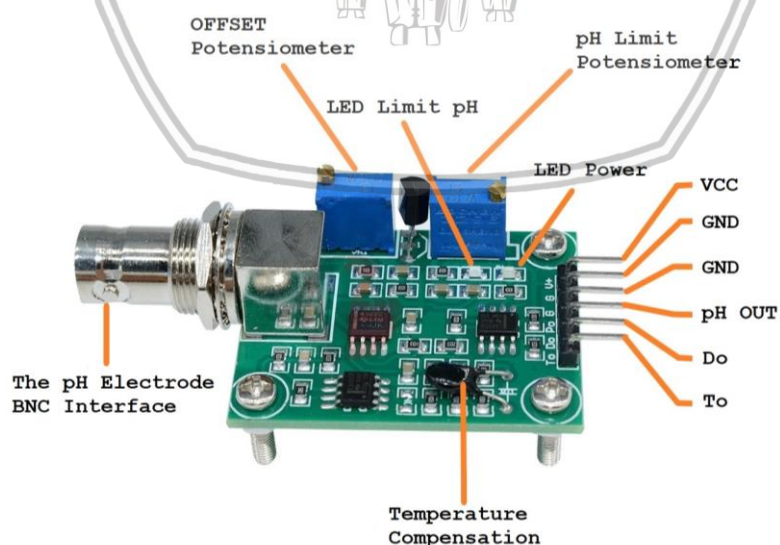
Berikut ini standar madu Indonesia yang telah dicantumkan dalam standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-2004 sebagai berikut pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Mutu Madu Indonesia

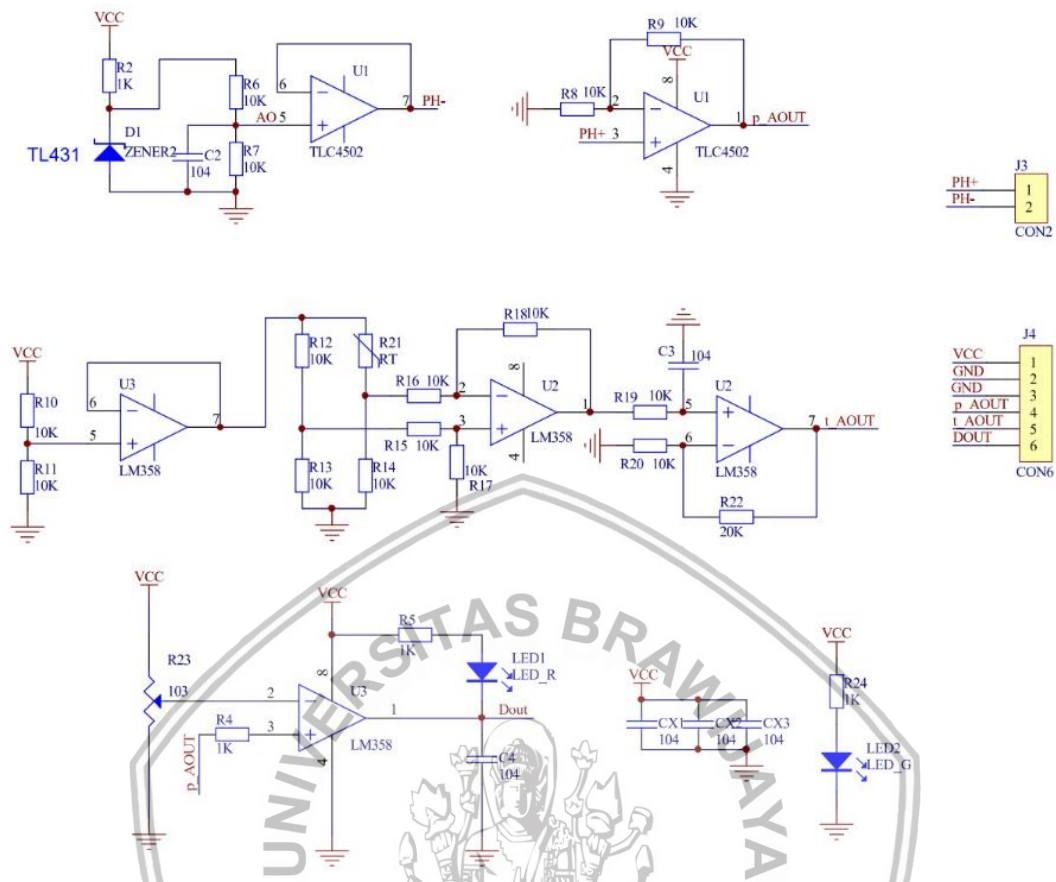
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktivitas enzim diastase	Diastase Number	Maksimal 3
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	Maksimal 50
3	Air	%	Maksimal 22
4	Gula Pereduksi	% b/b	Maksimal 65
5	Sukrosa	% b/b	Maksimal 5
6	Keasaman	ml NaOH 1 N/kg	Maksimal 50
7	Padatan yang tak larut air	% b/b	Maksimal 0,5
8	Abu	% b/b	Maksimal 0,5

2.2.8.2 Modul Probe pH Meter

Modul probe ini dirancang khusus untuk *microcontroller* Arduino Uno, mempunyai fungsi penting yaitu sebagai penghubung antara sensor pH dan *microcontroller* Arduino Uno. Dengan adanya modul probe pH ini, sensor pH dapat dibaca dan dikenali nilai derajat keasaman yang dikirim melalui sensor pH menuju ke *microcontroller* Arduino Uno. Cara penggunaannya, sensor pH dihubungkan dengan Arduino Uno dimana *port output* data pada modul probe pH dihubungkan dengan Arduino Uno sebagai *input* data pada *port* analog.



Gambar 2.22 Modul Probe pH Meter



Gambar 2.23 Skematik Sensor pH dan Modul Probe pH

Disini modul probe pH memiliki banyak komponen yang penting untuk proses pembacaan derajat keasaman pada cairan. Berikut penjelasan dari gambar 2.25 :

1. **Offset Potensiometer**, sebagai pengatur tegangan, berfungsi pada saat pengkalibrasian nilai pH.
2. **pH Limit Potensiometer**, untuk mengatur batas dari nilai pH.
3. **LED Limit pH**, indikator ketika nilai pH mencapai batas ketentuan
4. **LED Power**, indikator power
5. **VCC**, tegangan sumber keluaran 5Volt.
6. **GND**, berakhirnya jalur kelistrikan pada rangkaian.
7. **GND**, berakhirnya jalur kelistrikan pada rangkaian.
8. **pH Out**, pin *output* nilai analog derajat keasaman.
9. **Do**, pin *output* nilai digital .
10. **To**, pin *output* nilai analog temperatur.
11. **Temperature Compensation**, sensor suhu untuk melihat derajat suhu pada cairan.

12. *The pH Electrode BNC Interface*, sebagai konektor pada sensor pH.

2.2.9 Algoritma *Bayesian Classification*

Logika *bayes* gunanya agar mempertimbangkan peluang, sering kali dipakai pada statistika. Pencetus logika *bayes* bernama Thomas Bayes, Dinyatakan olehnya pada paper dengan judul “*An Essay toward Solving a Problem in The Doctrine of Chance*”, yang pada intinya logika *bayes* ini adalah memperhitungkan probabilitas di masa yang akan datang dengan melihat nilai atau pengalaman yang terjadi sebelumnya.

Klasifikasi *Bayes* ialah pengelompokan suatu data menggunakan pola statistik yang bisa dipakai untuk memperkirakan kemungkinan di dalam kategori. Klasifikasi ini gunanya untuk mengambil keputusan terbaik dalam suatu persoalan. Hal ini merupakan suatu cara yang paling sederhana yang bisa dipakai pada data yang tidak tetap dan data praduga. Tidak hanya itu, keakurasian dan kecepatan proses yang cukup tinggi salah satu ciri dari sistem *bayes*. Pada sistem ini tingkat kekeliruannya yang sangat kecil jika diukur nilainya dengan klasifikasi lainnya. Namun tidak bisa menyangkal pula apabila terjadi kesalahan bahwasanya tidak ada sistem yang akurat dan sempurna (Winanta, 2013).

Di bawah ini adalah **Persamaan (2.6)** sistem umum dari *Bayes*.

$$P(H|X) = \frac{P(X|H).P(H)}{P(X)} \tag{2.6}$$

Keterangan:

- X : nilai data dengan kelas x dimana nilai tersebut masih fana
- H : suatu kelas dari nilai data X dengan kriteria tertentu
- P(H|X) : peluang dugaan H berdasar nilai data X (*Posterior probability*)
- P(H) : peluang dugaan H (dapat di sebut *Prior probability*)
- P(X|H) : peluang X berdasar keadaan ada dugaan H (*Likelihood probability*)
- P(X) : peluang X (*Evidence*)

Pada penelitian ini, terdapat 4 fitur yang digunakan dan apabila fitur lebih dari satu dapat menggunakan konsep Distribusi Normal *Multivariate*.

Langkah-langkah dari konsep Distribusi Normal *Multivariate* adalah sebagai berikut.

1. *Labeling* data set atau data latih dengan memisahkan label kelas dan fitur untuk dijadikan matriks.
2. Memisahkan matriks fitur berdasarkan kelas.
3. Menghitung *Mean Features* (μ_i) dari masing-masing kelas dan *Mean* global (μ) atau *Mean* seluruh data latih.

4. Menghitung *Mean Corrected* (α_i^0) dengan cara *Mean Features* dari setiap kelas dikurangi dengan *Mean* global.
5. Menghitung matriks kovarian (Σ) dari setiap kelas dengan **Persamaan (2.7)**.

$$\Sigma_i = \frac{(\alpha_i^0)^T (\alpha_i^0)}{n_i} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$(\alpha_i^0)^T$ = Transpose matriks *Mean Corrected*

n_i = jumlah data setiap kelas

6. Menghitung *Likelihood probability*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *Likelihood probability* ditunjukkan pada **Persamaan (2.8)** di bawah ini.

$$P(X|H) = 2\pi^{-2} |\Sigma|^{-1/2} e^{-1/2(y-\mu)'\Sigma^{-1}(y-\mu)} \quad (2.8)$$

Keterangan:

Σ : Kovarian matriks dari data latih setiap kelas

y : Nilai data uji

μ : *Mean Features*

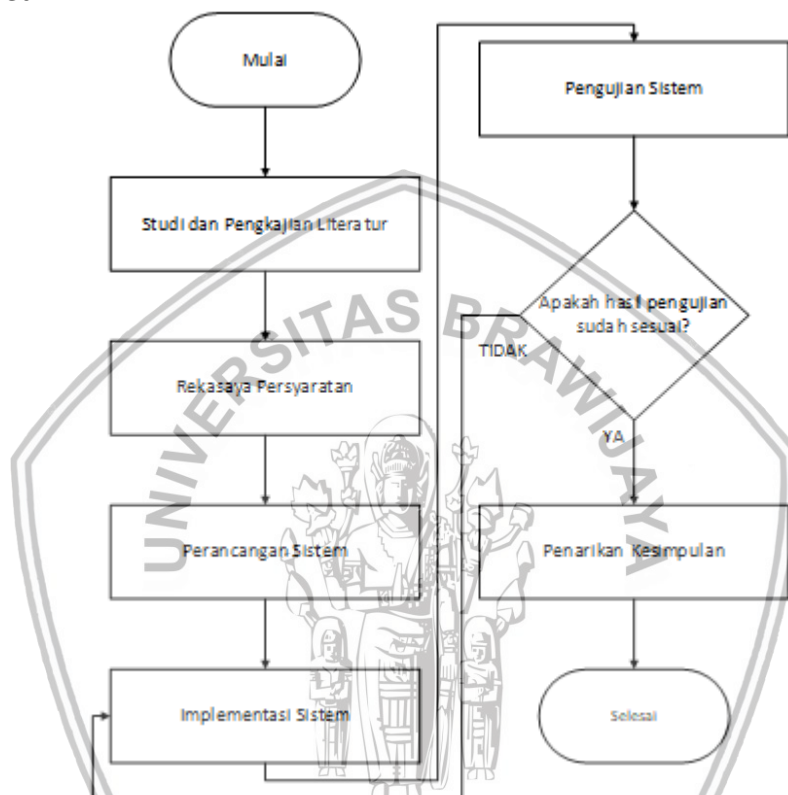
7. Menghitung *Posterior probability* dengan rumus atau **Persamaan (2.6)**.

Setelah didapatkan nilai *Posterior probability*, kemudian dicari nilai tertinggi dan dapat diketahui hasil dari klasifikasi (Cholissodin, 2010).

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian

Selanjutnya yang dilakukan adalah metodologi penelitian dimana langkah ini selalu ada pada setiap melaksanakan observasi dan pengerjaan skripsi. Bisa dilihat dalam diagram alur di bawah, menyatakan kurang lebih proses yang wajib ada dalam riset ini.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.1.1 Studi dan Pengkajian Literatur

Analisis dan pendalaman acuan pustaka yakni prosedur yang wajib dilaksanakan guna memadukan sumber dan fakta yang dipakai untuk rujukan dalam penyusunan riset ini. Perihal ini, rujukan bisa didapat dari mana saja salah satu contohnya dari jurnal. Apabila termasuk cocok sebagai rujukan agar bisa mempetanggungjawabkan riset.

3.1.2 Rekayasa Persyaratan

pada bagian rekayasa persyaratan akan dibahas mengenai persyaratan yang harus terpenuhi dalam sistem. Hal ini bertujuan supaya sistem yang akan dibuat dapat berjalan sesuai dengan harapan dan tujuan penelitian. Beberapa persyaratan yang harus tercukupi dalam rekayasa persyaratan diantaranya adalah manfaat dan tujuan sistem, karakteristik pengguna, ruang lingkup pengoprasian sistem, batasan sistem, ketergantungan dan pemahaman sistem. Selain itu dalam rekayasa persyaratan terdapat analisis kebutuhan yang berkaitan dengan sistem

yang meliputi kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan fungsional, kebutuhan antarmuk, serta proses pengumpulan data yang digunakan sebagai syarat perhitungan metode *bayes*.

3.1.3 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini, akan membahas mengenai proses pembuatan sistem klasifikasi keaslian madu dengan menggunakan metode *Bayes*.

3.1.4 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem akan dijabarkan mengenai implementasi dari sistem yang dibuat dengan mengacu pada hasil proses perancangan yang telah dilakukan. Tahapan yang akan dilakukan dalam implementasi sistem dijabarkan sebagai berikut.

