

**KLASIFIKASI KEMATANGAN BUAH PISANG BERBASIS
SENSOR WARNA DAN SENSOR LOAD CELL MENGGUNAKAN
METODE NAIVE BAYES**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:
Mohammad Faizal Ajizi
NIM: 145150300111030



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

PENGESAHAN

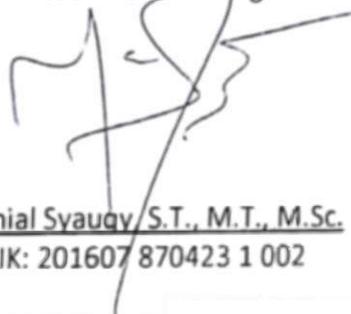
Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Load Cell Menggunakan Metode Naive Bayes

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :
Mohammad Faizal Ajizi
NIM : 145150300111030

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
26 Desember 2018
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dahnil Syaury, S.T., M.T., M.Sc.
NIK: 201607 870423 1 002

Dosen Pembimbing II

Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T
NIK: 201405 881229 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika


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



PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 12 Desember 2018



Mohammad Faizal Ajizi

NIM:145150300111030

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun maksud penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menempuh ujian Sarjana Fakultas Ilmu Komputer. Judul Skripsi yang disusun adalah : “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna dan Sensor *Load Cell* Menggunakan Metode *Naive Bayes*”.

Banyak kesulitan dan hambatan yang dialami oleh penulis dalam menyusun skripsi ini terutama dalam mendapatkan data dan mengolahnya, tetapi semua itu telah diatasi dengan baik berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Berdasarkan hal tersebut, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan doa serta dukungannya.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Heru Nurwasito, Ir., M.Kom. Selaku Wakil Dekan 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 Sabriansyah Rizqika Akbar, S.T, M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Brawijaya Malang.
6. Bapak Dahnil Syauqy, S.T.,M.T.,M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahannya dalam pembuatan skripsi ini.
7. Bapak Mochammad Hannats Hanafi I.,S.ST., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahannya dalam pembuatan laporan skripsi ini.
8. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi ini.
9. Fatma Nur Azhizhu yang telah memberikan do’a, dukungan dan semangat untuk menyelesaikan proses skripsi.
10. Ibu Kos yang telah mendukung untuk menyelesaikan proses penyelesaian skripsi.
11. Pemerintah Kota Kediri dengan Program Beasiswa Sarjananya yang telah memberikan beasiswa dan dukungannya dari awal hingga saat ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu untuk segala kritik dan saran yang membangun penulis ucapkan terimakasih. Penulis mengharapkan semoga laporan skripsi ini dapat berguna bagi yang membutuhkan.

Malang, 18 Desember 2018

Penulis

ABSTRAK

Buah pisang merupakan salah satu buah yang banyak dikonsumsi oleh banyak orang, dikarenakan buah pisang mengandung gizi yang baik. Untuk itulah buah pisang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Budidaya buah pisang dilakukan oleh petani buah pisang ataupun masyarakat awam. Untuk mengetahui kematangan buah pisang, pada umumnya ketika masih di pohon dengan melihat warna dari kulit buah pisang dan dengan memijat tekstur buah pisang. Namun cara tersebut memiliki tingkat kematangan yang berbeda karena persepsi setiap orang berbeda. Untuk kebutuhan produksi dibutuhkan buah pisang dengan kematangan yang pas, untuk itu dibuatlah penelitian tentang kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit buah dan berat buah pisang yang pengambilan keputusannya menggunakan metode *Naive Bayes*. *Prototype* ini dibangun menggunakan Sensor Warna untuk mendeteksi warna dari kulit buah pisang, dan sensor *loadcell* dan modul *HX711* untuk mendeteksi berat dari buah pisang dan Arduino Mega sebagai pemroses data dari sensor dan untuk menampilkan hasil klasifikasi. Berdasarkan hasil pengujian sistem, pengujian untuk sensor *loadcell* mendapatkan tingkat akurasi sebesar 93,89% jika dibandingkan dengan timbangan digital. Untuk sensor warna mendapat tingkat akurasi sebesar 85,53% jika dibandingkan dengan *Corel Photo-Paint*. Dari 10 data uji yang diujikan, ada 1 data yang dihasilkan sistem yang tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya, maka klasifikasi yang dihasilkan sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 90%.

Kata kunci: *klasifikasi naive bayes, buah pisang, sensor warna, sensor berat*

ABSTRACT

Banana fruit is one of the fruits that are consumed by many people, because bananas contain good nutrition. For this reason, many bananas are cultivated by the community. Banana cultivation is done by banana farmers or ordinary people. To find out the maturity of bananas, generally when still in the tree by looking at the color of the banana peel and by massaging the texture of the banana. But this method has a different level of maturity because everyone's perception is different. For production needs, bananas are needed with the right maturity, for that research is made about the maturity of bananas based on the fruit skin color and the weight of bananas that make decisions using the Naive Bayes method. This prototype was built using a Color Sensor to detect colors from banana peels, and loadcell sensors and HX711 modules to detect the weight of bananas and Arduino Mega as data processors from sensors and to display classification results. Based on the results of system testing, testing for loadcell sensors has an accuracy rate of 93.89% when compared to digital scales. The color sensor gets an accuracy rate of 85.53% compared to Corel Photo-Paint. Of the 10 test data tested, there is 1 data generated by the system that is not in accordance with the actual conditions, then the classification produced by the system has an accuracy rate of 90%.

Keywords: naive bayes clasifier, bananas, color sensors, weight sensors

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 Landasan Kepustakaan	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar teori	7
2.2.1 Buah pisang.....	7
2.2.2 Sensor warna	9
2.2.3 Sensor loadcell.....	10
2.2.4 Modul HX711	12
2.2.5 Arduino Mega 2560	12
2.2.6 Led	14
2.2.7 Metode Naive Bayes Classifier	14
BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 Langkah Penelitian	17
3.1.1 Pre Riset	18
3.1.2 Observasi	18
3.1.3 Rekayasa Kebutuhan	18
3.1.4 Perancangan Sistem	18
3.1.5 Implementasi	18
3.1.6 Pengujian dan Analisis	18
3.1.7 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	19

3.2 Metode	19
3.2.1 Blok Diagram Top Level System.....	19
3.2.2 Algoritma	19
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	20
4.1 Gambaran Umum Sistem	20
4.1.1 Prespektif Sistem	20
4.1.2 Karakteristik Pengguna	20
4.1.3 Lingkungan Operasi Sistem.....	20
4.2 Kebutuhan Sistem	21
4.2.1 Kebutuhan Fungsional	21
4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional	21
4.3 Batasan Perancangan Sistem	22
4.4 Asumsi dan Ketergantungan	23
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	24
5.1 PERANCANGAN SISTEM.....	24
5.1.1 Perancangan Mekanik Alat.....	24
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras	24
5.1.3 Perancangan_Perangkat_Lunak	27
5.2 IMPLEMENTASI SISTEM	36
5.2.1 Implementasi Alat Mekanik.....	36
5.2.2 Implementasi Perangkat Keras.....	37
5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak	37
BAB 6 Pengujian dan analisis	43
6.1 Pengujian Akuisisi data sensor warna	43
6.1.1 Tujuan	43
6.1.2 Prosedur.....	43
6.1.3 Hasil	43
6.1.4 Analisis	45
6.2 Pengujian Akuisisi data sensor load cell.....	45
6.2.1 Tujuan	45
6.2.2 Prosedur.....	45
6.2.3 Hasil	46
6.2.4 Analisis	47
6.3 Pengujian Naive Bayes.....	47
6.3.1 Tujuan	47

6.3.2 Prosedur..... 47

6.3.3 Hasil 47

6.3.4 Analisis 48

BAb 7 penutup 49

7.1 Kesimpulan 49

7.2 Saran 50

DAFTAR PUSTAKA..... 51



Daftar Gambar

Gambar 2.1 (a) Buah Pisang Matang (b) Buah Pisang Mentah (c) Buah Pisang Busuk	8
Gambar 2.2 Perubahan warna kulit buah pisang pada setiap <i>stage</i> kematangan .	9
Gambar 2.3 Sensor Warna TCS3200	10
Gambar 2.4 Struktur Sensor Load Cell	11
Gambar 2.5 Modul HX711.....	12
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560.....	13
Gambar 2.7 Lampu LED.....	14
Gambar 3.1 Diagram alir peneelitian	17
Gambar 3.2 Diagram Blok Top Level System	19
Gambar 5.1 Perancangan Alat Tampak Samping	24
Gambar 5.2 Skema Perancangan Perangkat Keras.....	25
Gambar 5.3 Skema Perancangan Sensor Loadcell	25
Gambar 5.4 Skema Perancangan Sensor Warna TCS3200	26
Gambar 5.5 Skema Perancangan Lampu LED	27
Gambar 5.6 Flowchart_dari Perancangan_Perangkat Lunak	33
Gambar 5.7 Flowchart Metode Naive Bayes	34
Gambar 5.8 Flow Chart Pengambilan Keputusan	35
Gambar 5.9 Implementasi Alat Mekanik Tampak Samping.....	36
Gambar 5.10 Implementasi Alat Mekanik Tampak Depan	36
Gambar 5.11 Implementasi Perancangan Perangkat Keras Tampak Samping.....	37
Gambar 5.12 Implementasi Perancangan Perangkat Keras Tampak Atas.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kombinasi frekuensi output	10
Tabel 2.2 Kombinasi Photodiode	10
Tabel 5.2 Data Latih yang digunakan pada sistem	28
Tabel 5.3 Mean dari data latih	29
Tabel 5.4 Standar Deviasi dari data latih	30
Tabel 5.5 Kode Program untuk Sensor Berat	38
Tabel 5.6 Kode Program untuk Sensor Warna	38
Tabel 5.7 Kode Program Naive Bayes	40
Tabel 6.1 Hasil pengujian menggunakan Sensor Warna TCS3200	44
Tabel 6.2 Hasil Pengujian menggunakan Eyedropper tool pada Corel PHOTO-PAINT	44
Tabel 6.3 Tabel Perhitungan Selisih Nilai RGB	44
Tabel 6.4 Tabel Perhitungan eror	45
Tabel 6.5 Hasil Pembacaan data berat menggunakan Timbangan Digital dan Sensor Loadcell dalam gram (g).....	46
Tabel 6.6 Tabel Hasil Pengujian Error Sensor <i>Loadcell</i>	46
Tabel 6.7 Tabel Hasil Pengujian oleh sistem.....	48

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah pisang merupakan salah satu jenis buah konsumsi banyak dikonsumsi oleh banyak orang, dikarenakan buah pisang mengandung gizi yang baik. Buah pisang juga mengandung banyak karbohidrat, dimana karbohidrat sendiri merupakan kandungan yang paling dibutuhkan oleh tubuh untuk diolah menjadi energi. Karena banyak manfaat, buah pisang sangat disukai oleh banyak orang. Kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia merupakan kawasan dimana buah pisang berasal. Kemudian tanaman buah pisang ini menyebar luas ke daerah Amerika Tengah, Amerika Selatan hingga ke kawasan Afrika (Madagaskar). Selanjutnya tanaman ini tersebar hampir merata ke seluruh penjuru dunia di daerah tropis maupun subtropis. Penyebaran tersebut dimulai dari kawasan Asia Tenggara hingga menuju ke wilayah barat melalui Samudera Atlantik, Kepulauan Kanari hingga ke Benua Amerika. Selain menyebar ke kawasan Barat, tanaman buah pisang ini juga menyebar ke kawasan timur melalui Lautan Teduh hingga ke Hawaii (Satuhu dan Supriyadi, 1992).

Karena banyak manfaatnya dan tanaman pisang juga disukai banyak orang, sehingga kebutuhan buah pisang semakin banyak. Selain dikonsumsi, buah pisang juga bisa dijadikan olahan, baik olahan dalam bentuk bahan baku seperti tepung maupun olahan dalam bentuk produk siap makan seperti kripik. Untuk dikonsumsi langsung sudah biasa dilakukan oleh masyarakat, di daerah-daerah tertentu pisang dijadikan olahan camilan seperti kripik dan gethuk pisang. Ada juga perusahaan yang mengolah pisang menjadi olahan bahan baku seperti tepung. Pengolahan dilakukan karena pisang tidak dapat bertahan lama, sehingga perlu diolah menjadi produk olahan dan bahan baku. Hal itulah yang menyebabkan tanaman pisang banyak dibudidayakan, salah satunya di negara Indonesia (Prabawati dkk, 2008). Budidaya buah pisang sendiri banyak ditemui di Indonesia, dan dilakukan oleh petani, namun ada beberapa juga yang dibudidayakan oleh bukan petani. Yang menjadi kendala dalam hal budidaya buah pisang adalah menentukan kematangan buah pisang. Karena dalam menentukan kematangan buah pisang oleh petani yaitu dengan cara melihat ciri-ciri pisang melalui pengamatan secara langsung dan persepsi sehari-hari yang sudah mereka alami secara manual maka akan ada perbedaan antara petani satu dengan yang lainnya.

Namun hal tersebut tidak bisa dikatakan umum, karena setiap petani memiliki penglihatan dan persepsi yang berbeda-beda dalam menentukan kematangan buah pisang. Tingkat kematangan yang dimiliki oleh petani dan perusahaan berbeda, pada petani hanya berpatokan pada warna dan tekstur buah saja. Pada sisi perusahaan, ada skala-skala tertentu yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penentuan kematangan buah pisang. Tingkat kematangan buah pisang juga berdampak pada kandungan-kandungan di dalamnya, hal tersebut sangat menentukan kualitas dari produk tepung nantinya (Berdasarkan hasil wawancara dengan petani buah pisang).

Pada setiap jenis buah pisang mengandung jumlah gizi yang berbeda. Dalam 100 gram dari daging buah pisang, rata-rata memiliki kandungan air sebanyak 70 gram, kemudian pati sebanyak 2,7 gram, protein sebesar 1,2 gram, serat sebanyak 0,5 gram dan lemak sebanyak 0,3 gram. Buah pisang ini dipercaya akan kandungan Potassium yang banyak, karena rata-rata dalam 100 gram daging buah pisang mengandung 400 mg potassium. Potasium merupakan salah satu bahan makanan yang cocok digunakan untuk program diet, karena memiliki kandungan lemak, kolesterol dan garam yang rendah. Buah ini juga kaya akan vitamin, yaitu vitamin A, vitamin C, B6, niacin, thiamin, dan riboflavin. Setiap 100 gram daging buah pisang mengandung energi sebesar 275 kJ – 465 kJ (Ashari, 2006).

Kemajuan teknologi membawa kemudahan dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang. Oleh karena itu, untuk mendapat tingkat kematangan buah pisang yang sesuai dengan kebutuhan industri dibangunlah sistem klasifikasi kematangan buah pisang yang dapat melakukan klasifikasi kematangan buah pisang berdasarkan kualitasnya, terutama dari warnanya. Secara otomatis dengan menggunakan sensor warna TCS3200 dapat melihat kematangan buah pisang berdasarkan warnanya. Dan sedangkan sensor load cell digunakan untuk menentukan kematangan buah pisang berdasarkan beratnya, karena berat buah pisang yang matang, mentah dan busuk berbeda-beda. Perbedaan itu disebabkan oleh perbedaan kandungan gizi pada buah pisang.

Penggunaan sensor warna TCS 3200 karena kulit buah pisang jika terkena cahaya akan terlihat warnanya dengan menggunakan sensor warna TCS 3200 yang memiliki cara kerja mengkonversi warna cahaya ke nilai frekuensi maka akan diperoleh frekuensi-frekuensi warna kulit buah pisang yang berbeda-beda. Frekuensi tersebut akan dikeluarkan berupa output digital berupa pulsa dari hasil pembacaan nilai RGB. Kemudian sensor Load Cell yang memiliki fungsi memberikan keluaran jika ada perbedaan tegangan pada Strain gauge. Strain gauge merupakan sebuah konduktor yang telah diatur yang membentuk susunan zig-zag dan terletak pada permukaan membrane. Ketika pada membrane terjadi peregangan, secara otomatis resistansinya akan meningkat. Secara spesifik, sensor *loadcell* merupakan sensor untuk menghitung berat, dimana nilai resistansi pada strain gauge mengalami perubahan secara otomatis ketika inti besinya loadcell diberi beban (berat). Sensor loadcell memiliki empat kabel, dua diantaranya berfungsi sebagai eksistensi sedangkan dua kabel lainnya sebagai sinyal keluaran (output) yang disambungkan ke modul penguat sinyal. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, digunakanlah algoritma naive bayes. Karena naive bayes mengambil kesimpulan berdasarkan kondisi-kondisi sebelumnya atau berdasarkan data latih yang telah diberikan kepada sistem, sehingga hasil yang diberikan akan lebih akurat dibanding dengan algoritma lainnya.

Dengan memanfaatkan arduino sebagai pemroses masukan dari sensor warna untuk mendeteksi warna dari fisik kulit pisang dan sensor load cell untuk mendeteksi berat dari buah pisang, diharapkan menjadi sebuah sistem yang dapat membantu produsen dalam mengetahui tingkat kematangan buah pisang yang akan diolah. Sistem ini nantinya diharapkan akan memberikan klasifikasi tingkat

kematangannya, kemudian buah pisang diletakkan diatas sensor load cell untuk dibaca beratnya, dan kemudian dibaca warna nya oleh sensor warna TCS3200. Kemudian untuk hasilnya akan dilakukan penyortiran untuk buah yang layak produksi. Dalam hal ini sistem akan berjalan pada konveyor.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diharapkan dengan adanya sistem kalsifikasi kematangan buah pisang bedasarkan sensor warna dan sensor load cell ini dapat membantu industri dalam menyortir buah pisang secara otomatis dan cepat, sehingga didapatkan sistem yang akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan yang dihadapi oleh penulis, maka dilakukan perumusan agar lebih terarah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode naive bayes yang akurat.
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode naive bayes.
3. Bagaimana hasil yang didapatkan dari sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode klasifikasi naive bayes.

1.3 Tujuan

Jika dilihat dari perumusan masalah yang telah dibentuk, didapatkanlah tujuan yang berkaitan dengan rumusan masalah tersebut yaitu :

1. Dapat merancang sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode naive bayes yang akurat.
2. Dapat mengimplementasikan sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode naive bayes.
3. Dapat menghasilkan sistem klasifikasi kematangan buah pisang berbasis sensor warna dan sensor loadcell dengan menggunakan metode naive bayes yang akurat.

1.4 Manfaat

Jika dilihat dari segi fungsional sistem, diharapkan sistem dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Menjadikan produsen agar menyortir buah yang mentah, matang, dan busuk dengan cepat dan efisien.
2. Mempermudah produsen dalam mengetahui buah yang layak diolah sesuai kebutuhan kandungan gizi.
3. Membantu produsen agar tidak salah dalam memilih dan mengolah buah pisang.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dapat dilakukan dengan jelas dan lebih terarah serta tidak menyimpang dari latar belakang yang telah dijelaskan. Maka dari itu, dalam hal ini penulis memberikan batasan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Buah pisang yang digunakan dalam penelitian adalah jenis pisang kepok.
2. Sensor warna yang digunakan adalah TCS3200.
3. Kondisi pencahayaan yang digunakan adalah kondisi ruangan dengan luminasi sebesar 300 lux.
4. Sensor load cell yang digunakan adalah 1 kilogram agar hasil lebih akurat.
5. Klasifikasi ada 3 tingkat, mentah, busuk, matang.
6. Output tingkat kematangan berupa lampu LED, hijau untuk mewakili kondisi matang, biru untuk mewakili kondisi mentah, dan merah untuk mewakili kondisi busuk.

1.6 Sistematika Pembahasan

Agar lebih jelas dalam memahami skripsi ini, penulis melakukan pengelompokan materi yang menjadi beberapa sub bab. Penulisan materi tersebut dilakukan berdasarkan sistematika penulisan dan pembahasan seperti berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini diuraikan mengenai gambaran umum yaitu bagaimana latar belakang yang menjadi dasar dari penelitian yang dilakukan, rumusan masalah yang menjadikan penelitian lebih terarah, tujuan dilakukannya penelitian ini, manfaat yang diperoleh dari penelitian, batasan dari penelitian, serta sistematika penulisan dan pembahasan agar isi dari penelitian yang dilakukan lebih jelas dalam memahami, yaitu penelitian dengan judul “KLASIFIKASI KEMATANGAN BUAH PISANG BERBASIS SENSOR WARNA DAN SENSOR *LOADCELL* MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES”

BAB II : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Dalam bab ini penulis menguraikan beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dan landasan kepustakaan dari penelitian yang dilakukan yaitu “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Loadcell Menggunakan Metode Naive Bayes”. Di dalam bab ini juga akan dijelaskan tentang konsep dasar dari sensor dan alat yang digunakan, mikrokontroler yang digunakan, metode yang digunakan dan informasi yang mengenai batasan dari penelitian yang diberikan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Didalam bab ini dijelaskan mengenai susunan langkah penelitian yang digunakan oleh peneliti didalam penelitian ini. Didalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan langkah penelitian yang meliputi studi literatur, melakukan analisis terhadap kebutuhan yang meliputi kebutuhan fungsional dari sistem, kebutuhan non fungsional sistem, kebutuhan perangkat lunak yang menunjang bekerjanya sistem serta kebutuhan untuk perangkat keras yang digunakan. Kemudian merancang sistem yang digambarkan melalui blok diagram sistem serta mengimplementasikan metode yang digunakan yaitu Naive Bayes

Clasifier untuk pengambilan keputusan berupa hasil dari klasifikasi yang dilakukan oleh sistem.

BAB IV : REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab ini membahas tentang rekayasa kebutuhan untuk membuat prototype dari Sistem Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Loadcell Menggunakan Metode Naive Bayes, yang meliputi kebutuhan sistem. Kebutuhan sistem mulai dari software dan hardware. Pada software meliputi library dan program yang digunakan, sedangkan pada hardware meliputi komponen-komponen yang digunakan pada sistem.

BAB V : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Dalam bab ini menguraikan tentang bagaimana merancang dan mengimplementasikan prototype Sistem Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Loadcell Menggunakan Metode Naive Bayes berdasarkan rekayasa kebutuhan yang telah dijelaskan. Pada Bab ini menjelaskan bagaimana alur dari perancangan sistem, dimulai dari perancangan hardware atau alat, kemudian penulisan kode program. Setelah perancangan hardware selesai kemudian sistem di implementasikan, kode program dimasukkan ke arduino mega melalui arduino IDE.

BAB VI : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam bab ini dibahas mengenai bagaimana pengujian yang dilakukan dan bagaimana menganalisis terhadap prototype Sistem Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Loadcell Menggunakan Metode Naive Bayes. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan data latih terlebih dahulu pada sistem, kemudian di berikan masukan baru. Kemudian sistem akan mengambil data dari sensor, setelah data didapatkan, akan diolah menggunakan metode naive bayes, kemudian diberikan outputnya. Dari hasil yang diberikan maka akan dianalisis, seberapa akurat hasil yang diberikan dengan perhitungan matematisnya secara manual.

BAB VII : PENUTUP

Pada bab ini menguraikan kesimpulan yang telah diperoleh berdasarkan dari perancangan, pengimplementasian, pengujian serta analisis yang dilakukan terhadap prototype sistem. Pembuatan kesimpulan dilakukan berdasarkan dari hasil analisis dari sistem. Pada bab ini penulis juga memberi saran kepada peneliti lain yang akan mengembangkan lebih lanjut mengenai penelitian ini.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah peneliti melakukan studi literatur dari beberapa penelitian, peneliti menemukan beberapa penelitian yang menurut peneliti memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Menurut Mahani (2002), salah satu hal yang sering menjadi persoalan didalam komoditas dari buah pisang adalah ketidaksesuaian antara mutu dari buah pisang yang dihasilkan dengan mutu buah pisang yang dibutuhkan oleh pasar terutama swalayan. Seperti halnya mutu buah pisang ambon yang diinginkan oleh kosumen adalah pisang ambon dengan spesifikasi sebagai berikut, memiliki panjang yang sedang, diameter yang sedang, memiliki bentuk yang agak lurus, warna kulit buah kuning, serta tingkat kemulusan warna kulit yang masih diterima adalah satu sisir minimal 80% buah harus mulus dengan tingkat kematangan yang setengah matang, tingkat kerusakan mekanis yang masih diterima adalah maksimal sebesar 10% buah pada tiap sisirnya, dengan rasa manis penuh dan sisir yang penuh.

Masalah menentukan kematangan buah pisang bagi orang awam bisa saja menjadi masalah yang besar, karena orang awam tidak mengetahui kematangan buah pisang yang sesuai dengan kebutuhan. Saat buah pisang memasuki tahap masak, saat itu buah pisang akan melakukan aktivitas fisiologis, seperti respirasi yang meningkat diawal yang terjadi pada buah klimakterik. Selain itu buah pisang juga mengalami perubahan tekstur yang disebabkan karena terjadinya hidrolisis pati dan degradasi dinding sel pada buah pisang. Buah pisang akan mengalami pelunakan daging buah pisang pada saat proses pemasakan, akan tetapi jika menggunakan suhu yang dingin akan menghambat proses tersebut (Sumadi dkk, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mutiara Riswita B. Dan Ericks Rahmat Swedia, 2017 dalam jurnalnya yang berjudul "APLIKASI PENGOLAHAN CITRA UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG DENGAN MENGGUNAKAN RUANG WARNA HUE" mereka memanfaatkan teknologi pengolahan citra untuk menentukan kematangan buah pisang. Dalam mendeteksi tingkat kematangan dari buah pisang dapat dilakukan dengan mudah cepat oleh manusia. Tingkat kematangan tersebut dilakukan berdasarkan keseharian mereka dan telah tersimpan didalam memori otak mereka bagaimana ciri-ciri buah pisang yang mentah dan matang. Tetapi hal tersebut tidak bisa dijadikan acuan untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang. Karena cara dan persepsi dari setiap orang berbeda dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang. Hue merupakan ukuran dari panjang suatu gelombang yang dominan yang tercampur didalam gelombang cahaya. Didalam suatu gambar digital, untuk memperoleh warna dasar yang telah tercampur dengan gelombang cahaya pada piksels gambar digital dapat diperoleh dengan menggunakan Hue. Untuk aplikasi yang dibuat oleh Mutiara Riswita B. dan Ericks Rahmat Swedia diciptakan dengan tujuan untuk memperoleh tingkat kematangan buah pisang melalui gambar. Untuk pengambilan gambar dilakukan dengan menggunakan kamera ponsel dan

algoritma pengolahan ruang warna Hue untuk menentukan output yang berupa presentase kematangan buah pisang.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Fauzin Amin, 2017 yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Sortir Buah Apel Menggunakan Sensor Warna Dan Sensor Suhu”. Menggunakan sensor warna RGB LDR dan sensor suhu untuk memperoleh tingkat kematangan dari buah apel. Dalam penelitian tersebut, peneliti menggunakan sitem sortir, dan terdapat dua buah sub sistem yaitu *transceiver* dan *receiver*. Buah apel nantinya akan dibaca oleh sensor warna dan sensor suhu yang kemudian data akan dikirim melalui sensor NRF24I01 yang kemudian data akan diproses di arduino. Setelah data diproses di arduino kemudian didapatkan kategori apakah buah tersebut matang atau tidak matang.

Dari beberapa penelitian diatas, dapat disimpulkan memiliki persamaan yaitu melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah. Namun yang membedakan adalah peneliti menggunakan objek buah pisang dan menggunakan sensor warna dan sensor load cell untuk mendapatkan data, yang nantinya akan diproses di arduino berdasarkan tingkat kematangan buah pisang yang lebih akurat. Dalam penelitian ini mengangkat tema sistem klasifikasi kematangan buah pisang berdasarkan sensor warna dan sensor load cell untuk industri secara akurat. Dalam penelitian ini menggunakan satu buah sensor warna untuk mengambil data berupa warna dari kulit pisang yang merupakan salah satu ciri dari kematangan buah pisang, dan satu buah sensor load cell yang digunakan untuk mengambil data berupa berat buah pisang.

2.2 Dasar teori

Dalam dasar teori dibahas mengenai beberapa teori yang dibutuhkan untuk penyusunan penelitian yang dilakukan.