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan implementasi desain wadah (*casing*) yang digunakan pada alat penguji keaslian madu. Langkah yang dilakukan yaitu dengan membuat sebuah wadah yang digunakan sebagai tempat rangkaian komponen perangkat keras yang digunakan dengan tujuan untuk memberikan nilai estetika dan kenyamanan pengoprasian alat.
2. Pada tahap kedua dilakukan implementasi rangkaian perangkat keras yang digunakan pada alat penguji keaslian madu. Pada tahap ini seluruh komponen perangkat keras yang dibutuhkan akan dirangkai satu sama lain dan memastikan perangkat keras yang digunakan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan.
3. Kemudian pada tahap ketiga akan dilakukan implementasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem yang berjalan pada alat pengujian keaslian madu. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE. Pada Arduino IDE akan dibangun program yang akan memberikan perintah dan mengolah data sensor yang digunakan untuk mengidentifikasi keaslian madu.
4. Pada tahap keempat akan diimplementasikan logika *Bayes* yang digunakan sebagai metode pengolahan data pada sistem pengujia keaslian madu.

3.1.5 Pengujian Sistem

Pada sub-bab pengujian akan dilakukan pengujian terhadap kinerja alat yang dirancang secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja sistem yang dirancang dapat berjalan dan mengolah data dari sensor sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun pengujian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Melakukan pengujian terhadap sensor warna TCS3200 pada madu yang digunakan.
2. Melakukan pengujian terhadap sensor *photodiode* untuk mengidentifikasi tingkat kecerahan madu yang digunakan.

3. Melakukan pengujian terhadap sensor ph untuk mengetahui tingkat keasaman madu yang digunakan.
4. Pengujian akurasi sistem klasifikasi keaslian madu dengan menggunakan metode *Bayes*.
5. Pengujian waktu pemrosesan sistem klasifikasi keaslian madu dengan menggunakan metode *Bayes*.

3.1.6 Kesimpulan dan Saran

Tahap bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada implementasi logika *Bayes* untuk mengetahui keaslian madu. Kemudian untuk memberikan kemudahan pada pengembangan penelitian yang akan dilakukan kedepannya pada bab ini dijabarkan saran dari peneliti berdasarkan proses penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.



BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Penelitian dengan judul “Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*”, berisi tentang deskripsi tujuan dari sistem, manfaat sistem yang dibuat, karakteristik pengguna yang nantinya akan menggunakan sistem, lingkungan dimana sistem dapat beroperasi, batasan dari sistem, serta asumsi dan ketergantungan dari sistem tersebut.

4.1 Deskripsi Umum

Sistem ini ialah sistem yang dapat mengklasifikasikan keaslian madu dengan menggunakan bahan madu murni dan madu kemasan. Klasifikasinya sendiri berdasarkan pada nilai yang dibaca oleh sensor warna, sensor *photodiode* dan sensor pH yang berada pada alat pengujian keaslian madu.

Manfaat yang dapat diperoleh dari sistem tersebut adalah sistem diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mengetahui keaslian madu secara akurat. Hal itu dikarenakan maraknya peredaran madu oplosan atau palsu yang dijual seharga madu alami, hal tersebut tentunya hanya akan menguntungkan produsen nakal dan justru merugikan konsumen yang akan memanfaatkan madu sebagai bahan makanan, kesehatan maupun kecantikan.

Penggunaan metode *Bayes* pada sistem ini dikarenakan dalam melakukan klasifikasi, sudah diketahui terlebih dahulu jenis klasifikasi yang akan ditentukan yakni madu murni, madu campuran sedang dan madu campuran banyak. Selain itu metode *Bayes* menjadi metode yang tepat karena dapat menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi sesuai dengan jumlah peluang fakta yang dianggap benar berdasarkan data yang sebenarnya atau yang disebut dengan data latih. Semakin banyak jumlah data latih yang benar, maka tingkat keakuratan sistem akan semakin tinggi. Hasil dari pengolahan sistem ini akan secara otomatis ditampilkan pada layar LCD 16x2.

4.2 Rekayasa Kebutuhan

Pada bagian analisis kebutuhan membahas tentang beberapa kebutuhan yang digunakan dalam melakukan perancangan sistem dengan tujuan supaya sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai tujuan yang peneliti harakan.

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Sistem

Pada bagian antarmuka ini, terdapat alat yang telah dibuat oleh peneliti dengan tujuan memudahkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem atau alat pengujian madu. Pada alat tersebut terdapat tempat gelas pengujian yang sebelumnya sudah didesain sedetail mungkin oleh peneliti, tujuannya adalah ketika madu yang akan diuji telah dimasukkan ke dalam gelas pengujian, maka gelas tersebut dapat dimasukkan ke dalam alat pengujian madu dan kemudian akan dilakukan pengambilan data oleh sensor warna, sensor *photodiode*, dan

sensor pH. Setelah pengambilan data selesai, kemudian akan diproses dengan metode *Bayes* untuk mengetahui keaslian madu yang telah diuji oleh alat. Kebutuhan antarmuka pada sistem ini tidak diutamakan, karena sistem ini mengutamakan sistem fungsional dan cara kerja sistem.

4.2.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang harus dipenuhi agar suatu sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan. Apabila kebutuhan fungsional ini tidak terpenuhi maka sistem tidak berjalan dengan baik atau dapat dikatakan sistem dapat mengalami kegagalan

4.2.2.1 Fungsi Pengiriman Data pH Meter Kit ke Arduino UNO

Fungsi ini mengharuskan pin sensor pH dapat tersambung ke mikrokontroler Arduino UNO. Dengan mengatur pin sensor PO, VCC, GND ke Arduino supaya sensor dapat membaca dan mengirim data dan diimplementasikan pada sistem dengan *output* ditampilkan di android dengan data berupa bentuk kondisi derajat keasaman pada madu lebah tersebut.

4.2.2.2 Fungsi Pengiriman Data Sensor Warna ke Arduino UNO

Fungsi ini untuk mendapatkan nilai Red, Green, Blue (RGB) dari sensor warna yang terdapat di dalam alat pengujian madu, fungsi ini juga bertujuan untuk menunjukkan warna dari madu lebah yang diuji

4.2.2.3 Fungsi Pengiriman Data Sensor *Photodiode* ke Arduino UNO

Fungsi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sensor *photodiode*, dimana semakin rendah nilai dari sensor *photodiode*, maka tingkat kekeruhan madu semakin keruh atau buruk.

4.2.2.4 Fungsi Sistem Melakukan Perhitungan Metode *Bayes* Setelah Nilai Sensor Berhasil Didapatkan

Fungsi ini menjadikan sistem mampu mengklasifikasikan keaslian madu dari data atau nilai sensor yang telah didapat. Total data latih sebanyak 40 data latih dan memiliki 5 fitur dengan masing-masing kelas berjumlah 4 kelas. Nilai sensor yang berjumlah 5 jenis yang terdiri dari R (Red), G (Green), B (Blue), P (*Photodiode*), dan ph (Keasaman) tersebut ditentukan peluang klasifikasi dengan menggunakan metode *Bayes*. Saat semua nilai sensor telah didapatkan, nilai sensor tersebut kemudian akan dikomputasi menggunakan metode klasifikasi *Bayes* untuk menentukan hasil klasifikasi keaslian madu. Respon sistem fungsi ini adalah hasil klasifikasi dari perhitungan *Bayes* yang ditampilkan pada LCD. Pada bagian ini, fungsi harus bekerja dengan baik agar didapatkan hasil yang sesuai dengan klasifikasi keaslian madu.

4.2.2.5 Fungsi Sistem Menampilkan Hasil Klasifikasi Keaslian Madu di LCD

Fungsi ini menjadikan sistem mampu menampilkan hasil klasifikasi keaslian madu pada LCD. Tujuannya, supaya memudahkan manusia untuk melihat hasil

dari klasifikasi keaslian madu. Ketika proses klasifikasi telah selesai diproses oleh mikrokontroler, maka hasil klasifikasi tersebut akan ditampilkan pada LCD yang terdapat pada alat pengujian madu. Selain itu fungsi ini berguna untuk membantu manusia dalam memudahkan melihat dan mengetahui hasil klasifikasi keaslian madu yang ditampilkan pada LCD.

4.2.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah informasi atau dapat disebut sebagai otak dalam sistem.

2. Sensor warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi warna dari madu yang diuji.

3. Sensor pH

Sensor pH berfungsi sebagai pendeteksi tingkat keasaman dari madu yang diuji.

4. Sensor *Photodiode*

Sensor *photodiode* berfungsi sebagai pendeteksi tingkat kekeruhan dari madu yang diuji.

5. LCD 16 x 2

LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pengolahan sistem.

6. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan antara perangkat satu dengan perangkat lainnya.

7. Push Button

Push Button digunakan sebagai trigger untuk pengambilan data, kemudian data akan diproses dengan menggunakan metode *Bayes*.

8. Laptop

Dalam hal ini, laptop digunakan sebagai membuat program dalam sistem dan sebagai sumber daya dari sistem. Laptop yang digunakan adalah asus x550z dengan prosesor AMD FX-7600p Radeon R7, 12 Compute Core 4C +8G (4CPUs), 2,7GHz, serta menggunakan sistem operasi Windows 10 Pro 64-bit

4.2.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Windows 10 Pro 64-bit

Sistem operasi Windows 10 Pro 64-bit digunakan sebagai sistem operasi pada laptop yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini.

2. Arduino IDE

Arduino IDE dibutuhkan atau digunakan untuk mengoperasikan Arduino, membuat program pada sistem, selain itu terdapat fitur library pada Arduino IDE berguna dalam memudahkan pembuatan program pada sistem.

3. Library “LiquidCrystal.h” dan “Wire.h”

Selain itu pada Arduino IDE ini terdapat fitur library yang berguna memudahkan dalam membuat program, contohnya adalah library “LiquidCrystal.h” serta “wire.h”.

4. Library “Math.h”

Untuk memprogram LCD 16x2, library “math.h” untuk melakukan perhitungan matematika yang cukup rumit.

4.2.5 Kebutuhan Komunikasi

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke software pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI.

4.3 Batasan Desain Sistem

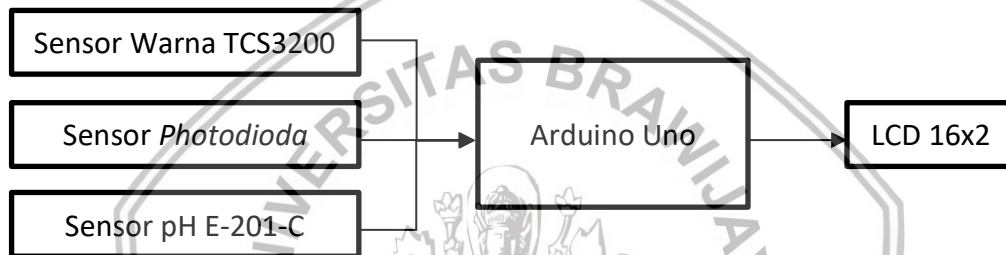
Implementasi Metode Klasifikasi *Bayes* Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System* agar dapat dilakukan sesuai dengan yang diharapkan, maka diperlukan batasan-batasan implementasi desain sistem. Batasan perancangan dan implementasi pada sistem antara lain adalah sistem ini hanya dapat mengklasifikasikan keaslian madu dengan menggunakan bahan madu murni dan madu campuran, kemudian sistem hanya menggunakan sensor warna TCS3200, sensor *photodiode*, dan sensor pH masing-masing satu buah, selain itu sistem hanya menggunakan gelas pengujian yang sudah disiapkan oleh peneliti, dan yang terakhir sistem hanya menggunakan metode *Bayes* untuk menentukan hasil klasifikasi keaslian madu.

BAB 5 PERANCANGAN IMPLEMENTASI

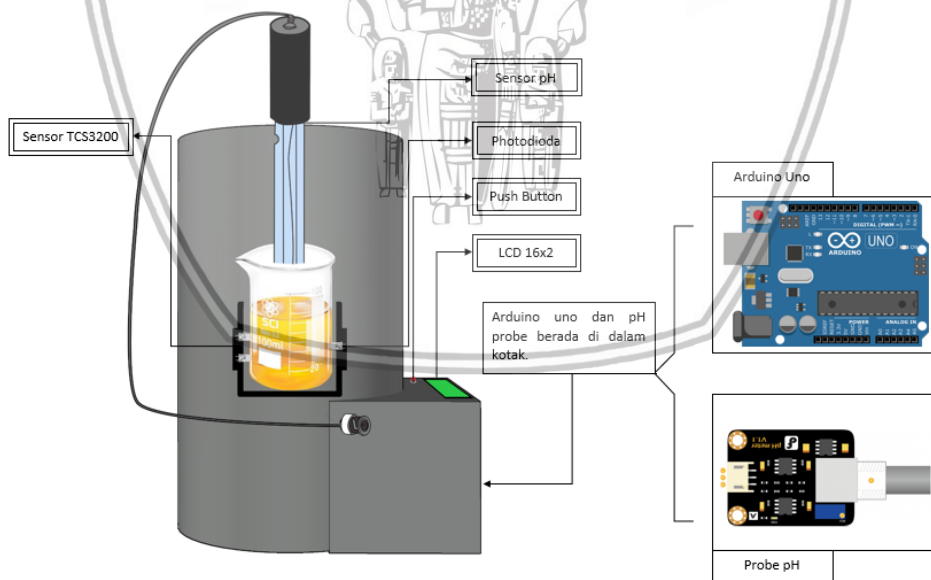
Pada bab ini membahas mengenai perancangan dan implementasi yang dilakukan pada penelitian ini secara terperinci. Perancangan membahas mengenai persiapan dan inisialisasi sistem sehingga siap untuk diimplementasikan, sedangkan implimentasi sendiri berisi mengenai penerapan perancangan sistem sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya.

5.1 Perancangan Sistem

Dalam sub-sub bab ini akan memaparkan cara perancangan system dimulai dari perancangan *prototype* alat, perancangan perangkat keras hingga perancangan perangkat lunak. Diagram blok sistem dari perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 5.2 Desain *Prototype* Keaslian Madu

Dalam bab ini akan menjabarkan cara perancangan sistem dan implementasi dimulai dari perancangan *prototype* alat “Implementasi Metode Klasifikasi Bayes Untuk Penentuan Keaslian Madu Lebah Berbasis *Embedded System*”. Pada perancangan sistem akan dijelaskan bagaimana komponen satu dengan komponen yang lain saling terkoneksi dengan baik. Ada dua perancangan sistem, yaitu perancangan perangkat keras hingga perancangan perangkat lunak.