2.2.1 Buah pisang

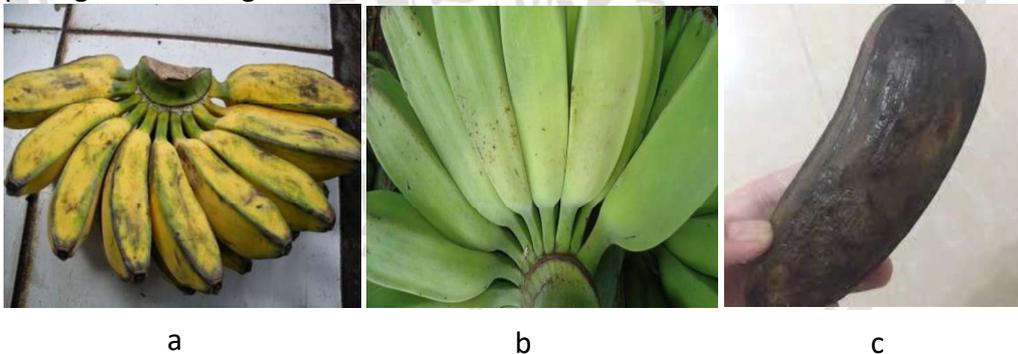
Pisang adalah nama yang diberikan untuk tumbuhan terna berukuran besar yang memiliki daun besar dan memanjang dari suku *Musaceae*. *Musaceae* memiliki beberapa jenis yaitu *Musa Acuminata*, *Musa Balbisina*, dan *Musa Xparadisiaca* yang sama-sama menghasilkan buah untuk dikonsumsi yang memiliki nama sama yaitu buah pisang. Tanaman pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) merupakan tanaman dalam golongan terna monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat dan teratur. Percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan membentuk bunga lalu buah. Bagian bawah batang pisang menggembung berupa umbi yang disebut bonggol. Pucuk lateral (sucker) muncul dari kuncup pada bonggol yang selanjutnya tumbuh menjadi tanaman pisang. Buah pisang umumnya tidak berbiji atau bersifat partenokarpi (Anonim b, 2009).

Daun pisang letaknya tersebar, helaian daun berbentuk lanset memanjang yang panjangnya antara 30-40 cm. Daun yang paling muda terbentuk di bagian tengah tanaman, keluarnya menggulung dan terus tumbuh memanjang. Kemudian secara progresif membuka. Helaian daun bentuknya lanset memanjang, mudah koyak, panjang 1,5-3m, lebar 30-70 cm, permukaan bawah daun berkilin,

tulang tengah penopang jelas disertai tulang daun yang nyata, tersusun sejajar dan menyirip (Suyanti dan Satu, 1992).

Pisang mempunyai bunga majemuk yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas dan jatuh ke tanah jika bunga telah membuka. Bunga betina akan berkembang secara normal, sedang bunga jantan yang berada diujung tandan tidak berkembang dan tetap tertutup oleh seludang dan disebut sebagai jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan. Jumlah sisir betina 5-15 buah, buahnya merupakan buah buni, bulat memanjang dan membengkok, tersusun seperti sisir dua baris, dengan kulit berwarna hijau, kuning, dan coklat. Tiap kelompok buah atau sisir terdiri dari beberapa buah pisang. Berbiji atau tanpa biji, bijinya kecil, bulat, dan warna hitam. Bentuk buah pisang kepok agak gepeng dan bersegi. Karena bentuknya gepeng, ada yang menyebutnya pisang gepeng. Ukuran buahnya kecil, panjangnya 10-12 cm dan beratnya 80-120 g. Kulit buahnya sangat tebal dengan warna kuning kehijauan dan kadang bernoda coklat (Suhardiman, 1997).

Tumbuhan jenis ini menyukai daerah dengan iklim tropis dan lembab, terutama daerah dengan dataran rendah. Pada daerah dengan hujan yang merata sepanjang tahunnya, produksi buah pisang akan berlangsung tanpa mengenali musimnya. Indonesia, kepulauan Pasifik, Brasil dan negara-negara di Amerika Tengah merupakan negara utama pengekspor pisang yang terbesar. Untuk tingkat kematangannya dalam hal ini diklasifikasikan dalam 3 kategori, yaitu pada Gambar (a) merupakan buah pisang dalam kategori matang kemudian Gambar (b) merupakan buah pisang dalam kategori mentah dan Gambar (c) merupakan buah pisang dalam kategori busuk.



Gambar 2.1 (a) Buah Pisang Matang (b) Buah Pisang Mentah (c) Buah Pisang Busuk

Sumber : budidayakita (2016)

Menurut Prabawati dkk (2008) faktor penting yang mempengaruhi mutu buah pisang adalah tingkat ketuaan buah. Jika buah pisang yang dipanen usianya kurang tua, meskipun sudah matang memiliki kualitas yang kurang bagus karena aroma dan rasanya tidak bisa berkembang dengan baik. Begitu juga sebaliknya jika buah pisang dipanen terlalu tua, memiliki masa segar yang singkat tetapi aroma buah dan rasa manis buah kuat. Oleh karena itu jangkauan pemasaran dan tujuan penggunaan buah pisang sangat erat kaitannya dengan tingkat ketuaan buah pisang.

Ciri-ciri buah pisang yang memiliki tingkat ketuaan yang pas dan siap untuk dipanen adalah sebagai berikut :

- 1) Memiliki warna kulit buah atau jari buah yang mendekati hijau muda.
- 2) Buah pisang memiliki bentuk yang padat dan terisi penuh.
- 3) Perubahan pertumbuhan warna daun pisang yang semula hijau muda menjadi hijau tua.
- 4) Umur dari tanaman buah pisang sudah 200 hari hingga 270 hari. (Suhardiman, 1999).

Warna kulit buah digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang. *Commercial standart colour charts* menunjukkan ada tujuh tingkat kematangan buah pisang (Trape dan Jain,2012).

Tahap 1 = semua hijau

Tahap 2 = hijau dengan sedikit kuning

Tahap 3 = lebih banyak hijau daripada kuning

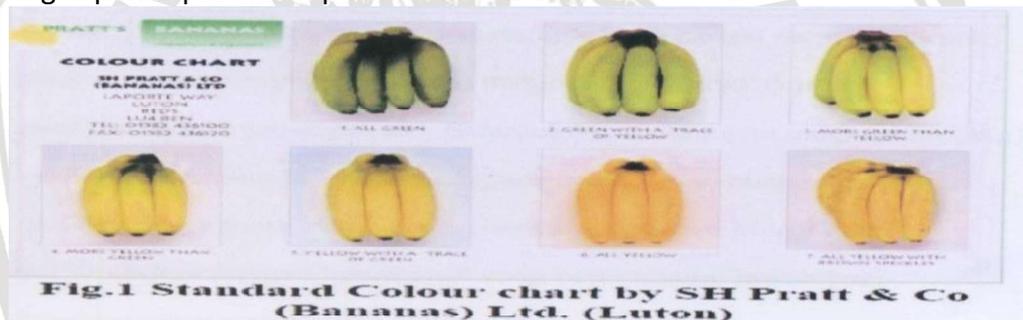
Tahap 4 = lebih banyak kuning daripada hijau

Tahap 5 = kuning dengan sedikit hijau

Tahap 6 = semua kuning

Tahap 7 = kuning semua dengan bintik coklat

Perubahan warna kulit buah pisang kepek pada setiap tahap kematangan buah pisang kepek dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Perubahan warna kulit buah pisang pada setiap tahap kematangan (Sumber: Trape dan Jain, 2012).

2.2.2 Sensor warna

Pada era sekarang manusia telah dibantu dan dipermudah dalam memenuhi kebutuhannya oleh kemajuan dan perkembangan teknologi, dimana teknologi tersebut merupakan hasil dari akulturasi perkembangan zaman dan manusia yang semakin maju dan berkembang. Begitu pula dalam dunia elektronika, yang menuntut otomatisasi dalam segala kebutuhan manusia yang dapat meringankan pekerjaan manusia yang mudah digunakan secara efektif dan efisien sehingga mendatangkan keuntungan bagi manusia. Salah satu contoh teknologi elektronika yang dapat bekerja dalam hal otomatisasi adalah sensor warna, ada banyak jenis sensor warna yang bisa digunakan, dalam hal ini digunakan sensor warna TCS3200 yang sudah banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan. Salah satu fungsinya untuk mengetahui analisi beberapa objek warna yang diletakkan didekat sensor untuk membedakan beberapa jenis objek warna, untuk mengetahui cara kerja sensor warna supaya sensor tersebut dapat bekerja sesuai kebutuhan warna yang diinginkan atau yang diperoleh.

Sensor warna TCS3200 adalah sebuah sensor untuk mendeteksi warna yang terdapat chip sensor Taos TCS3200 didalamnya yang digunakan sebagai pengontrol LED RGB dan LED putih. Sensor TCS3200 dapat mengukur dan mendeteksi warna hampir tak terbatas jumlahnya. Untuk pengaplikasiannya untuk membaca tes strip warna, menyortir warna, pencocokan warna serta cahaya ambient sensing dan kalibrasi. Pada chip Taos TCS3200 ini terdapat beberapa *photodetector* yang memiliki filter warna masing-masing yaitu r,g,b, dan clear. Filter warna tersebut selanjutnya dikirim ke setiap array. Didalam modul ini terdapat *clock* atau *oscilator* yang menghasilkan pulsa square yang berfrekuensi sama dengan warna yang terdeteksi.

Frekuensi output dari sensor ini berkisar pada frekuensi 2Hz ~ 500KHz. Dimana untuk mengombinasikan output bisa dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Kombinasi frekuensi output

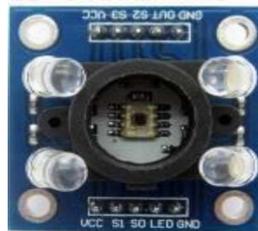
S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALLING (fo)
L	L	Power Down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

Dan untuk mendapatkan kombinasi warna dari filter warna atau photodioda yang digunakan yaitu dengan kombinasi seperti tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Kombinasi Photodioda

S2	S3	Tipe Photodioda
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (No Filter)
H	H	Green

Untuk penampakan dari sensor warna TCS3200 bisa dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Sensor Warna TCS3200

Sumber : TAOS (2009)

2.2.3 Sensor loadcell

Sensor loadcell merupakan sensor untuk mengukur berat dari suatu benda. Sensor ini akan bekerja jika pada inti besinya diberi beban maka pada strain gauganya akan terjadi perubahan nilai resistansi. Pada umumnya sensor loadcell terdapat empat buah kabel, dimana dua buah kabel diantaranya digunakan sebagai resistansi sedangkan dua kabel lainnya digunakan sebagai sinyal keluaran

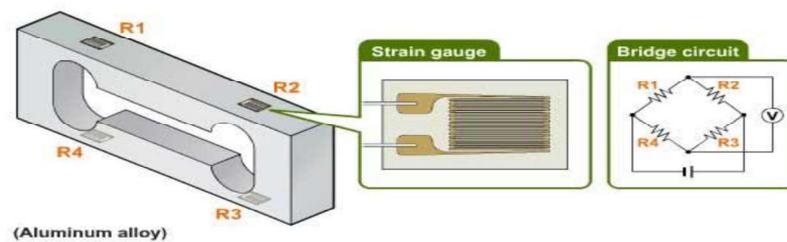
sensor yang disambungkan dengan modul amplifier. Sensor *loadcell* ini merupakan salah satu perangkat elektromekanik yang sering disebut dengan Transducer, yaitu suatu gaya yang memiliki prinsip kerja berdasarkan pada deformasi material yang diakibatkan karena terdapat tegangan mekanis yang bekerja sehingga merubah gaya mekanik menjadi sebuah sinyal listrik. Berdasarkan hasil penemuan Robert Hooke, untuk menentukan tegangan mekanis dilihat berdasarkan akibat dari hubungan antara tegangan mekanis dengan deformasi yang dapat disebut dengan regangan. Regangan ini terjadi di lapisan kulit material sehingga bisa diukur menggunakan sensor regangan atau Strain Gauge.



Gambar 2.3 Sensor Loadcell

Sumber : kitomaindonesia (2013)

Sensor loadcell memiliki beberapa tipe, yaitu Loadcell Double Ended Beam, Loadcell S Beam, Loadcell Single Ended Beam, Loadcell Single Point, dan sebagainya. Sensor loadcell dengan susunan yang paling sederhana adalah sensor loadcell yang hanya terdiri dari Strain Gauge dan Bending Beam. Sensor loadcell Bending Beam merupakan tipe loadcell yang banyak digunakan dalam timbangan digital. Untuk melindungi komponen dari loadcell tersebut dilengkapi beberapa elemen tambahan seperti housing, sealing dan sebagainya, agar elemen dari strain gauge terlindungi. Selama proses penimbangan berlangsung, berat (beban) yang diberikan menyebabkan reaksi terhadap elemen logam pada sensor loadcell sehingga menimbulkan perubahan bentuk secara elastis. Regangan ini menghasilkan gaya positif dan negatif yang dikonversikan kedalam sinyal listrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terdapat pada spring element.



Gambar 2.4 Struktur Sensor Load Cell

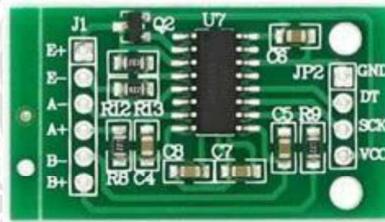
Sumber : kitomaindonesia (2013)

Strain gauge adalah sebuah konduktor yang telah diatur dengan pola zig-zag pada permukaan membrane. Membran tersebut bisa merenggang, sehingga akan meningkatkan resistansinya. Strain gauge merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur berat dari suatu benda dalam ukuran yang besar, sehingga sensor ini banyak digunakan untuk jembatan timbang mobil muatan atau truk dan alat ukur berat dalam skala yang besar. Sensor tersebut tersusun dari

metal foil tipis yang dilekatkan pada permukaan dari Loadcell. Apabila pada loadcell terdapat beban, maka terjadilah strain lalu ditransmisikan ke foil grid. Tahanan foil grid ini berubah sebanding dengan strain induksi beban. Pada umumnya sensor strain gauge merupakan tipe metal foil, yang mana konfigurasi dari grid dibentuk dengan proses photoetching. Karena proses tersebut sederhana, maka ukuran gauge dan bentuk dari grid bisa dibuat berbaagai macam variasi. Untuk ukuran terpendek dari gauge yang tersedia adalah 0.020mm, dan yang terpanjang adalah 102mm. Gauge standar memiliki tahanan 120mm dan 350 Ω , atau bahkan untuk kebutuhan khusus gauge bisa juga memiliki tahanan 500 Ω ,1000 Ω dan 10k Ω .

2.2.4 Modul HX711

Modul ini merupakan sebuah modul amplifier yang digunakan dalam pembuatan timbangan digital, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan nilai resistansi yang sudah terukur kedalam nilai besaran tegangan berdasarkan rangkaian yang telah ada. Modul ini mempunyai struktur rangkaian yang cukup sederhana sehingga penggunaannya mudah dan mendapatkan hasil pengkonversian tegangan yang lebih stabil dan *reliable*. Untuk penampakan dari modul HX711 bisa dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Modul HX711

Sumber : sfe-electronics (2017)

Untuk spesifikasi dari modul HX711 ini adalah sebagai berikut :

1. Tegangan input diferensial sebesar $\pm 40\text{mV}$
2. Akurasi data sebesar 24 bit dengan 24 Analog/Digital *converter chip*
3. *Refresh Frequency* : 80 Hz
4. Beroperasi pada tegangan 5V DC
5. Beroperasi pada arus $< 10\text{mA}$
6. Ukuran dimensi modul 38mm*21mm*10mm

Untuk protokol pengiriman data pada modul HX711 ini menggunakan komunikasi serial. Pin SCK dan DT digunakan untuk mendapatkan data dari sensor loadcell. Pada pin SCK ini digunakan sebagai inputan *clock* yang berfungsi sebagai impuls untuk mengambil data dari sensor loadcell yang dikeluarkan ke pin DT pada modul HX711 ini. Ketika data telah siap untuk dikeluarkan, maka SCK ini akan memberikan impuls untuk mengeluarkan data satu per satu hingga 24 bit data dikeluarkan melalui pin DT.

2.2.5 Arduino Mega 2560

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang bersifat open-source, yang diturunkan dari Wiring platform. Arduino ini dirancang untuk

mempermudah pengembangan serta penggunaan perangkat elektronik pada berbagai bidang. Hardware dari arduino ini adalah prosesor Atmel AVR dan untuk software yang digunakan mempunyai bahasa pemrograman sendiri. Salah satu arduino yang banyak digunakan adalah Arduino Mega 2560, yaitu salah satu mikrokontroler yang berbasis pada chip Atmega 2560. Board Arduino ini merupakan sebuah inovasi terbaru dari board Arduino sebelumnya yaitu Arduino Mega 2560 yang memakai chip ATmega1280. Untuk pemrogramannya, Arduino Mega2560 ini bisa dihubungkan ke personal komputer atau laptop menggunakan kabel USB dan dapat diprogram dengan mudah, karena Arduino kompatibel dengan bahasa pemrograman C atau C++ yang telah di *custom* sehingga menghasilkan sebuah *software* untuk platform pemrograman Arduino. Untuk penampakan Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Arduino Mega 2560

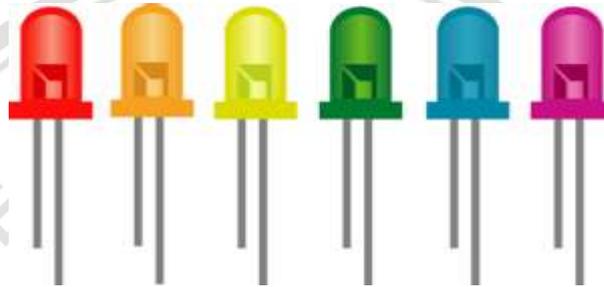
Sumber : arduino.com (2016)

Arduino Mega mempunyai beberapa keunggulan dari Arduino Uno, diantaranya adalah source penyimpanan pada Arduino Mega lebih besar dan jumlah pin digital lebih banyak yaitu 54 pin digital, hal tersebut memberikan kemudahan bagi pengguna untuk menambahkan banyak komponen atau sensor sekaligus. Berikut adalah spesifikasi dari Arduino Mega:

1. Tegangan yang digunakan adalah 5V
2. Tegangan yang direkomendasikan sebagai input adalah sebesar 7-12v
3. Batas tegangan yang dapat digunakan 6-20V
4. Memiliki 54 pin digital dimana 15 pinnya digunakan sebagai output PWM
5. Pin input analog berjumlah 16 pin
6. Arus DC pada setiap pin Input/Output sebesar 40mA
7. Untuk tegangan pada pin 3,3v memiliki arus sebesar 50mA
8. Memiliki *flash memory* sebesar 256KB dimana 8KB dari memory tersebut digunakan sebagai *bootloader*.
9. Menggunakan RAM jenis SRAM sebesar 8 KB
10. Memiliki EEPROM sebesar 4 KB
11. Menggunakan oscillator dengan kecepatan Clock sebesar 16 MHz

2.2.6 Led

LED merupakan kepanjangan dari Light Emitting Diode adalah salah satu dari jenis dioda yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus. Karena lampu LED termasuk dalam keluarga dioda yang memiliki anoda dan katoda maka ketika diberi arus bias maju. Warna cahaya yang dihasilkan tergantung dari bahan semikonduktor yang digunakan. Lampu LED memiliki jenis tersendiri dan bermacam-macam, manfaat dari lampu LED yang sering digunakan adalah sebagai indikator perangkat elektronik seperti pada indikator charger HP, indikator pada power, indikator pada stop kontak dan masih banyak lainnya. Lampu LED bekerja pada tegangan 2,5 – 3 V DC. Lampu LED ini membutuhkan arus yang sangat kecil, oleh karena itu sering digunakan pada lampu sepeda motor terbaru, lampu lalu lintas, lampu senter dan lain-lain. Untuk penampakan lampu LED pada Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Lampu LED

Sumber : jalankatak (2016)

Lampu LED bekerja pada tegangan 2,5 – 3 V DC, oleh karena itu jika ingin menghubungkan dengan tegangan yang lebih tinggi maka harus menambahkan resistor untuk menghambat arus, agar LED tidak rusak. Untuk tegangan 12V resistor yang digunakan sebesar 1K ohm, jika digunakan pada tegangan 220V resistor yang digunakan sebesar 180K ohm. Lampu LED ini terdiri dari satu warna, dua warna, tiga warna serta led RGB.

2.2.7 Metode Naive Bayes Classifier

Metode klasifikasi Naive Bayes merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi yang dikemukakan oleh seorang ilmuwan dari Inggris yang bernama Thomas Bayes. Metode klasifikasi ini menggunakan metode peluang atau probabilitas dan statistika. Algoritma ini melakukan prediksi terhadap peluang yang terjadi di masa depan yang berdasarkan kejadian atau pengalaman yang terjadi pada masa sebelumnya, sehingga sering disebut dengan Teorema Bayes. Ciri yang utama dari algoritma klasifikasi Naive Bayes ini adalah asumsi yang kuat mengenai independensi dari tiap kejadian atau kondisi.

Algoritma Klasifikasi Naive Bayes merupakan algoritma yang bekerja sangat baik dibandingkan dengan algoritma klasifikasi lainnya. Hal tersebut telah dibuktikan dalam jurnal yang ditulis oleh *Xemali, Daniela, Chris J. Hinde, and Roger G. Stone* yang berjudul “*Naive Bayes vs. decision trees vs. neural networks in the classification of training web pages*” pada tahun 2009 mengatakan bahwa

“Klasifikasi Naïve Bayes memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibanding model klasifikasi lainnya”.

Keuntungan dari menggunakan metode ini adalah untuk menentukan estimasi dari parameter yang dibutuhkan untuk melakukan klasifikasi memerlukan data latih atau *training data* yang kecil. Karena telah diasumsikan sebagai variabel independen, maka untuk melakukan klasifikasi hanya membutuhkan varian dari suatu variabel dalam sebuah kelas, tidak menggunakan keseluruhan matriks kovarian.

Dibawah ini adalah rumus dari perhitungan teorema Bayes :

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)} \tag{2.1}$$

Keterangan :

x : Merupakan data dengan class yang belum diketahui

c : Hipotesis data merupakan suatu class spesifik

$P(c|x)$: Probabilitas atau Peluang hipotesis berdasar kondisi (posteriori probability)

$P(c)$: Probabilitas atau Peluang hipotesis (prior probability)

$P(x/c)$: Probabilitas atau Peluang berdasarkan kondisi pada hipotesis

$P(x)$: Probabilitas atau peluang dari c

Pada rumus probabilitas diatas dijelaskan bahwa peluang masuknya sampel suatu karakteristik tertentu kedalam suatu kelas C atau Posterior adalah munculnya kelas C atau biasa disebut *Prior* (sebelum masuknya sampel tersebut), kemudian dikalikan dengan peluang munculnya karakteristik sampel pada kelas C yang biasa disebut dengan *likelihood*, dibagi dengan peluang munculnya karakteristik sampel secara keseluruhan yang biasa disebut dengan *evidence*. Maka dari itu, rumus diatas dapat ditulis juga sebagai berikut :

$$posterior = \frac{prior \times likelihood}{evidence} \tag{2.2}$$

Nilai *evidence* setiap kelas pada satu sampel selalu tetap. Untuk menentukan ke kelas apa suatu sampel tersebut diklasifikasi dilakukan perbandingan nilai dari posterior tersebut hasil perhitungan dengan nilai posterior pada kelas lainnya. Untuk penjabaran lebih lanjut dari rumus Bayes diatas dilakukan dengan menjabarkan $(c|x_1, \dots, x_n)$ menggunakan aturan perkalian sebagai berikut

$$\begin{aligned} P(C|X_1, \dots, X_n) &= P(C)P(X_1, \dots, X_n|C) \\ &= P(C)P(X_1|c)P(X_2, \dots, X_n|C, X_1) \\ &= P(C)P(X_1|c)P(X_2|C, X_1)P(X_3, \dots, X_n|C, X_1, X_2) \\ &= P(C)P(X_1|c)P(X_2|C, X_1)P(X_3|C, X_1, X_2) \\ &\quad \dots P(X_n|C, X_1, X_2, \dots, X_{n-1}) \end{aligned} \tag{2.3}$$

Dapat dilihat dari penjabaran diatas bahwa hasil penjabaran tersebut menjadikan semakin banyak dan kompleks faktor syarat yang mempengaruhi nilai probabilitas dari suatu sampel yang hampir tidak mungkin untuk dianalisis. Sehingga menyebabkan perhitungan tersebut menjadi sulit untuk dilakukan. Disinilah asumsi independensi yang sangat tinggi atau naif digunakan, bahwa masing-masing petunjuk saling bebas atau independen satu sama lain. Dengan asumsi independensi tersebut, maka berlaku kesamaan sebagai berikut.

$$P(c|X_1, \dots, X_n) = P(c) \prod_{i=1}^n P(X_i|c) \tag{2.4}$$

$$P(c|X) = P(x_1|c)P(x_2|c) \dots P(x_n|c)P(c) \tag{2.5}$$



Persamaan diatas merupakan model dari Teorema Naive Bayes yang selanjutnya akan digunakan untuk proses klasifikasi. Untuk klasifikasi dengan jumlah data yang kontinyu digunakan rumus Densitas Gauss :

$$P = (X_i = x_i | Y_i = y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}}} e^{-\frac{(x_i - u_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2.6)$$

Densitas Gauss

Keterangan :

P : Peluang atau probabilitas

X_i : Atribut ke i

x_i : Nilai dari atribut ke i

Y : Kelas akan yang dicari

y_j : Sub kelas dari Y yang dicari

u : Mean, menyatakan rata rata dari seluruh atribut

σ : Standar deviasi, menyatakan varian dari seluruh atribut

Mean atau rata-rata

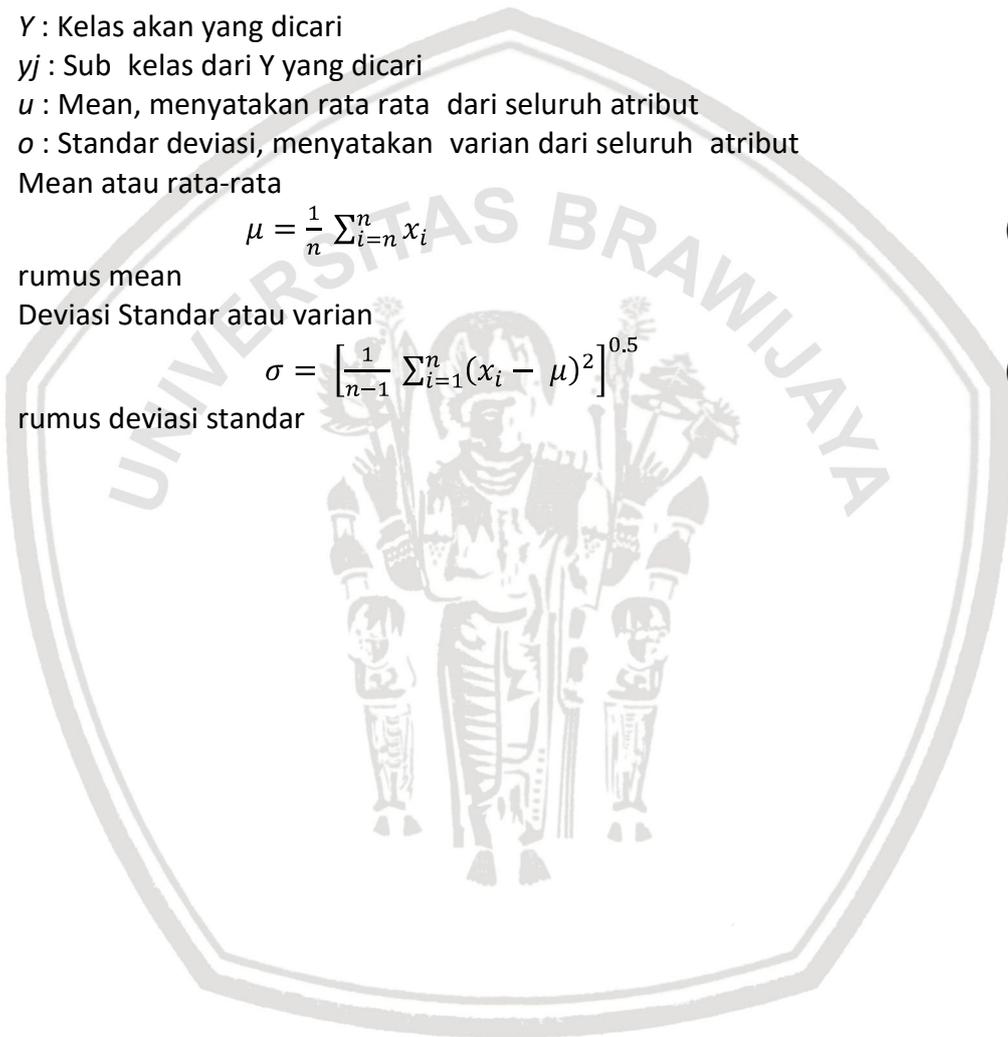
$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.7)$$

rumus mean

Deviasi Standar atau varian

$$\sigma = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \right]^{0.5} \quad (2.8)$$