5.1.1 Perancangan Perangkat Keras

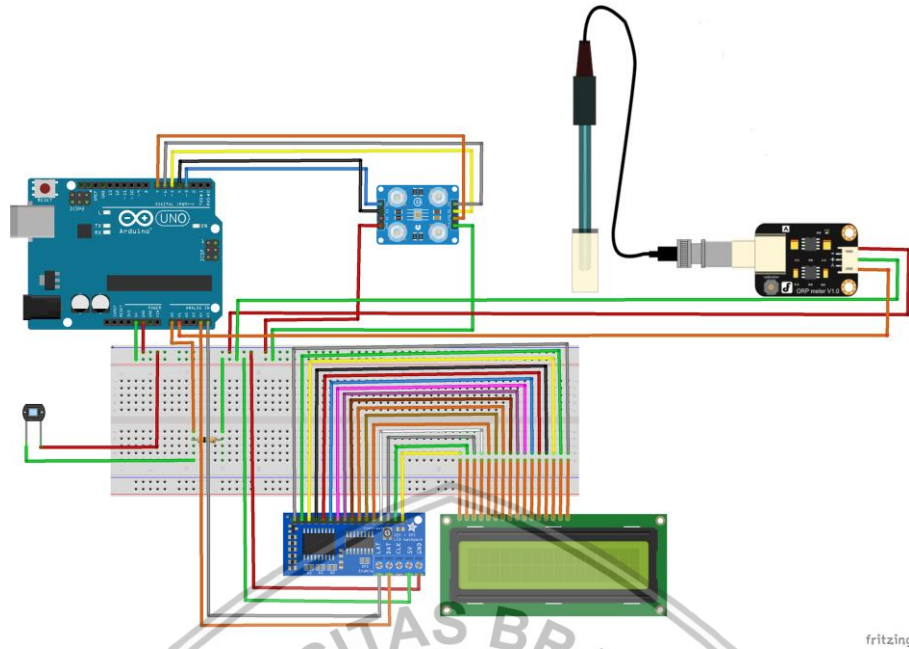
Perancangan perangkat keras terdiri dari perangkat sensor, LCD16x2, *push button*, dan mikrokontroler Arduino Uno yang nantinya akan dipasang pada alat penguji madu yang sudah dibuat oleh peneliti. Skematik rangkaian pada Gambar 5.2, sensor warna TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi warna dan akan mengirimkan nilai berupa warna *Red, Green, Blue* (RGB) dari madu. *Module* sensor warna TCS3200 menggunakan *chip* TAOS TCS3200 RGB. Modul tersebut telah terintegrasi dengan 4 LED. *Chip* TCS3200 memiliki beberapa *photodetector*, dengan masing-masing filter, yaitu merah, hijau, biru, dan *clear*. Filter-filter tersebut didistribusikan pada masing-masing *array*. Pada prinsipnya, pembacaan sensor warna TCS3200 dilakukan secara bertahap, yaitu dengan membaca frekuensi dasar secara simultan dengan cara memfilter pada setiap warna dasar.

Sensor *photodiode* merupakan sensor yang dapat mendeteksi keberadaan cahaya. *Photodiode* mengubah cahaya menjadi arus, artinya sensor tersebut akan mengalirkan arus jika terdapat cahaya yang mengenainya. Besarnya konduktivitas sensor *photodiode* tergantung dari kuat cahaya yang masuk. Semakin besar intensitas cahaya, maka nilai dari sensor tersebut akan semakin besar dan sebaliknya. Sensor *photodiode* terbuat dari bahan-bahan semikonduktor seperti Silikon, Germanium, Indium gallium arsenide, dan Mercury cadmium telluride.

Pada rangkaian LCD 16x2 dipasang modul I2C sebagai *converter* standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data dan juga sebagai *variable* resistor yang berguna untuk membatasi arus yang mengalir pada LED *backlight* dengan tujuan supaya LCD 16x2 mendapatkan pengaturan dengan *contrast* terbaik. Pengaturan terang redup cahaya pada LCD 16x2 dapat dilakukan dengan cara memutar resistor variabel pada I2C.

Analog PH Meter Kit menggunakan pin Arduino 5V sebagai power supply sensor, pin GND untuk ground, dan pin A0 untuk *output* sensor yang dihubungkan pada Probe PH dan Probe PH terhubung dengan Sensor Analog PH Meter Kit.

Pada perancangan perangkat keras, data akan didapat berjumlah 5 data sensor, yaitu 3 buah dari sensor warna TCS3200 yang berupa nilai Red, Green, Blue (RGB), 1 buah dari sensor photodiode yang berupa tegangan hasil dari kalibrasi ADC sensor (0-1023) menjadi nilai tegangan (0-5v),



Gambar 5.3 Skema Perancangan Perangkat Keras

Tabel 5.1 Koneksi Pin perangkat Keras

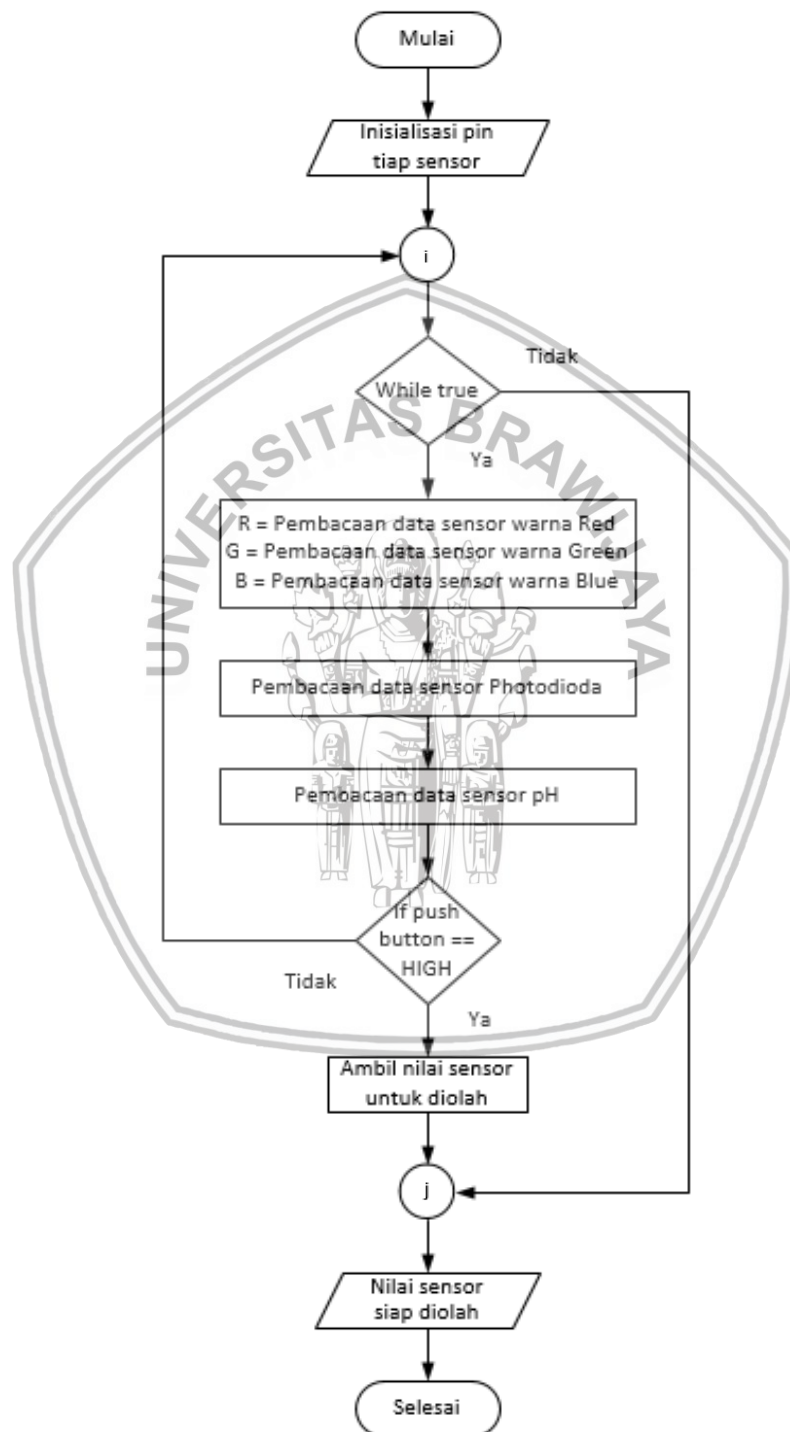
Pin Arduino Uno	Pin Sensor pH	Pin Sensor Warna	Pin Sensor Photodiode	Pin LCD 16x2 I2C
VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND	GND
A1	A1			
A0			A0	
A4				A4
A5				A5
Pin 3		Pin 3		
Pin 4		Pin 4		
Pin 5		Pin 5		
Pin 6		Pin 6		
Pin 7		Pin 7		

5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada diagram alir perancangan perangkat lunak sistem dapat dilihat inialisasi pin masing-masing sensor dengan tujuan supaya seluruh perangkat keras dapat berjalan sesuai fungsinya masing-masing yang telah dijelaskan pada bagian perancangan perangkat keras. Setelah inialisasi pin sensor, kemudian akan dilakukan pembacaan nilai sensor warna TCS3200, sensor *photodiode*, dan sensor pH secara terus menerus. Setelah itu dilakukan pengecekan pada *push*

button dan jika *push button* ditekan, maka akan dilakukan pembacaan nilai sensor dan kemudian nilai akan digunakan untuk perhitungan metode *Bayes* dalam menentukan hasil klasifikasi keaslian lebah madu.

5.1.2.1 Perancangan Pengambilan Data Sensor



Gambar 5.4 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak Data Sensor

Proses perancangan perangkat lunak untuk pengambilan data sensor ditunjukkan pada Gambar 5.5 diatas, hal ini dimaksudkan untuk menentukan

hasil pembacaan data sensor mana yang akan diolah untuk dilakukan klasifikasi dengan menggunakan *Bayes*, karena pada dasarnya mikrokontroler akan melakukan pembacaan nilai sensor secara terus menerus. Sistem dimulai dengan melakukan inisialisasi pin dari masing-masing sensor pada arduino IDE yang bertujuan untuk membedakan *input* dan *output* yang akan dibaca oleh masing-masing sensor. Selanjutnya saat nilai masing-masing sensor sudah dapat dibaca oleh mikrokontroler maka dilakukan proses pengecekan penekanan push button. Apabila terjadi penekanan push button, nilai sensor terakhir yang terbaca akan digunakan untuk perhitungan *Bayes* dalam menentukan keaslian madu berdasarkan madu yang di uji.

5.1.2.2 Perancangan Logika *Bayes*

Pada diagram alir perhitungan Klasifikasi *Bayes* dapat dilihat bahwa masukan yang didapat adalah data pembacaan sensor. Nilai pembacaan sensor R (Red), G (Green), B (Blue) merupakan nilai raw ADC sedangkan nilai P (*photodiode*) merupakan nilai resistansi. Tidak halnya nilai pH nilai probe yang dikalibrasi dengan pH *buffer*. Data dari pembacaan sensor tersebut yang nantinya menjadi atribut atau fitur yang digunakan untuk menentukan klasifikasi *Bayes*, selain itu hasil dari perhitungan klasifikasi juga dipengaruhi oleh nilai data latih. Pada diagram alir proses dimulai dari mendapatkan data dari pembacaan sensor, pembacaan data latih yang berupa Mean Features, kovarian, determinan, dan prior. Setelah itu, menentukan hasil dari fungsi Likelihood, fungsi Evidence, dan fungsi Posterior. Apabila fungsi dari Posterior telah selesai dihitung, maka akan ditentukan hasil peluang tertinggi sampai didapatkannya hasil klasifikasi campuran madu.

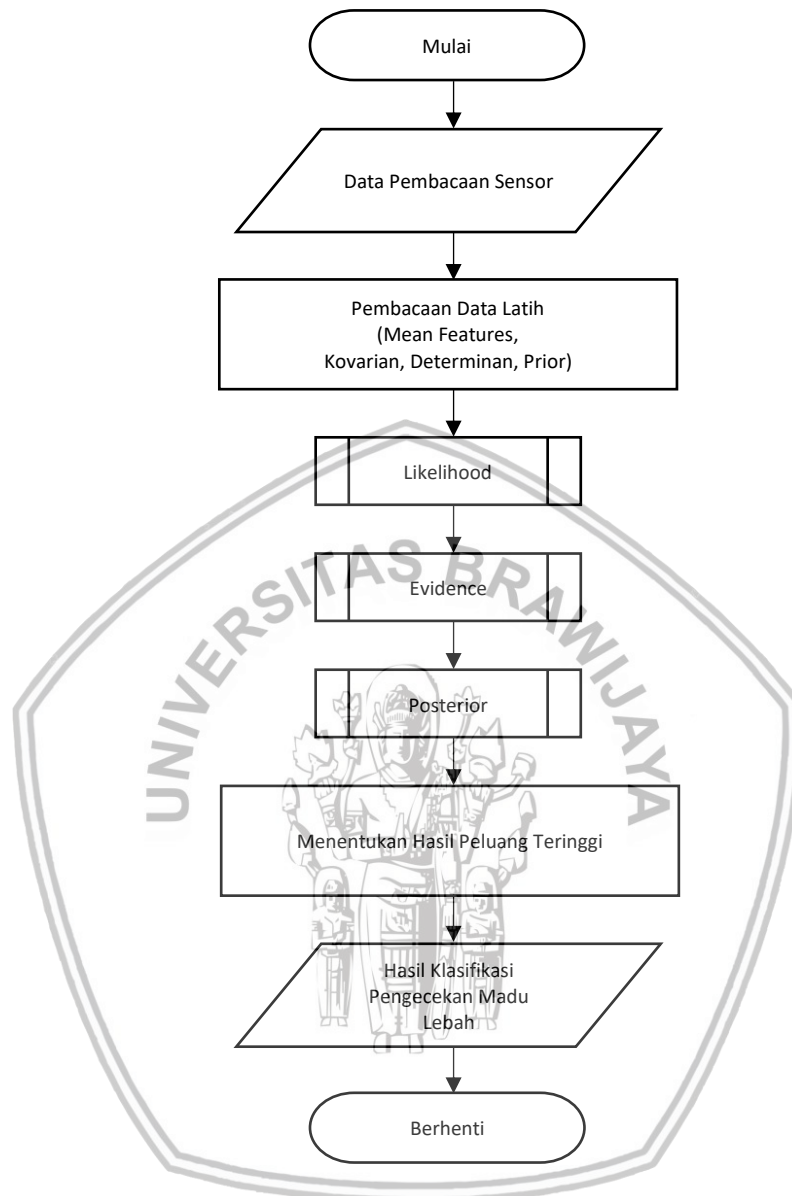
Tabel 5.2 Data Latih

Kelas	Perbandingan Gula dan Madu (mililiter)	Red	Green	Blue	<i>Photodiode</i>	pH
Murni	0 ml : 100 ml	87	68	62	4.5	3.5
		87	68	62	4.6	3.85
		87	67	63	4.6	3.56
		88	68	62	4.5	3.46
		87	67	64	4.6	3.44
		87	70	71	4.5	3.55
		88	69	70	4.5	3.61
		87	72	70	4.6	3.66
		87	72	71	4.5	3.56
		88	70	71	4.5	3.73
Campuran Sedang	40 ml : 60 ml	109	93	84	1.7	4.11
		109	93	84	1.7	4.21
		108	94	82	1.6	4.95
		107	94	83	1.6	4.05
		110	93	83	1.7	4.08

	50 ml : 50 ml	111	96	85	1.7	4.72
		112	95	85	1.5	4.92
		112	95	88	1.6	4.97
		111	97	86	1.5	4.76
		110	97	86	1.5	4.88
	60 ml : 40 ml	114	89	84	1.4	4.97
		114	89	83	1.5	4.05
		113	88	84	1.4	4.66
		115	88	80	1.4	4.6
		114	89	80	1.4	4.93
Campuran Banyak	90 ml : 10ml	118	102	90	1.9	6.54
		118	102	90	1.9	6.53
		117	103	91	1.7	6.54
		117	103	91	1.8	6.4
		118	103	90	1.9	6.43
	80 ml : 20 ml	119	104	92	1.5	6.63
		118	104	92	1.5	6.67
		120	107	92	1.5	6.68
		123	110	93	1.9	6.72
		122	108	94	1.7	6.81
	70 ml : 30 ml	124	109	94	1.7	6.77
		125	106	95	1.5	6.2
		123	111	95	1.8	6.72
		123	111	95	1.8	6.66
		122	110	96	1.9	6.76

Jumlah data latih yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 40, yang komposisi campuran madunya terdiri dari air sebanyak 500ml dan gula pasir sebanyak 1kg, yang kemudian direbus sehingga menjadi larutan gula. Setelah itu larutan gula tersebut dicampur dengan madu murni, untuk komposisi campuran madu dan larutan gula dapat dilihat pada tabel 5.2. Cara untuk mengambil data latih adalah memasukkan madu ke dalam *prototype* alat pendeteksi keaslian madu. Cara kerja *prototype* tersebut mengambil nilai dari masing-masing sensor dimana akan muncul di serial monitor nilai yang akan digunakan sebagai data latih.

Nilai sensor berjumlah 5 jenis yang terdiri dari R (Red), G (Green), B (Blue), P (*photodiode*), dan pH (Keasman) tersebut ditentukan peluang klasifikasi dengan menggunakan metode *Bayes*. Saat semua nilai sensor telah didapatkan, nilai sensor tersebut kemudian akan dikomputasi menggunakan metode klasifikasi *Bayes* untuk menentukan hasil klasifikasi keaslian madu. Respon sistem fungsi ini adalah hasil klasifikasi dari perhitungan *Bayes* yang ditampilkan pada LCD. Pada bagian ini, fungsi harus bekerja dengan baik agar didapatkan hasil yang sesuai dengan klasifikasi keaslian madu. Klasifikasi keaslian madu terdiri dari beberapa kelas madu yaitu madu murni, madu campuran sedang, madu campuran banyak.

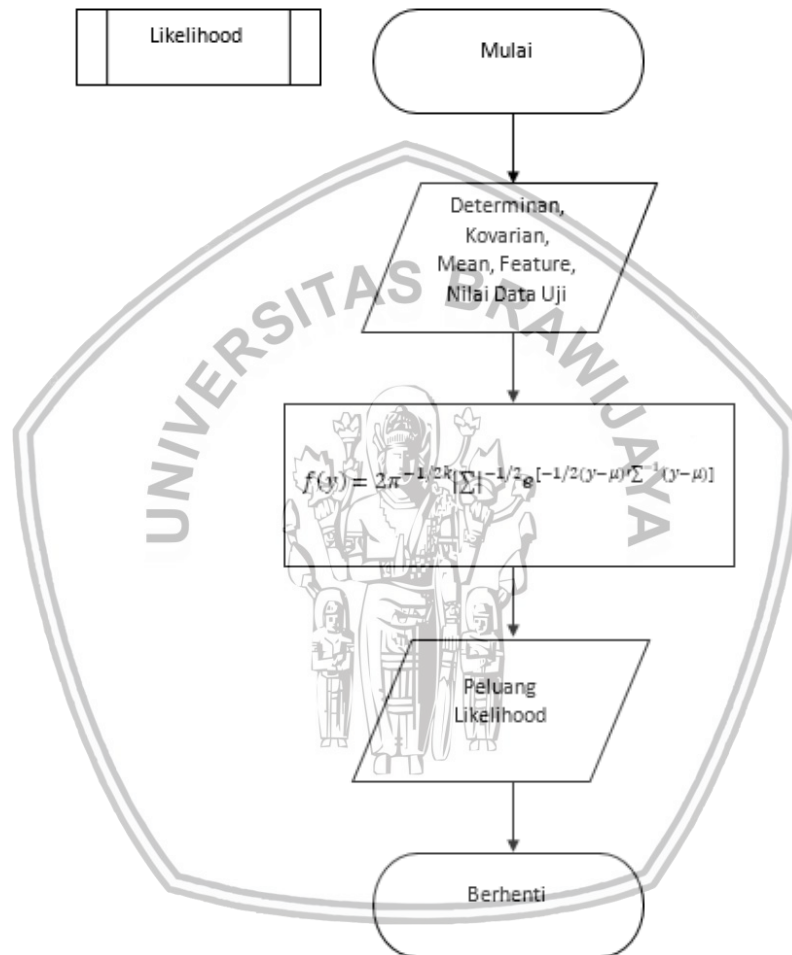


Gambar 5.5 Diagram Alir Perancangan Keseluruhan

Dalam melakukan proses klasifikasi menggunakan metode *Bayes* terdapat beberapa tahap sesuai dengan Gambar 5.4 dimana yang menjadi masukan awal adalah nilai dari hasil pembacaan sensor. Hasil pembacaan sensor ini lah yang akan menjadi fitur-fitur yang mempengaruhi penentuan klasifikasi. Jenis madu, selain itu hasil klasifikasi juga dipengaruhi oleh nilai dari data latih. Proses dimulai dari menentukan hasil dari fungsi Likelihood() **Persamaan 2.8**, menentukan hasil dari fungsi evidence() **Persamaan 2.6**, menentukan hasil dari fungsi Posterior() **Persamaan 2.6**, menentukan hasil peluang tertinggi hingga didapatkan hasil klasifikasi tingkat keaslian. Adapun penjelasan dari masing-masing fungsi ditunjukkan dan dibahas sesuai dengan beberapa diagram alir berikut ini.

5.1.2.2.1 Tahapan Fungsi Likelihood()

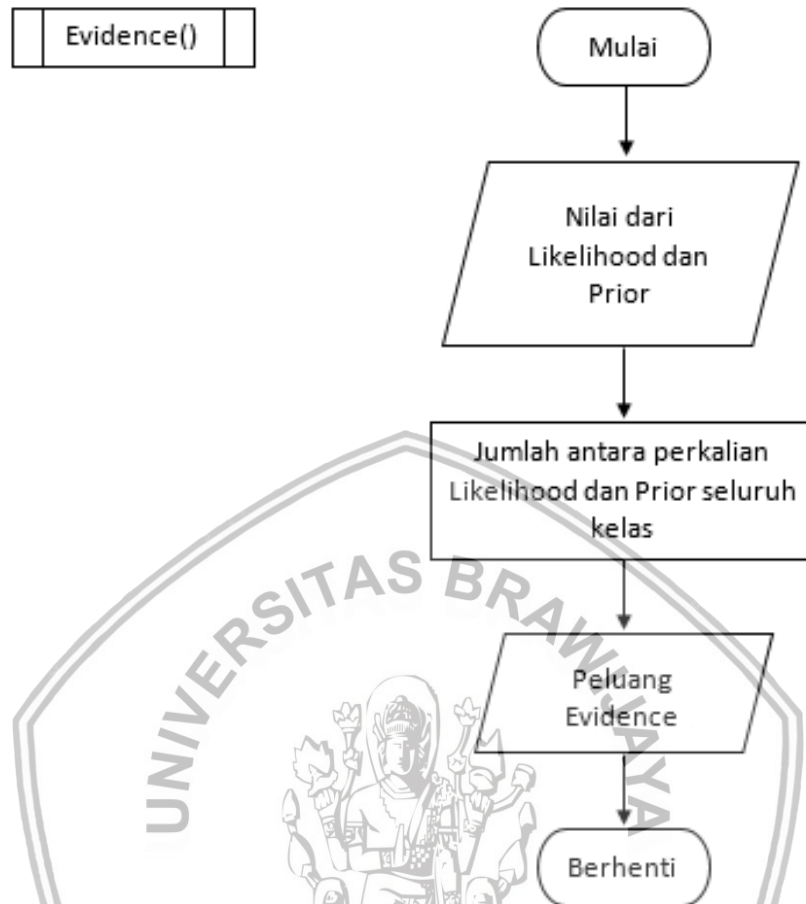
Tahap pertama yang dilakukan dalam mengklasifikasikan madu dengan metode Bayes adalah diagram alir fungsi Likelihood merupakan tahap untuk mendapatkan nilai peluang munculnya bukti-bukti data uji pada kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari fungsi ini adalah nilai peluang Likelihood yang akan digunakan untuk perhitungan Posterior. Alur fungsi likelihood ditunjukkan pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.6 Diagram Alir Fungsi Likelihood()

5.1.2.1.2 Tahapan Fungsi Evidence()

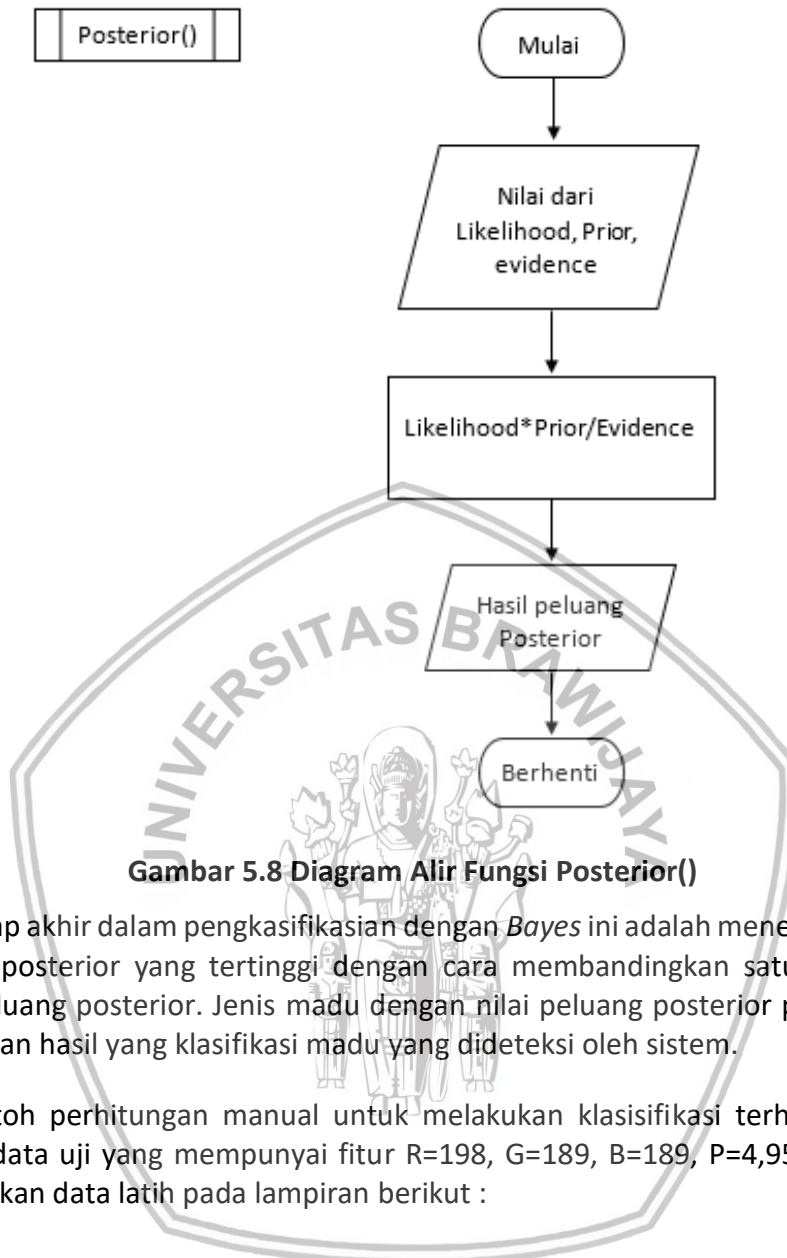
Tahap kedua yaitu fungsi Evidence merupakan fungsi untuk menentukan peluang munculnya bukti-bukti data uji secara keseluruhan. Hasil dari fungsi ini adalah nilai peluang Evidence yang akan digunakan untuk perhitungan Posterior. Alur fungsi Evidence ditunjukkan pada gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5.7 Diagram Alir Fungsi Evidence()

5.1.2.1.3 Tahapan Fungsi ProbPosterior()

Tahap selanjutnya adalah fungsi *Posterior* merupakan fungsi untuk mendapatkan nilai peluang masuknya nilai data uji pada suatu bukti ke dalam suatu kelas. Hasil dari fungsi ini adalah nilai peluang *Posterior*, dimana nilai *Posterior* dibandingkan satu sama lain dan nilai yang tertinggi merupakan hasil klasifikasi penggunaan madu. Alur fungsi likelihood ditunjukkan pada gambar 5.7 dibawah ini.



Gambar 5.8 Diagram Alir Fungsi Posterior()

Tahap akhir dalam pengklasifikasian dengan *Bayes* ini adalah menentukan nilai peluang posterior yang tertinggi dengan cara membandingkan satu sama lain antar peluang posterior. Jenis madu dengan nilai peluang posterior paling tinggi merupakan hasil yang klasifikasi madu yang dideteksi oleh sistem.

Contoh perhitungan manual untuk melakukan klasifikasi terhadap madu dengan data uji yang mempunyai fitur R=198, G=189, B=189, P=4,95, pH=4,054 berdasarkan data latih pada lampiran berikut :

1. Mean Features (μ_i)

Mean Features (μ_i) didapatkan dengan cara mencari rata-rata dari atribut (R, G, B, P) setiap kelas. Pada setiap kelas terdapat 10 data atribut, kecuali pada kelas pertama hanya terdapat 5 data atribut.

Berikut contoh nilai data mean features yang diambil dari madu murni :

$$\mu_1 = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ P \\ PH \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 198 \\ 189 \\ 189 \\ 4,95 \\ 4,054 \end{bmatrix}$$



2. Matriks Kovarian

Matriks Kovarian didapatkan dengan cara melakukan perhitungan dengan persamaan $\Sigma_i = \frac{(\alpha_i^0)^T (\alpha_i^0)}{n_i}$. Dimana, α_i^0 adalah *Mean Corrected* dari setiap kelas yang ditranspose kemudian dikalikan dengan *Mean Corrected* dari setiap kelas dan hasilnya akan dibagi dengan jumlah data setiap kelas (n_i).