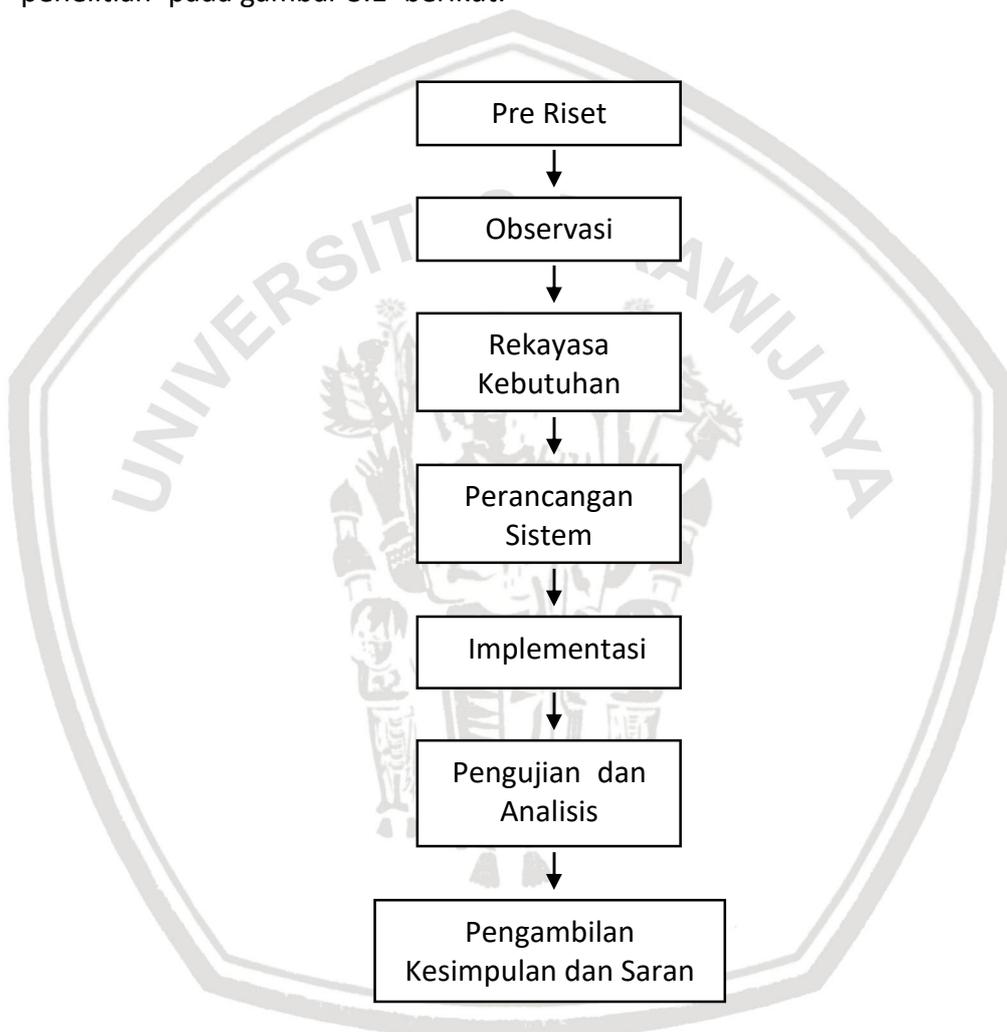
rumus deviasi standar



BAB 3 METODOLOGI

3.1 Langkah Penelitian

Metodologi penelitian dilakukan untuk menjelaskan mengenai metode yang digunakan dalam penelitian dan langkah penelitian yang dilakukan pada penulisan penelitian ini. Metodologi yang dilakukan penulis dalam penulisan ini ada enam tahapan yaitu pre riset, observasi, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian dan analisis mengenai sistem, serta pengambilan kesimpulan dan saran dari penelitian ini. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat diagram alir penelitian pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.1.1 Pre Riset

Pre Riset atau Pra Penelitian adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi utama mengenai topik yang berpotensi untuk penelitian menggunakan sumber referensi yang beragam. Pre-riiset dapat dilakukan dengan berbagai cara berupa perumusan masalah, pengamatan masalah secara langsung di lapangan, pengembangan kerangka pikiran hingga penyusunan proposal. Tujuan dilakukan pre riset adalah sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian dan untuk memperkuat penelitian dan menjadikan dasar untuk mengimplementasikan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pisang.

3.1.2 Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui ciri kematangan buah pisang. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan akan diperoleh gambaran yang jelas tentang permasalahan yang akan dihadapi dan cara untuk memecahkan masalah tersebut. Tempat yang digunakan untuk observasi yaitu tempat para ahli yang mengetahui ciri-ciri kematangan buah pisang. Data yang diambil pada saat observasi yaitu berupa data ciri-ciri buah pisang yang mentah, matang dan busuk. Yang dilihat dari warna dan beratnya.

3.1.3 Rekayasa Kebutuhan

Rekayasa Kebutuhan dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian. Dalam Rekayasa Kebutuhan ini di dapatkan beberapa hal yang dibutuhkan oleh sistem secara keseluruhan agar sistem dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Dalam hal ini, dilakukan perincian secara detail mengenai gambaran umum dari sistem ini, kebutuhan dari sistem ini, batasan perancangan sistem, asumsi serta ketergantungan dari sistem ini.

3.1.4 Perancangan Sistem

Tahap perancangan dari sistem dilakukan setelah melakukan observasi. Perancangan sistem ini dilakukan agar proses pengembangan sistem nantinya dilakukan dengan mudah. Proses perancangan sistem yang dilakukan adalah perancangan secara arsitektural atau gambaran, kemudian membuat blok diagram dari sistem, lalu melakukan perancangan alat atau hardware, perancangan perangkat lunak atau software kemudian perancangan untuk pengujian alat atau sistem.

3.1.5 Implementasi

Pada tahap implementasi, pengimplementasian dilakukan berdasarkan hasil dari observasi yang dilakukan dan bagaimana perancangan sistem yang telah dilakukan. Proses implementasi ini diperlukan supaya sistem yang telah dirancang dapat berfungsi sesuai dengan apa yang diinginkan atau sesuai dengan kebutuhan dari pengguna. Tahap implemetasi ini berisi tentang implementasi perangkat keras atau alat dan implementasi perangkat lunak atau kode program. Untuk implementasi alat atau perangkat keras ini menguraikan tentang bagaimana spesifikasi dari lingkungan untuk pengembangan sistem, bagaimana batasan-batasan untuk pengimplementasian sistem, dan implementasi kode program.

3.1.6 Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisis ini dilakukan untuk mengetahui bahwa alat atau sistem sudah berfungsi sesuai dengan apa yang dirancangkan atau belum.

Pengujian dilakukan untuk memastikan tidak adanya eror dan kesalahan pada sistem, baik itu kesalahan pembacaan data dari sensor, perhitungan metodenya ataupun kesalahan yang lainnya. Setelah pengujian selesai dilakukan, kemudian dilakukanlah analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan.

3.1.7 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

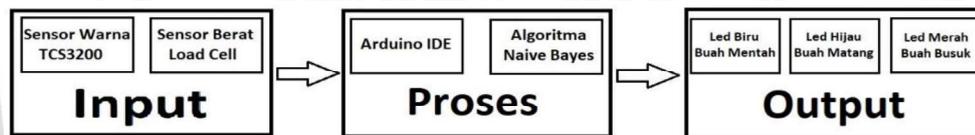
Pengambilan kesimpulan dilakukan berdasarkan dari hasil perancangan sistem, implementasi sistem dan hasil pengujian dari sistem yang telah dilakukan. Untuk saran yang akan diberikan digunakan sebagai koreksi kesalahan yang terjadi pada sistem dan untuk menyempurnakan sistem sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna dan berat menggunakan metode naive bayes menjadi sistem yang lebih baik lagi.

3.2 Metode

Pada sub bab ini akan dijelaskan bagaimana alur dan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam bab ini juga menjelaskan mengenai blok diagram top level system dan bagaimana metode dalam sistem ini bekerja untuk menyelesaikan masalah.

3.2.1 Blok Diagram Top Level System

Berikut ini adalah Blok diagram sistem yang dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram Blok Top Level System

3.2.2 Algoritma

Metode klasifikasi Naive Bayes merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi yang dikemukakan oleh seorang ilmuwan dari Inggris yang bernama Thomas Bayes. Metode klasifikasi ini menggunakan metode peluang atau probabilitas dan statistik. Algoritma ini melakukan prediksi peluang yang terjadi di masa depan berdasarkan kejadian atau pengalaman dari masa sebelumnya, sehingga sering disebut dengan Teorema Bayes.

Algoritma Klasifikasi Naive Bayes merupakan algoritma yang bekerja sangat baik dibandingkan dengan algoritma klasifikasi lainnya. Hal tersebut telah dibuktikan dalam jurnal yang ditulis oleh *Xemali, Daniela, Chris J. Hinde, and Roger G. Stone* yang berjudul “*Naive Bayes vs. decision trees vs. neural networks in the classification of training web pages*” pada tahun 2009 mengatakan bahwa “Klasifikasi Naive Bayes memiliki tingkat akurasi yang lebih baik disbanding model klasifikasi lainnya”. Keuntungan dari menggunakan metode ini adalah untuk menentukan estimasi dari parameter yang dibutuhkan untuk melakukan klasifikasi memerlukan data latih atau *training data* yang kecil. Karena telah diasumsikan sebagai variable independen, maka untuk melakukan klasifikasi hanya membutuhkan varian dari suatu variabel dalam sebuah kelas, tidak menggunakan keseluruhan matriks kovarian

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Di dalam bab rekayasa kebutuhan ini akan diuraikan mengenai berbagai kebutuhan dari sistem secara keseluruhan, dimulai dari gambaran umum tentang sistem ini, kebutuhan dari sistem agar sistem berfungsi, batasan perancangan dari sistem dan asumsi serta ketergantungan dari sistem ini.

4.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem ini dibangun untuk menyortir buah pisang yang layak untuk diproduksi atau diolah pada mesin konveyor. Pada sistem ini akan dilakukan atau disortir berdasarkan tingkat kematangan buah pisang tersebut. Tingkat kematangan buah pisang pada sistem ini ada 3 kategori, yaitu mentah, matang, dan busuk. Sistem ini akan memperoleh data tingkat kematangan buah pisang dari 2 sensor, yaitu sensor warna dan sensor load cell. Sensor warna digunakan untuk memperoleh data kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit pisang, sensor load cell akan memperoleh data kematangan buah pisang berdasarkan berat buah. Ada 4 tahap sistem ini dalam memperoleh data, pertama membaca data dari sensor load cell, setelah selesai maka akan membaca data dari sensor warna pada pangkal buah pisang, setelah selesai kemudian membaca data pada bagian tengah buah pisang, setelah selesai kemudian membaca data pada bagian ujung buah pisang. Setelah selesai membaca data dan memperoleh data, kemudian sistem akan menghitung berdasarkan metode yang telah ditentukan. Setelah selesai menghitung maka akan diperoleh hasil klasifikasi yang berupa kategori mentah, matang, atau busuk.

4.1.1 Prespektif Sistem

Sebuah sistem dapat dikatakan bekerja dengan benar apabila sesistem tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan yaitu sistem mampu memberikan klasifikasi kematangan buah pisang berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembacaan melalui sensor warna dan sensor load cell. Hasil klasifikasi yang didapat ditentukan berdasarkan metode *naive bayes*, kemudian output akan ditampilkan dari indikator LED RGB, dimana ada 3 kondisi LED yaitu Led Biru untuk menunjukkan kondisi buah mentah, LED Hijau untuk menunjukkan kondisi buah matang, dan LED Merah untuk menunjukkan buah busuk.

4.1.2 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna diperuntukkan bagi perusahaan atau industri pengolahan buah pisang untuk dijadikan tepung atau lainnya, yang mempertimbangkan tingkat kematangan buah pisang yang sesuai. Industri dalam skala besar atau kecil yang menginginkan keakuratan dalam menyortir kematangan buah pisang.

4.1.3 Lingkungan Operasi Sistem

Pada dokumentasi ini dibutuhkan lingkungan yang mendukung sistem agar bekerja dengan baik yaitu :

1. Pengujian sistem dilakukan tanpa menggunakan konveyor, untuk penggantinya buah pisang ditarik manual dengan tangan terlebih dahulu.

2. Pengujian sistem dilakukan ketika cahaya ruangan tidak terlalu gelap, tidak terlalu terang agar pembacaan sensor warna dapat akurat.

4.2 Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem menjelaskan tentang beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan dengan baik, kebutuhan sistem meliputi kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan ini merupakan kebutuhan yang digunakan untuk mengetahui apa saja fungsi yang harus dicapai oleh sistem dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa kebutuhan fungsional yang terdapat pada penelitian ini :

1. Fungsi sistem dapat membaca data dari sensor warna.

Fungsi sistem yang harus dipenuhi berupa sensor warna mampu membaca data nilai RGB dari buah pisang yang akan dibaca warnanya kemudian data nilai RGB akan dikirim ke prosesor untuk diolah.

2. Fungsi sistem dapat membaca data dari sensor load cell.

Fungsi sistem yang harus dipenuhi adalah sistem mampu membaca data berat buah pisang dari sensor load cell kemudian data yang diperoleh dikirim ke prosesor untuk diolah.

3. Sistem dapat memberikan klasifikasi kematangan buah pisang.

Fungsi ini mengharuskan sistem dapat memberikan klasifikasi tingkat kematangan buah pisang dari data yang diperoleh dari sensor dan telah diolah menggunakan metode naive bayes.

4. Sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi.

Fungsi ini yang harus dipenuhi adalah sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi kematangan buah pisang. Hasil klasifikasi tersebut ditampilkan dalam indikator berupa lampu LED R,G dan B. Indikator tersebut mewakili kondisi kematangan buah pisang, lampu nyala warna Merah yang mengindikasikan buah Busuk, lampu nyala warna Biru yang mengindikasikan buah Mentah, lampu menyala warna Hijau yang mengindikasikan buah Matang.

4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan tersebut merupakan suatu kebutuhan untuk mendukung agar kebutuhan fungsional sistem tercapai, kebutuhan non-fungsional dibagi menjadi 2 yaitu kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras merupakan kebutuhan perangkat keras atau *hardware* yang digunakan didalam sistem yang mendukung agar sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan. Berikut ini adalah beberapa perangkat keras yang dibutuhkan oleh sistem antara lain :

1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 ini digunakan untuk mengolah data inputan menjadi hasil keluaran sistem. Arduino Mega 2560 merupakan mikrokontroler yang dapat menyimpan nilai yang dibaca oleh sensor yang kemudian diproses oleh

- Arduino 2560 sehingga mendapatkan hasil berupa klasifikasi tingkat kematangan buah pisang.
2. Sensor warna TCS3200
Sensor Warna TCS 3200 digunakan untuk membaca data berupa nilai RGB dari warna kulit buah pisang.
 3. Sensor Load Cell 1kg
Sensor Load Cell merupakan sensor berat yang digunakan untuk mengukur berat dari buah pisang.
 4. Modul HX711
Modul HX711 digunakan untuk meningkatkan tegangan dari sensor load Cell agar dapat dibaca oleh mikro controller.
 5. LED RGB
LED RGB ini digunakan sebagai indikator yang menunjukkan tingkat kematangan buah pisang
 6. Laptop
Laptop digunakan sebagai pemberi kontrol pemrograman bahasa C++ pada Arduino Mega 2560 melalui software IDE.
 7. Solder dan Timah
Solder dan Timah digunakan untuk menyambungkan komponen yang belum tersambung ke modul.