Berikut contoh nilai data matriks kovarian yang diambil dari madu murni :

$$\Sigma_1 = \begin{bmatrix} 109,3591736 & 70,48644628 & 64,25322314 & 30,31671901 & -2,568022149 \\ 70,48644628 & 47,97371901 & 41,9968595 & 19,83019174 & -1,83869124 \\ 64,25322314 & 41,9968595 & 38,08842975 & 17,92409587 & -1,46412562 \\ 30,31671901 & 19,83019174 & 17,92409587 & 8,480378463 & -0,693142531 \\ -2,568022149 & -1,83869124 & -1,46412562 & -0,693142531 & 0,15270935 \end{bmatrix}$$

3. Determinan Matriks Kovarian ($|\Sigma|$)

Pada tahap ini, mencari determinan dari matriks kovarian yang dimana determinan matriks kovarian ini akan digunakan untuk melakukan perhitungan Probailitas Likelihood.

Berikut contoh nilai data determinan matriks kovarian yang diambil dari madu murni :

$$|\Sigma|_1 = 0,054613827$$

4. Prior probability

Pada penelitian ini, perhitungan prior probability dilakukan hanya sekali karena mempunyai nilai yang tetap di setiap proses perhitungan dari Posterior Probability dijalankan. Rumus dari prior probability itu adalah jumlah data dari setiap kelas data latih dibagi dengan jumlah seluruh data latih.

Berikut contoh nilai data determinan prior probality yang diambil dari madu murni :

$$\text{Prior kelas ke 1} = 0.181818182$$

Data di atas dijadikan data latih pada sistem klasifikasi keaslian menggunakan metode *Bayes* karena akan mempunyai nilai yang sama di setiap perhitungan *Bayes*.

Contoh perhitungan manual untuk melakukan klasifikasi madu campuran dengan data uji yang mempunyai fitur R = 198, G = 189, B = 189, dan P = 4,96, pH = 4,108 adalah sebagai berikut.

1. Menghitung peluang Likelihood dari masing-masing kelas

Nilai perhitungan diambil dari madu murni

$$P_{(R = 198, G = 189, B = 189, P = 4,96, pH = 4,108 | \text{Madu Murni})}$$

$$= 2\pi^{-2} |\Sigma|^{-1/2} e^{-1/2(y-\mu)' \Sigma^{-1}(y-\mu)}$$

$$= 2 \times 3,14^{-2} \times 0,054613827^{-1/2} \times 0,181818182$$

$$= 0,057129131$$

$$= \left[-\frac{1}{2} \times \left(\begin{bmatrix} 198 \\ 189 \\ 189 \\ 4,96 \\ 4,108 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 198 \\ 189 \\ 189 \\ 4,95 \\ 4,054 \end{bmatrix} \right)' \times \begin{bmatrix} 109,3591736 & 70,48644628 & 64,25322314 & 30,31671901 & -2,568022149 \\ 70,48644628 & 47,97371901 & 41,9968595 & 19,83019174 & -1,83869124 \\ 64,25322314 & 41,9968595 & 38,08842975 & 17,92409587 & -1,46412562 \\ 30,31671901 & 19,83019174 & 17,92409587 & 8,480378463 & -0,693142531 \\ -2,568022149 & -1,83869124 & -1,46412562 & -0,693142531 & 0,15270935 \end{bmatrix}^{-1} \times \left(\begin{bmatrix} 198 \\ 189 \\ 189 \\ 4,96 \\ 4,108 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 198 \\ 189 \\ 189 \\ 4,95 \\ 4,054 \end{bmatrix} \right) \right]$$

2. Menghitung peluang Prior dari masing-masing kelas

Nilai perhitungan diambil dari madu murni

$$P_{(\text{Madu Murni})} = \frac{\text{Jumlah kelas klasifikasi}}{\text{Jumlah seluruh data latih}} = \frac{10}{55} = 0,1818181818$$

3. Menghitung peluang Evidence

Nilai perhitungan diambil dari madu murni

$$P_{(R = 198, G = 189, B = 189, P = 4,95, pH = 4,054)} = \sum_{k=\text{Madu murni}}^{\text{Ditambahkan campuran larutan gula}} (P_{(R = 198, G = 189, B = 189, P = 4,96, pH = 4,108 | k)} \times P_{(k)})$$

$$= 0,01038712$$

4. Menghitung peluang Posterior

Nilai perhitungan diambil dari madu murni

$$\begin{aligned}
 &= \frac{P_{(R = 198, G = 189, B = 189, P = 4,95, pH = 4,054 | \text{Madu murni})} \times P_{(\text{Madu murni})}}{P_{(R = 198, G = 189, B = 189, P = 4,95, pH = 4,054)}} \\
 &= \frac{0,057129131 \times 0,181818182}{0,01038712} = 0,99999949337
 \end{aligned}$$

Terlihat pada hasil perhitungan peluang *Posterior* di atas, klasifikasi keaslian madu yang mempunyai nilai peluang *Poterior* tertinggi sebesar 0,99999949337 adalah “madu murni”, sehingga dapat dikatakan bahwa madu dengan fitur R = 198, G = 189, B = 189, dan P = 4,96, pH = 4,108 termasuk ke dalam kelas “madu murni”.

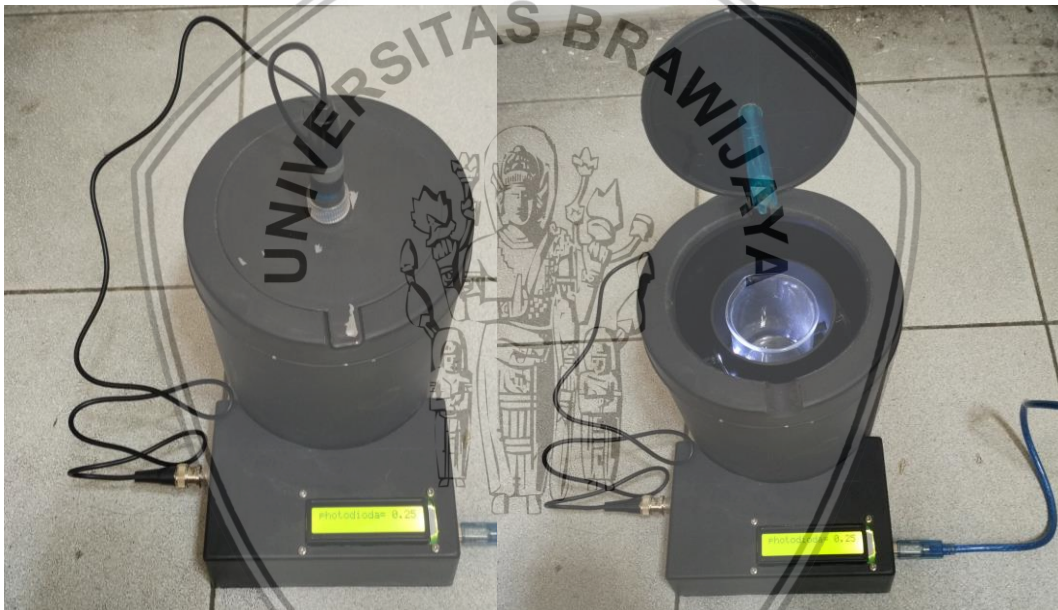


5.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap untuk merealisasikan pembuatan sistem berdasarkan semua perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada subbab ini menjelaskan satu per satu secara rinci terkait implementasi *prototype*, implementasi perangkat keras serta implementasi perangkat lunak.

5.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Dalam bagian implementasi perangkat keras yaitu hasil perancangan dari sistem yang telah jadi seraf dapat digunakan sesuai dengan fungsinya. Sistem ini menggunakan beberapa komponen yaitu mikrokontroler, sensor dan LCD 16x2. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno, kemudian sensor warna yang digunakan adalah TCS3200, sensor pH yang digunakan adalah pH Meter Kit SEN0161 dan sensor *Photodiode* untuk kekeruhan dari madu. Sedangkan untuk *outputnya* akan ditampilkan pada LCD 16x2 yang ditunjukkan pada gambar



Gambar 5.9 Implementasi *Prototype* Alat Pendeksi Madu

Pada gambar 5.4 menunjukkan implementasi perangkat keras yang berbentuk tabung dan box terbuat dari bahan plastik. Sensor warna, sensor pH dan sensor photodiode berada didalam tabung. Sedangkan mikrokontroler berada di dalam box plastik.



Gambar 5.10 Implementasi Arduino Uno dan pH Kit Pendeksi Madu

Pada gambar 5.5 menunjukkan proses pengimplementasian perangkat keras yang mencakup komponen elektronik antara lain Arduino Uno, sensor warna TCS3200, pH Meter Kit SEN0161, sensor photodiode, push button dan LCD 16x2. Keseluruhan komponen dirangkai menjadi satu dengan menggunakan kabel jumper yang dihubungkan berdasarkan perancangan yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 5.11 Implementasi *Prototype* Alat Pendeksi Madu

Berdasarkan perancangan perangkat keras LCD 16x2 dan push button yang telah dijelaskan sebelumnya, hasil dari implementasinya ditunjukkan pada Gambar 5.6 diatas.

5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak yaitu hasil dari perancangan sistem yang telah dibuat. Pada bagian implementasi ini terdapat beberapa bagian yaitu program pembacaan sensor, pembentukan *bayes*, pembuatan fitur yang ada pada *bayes* sebagai hasil kombinasi himpunan, melakukan inferensi penalaran dan perhitungan matematika yang cukup kompleks sebagai fungsi untuk menentukan *output* sistem. Program ini menggunakan Bahasa C pada Arduino IDE dan Appinventor sebagai pembuatan aplikasi pada android.

5.2.2.1 Proses Pembacaan Nilai Sensor pH Meter Kit

Berikut merupakan *source code* program pada Compiler Arduino untuk memproses pembacaan nilai pada sensor, bertujuan agar sensor dapat membaca data derajat keasaman pada air akuarium. Kode program untuk sensor pH dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan sistem ditunjukkan pada table dibawah ini.

Tabel 5.3 Kode Program pH

Baris	Source Code
1	float pH(){
2	int measure = analogRead(ph_pin);
3	Serial.print("Nilai ADC: ");
4	Serial.print(measure);
5	double voltage = 5 / 1024.0 * measure; //classic digital
6	to voltage conversion
7	Serial.print("\tVoltage: ");
8	Serial.print(voltage, 3);
9	PH_step)
10	float Po = 7 + ((2.58 - voltage) / 0.18); //ganti sesuai
11	voltage probe mu.
12	Serial.print("\tPH: ");
13	Serial.print(Po, 3);
14	Serial.println("");
15	lcd.setCursor(0,0);
16	lcd.print("V=");
17	lcd.setCursor(2, 0);
18	lcd.print(voltage);
19	delay(100);
20	lcd.setCursor(7,0);
21	lcd.print("pH=");
22	lcd.setCursor(10, 0);
23	lcd.print(Po, 2);
24	delay(1000); return Po;

Tabel 5.2 diatas menunjukkan bahwa dalam perancangannya sensor pH menggunakan pin VCC, GND, A1 pada module probe pH. Digunakan sistem perulangan untuk pengambilan sample data pH. Dan menggunakan rumus regresi linier proses kalibrasi mencari nilai perbandingan rumus linear dari grafik excel.

5.2.2.2 Proses Pembacaan Nilai Sensor Warna TCS3200

Pembacaan nilai pada suatu sensor tentunya membutuhkan inisialisasi variabel dan konfigurasi pin sensor mengacu ada perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya. Tabel 5.4 menunjukkan *source code* untuk inisialisasi pin sensor warna TCS3200, inisialisasi LCD 16x2, inisialisasi variabel yang berfungsi sebagai pengaplikasian sensor warna, inisialisasi variabel dalam pengaplikasian sensor warna, inisialisasi pin data sensor *photodiode*, yaitu pada pin *analog 0*.

Tabel 5.4 Kode Program Sensor Warna TCS3200

Baris	Source Code
1	void TCS(){
2	for (int i = 0; i < 10; i++) {
3	delay(100);
4	digitalWrite(S2, LOW);


```

5      digitalWrite(S3, LOW);
6      // Reading the output frequency
7      frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
8      R = frequency;
9      ratarataMerah += R;
10     delay(25);
11     // Setting Green filtered photodiodes to be read
12     digitalWrite(S2, HIGH);
13     digitalWrite(S3, HIGH);
14     // Reading the output frequency
15     frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
16     G = frequency;
17     ratarataHijau += G;
18     delay(25);
19
20     // Setting Blue filtered photodiodes to be read
21     digitalWrite(S2, LOW);
22     digitalWrite(S3, HIGH);
23     // Reading the output frequency
24     frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
25     B = frequency;
26     ratarataBiru += B;
27     delay(25);
28 }
29 //pencarian rata-rata
30 ratarataMerah = ratarataMerah / 10;
31 ratarataHijau = ratarataHijau / 10;
32 ratarataBiru = ratarataBiru / 10;
33
34 ratarataMerah = map(ratarataMerah, 41,409,255,0);
35 ratarataHijau = map(ratarataHijau, 45,455,255,0);
36 ratarataBiru = map(ratarataBiru, 36,315,255,0);
37 //masukan[0] = ratarataMerah;
38 lcd.setCursor(0, 0);
39 Serial.print("R=");
40 Serial.println(ratarataMerah);
41 lcd.print("R=");
42 lcd.print(ratarataMerah);
43 //masukan[1] = ratarataHijau;
44 Serial.print("G=");
45 Serial.println(ratarataHijau);
46 lcd.print("G=");
47 lcd.print(ratarataHijau);
48 //masukan[2] = ratarataBiru;
49 Serial.print("B=");
50 Serial.println(ratarataBiru);
51 lcd.print("B=");
52 lcd.print(ratarataBiru);
53 }

```

Implementasi pada pembacaan sensor warna TCS3200 pertama-tama akan dilakukannya kalibrasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk mendapatkan nilai *Red*, *Green*, *Blue* secara akurat. Digunakan gelas uji berisi air putih bening dengan alas warna putih untuk proses kalibrasi, karena warna putih mempunyai nilai *Red*, *Green*, *Blue* maksimal, yaitu masing-masing 255 dan nilai tersebut tepat digunakan untuk kalibrasi sensor warna TCS3200. *Source code* proses kalibrasi pada sensor warna TCS3200 terletak pada table diatas. Baris 5 untuk *Red*, baris 18 untuk *Green*, baris 31 untuk *Green*.

5.2.2.3 Proses Pembacaan Nilai Sensor Kekeruhan *Photodioda*

Implementasi *source code* terhadap inisialisasi pin sensor *photodioda* pada A0 dan pembacaan nilai sensor *photodioda* dalam mendeteksi tingkat kekeruhan madu dapat dilihat pada Tabel 5.5 di bawah ini.

Tabel 5.5 Kode Program Sensor *Photodioda*

Baris	Source Code
1	<code>float photodioda() {</code>
2	<code> reading = analogRead(A0);</code>
3	<code> float Tegangan = reading * (5.0 / 1023.0);</code>
4	<code> Serial.print("photodioda: ");</code>
5	<code> Serial.print(Tegangan);</code>
6	<code> Serial.println(" ");</code>
7	<code> lcd.setCursor(0,0);</code>
8	<code> lcd.print("photodioda=");</code>
9	<code> lcd.setCursor(12, 0);</code>
10	<code> lcd.print(Tegangan);</code>
11	<code> delay(1000);</code>
12	<code> lcd.clear();</code>
13	<code> return Tegangan;</code>
14	<code>}</code>

5.2.2.4 Proses Pengecekan Trigger

Implementasi proses pengambilan data sensor akan dilakukan pengolahan ketika adanya *trigger* atau saat *push button* ditekan. Implementasi pengecekan *trigger* ditunjukkan pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Kode Program Pengecekan Trigger

Baris	Source Code
1	<code>while (1) {</code>
2	<code> delay(1000);</code>
3	<code> lcd.clear();</code>
4	<code> lcd.setCursor(0, 0);</code>
5	<code> lcd.print("Power On");</code>
6	<code> lcd.setCursor(0, 1);</code>
7	<code> lcd.print("Idle");</code>
8	<code> Serial.println("Idle");</code>
9	<code> while (1) {</code>
10	<code> if (digitalRead(8) == LOW) { //wait until next trigger</code>
11	<code> delay(2000);</code>
12	<code> if (digitalRead(8) == HIGH) {</code>
13	<code> Serial.println("HIGH");</code>
14	<code> lcd.clear();</code>
15	<code> lcd.setCursor(0, 0);</code>
16	<code> break;</code>
17	<code> }</code>
18	<code> }</code>
19	<code>}</code>

5.2.2.5 Proses Pembacaan Nilai *Bayes*

Pada tahap implementasi ini, *source code* klasifikasi *Bayes* ini dimaksudkan untuk melakukan pengambilan keputusan klasifikasi keaslian madu berdasarkan warna dan tingkat kekeruhan madu tersebut.

Tabel 5.7 Kode Program Variabel Nilai Kovarian, Mean Features, Determinan dan Prior

Baris	Source Code
1	float kov1[totalNilaiSensor][totalNilaiSensor] = {
2	{459.240625,487.38875,347.940625,-46.611375,32.2256},
3	{413.345625,439.51875,322.125625,-41.904375,29.2074},
4	{365.550625,395.64875,295.210625,-37.187375,25.8562},
5	{320.028125,353.96375,267.978125,-32.513875,22.7956},
6	{280.650625,310.24875,244.410625,-28.447375,19.9802}
7	};
8	delay(10);
9	float kov2[totalNilaiSensor][totalNilaiSensor] = {
10	{11.98895833,-2.702083333,1.398125,-2.279041667,-
11	0.9879},
12	{-2.702083333,10.48916667,5.129583333,-0.466083333,-
13	0.2558},
14	{1.398125,5.129583333,5.243958333,-0.728541667,-
15	0.334566667},
16	{-2.279041667,-0.466083333,-
17	0.728541667,0.682825,0.392966667},
18	{-0.9879,-0.2558,-0.334566667,0.392966667,0.388421333}
19	};
20	delay(10);
21	float kov3[totalNilaiSensor][totalNilaiSensor] = {
22	{927.3889583,835.3495833,716.0864583,9.977458333,53.8512},
23	{835.3495833,772.3091667,649.27125,5.771916667,52.17573333},
24	{716.0864583,649.27125,554.7139583,7.022291667,42.40093333},
25	{9.977458333,5.771916667,7.022291667,0.782358333,-0.10192},
26	{53.8512,52.17573333,42.40093333,-0.10192,3.891933333}
27	};
28	delay(10);
29	float detr[totalPeluang][1] = {
30	{1181.49214},
31	{4.4245356},
32	{90.12204064}
33	};
34	delay(10);
35	float meanf1[totalNilaiSensor][1] = {
36	{134.7},
37	{130.4},
38	{128.5},
39	{4.8},
40	{3.5237},
41	};
42	delay(10);
43	float meanf2[totalNilaiSensor][1] = {
44	{132.6666667},
45	{118.0666667},
46	{108.6},
47	{0.796},
48	{4.638866667},
49	};
50	delay(10);
51	float meanf3[totalNilaiSensor][1] = {
52	{139.3333333},
53	{127.7333333},
54	{117.4},
55	{0.82},
56	{6.608533333},
57	};
58	delay(10);
59	float prior[totalNilaiSensor] = {
60	0.25,



61	0.375,
62	0.375,
63	};

Berikut merupakan penjelasan *source code* pada tabel 5.7. Pada baris 1-51 merupakan deklarasi nilai *Kovarian* yang didapat dari perhitungan **Persamaan 2.7**, baris 53-58 merupakan nilai determinan. Pada baris 60-91 merupakan nilai *Mean Features* yang didapat dari rata-rata keseluruhan data latih. Pada baris 93-97 merupakan nilai *Prior* yang didapat dari perhitungan **Persamaan 2.6** sebagai data latih pada tabel 5.7. Selanjutnya adalah pengimplementasian kode program untuk perhitungan Likelihood **Persamaan 2.8** ditunjukkan pada table 5.8 di bawah ini.

Tabel 5.8 Kode Program Fungsi Likelihood

Baris	Source Code
1	float likelihood(float datauji[5][1], float kovarian[5][5],
2	float meanf[5][1], float determinanx) {
3	float K[5][1];
4	for (int i = 0; i < 5; i++) {
5	K[i][0] = datauji[i][0] - meanf[i][0];
6	}
7	float KovarianInverst[5][5];
8	for (int i = 0; i < 5; i++) {
9	for (int j = 0; j < 5; j++) {
10	KovarianInverst[i][j] = kovarian[i][j];
11	}
12	}
13	//perhitungan invers kovarian
14	Matrix.Invert((float*)KovarianInverst, 4);
15	float Ktranspose[1][5];
16	for (int i = 0; i < 5; i++) {
17	Ktranspose[0][i] = K[i][0];
18	}
19	float KMI[1][5];
20	float hasil[1][1];
21	Matrix.Multiply((float*)Ktranspose,
22	(float*)KovarianInverst, 1, 5, 5, (float*)KMI);
23	Matrix.Multiply((float*)KMI, (float*)K, 1, 5, 1,
24	(float*)hasil);
25	float halfhasil = hasil[0][0] * (-0.5);
26	return ((1 / ((pow((2 * 3.14), 2)) * (sqrt(determinanx))))
27	* (pow(2.718282, halfhasil))) * 1000; //dikali 1000 supaya
28	angka di belakang koma tidak hilang
29	};

Selanjutnya adalah pengimplementasian kode program untuk perhitungan Evidence ditunjukkan pada table 5.9 di bawah ini.

Tabel 5.9 Kode Program Fungsi Evidence

Baris	Source Code
1	float evidence(float likelihood[4], float prior[4]) {
2	float evid = 0;
3	for (int i = 0; i < 4; i++) {
4	evid += (likelihood[i] * 1000) * (prior[i] * 1000);
5	}
6	return evid;
7	}

Selanjutnya adalah pengimplementasian kode program untuk perhitungan Probabilitas Posterior ditunjukkan pada table 5.10 di bawah ini.



Tabel 5.10 Kode Program Fungsi Probabilitas Posterior

Baris	Source Code
1	int Caripeluang(float evid, float likelihood[], float
2	prior[]) {
3	float peluang = 0;
4	int kesimpulan;
5	for (int i = 0; i < 7; i++) {
6	if (peluang < (likelihood[i]*prior[i]) / evid) {
7	peluang = (likelihood[i] * prior[i]) / evid;
8	kesimpulan = i;
9	}
10	}
11	return kesimpulan;
12	}

Selanjutnya adalah pengimplementasian kode program untuk perhitungan Probabilitas Posterior ditunjukkan pada table 5.11 di bawah ini.

Tabel 5.11 Kode Program Penarikan Kesimpulan Proses Klasifikasi

Baris	Source Code
1	String hasilkalimat(int a) {
2	switch (a) {
3	case 0 :
4	return ("Madu Murni");
5	break;
6	case 1 :
7	return ("Madu Campuran Sedang");
8	break;
9	case 2 :
10	return ("Madu Campuran Banyak");
11	break;
12	}
13	return ("Madu Murni");
14	}
15	peluang[0] = likelihood(datauji, kov1, meanf1,
16	detr[0][0]);
17	delay(10);
18	peluang[1] = likelihood(datauji, kov2, meanf2,
19	detr[0][1]);
20	delay(10);
21	peluang[2] = likelihood(datauji, kov3, meanf3,
22	detr[0][2]);
23	delay(10);
24	float evids = evidence(peluang, prior);
25	delay(10);
26	int nilai = Caripeluang(evids, peluang, prior);
27	delay(10);
28	Serial.println(hasilkalimat(nilai));
29	lcd.setCursor(0, 0);
30	lcd.clear();
31	lcd.print("Hasil Madu :");
32	lcd.setCursor(0, 1);
33	lcd.print(hasilkalimat(nilai));

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas proses pengujian serta menganalisis hasil dari pengujian yang dilakukan berdasarkan sistem yang telah dibuat. Adapun tujuan dilakukannya pengujian ada untuk mengetahui apakah semua kebutuhan yang diharapkan telah terpenuhi oleh sistem. Proses pengujian yang dilakukan yakni berupa pengujian fungsional, pengujian akurasi dan pengujian kecepatan pemrosesan sistem, dimana pengujian fungsional yakni menguji fungsi dari perangkat keras dalam hal ini berupa sensor-sensor yang digunakan serta LCD 16x2 apakah dapat bekerja spesifikasinya, pengujian akurasi yakni menguji seberapa akurat sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan dibandingkan nilai atau hasil yang sebenarnya, sedangkan pengujian kecepatan pemrosesan sistem yakni untuk menguji waktu pemrosesan ketika sistem mulai di jalankan hingga menghasilkan jenis klasifikasi. Berikut dijelaskan beberapa skenario pengujian yang dilakukan untuk menguji sistem.

6.1 Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui apakah keseluruhan sistem sudah berjalan sesuai dengan keinginan. Setiap komponen masukan dan keluaran akan diuji, diantaranya Sensor Warna, Sensor *Photodiode*, Sensor pH dan LCD 16x2.

6.1.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200

6.1.1.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor TCS3200 dalam membaca warna suatu objek. Dengan melakukan perbandingan nilai antara yang dibaca oleh sensor dengan nilai warna yang terbaca di color foreground tool photoshop, maka akan diperoleh selisih nilai dari pembacaan sensor yang kemudian dapat diketahui nilai error dari sensor warna yang diterapkan.

6.1.1.2 Prosedur Pengujian

Berikut prosedur yang dilakukan pada saat menguji sensor warna TCS3200 :

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno pada Laptop.
2. Upload kode program dari sensor TCS3200.
3. Mengukur nilai RGB pada 3 jenis objek madu yang berbeda menggunakan sensor warna TCS3200
4. Menyesuaikan warna madu dengan gambar madu yang diujikan, kemudian gambar tersebut diukur nilai RGBnya menggunakan fitur color foreground tool photoshop.
5. Mengamati hasil pembacaan nilai RGB dari sensor warna dari LCD 16x2 dan membandingkan nilai yang terbaca tersebut dengan nilai RGB dari gambar

madu yang diukur dengan fitur color foreground tool photoshop, kemudian menentukan besarnya error pembacaan sensor dengan cara mengkonversi nilai RGB warna pembacaan sensor dan RGB warna dari gambar foto di photoshop menjadi nilai HEX terlebih dahulu.

6. Nilai HEX dari warna masing-masing pembacaan warna kemudian diambil selisihnya untuk dilakukan perhitungan persentase error dalam bentuk nilai decimal.

Adapun cara untuk mengukur persentase error menggunakan perhitungan berikut :

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Selisih nilai pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\% \quad (6.1)$$

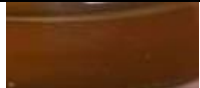








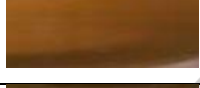


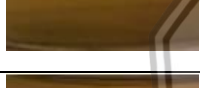
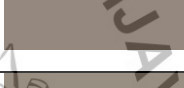




Untuk menghitung nilai selisih pembacaan nilai sensor dan alat ukur yaitu dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Persentase Error} = |\text{Pembacaan alat ukur} - \text{pembacaan sensor}| \quad (6.2)$$

6.1.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Hasil pengujian sensor warna TCS3200 ditunjukkan pada Tabel 6.1 di bawah, berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa sensor dapat membaca beberapa macam warna yang berbeda, tidak hanya warna primer (merah, hijau dan biru) melainkan dapat membaca warna sekunder maupun tersier. Hasil perbandingan antara nilai pembacaan sensor dan nilai pembacaan warna dari foreground tool photoshop pada objek madu yang sama menunjukkan perbedaan nilai

Tabel 6.1 Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200

Pengujian ke	Warna Madu	Pembacaan Sensor					Foreground tool					Selisih Error		Error
		R	G	B	HEX	Warna	R	G	B	HEX	Warna	HEX	DEC	
1		87	68	62	#57443e		87	44	9	#572c09		#1835	6197	0.11%
2		87	72	71	#574847		89	31	11	#591f0b		#1d6c4	120516	1.65%
3		109	93	84	#6d5d54		109	71	26	#6d471a		#163a	5690	0.08%
4		114	89	80	#725950		116	68	22	#744416		#1eac6	125638	1.65%
5		118	102	90	#76665a		120	81	24	#785118		#1eac4	125636	1.59%
6		123	110	93	#7b6e5d		128	90	28	#805a1c		#4ebbf	322495	3.83%
Rata-rata													5.71%	

Berdasarkan **persamaan 6.1** untuk menentukan persentase *error* pada setiap pengujian, diperoleh rata-rata *error* sebesar 5,71. Contoh perhitungan persentase *error* pada pengujian ke-1 sebagai berikut :

Nilai HEX warna pembacaan sensor = 57443e = 5719102

Nilai HEX warna pembacaan alat ukur = 572c09 = 5712905

$$\begin{aligned} \text{selisih nilai pembacaan} &= |572c09 - 57443e| \\ &= |5719102 - 5712905| \\ &= 6197 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase error} &= \frac{\text{Selisih nilai pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\% \\ &= \frac{6197}{5712905} \times 100\% \\ &= 0.11 \end{aligned}$$

Adapun untuk menghitung nilai rata-rata *error* keseluruhan pengujian sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata error} &= \frac{\text{Jumlah persentase error}}{\text{Jumlah pengujian}} \\ &= \frac{0.11 + 1.65 + 0.08 + 1.65 + 1.59 + 3.83}{6} \\ &= 5.71\% \end{aligned}$$

Rata-rata *error* yang dihasilkan sensor sangat kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa akurasi pembacaan sensor warna sangat baik. Selain itu, walaupun terdapat *error* antara pembacaan sensor dengan alat ukur, namun sensor tetap dapat membaca warna meskipun perubahan nilainya cukup kecil, terlihat dari adanya perbedaan kepekatan warna yang ditunjukkan pada kolom fitur color foreground tool photoshop. Semakin gelap warna objek yang dideteksi maka nilai RGB semakin rendah (minimum 0,0,0), dan semakin terang warna yang dideteksi maka nilai RGB semakin tinggi (maksimum 255,255,225).