4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan perangkat lunak merupakan kebutuhan akan perangkat lunak yang digunakan agar sistem dapat berfungsi dengan baik. Berikut ini adalah beberapa perangkat lunak yang digunakan oleh sistem :

1. Arduino IDE
Arduino IDE adalah sebuah aplikasi yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler arduino mega 2560 agar bekerja sesuai dengan yang diharapkan.
2. Library HX711
Library HX711 adalah sebuah library yang digunakan untuk modul amplifier sekaligus ADC yang digunakan untuk sensor load cell.
3. Algoritma Klasifikasi
Algoritma klasifikasi digunakan untuk melakukan klasifikasi kematangan buah pisang, klasifikasi dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu matang, mentah dan busuk.

4.3 Batasan Perancangan Sistem

Adapun batasan dari sistem yang menjadi standar dari sistem ini, agar sistem berjalan dengan baik dan tidak ada kendala.

1. Sensor load cell yang digunakan satu buah yaitu yang memiliki berat maksimal 1 kg agar memiliki sensitifitas yang tinggi, agar hasilnya lebih akurat.
2. Sensor warna yang digunakan 1 buah, akan lebih akurat jika kondisi pencahayaan disekelilingnya tidak terlalu gelap dan tidak terlalu terang.
3. Tegangan yang digunakan sistem adalah DC 3-5 v.
4. Klasifikasi dibagi menjadi 3 kelas yaitu matang, mentah dan busuk.

4.4 Asumsi dan Ketergantungan

Berikut adalah asumsi dan ketergantungan dari sistem :

1. Sensor warna memerlukan kondisi pencahayaan yang pas dengan luminasi sebesar 300 lux agar dapat membaca data dengan akurat.
2. Seluruh komponen dari sistem bergantung pada sumber yang memiliki tegangan 3-5v.



BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Dalam bab perancangan dan implementasi ini akan dijelaskan tentang bagaimana perancangan dan implementasi dari sistem “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna dan Sensor *Load Cell* Dengan Menggunakan Metode *Naive Bayes*”. Ada dua macam perancangan yang dilakukan yaitu perancangan perangkat keras atau alat (hardware) dan perancangan perangkat lunak atau kode program (software).

5.1 PERANCANGAN SISTEM

Pada sistem yang dirancang, sistem dapat melakukan *klasifikasi* kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit dan berat dari buah pisang. Inputan sistem berupa data berat dari buah pisang dan data nilai RGB dari warna kulit buah pisang yang diolah dengan menggunakan mikrokontroler. Output dari sistem ini diambil menggunakan metode *naive bayes* untuk sebagai pengambilan keputusan berupa klasifikasi tingkat kematangan buah pisang.

5.1.1 Perancangan Mekanik Alat

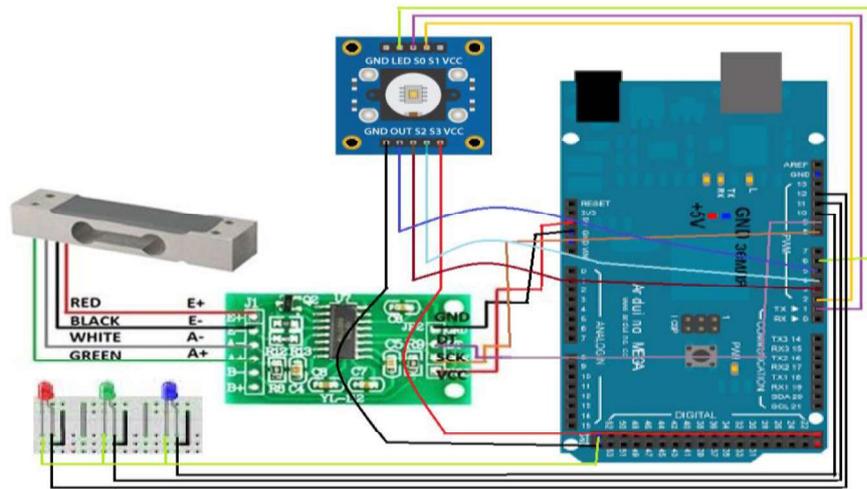
Dalam perancangan mekanik alat, menggunakan sensor warna, sensor load cell dan modul hx711, peletakan sensor dan modul menggunakan alas kayu, yang berbentuk persegi. Kayu tersebut digunakan sebagai titik tumpu dari sensor load cell. Pada sisi untuk titik beban, diberi penampang berbentuk bulat dari bahan plastik. Untuk sensor warna diletakkan dengan penyangga dari plat besi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 5.1 berikut :



Gambar 5.1 Perancangan Alat Tampak Samping

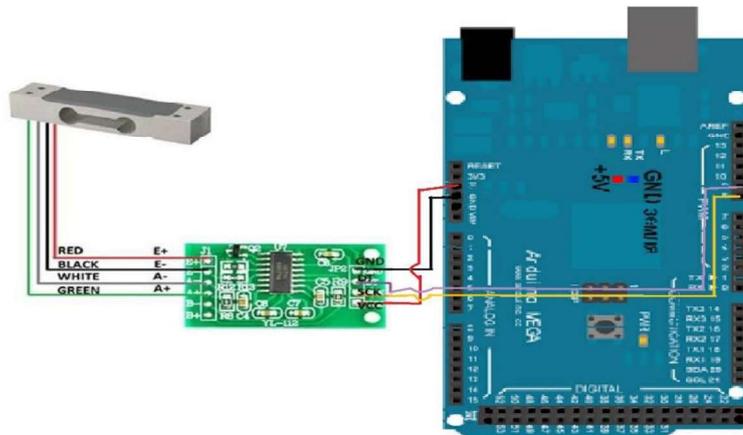
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (hardware) ini dilakukan untuk membangun sistem *klasifikasi* yang menggunakan mikrokontroler sebagai alat untuk memroses data dan menerapkan metode *naive bayes* dalam penentuan output. Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Mega 2560. Data inputan dari sistem ini adalah nilai RGB dari kulit buah pisang yang dibaca menggunakan sensor warna dan data berat dari buah pisang yang dibaca menggunakan sensor *loadcell*. Untuk melihat detail dari gambaran perancangan perangkat keras yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut :



Gambar 5.2 Skema Perancangan Perangkat Keras

Pada *wiring* diagram diatas, input data pada sistem berupa sensor warna dan load cell. Selanjutnya data dari sensor warna dan load cell yang telah diambil akan di proses di Arduino sehingga sistem memberikan tingkat klasifikasi kematangan buah pisang. Selanjutnya hasil dari proses pengolahan data yang dilakukan pada Arduino akan ditampilkan melalui indikator LED. Untuk lebih jelasnya mengenai koneksi pin dari skema diatas dapat dilihat pada gambar 5.3, gambar 5.4 dan gambar 5.5 berikut :

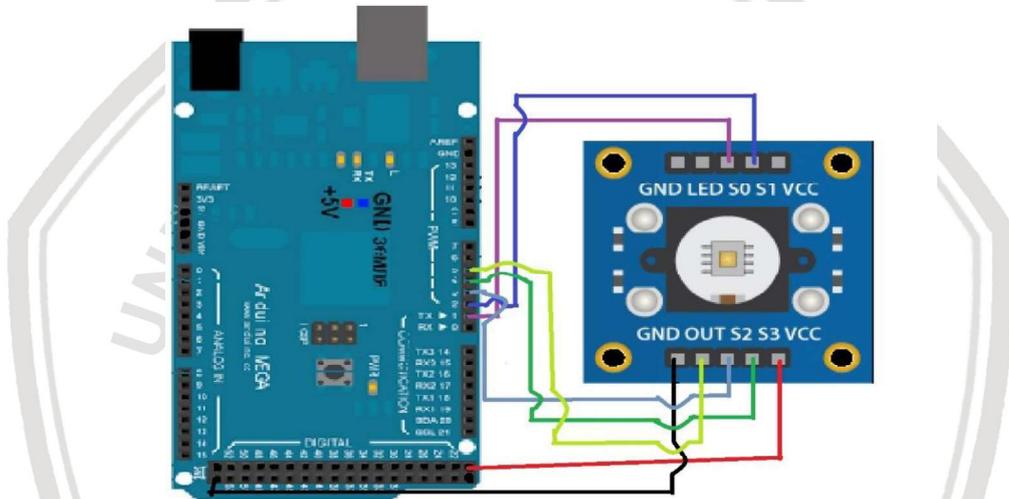


Gambar 5.3 Skema Perancangan Sensor Loadcell

Pada gambar skema diatas, pin dari *loadcell* dihubungkan dengan pin pada modul HX711 yaitu modul apmlifier untuk meningkatkan tegangan dari sensor *loadcell*, agar hasil pembacaan sensor tersebut terbaca oleh arduino. Pembacaan data dilakukan melalui pin SCK sebagai clock input modul HX711 dan pin DT sebagai data output dari modul HX711 yang telah dijelaskan pada Bab 2. Untuk lebih jelasnya mengenai koneksi pin-pin yang digunakan bisa dilihat pada Tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 Koneksi Pin sensor loadcell dengan Arduino

Pin Arduino Mega	Pin Modul HX711	Pin Load Cell Sensor
Vcc	Vcc	-
Gnd	Gnd	-
8	SCK	-
9	DT	-
-	E+	Red
-	E-	Black
-	A-	White
-	A+	Green

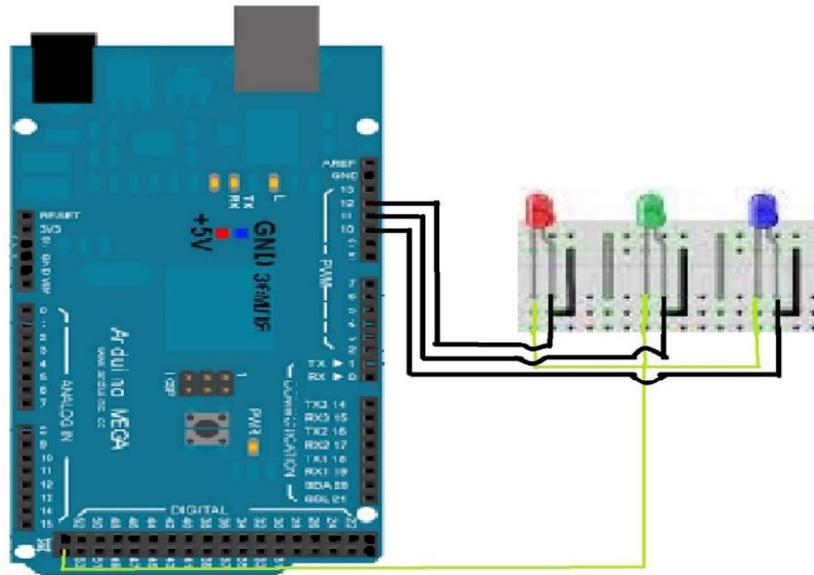


Gambar 5.4 Skema Perancangan Sensor Warna TCS3200

Pada gambar skema diatas, pin dari sensor warna dihubungkan dengan Arduino, agar hasil pembacaan data dari sensor warna TCS3200 dapat diolah pada Arduino Mega2560. Untuk lebih jelasnya mengenai pin-pin yang dihubungkan, dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 5.2 Koneksi Pin Sensor Warna TCS3200 ke Arduino Mega2560

Pin Arduino Mega	Pin Sensor Warna
Vcc	Vcc
Gnd	Gnd
1	S0
2	S1
3	S2
4	S3
5	Out
6	Led



Gambar 5.5 Skema Perancangan Lampu LED

Pada gambar skema diatas, pin dari kutub positif dari lampu LED dihubungkan dengan pin-pin pada Arduino Mega2560 agar dapat menampilkan indikator dari hasil klasifikasi yang telah diolah pada mikrikontroler Arduino Mega2560. Untuk lebih jelasnya mengenai pin-pin yang diguknan untuk LED dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut :

Tabel 5.3 Koneksi pin untuk LED

Pin Arduino Mega	Indikator LED
Gnd	Kutub negatif
10	Led Blue
11	Led Green
12	Led Red

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada proses perancangan yang dilakukan pada sistem ini adalah perancangan data dari buah pisang yang akan diklasifikasi dan perancangan kode program yang dibuat melalui perangkat lunak untuk memprogram mikrokontroler arduino khususnya yaitu Arduio IDE. Data buah pisang yang akan diklasifikasi dibagi dalam tiga kelas, yaitu buah pisang dengan kondisi mentah, matang dang busuk. Buah dengan kondisi mentah didefinisikan memiliki warna kulit buah yang dominan hijau dengan berat diatas 100 gram per buahnya, buah dengan kondisi matang didefinisikan memiliki warna kulit buah yang dominan kuning dengan berat berkisar antara 90-100 gram, kemudian buah pisang dengan kondisi busuk didefinisikan memiliki kulit berwarna coklat kehitaman dengan berat per buahnya berkisar antara 80-90 gram. Kode program yang dibuat berupa

kode untuk sensor warna agar dapat mengambil data berupa nilai RGB dari warna kulit buah pisang dan sensor *loadcell* agar dapat mengambil data berupa berat dari buah pisang. Data dari dua sensor itu akan disimpan di suatu variabel yang akan diproses untuk menentukan Peluang yang nantinya akan diambil keputusan berdasarkan data latih yang sudah ada dan menggunakan metode *naive bayes*.

5.1.3.1 Kalibrasi Wadah Sensor LoadCell

Sensor loadcell agar dapat mendapatkan hasil yang akurat harus dilakukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan mengacu pada *datasheet* dari loadcell yang digunakan dan library dari modul hx711. Pada kalibrasi ini terdapat suatu nilai yang disebut dengan *calibration factor* yang berguna sebagai angka untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang akurat. Dalam hal ini dilakukan kalibrasi menggunakan benda yang telah diketahui beratnya dan ditimbang menggunakan timbangan digital dan memiliki hasil yang sama. Untuk melakukan kalibrasi pada loadcell dengan wadah yaitu menimbang benda tersebut menggunakan loadcell hingga hasil timbangan sama dengan berat sesungguhnya. Untuk mendapatkan berat benda yang sebenarnya pada loadcell dengan wadah dilakukan dengan cara merubah nilai *calibration factor* hingga di dapatkan hasil yang akurat.