6.1.2 Pengujian Sensor *Photodiode*

6.1.2.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian *photodiode* adalah untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik atau tidak dan apakah sensor dapat membaca tingkat kekeruhan pada madu.

6.1.2.2 Prosedur




Berikut prosedur pengujian yang akan dilakukan untuk menguji sensor *photodiode*.

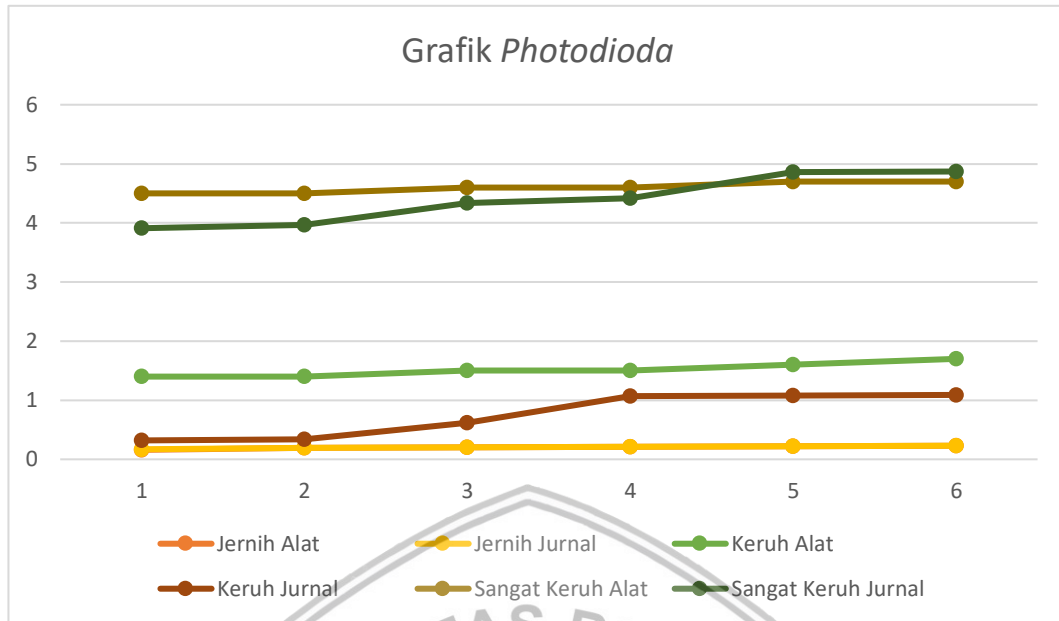
1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor *photodiode*.
3. Mengamati hasil pembacaan nilai dan sensor *photodiode* yang ada di serial monitor, kemudian akan dianalisis nilai tersebut.
4. Kesimpulan hasil dan analisis

6.1.2.3 Hasil dan Analisis

Hasil pengujian sensor *photodiode* dapat dilihat pada table 6.2 bahwa semakin keruh atau bening madu yang dicampur, maka semakin besar atau kecil tegangan voltasenya pengambilan data diulang sebanyak 6 kali pengulangan.

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200

No	Gambar Objek	Variable Linguistik	Photodiode Alat	Photodiode Jurnal (Didik, 2015)
			Tegangan Photodiode (Volt)	
1		Jernih	0,16	0,17
			0,19	0,19
			0,20	0,20
			0,21	0,21
			0,22	0,22
			0,23	0,23
2		Keruh	1,4	0,32
			1,4	0,34
			1,5	0,62
			1,5	1,07
			1,6	1,08
			1,7	1,09
3		Sangat Keruh	4,5	3,91
			4,5	3,97
			4,5	4,34
			4,6	4,42
			4,6	4,86
			4,7	4,87



Gambar 6.1 Hasil Pengujian Sensor Photodioda

Pada gambar 6.1 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan antara pembacaan yang dilakukan oleh sensor *photodioda* dan sensor *photodioda* pada jurnal. Selain itu dapat dilihat bahwa pembacaan sensor tidak stabil namun perbedaan diantaranya tidak terlalu besar.

6.1.3 Pengujian Sensor pH

6.1.3.1 Tujuan

Tujuan pengujian sensor analog pH meter dilakukan untuk mengetahui apakah sensor pH mampu mengukur derajat keasaman pada sistem keaslian madu dengan akurat. *Output* dari sensor pH telah dikalibrasi agar dapat mengukur pH madu. Pengujian dilakukan dengan memasukkan madu campuran dan membandingkan dengan pH meter untuk mengukur apakah nilai dibaca sensor sama dengan pH meter.

6.1.3.2 Prosedur

Prosedur yang harus dilakukan dalam pengujian sensor pH lain adalah :

1. Merancang sensor pH dengan Arduino uno menggunakan kabel jumper agar sensor dan mikrokontroler dapat terhubung dengan pin yang digunakan.
2. Menghubungkan Arduino Uno kemudian tuliskan kode program agar sensor pH dapat mengukur derajat keasaman pada sistem keaslian madu.
3. Meng-*upload* kode program dari sensor pH.
4. Menambahkan pH *buffer* pada air untuk melihat keakuratan dan perbedaan lainnya.
5. Melakukan perbandingan dengan menggunakan pH *buffer*.

6. Mengamati hasil output dan mencatat setiap data pH.
7. Menentukan sensor error (%) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Sistem error(\%)} = \frac{\text{pH Buffer} - \text{Sensor pH}}{\text{pH meter}} \times 100\% \quad (6.3)$$

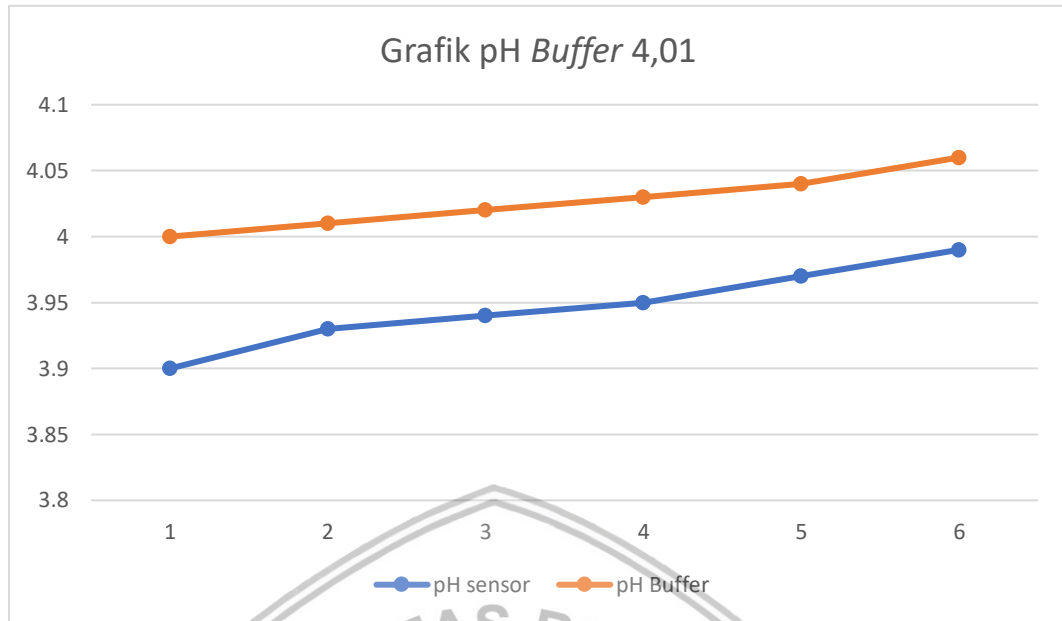
8. Kesimpulan

6.1.3.3 Hasil dan Analisis

Berikut adalah table 6.3 yang menunjukkan nilai hasil pengukuran sensor pH setelah melalui prosedur yang telah dibuat dan dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran pH *buffer* berdasarkan **persamaan 6.3** untuk menentukan persentase error pada setiap pengujian. Pada tabel dibawah

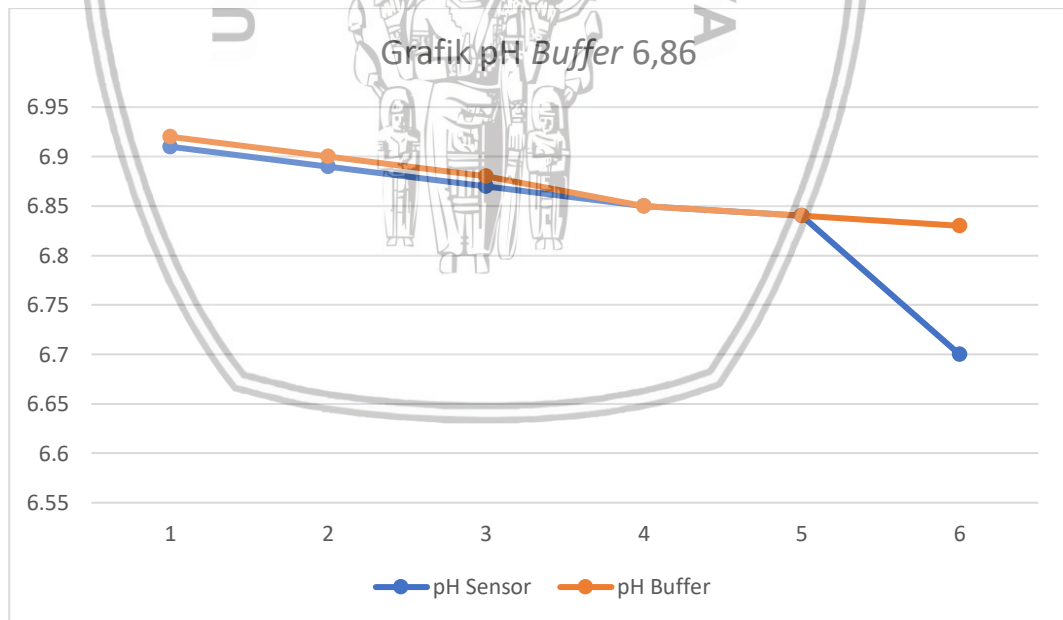
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Sensor pH

No	Sensor pH	pH Buffer 4,01	Error
1	3,90	4,00	8%
2	3,93	4,01	7%
3	3,94	4,02	8%
4	3,95	4,03	8%
5	3,97	4,04	7%
6	3,99	4,06	7%
		pH Buffer 6,86	
7	6,91	6,92	1%
8	6,89	6,90	1%
9	6,87	6,88	1%
10	6,85	6,85	0
11	6,84	6,84	0
12	6,70	6,83	13%
		pH Buffer 9,18	
13	9,24	9,28	4%
14	9,20	9,23	3%
15	9,15	9,18	3%
16	9,11	9,14	3%
17	9,08	9,10	2%
18	9,00	9,07	7%
Rata-rata			4,61%



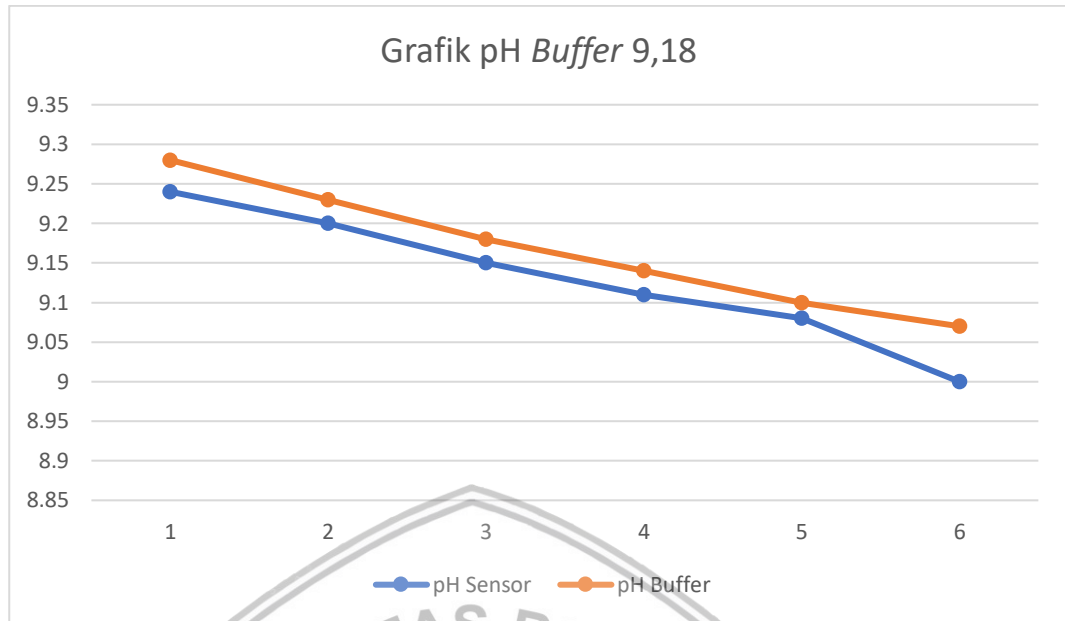
Gambar 6.2 Hasil Pengujian Sensor pH dan pH Buffer 4,01

Pada gambar 6.2 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan antara pembacaan yang dilakukan oleh pH Sensor dan pH *buffer*. Selain itu dapat dilihat bahwa pembacaan sensor tidak stabil namun perbedaan diantara pH sensor dan pH *buffer* tidak terlalu besar.



Gambar 6.3 Hasil Pengujian Sensor pH dan pH Buffer 6,86

Pada gambar 6.3 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan antara pembacaan yang dilakukan oleh pH Sensor dan pH *buffer*. Selain itu dapat dilihat bahwa pembacaan sensor tidak stabil namun perbedaan diantara pH sensor dan pH *buffer* tidak terlalu besar.



Gambar 6.4 Hasil Pengujian Sensor pH dan pH Buffer 9,18

Pada gambar 6.4 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan antara pembacaan yang dilakukan oleh Sensor pH dan pH Meter. Selain itu dapat dilihat bahwa pembacaan sensor tidak stabil namun perbedaan diantara Sensor pH dan pH Meter tidak terlalu besar.

6.1.4 Pengujian Tampilan pada LCD16x2

LCD 16x2 merupakan komponen untuk menampilkan karakter pada layar berukuran 16 kolom dan 2 baris. Karakter yang ditampilkan pada layar LCD pada umumnya berdasarkan apa yang telah ditentukan pada mikrokontroler, oleh karena ini pengujian ini dilakukan dengan melihat kesesuaian antara tampilan dengan rancangan yang ada

6.1.4.1 Tujuan

Pengujian Tampilan LCD 16x2 ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil pembacaan nilai sensor dan hasil klasifikasi yang diharapkan pada saat ditampilkan pada layar LCD sesuai dengan kode program yang telah dirancang dan diimplementasikan.