5.1.3.2 Perancangan Data Latih

Untuk perancangan data latih dilakukan dengan cara pengambilan sampel dari buah pisang yang akan diklasifikasi. Pengambilan data dari sensor warna dilakukan pada saat lumensi sebesar 300 lux. Untuk masing-masing kelas berjumlah 10 data, meliputi data nilai r, nilai g, nilai b, dan nilai berat. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 5.2 berikut :

Tabel 5.1 Data Latih yang digunakan pada sistem

Buah ke	nilai r	nilai g	nilai b	nilai berat	kategori
1	125	115	41	111,4	matang
2	121	114	39	94,5	matang
3	121	114	39	94,9	matang
4	117	111	37	94,5	matang
5	129	112	37	168,1	matang
6	128	112	37	95,4	matang
7	129	113	39	95,8	matang
8	120	112	38	96	matang
9	127	112	38	94,6	matang
10	128	111	37	94,1	matang
11	45	23	23	105	busuk
12	39	26	16	90,6	busuk
13	37	25	16	89,9	busuk
14	46	24	23	90,4	busuk
15	37	26	15	91,2	busuk
16	38	26	15	90,8	busuk
17	37	27	15	89,5	busuk

18	46	25	14	88,7	busuk
19	37	24	15	92	busuk
20	37	25	16	91,5	busuk
21	69	77	55	104,3	mentah
22	68	78	46	105,5	mentah
23	68	77	56	104	mentah
24	69	79	67	103	mentah
25	68	77	56	105	mentah
26	59	80	58	103,5	mentah
27	57	69	59	104	mentah
28	58	71	48	104,8	mentah
29	68	71	57	107,4	mentah
30	59	70	49	106,3	mentah

5.1.3.3 Perancangan Mean dan Standar Deviasi

Untuk perancangan Mean dan Standar Deviasi ditentukan berdasarkan perhitungan menggunakan rumus mean dan standar deviasi yang terdapat pada bab 2. Berdasarkan rumus 7 pada bab 2 maka diperoleh perhitungan mean sebagai berikut :

Mean dari nilai r pada kondisi buah matang :

n = 10 yaitu banyak data nilai r pada kondisi buah matang

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\mu = \frac{1}{10} (125 + 121 + 121 + 117 + 129 + 128 + 129 + 120 + 127 + 128)$$

$$\mu = \frac{1}{10} (1245)$$

$$\mu = 124,5$$

Dari hasil perhitungan seperti diatas, sehingga diperoleh data pada Tabel 5.3 berikut :

Tabel 5.2 Mean dari data latihan

	matang	busuk	mentah
mean r =	124,5	39,9	64,3
mean g =	112,6	25,1	74,9
mean b =	38,2	16,8	55,1
mean berat =	103,93	91,96	104,78

Berdasarkan rumus 8 pada bab 2 diatas maka diperoleh perhitungan standar deviasi sebagai berikut :

Standar deviasi untuk nilai b pada kondisi buah matang, dengan nilai mean(μ) sebesar 38,2 dan banyak data(n) sebanyak 10 adalah :

$$\sigma = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \right]^{0.5}$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \mu)^2 \right]^{0.5}$$



$$\sigma = \left[\frac{1}{9} ((41 - 38,2)^2 + (39 - 38,2)^2 + (39 - 38,2)^2 + (37 - 38,2)^2 + (37 - 38,2)^2 + (37 - 38,2)^2 + (39 - 38,2)^2 + (38 - 38,2)^2 + (38 - 38,2)^2 + (37 - 38,2)^2) \right]^{0.5}$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{9} \cdot 15,6 \right]^{0.5}$$

$$\sigma = [1,7333]^{0.5}$$

$$\sigma = 1,316561$$

Dari hasil perhitungan seperti diatas, maka didapatkan data standar deviasi pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.3 Standar Deviasi dari data latihan

	matang	busuk	mentah
sd r	4,377975	4,040077	5,250397
sd g	1,349897	1,197219	4,148628
sd b	1,316561	3,32666	6,154492
sd berat	23,13823	4,683114	1,333167

Untuk pengujian naive bayes, dimasukkan sebuah data baru dengan nilai R = 121, G = 103, B=42, Berat = 89,7 dengan kondisi buah diketahui Matang . Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut.

- R = 121
- G = 103
- B = 42
- Berat = 89,7

Pertama hitung Peluang untuk atribut nilai R yang disebut dengan Pr pada tiap-tiap kelas.

$$\begin{aligned} - \Pr (Xi = 121 | Y = Matang) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 4,377975}} \cdot 2,718^{-\frac{(121-124,5)^2}{2 \cdot (4,377975)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{27,49}} \cdot 2,718^{-\frac{12,25}{38,33}} \\ &= \frac{1}{5,24} \cdot 2,718^{-0,319} \\ &= \frac{1}{5,24} \cdot 0,726 \\ &= 0,138 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \Pr (Xi = 121 | Y = Busuk) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 4,040077}} \cdot 2,718^{-\frac{(121-39,9)^2}{2 \cdot (4,040077)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{25,37}} \cdot 2,718^{-\frac{6577,21}{32,88}} \\ &= \frac{1}{5,036} \cdot 2,718^{-200} \\ &= \frac{1}{5,036} \cdot 0,002 \\ &= 0,072 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \Pr (Xi = 121 | Y = Mentah) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 5,250497}} \cdot 2,718^{-\frac{(121-64,3)^2}{2 \cdot (5,250497)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{32,97}} \cdot 2,718^{-\frac{3214,89}{55,13}} \\ &= \frac{1}{5,742} \cdot 2,718^{-58,31} \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{5,742} \cdot 0,027$$

$$= 0,024$$

Dari hasil perhitungan diatas, bisa dilihat untuk Pr (Peluang dengan atribut nilai R) pada kelas Matang memiliki nilai Peluang Paling besar yaitu sebesar 0,138. Selanjutnya hitung Peluang untuk atribut nilai G yang akan disebut dengan Pg.

$$- \text{Pg} (\text{Xi} = 103 \mid \text{Y} = \text{Matang}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,349897}} \cdot 2,718^{\frac{(103-112,6)^2}{2 \cdot (1,349897)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{8,47}} \cdot 2,718^{-\frac{92,16}{3,64}}$$

$$= \frac{1}{2,91} \cdot 2,718^{-25,31}$$

$$= \frac{1}{2,91} \cdot 0,011$$

$$= 0,0037$$

$$- \text{Pg} (\text{Xi} = 103 \mid \text{Y} = \text{Busuk}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,197219}} \cdot 2,718^{\frac{(103-25,1)^2}{2 \cdot (1,197219)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{7,51}} \cdot 2,718^{-\frac{6068,41}{2,86}}$$

$$= \frac{1}{2,74} \cdot 2,718^{-2121}$$

$$= \frac{1}{2,74} \cdot 0,0053$$

$$= 0,0019$$

$$- \text{Pg} (\text{Xi} = 103 \mid \text{Y} = \text{Mentah}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 4,148628}} \cdot 2,718^{\frac{(103-74,9)^2}{2 \cdot (4,148628)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{26,05}} \cdot 2,718^{-\frac{789,61}{34,42}}$$

$$= \frac{1}{5,1} \cdot 2,718^{-22,94}$$

$$= \frac{1}{5,1} \cdot 0,0033$$

$$= 0,00064$$

Dari hasil perhitungan Pg diatas, bisa dilihat Peluang untuk atribut nilai G pada kelas Matang memiliki peluang paling besar yaitu sebesar 0,0037. Kemudian hitung peluang untuk atribut nilai B yang disebut Pb pada tiap-tiap kelas.

$$- \text{Pb} (\text{Xi} = 42 \mid \text{Y} = \text{Matang}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,316561}} \cdot 2,718^{\frac{(42-38,2)^2}{2 \cdot (1,316561)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{8,268}} \cdot 2,718^{-\frac{14,44}{3,46}}$$

$$= \frac{1}{2,87} \cdot 2,718^{-4,17}$$

$$= \frac{1}{2,87} \cdot 0,0154$$

$$= 0,0052$$

$$- \text{Pb} (\text{Xi} = 42 \mid \text{Y} = \text{Busuk}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 3,32666}} \cdot 2,718^{\frac{(42-16,8)^2}{2 \cdot (3,32666)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{21,20}} \cdot 2,718^{-\frac{635,04}{22,80}}$$

$$= \frac{1}{4,60} \cdot 2,718^{-27,85}$$

$$= \frac{1}{4,60} \cdot 0,012$$

$$= 0,0026$$

$$\begin{aligned} - \text{Pb} (X_i = 42 \mid Y = \text{Mentah}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 6,154492}} \cdot 2,718^{-\frac{(42-55,1)^2}{2 \cdot (6,154492)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{38,65}} \cdot 2,718^{-\frac{171,61}{75,75}} \\ &= \frac{1}{6,21} \cdot 2,718^{-2,265} \\ &= \frac{1}{6,21} \cdot 0,0103 \\ &= 0,0016 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas bisa dilihat peluang untuk atribut nilai B pada kelas Matang memiliki nilai terbesar, yaitu sebesar 0,0052. Selanjutnya hitung peluang untuk atribut nilai berat yang disebut Pberat pada masing-masing kelas.

$$\begin{aligned} - \text{Pberat} (X_i = 89,7 \mid Y = \text{Matang}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 23,13823}} \cdot 2,718^{-\frac{(89,7-103,93)^2}{2 \cdot (23,13823)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{145,30}} \cdot 2,718^{-\frac{202,4929}{1070,7553}} \\ &= \frac{1}{12,05} \cdot 2,718^{-0,189} \\ &= \frac{1}{12,05} \cdot 0,827 \\ &= 0,068 \end{aligned}$$

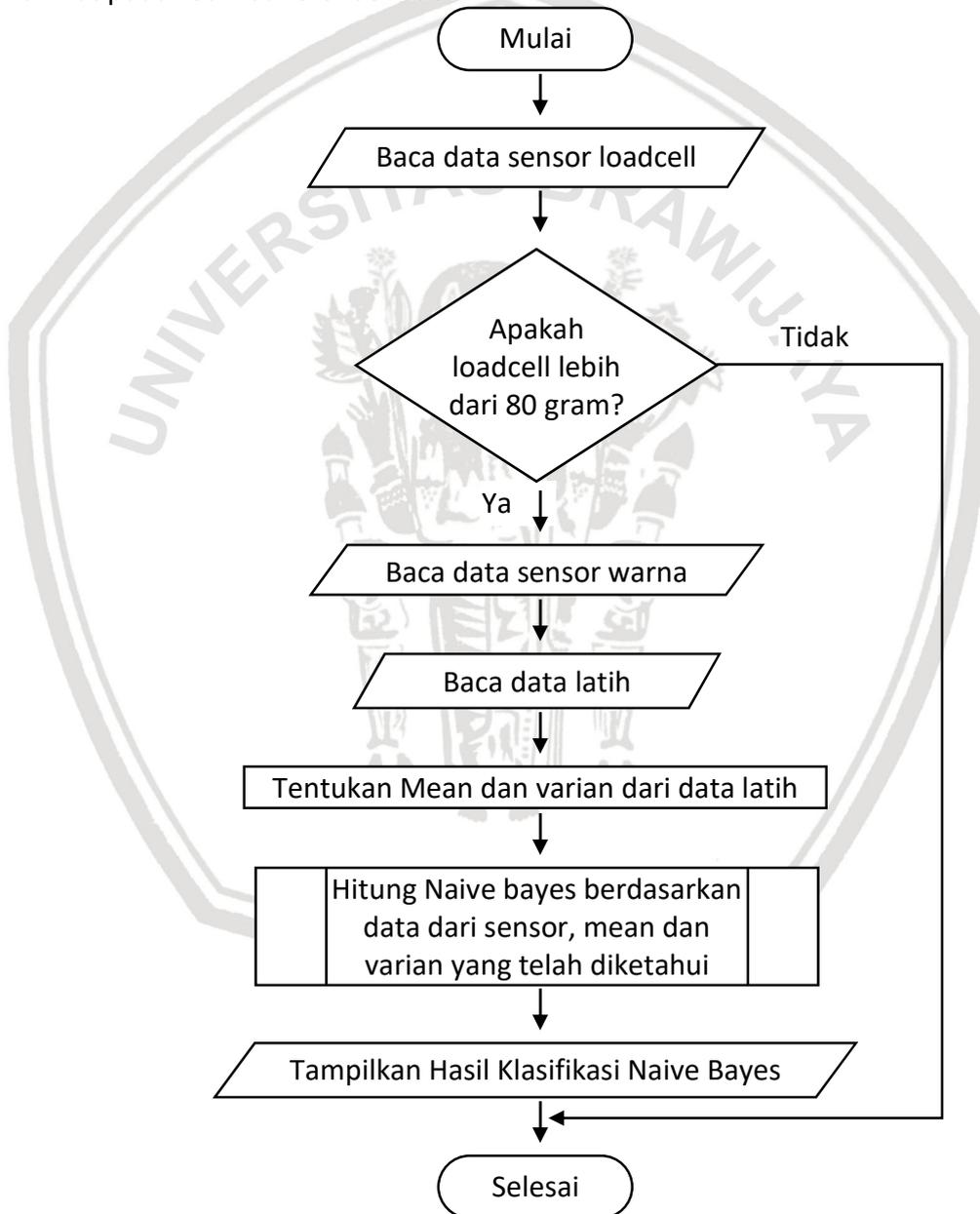
$$\begin{aligned} - \text{Pberat} (X_i = 89,7 \mid Y = \text{Busuk}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 4,638114}} \cdot 2,718^{-\frac{(89,7-91,96)^2}{2 \cdot (4,638114)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{29,12}} \cdot 2,718^{-\frac{5,1076}{43,02}} \\ &= \frac{1}{5,39} \cdot 2,718^{-0,118} \\ &= \frac{1}{5,39} \cdot 0,088 \\ &= 0,0163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Pberat} (X_i = 89,7 \mid Y = \text{Mentah}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 1,333167}} \cdot 2,718^{-\frac{(89,7-104,78)^2}{2 \cdot (1,333167)^2}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{8,372}} \cdot 2,718^{-\frac{227,4064}{3,554}} \\ &= \frac{1}{2,89} \cdot 2,718^{-63} \\ &= \frac{1}{2,89} \cdot 0,012 \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