6.1.4.2 Prosedur

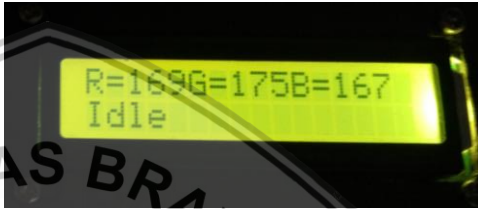
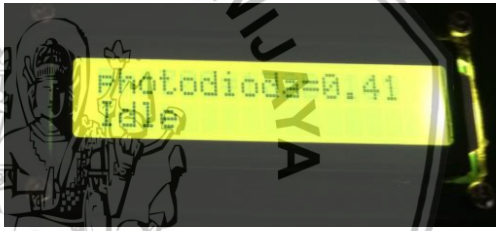
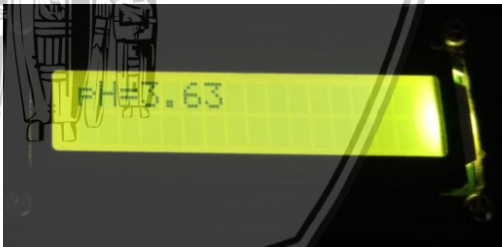


Untuk melakukan pengujian tampilan pada LCD 16x2 dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Menghubungkan Sistem Pendeteksi jenis keaslian madu yang telah dibuat dengan Power Supply.
2. Meng-upload kode program dari Sistem klasifikasi keaslian madu.

- Mengamati tampilan pada LCD 16x2 dengan memberikan *Input* yang berbeda-beda saat melakukan pengujian untuk melihat perbedaan tampilan dari LCD 16x2 ketika adanya kondisi yang berbeda.

6.1.4.3 Hasil dan Analisis

Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sensor pH

No	<i>Input Data</i>	<i>Output LCD</i>	Status Nilai
1	<pre>lcd.print("R="); lcd.print("G="); lcd.print("B=");</pre>		Benar
2	<pre>lcd.print("photodioda=");</pre>		Benar
3	<pre>lcd.print("pH=");</pre>		Benar
4	<pre>lcd.print("Power On"); lcd.print("Idle");</pre>		Benar
5	<pre>lcd.print("Madu Murni");</pre>		Benar

6	lcd.print("Campuran Sedang");		Benar
7	lcd.print("Campuran Banyak);		Benar

Dari hasil pengujian dengan 7 kali masukan data, dapat dihitung nilai akurasi persentase tingkat kesalahan dari sistem yang dibuat. Rumus menghitung nilai persentase akurasi dapat dilihat pada **persamaan 6.1**

Dengan hasil penghitungan sebagai berikut.

$$\text{Nilai Persentase Akurasi} = \frac{7}{7} \times 100\% = 100\%$$

Sistem ini memiliki nilai benar sebesar 100%, maka dapat disimpulkan sistem LCD dapat berjalan dengan lancar.

6.2 Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi *Bayes*

Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Keaslian Madu Menggunakan Metode *Bayes* ini mempunyai tujuan utama, yaitu untuk dapat mengetahui keaslian madu berdasarkan madu yang telah dicampur dengan larutan gula. Oleh sebab itu, perlu diketahui tingkat akurasi dari klasifikasi metode *Bayes*.

6.2.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui dan menentukan tingkat akurasi metode *Bayes* pada sistem klasifikasi keaslian madu.

6.2.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian tingkat akurasi metode *Bayes* dilakukan untuk menentukan nilai akurasi sistem yakni dengan cara membandingkan hasil klasifikasi madu murni yang dilakukan oleh sistem dengan fakta madu campuran yang telah dicampur dengan larutan gula. Adapun perasamaan yang digunakan untuk menghitung tingkat keakuratan metode *Bayes* ditunjukkan di antara lainnya adalah sebagai berikut.

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

6.2.1.3 Hasil dan Analisis

Berikut tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.5

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Akurasi Sistem

No	R	G	B	PD	pH	Kelas	Hasil Sistem	Status
1	87	68	62	4.5	3.5	Murni	Murni	
2	109	93	84	1.7	4.21	Sedang	Sedang	
3	113	88	84	1.4	4.66	Sedang	Sedang	
4	120	107	92	1.5	6.68	Banyak	Banyak	
5	124	109	94	1.7	6.77	Banyak	Sedang	
6	88	70	71	4.5	3.73	Murni	Murni	
7	87	67	64	4.6	3.44	Murni	Murni	
8	122	108	94	1.7	6.81	Banyak	Banyak	
9	115	88	80	1.4	4.6	Sedang	Sedang	
10	87	72	71	4.5	3.56	Murni	Murni	
11	87	68	62	4.6	3.85	Murni	Murni	
12	108	94	82	1.6	4.95	Sedang	Banyak	
13	125	106	95	1.5	6.2	Banyak	Banyak	
14	118	102	90	1.9	6.53	Banyak	Banyak	
15	109	93	84	1.7	4.21	Sedang	Sedang	
16	117	103	91	1.8	6.4	Banyak	Banyak	
17	110	93	83	1.7	4.08	Sedang	Sedang	
18	87	70	71	4.5	3.55	Murni	Murni	
Jumlah Nilai Benar								16

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 6.3 terlihat bahwa dari jumlah 18 data terdapat 2 hasil dari sistem yang tidak sesuai dengan kelas sebenarnya. Sehingga akurasi yang diperoleh Sistem klasifikasi keaslian madu dengan Metode Bayes adalah sebesar 100%. Proses perhitungan akurasinya sebagai berikut:

$$\text{Nilai Persentase Akurasi} = \frac{18 - 2}{18} \times 100\% = 88,89\%$$

Dari Hasil pengujian yang telah dilakukan didapat akurasi penghitungan nilai persentase sebesar 88,89%.

6.3 Pengujian Waktu Komputasi

6.3.1.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya pengujian ini untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan proses pengklasifikasian keaslian madu menggunakan metode Bayes, hal ini diperlukan untuk mengetahui performansi dari sistem yang telah dibuat.



6.3.1.2 Prosedur

Untuk melakukan pengujian waktu komputasi pemrosesan sistem dilakukan dengan cara mengukur waktu komputasi ketika program dimulai dan waktu komputasi ketika program selesai dalam satu siklus. Jika telah diketahui waktu komputasi awal dan akhir maka waktu yang dibutuhkan untuk sistem bekerja adalah nilai waktu komputasi akhir dikurangi dengan waktu komputasi awal. Prosedur pengujian ini dilakukan dengan menerapkan fungsi millis() pada kode program arduino sistem klasifikasi jenis keaslian madu. Fungsi millis() ini menghitung waktu dalam millisecond. Implementasi fungsi millis() pada arduino ditunjukkan pada Tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.6 Kode Program Penghitungan Waktu Dengan Millis Pada Arduino

Baris	Kode Program
1	long int waktumulai = millis();
2	//fungsi perhitungan peluang
3	peluang[0] = likelihood(datauji, kov1, meanf1, detr[0][0]);
4	delay(10);
5	peluang[1] = likelihood(datauji, kov2, meanf2, detr[0][1]);
6	delay(10);
7	peluang[2] = likelihood(datauji, kov3, meanf3, detr[0][2]);
8	delay(10);
9	float evids = evidence(peluang, prior);
10	delay(10);
11	int nilai = Caripeluang(evids, peluang, prior);
12	delay(10);
13	Serial.println(hasilkalimat(nilai));
14	lcd.setCursor(0, 0);
15	lcd.clear();
16	lcd.print("Hasil Madu :");
17	lcd.setCursor(0, 1);
18	lcd.print(hasilkalimat(nilai));
19	Serial.print("Waktu Komputasi = ");
20	Serial.println(millis() - waktumulai);

Pada Baris ke-1 terdapat inialisasi variabel yang digunakan untuk penghitungan waktu. Pada baris ke-4 fungsi void loop(), waktu akan berjalan terus menerus, pada baris ke-10 sampai dengan 25, memanfaatkan fungsi millis pada Arduino, untuk mendapatkan waktu komputasi sistem yang diinginkan.



6.3.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Hasil pengujian waktu komputasi sistem dapat dilihat pada Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6.7 Hasil Pengujian Waktu Komputasi

No	Pengujian	Waktu (ms)
1	Pengujian ke-1	95
2	Pengujian ke-2	96
3	Pengujian ke-3	96
4	Pengujian ke-4	97
5	Pengujian ke-5	97
6	Pengujian ke-6	95
7	Pengujian ke-7	97
8	Pengujian ke-8	96
9	Pengujian ke-9	97
10	Pengujian ke-10	97
11	Pengujian ke-11	96
12	Pengujian ke-12	96
13	Pengujian ke-13	97
14	Pengujian ke-14	97
15	Pengujian ke-15	97
16	Pengujian ke-16	95
17	Pengujian ke-17	97
18	Pengujian ke-18	97
Rata-rata		96,388 ms

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 18 kali, waktu komputasi sistem untuk melakukan pengambilan keputusan jenis keaslian madu rata-rata waktu sebesar 96,388 ms atau sekitar $\frac{1}{10}$ detik untuk melakukan penghitungan klasifikasi keaslian madu.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 18 kali, waktu komputasi sistem untuk melakukan klasifikasi keaslian madu dapat dihitung rata-ratanya menggunakan rumus.

$$\text{Rata - Rata} = \frac{1,735}{18} = 96,388\text{ms}$$

Dari hasil penghitungan rata-rata dapat disimpulkan sistem membutuhkan waktu sekitar 96,388ms untuk melakukan satu kali state proses penghitungan klasifikasi keaslian madu.



BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah pada bab awal beserta hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan di bawah ini.

1. Hasil klasifikasi keaslian madu dibagi menjadi 3 bagian, yaitu sebagai berikut.
 1. Madu murni
 2. Madu campuran sedang
 3. Madu campuran banyak

Peletakkan sensor warna TCS3200 di samping gelas takar madu dapat membaca nilai Red, Green, Blue (RGB) dari madu dengan rata-rata error sebesar 5,71%. Selanjutnya sensor *photodiode* yang juga diletakkan di samping gelas takar madu berfungsi sebagai pendeteksi kekeruhan madu dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Hal tersebut dapat terlihat dari semakin tinggi tingkat kekeruhan madu, maka nilai yang dikeluarkan oleh *photodiode* berupa tegangan semakin besar. Selain itu, penggunaan sensor pH untuk proses pembacaan pH madu atau tingkat keasman madu juga terbukti dapat mengetahui derajat keasman dengan baik dan sesuai

2. Tingkat akurasi yang diperoleh sistem metode klasifikasi *bayes* untuk keaslian madu dengan menggunakan data latih sebanyak 40 data dan data uji sebanyak 18 data adalah sebesar 88,89% sehingga dapat disimpulkan sistem ini memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam mengklasifikasi keaslian madu.
3. Kecepatan estimasi waktu pemrosesan sistem metode klasifikasi *bayes* untuk keaslian madu mempunyai nilai kecepatan waktu komputasi rata-rata sebesar 96,388 ms dari 18 kali pengujian

7.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang ditujukan untuk peneliti dengan tujuan supaya mengembangkan lebih lanjut penelitian ini, di antara lain adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan metode klasifikasi lain dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan antara metode manakah yang mempunyai tingkat akurasi lebih tinggi dalam hal pengambilan keputusan.
2. Menambahkan sensor kekentalan untuk mendeteksi kekentalan sehingga akan lebih meningkatkan keakuratan pembacaan sistem klasifikasi keaslian madu .
3. Menambahkan tampilan melalui mobile apps sebagai antarmuka dengan tujuan supaya memudahkan mobilitas penggunaan.

4. Sistem yang dibuat dapat membaca berbagai jenis madu tidak hanya satu jenis madu.



DAFTAR PUSTAKA

- Amrimaniar, N., Adil, B. & R., 2010. RANCANG BANGUN MODEL MEKANIK ALAT UNTUK MENGUKUR KADAR KEASAMAN SUSU CAIR, SARI BUAH DAN SOFTDRINK.. *ResearchGate*, Volume 1, p. 2.
- Arief, B. W., Rivai, M. & T., 2016. Alat Uji Kualitas Madu Menggunakan. *JURNAL TEKNIK ITS*, Volume 5, p. 1.
- Arifin, M. B., 2015. Rancang Bangun Sistem Deteksi Minyak Goreng yang Telah Dipakai Menggoreng Babi Menggunakan LED dan Photodiode. Issue 5, pp. 1-6.
- Azmi, Z., Saniman & Ishak, 2016. Sistem Penghitung pH Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Ilmiah Saindikom*, 1(ISSN : 1978-6603), p. 3.
- Didik, E., 2015. Sistem Monitoring Digital Penggunaan Kualitas Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Photodiode. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 3(e-ISSN: 2338-0403), p. 8.
- Evahelda, E., Pratama, F., Malahayati, N. & Santoso, B., 2017. Sifat Fisik dan Kimia Madu dari Nektar Pohon Karet. *AGRITECH*, Volume 37, p. 1.
- Fitri Kusuma, A. S., 2009. *PEMERIKSAAN KUALITAS MADU KOMERSIAL*. 1 penyunt. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Gea, B., 2015. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Keasaman (PH) Suatu Larutan Berbasis Arduino Uno. Issue 3, pp. 1-3.
- Hastuti, E. D., 2017. Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(8), pp. 58-66.
- Mulu, A., 2004. In vitro assessment of the antimicrobial potential of honey on common human pathogens. *Ethiopian Journal of Health Development*, Volume 18, p. 2.
- Noorulil, B., 2010. Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink. Issue 8, pp. 1-9.
- Purnama, A., 2012. *Elektronika Dasar*. [Online] Available at: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/> [Diakses 22 June 2017].
- Putra, A. E., 2017. Pendeteksi Kemurnian Bensin C₈H₁₈ dan C₁₀H₂₄ di SPBU Pertamina Berbasis Sensor Warna Portabel. *e-Proceeding of Engineering*, 4(10), pp. 1392-1401.
- Savitri, N. P. T., Hastuti, E. D. & Suedy, S. W. A., 2017. Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Volume 2, p. 2.
- Simamora, J., 2017. Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kesegaran Daging Berdasarkan Sensor Bau Dan Warna. Issue 20, pp. 41-61.

- Situmorang, M., 2013. PENGENALAN KOMPONEN WARNA MENGGUNAKAN. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, Volume 7, p. 1.
- Wibowo, B. A., 2016. Alat Uji Kualitas Madu Menggunakan Polarimeter dan Sensor Warna. *JURNAL TEKNIK ITS*, 5(5), pp. 28-33.
- Winanta, S., 2013. Implementasi Metode Bayesian Dalam Penjurusan di SMA Bruderan Purworejo. *EKSIS*, 6(7), pp. 21-28.
- Winarno & Arifianto, D., 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. 1 penyunt. Ciganjur: PT Kawan Pustaka.
- Wiranto, G., 2010. Pembuatan Sistem Monitoring Kualitas Air Secara Real Time Dan Aplikasinya Dalam Pengelolaan Tambak Udang. *Teknologi Indonesia*, 2(6), pp. 107-113.