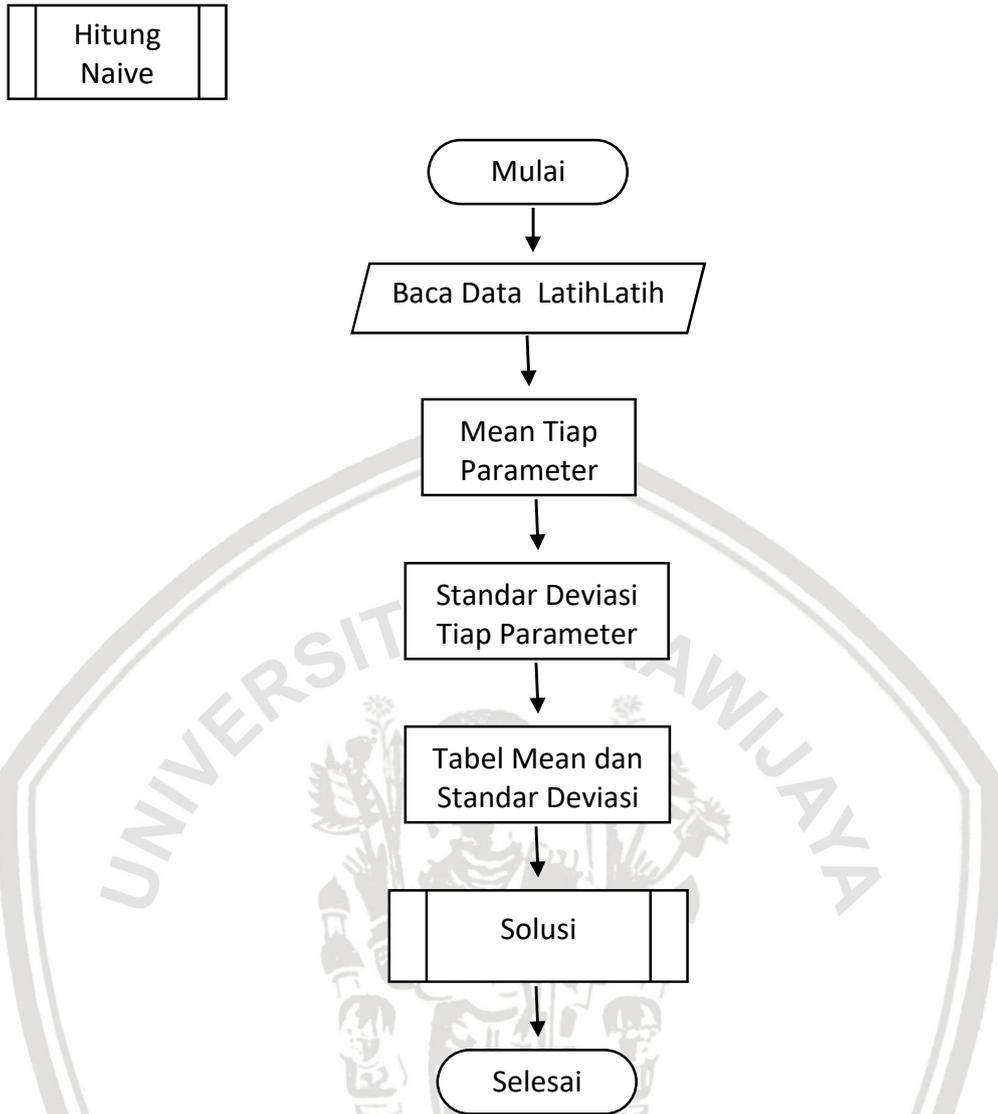
Dari hasil perhitungan peluang untuk atribut nilai berat diatas didapatkan hasil peluang untuk atribut berat memiliki nilai terbesar pada kelas Matang, yaitu sebesar 0,068. Setelah melakukan perhitungan seluruh atribut dan pada masing-masing kelas didapatkan hasil bahwa sampel dari data uji pertama yaitu memiliki nilai R = 121, G = 103, B = 42 dan Berat = 89,7 gram dapat diklasifikasikan pada kelas Matang, karena seluruh atribut dari data tersebut memiliki peluang pada kelas Matang. Dan bisa dilihat kondisi sebenarnya bahwa diketahui buah tersebut dalam kondisi matang.

5.1.3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Implementasi naive bayes pada sistem klasifikasi kematangan buah pisang, akan dibuat suatu variabel untuk menyimpan data dari hasil pembacaan sensor, yaitu variabel berat dan nilai RGB. Selain variabel tersebut, ada variabel di dalam metode naive bayes, yaitu variabel untuk data *class* yang belum diketahui. Variabel untuk *class* yang belum diketahui dilakukan berdasarkan metode *naive bayes* untuk menentukan nilai output sebagai bentuk pengambilan keputusan. Untuk nilai berat yang digunakan untuk kondisi agar memenuhi adalah 80 gram, seperti yang telah dijelaskan pada bab 2, bahwa buah pisang kepek dengan kondisi dan kualitas yang bagus memiliki berat diatas 80 gram. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut :



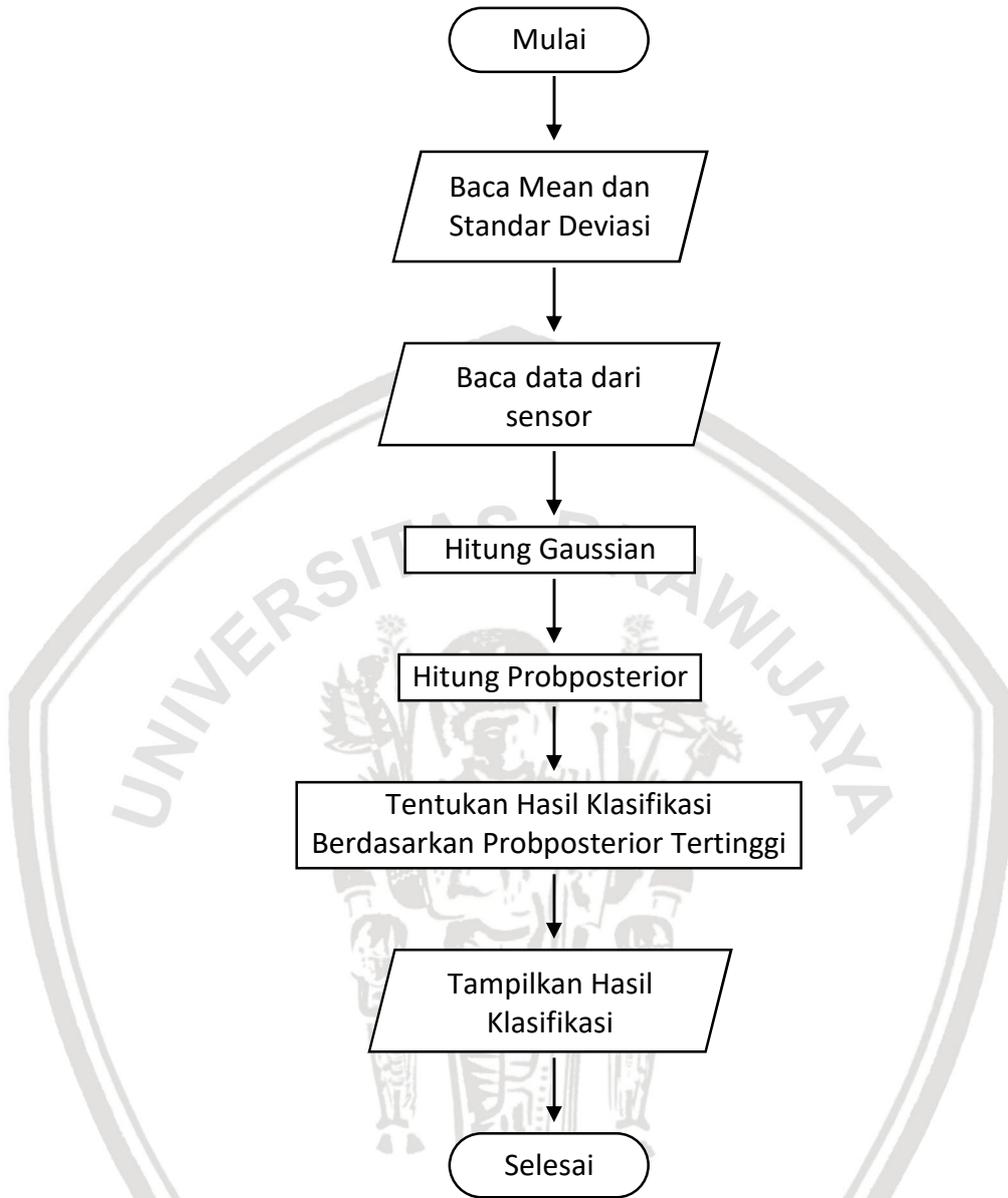
Gambar 5.6 Flowchart dari Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 5.7 Flowchart Metode Naive Bayes

Pada Gambar 5.7 diatas dijelaskan mengenai alur dari perhitungan Naive Bayes, alur dimulai dengan pembacaan data, kemudian ada percabangan, jika data berupa numerik atau angka, maka proses selanjutnya adalah mencari mean atau rata-rata dari tiap-tiap parameter yang digunakan. Parameter tersebut adalah nilai r , nilai g , nilai b dan berat dari loadcell. Setelah mean data diketahui, kemudian mencari standar deviasi dari tiap parameter berdasarkan data latih dan mean yang telah diketahui. Kemudian didapatkan tabel mean dan standar deviasi. Jika data yang dibaca bukan numerik, maka akan diproses jumlah data dan probabilitasnya dan diperoleh tabel probabilitas untuk tiap kelasnya.

Solusi



Gambar 5.8 Flow Chart Pengambilan Keputusan

Pada Gambar 5.8 diatas dijelaskan mengenai bagaimana mencari solusi atau hasil klasifikasi dari perhitungan Naive Bayes. Setelah data mean dan standar deviasi diketahui, kemudian dimasukkan data sampel baru yang belum diketahui kelasnya, maka selanjutnay yang dilakukan adalah menghitung gaussian dari data baru tersebut. Setelah nilai gaussian dari data tersebut diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung Probposterior atau peluang masuknya data tersebut ke dalam suatu kelas. Setelah Probposterior diketahui, kemudian menentukan hasil klasifikasi berdasarkan nilai Probposterior yang tertinggi, dan didapatkanlah hasil klasifikasi dari data yang baru tersebut masuk ke dalam kelas mana.



5.2 IMPLEMENTASI SISTEM

Dalam sub-bab Implementasi Sistem ini akan diuraikan tentang implementasi dari perangkat keras atau alat (*hardware*) dan implementasi perangkat lunak atau kode program (*software*) yang telah dirancang pada bab sebelumnya.

5.2.1 Implementasi Alat Mekanik

Pada tahapan implementasi alat mekanik ini adalah implementasi alat berdasarkan perancangan yang telah dilakukan pada sub bab 5.1.1. bahan yang digunakan untuk alas dalam alat ini adalah kayu. Alas tersebut dipotong berbentuk persegi dan digunakan sebagai tumpuan atau titik tumpu dari sensor load cell. Kemudian pada sisi titik beban, diletakkan penampang dari bahan plastik untuk menopang buah pisang. Diatas penampang dengan jarak 5-6 cm terdapat sensor warna yang dipasang dengan penyangga dari bahan plat besi yang telah dipotong dan diukur sesuai keperluan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.9 dan gambar 5.10 berikut :



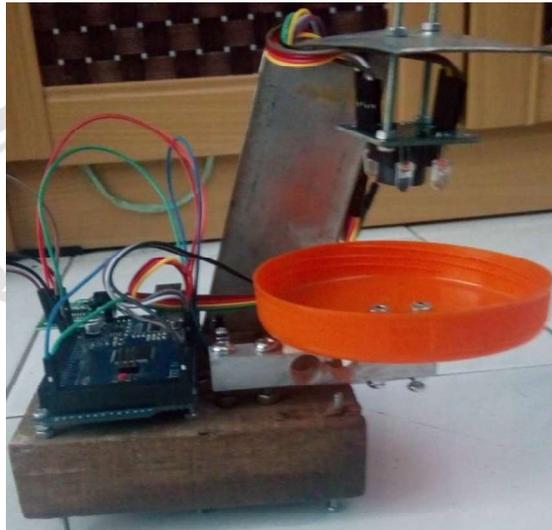
Gambar 5.9 Implementasi Alat Mekanik Tampak Samping



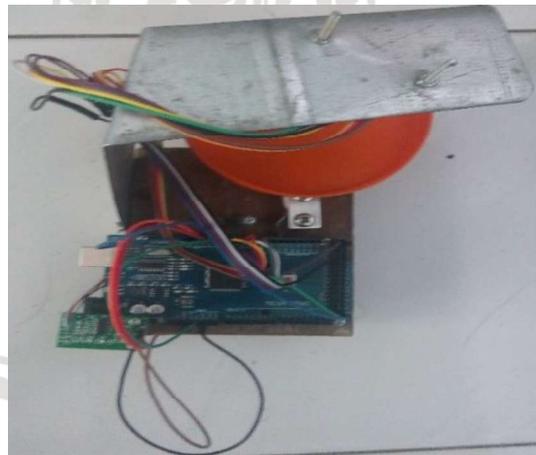
Gambar 5.10 Implementasi Alat Mekanik Tampak Depan

5.2.2 Implementasi Perangkat Keras

Dalam melakukan tahap implementasi perangkat keras harus disesuaikan dengan perancangan perangkat keras yang telah di buat pada sub bab 5.1.2. Sistem ini menggunakan sensor load cell dan sensor warna. Load cell digunakan untuk mengukur berat buah pisang yang akan diklasifikasi. Sensor warna digunakan untuk memperoleh data berupa nilai RGB dari warna kulit pisang yang akan diklasifikasi. Setelah data diperoleh, maka data akan diolah pada arduino mega 2560, setelah diolah data akan dikeluarkan berupa indikator pada LED. Berikut adalah hasil dari implementasi perangkat keras Pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12



Gambar 5.11 Implementasi Perancangan Perangkat Keras Tampak Samping



Gambar 5.12 Implementasi Perancangan Perangkat Keras Tampak Atas

5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak

Di dalam sub-bab implementasi perangkat lunak atau program ini dibagi menjadi beberapa bagian berupa sub-program, yaitu program untuk pembacaan nilai sensor berat dan sensor warna, pengolahan data dari hasil pembacaan

sensor, pembentukan aturan untuk menentukan hasil klasifikasi kematangan buah pisang. Pemrograman dilakukan menggunakan bahasa C melalui Arduino IDE.

5.2.3.1 Implementasi Sensor Warna dan Berat

Untuk mengimplementasikan sensor warna yang dilakukan pertama kali adalah mengimport library yang digunakan. Dalam hal ini library yang digunakan adalah library untuk modul HX711. Kemudian melakukan inialisasi atau pengenalan pin yang menghubungkan sensor dengan arduino dan melakukan setup. Untuk programnya dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.4 Kode Program untuk Sensor Berat

```

1  #include "HX711.h"
2  #define calibration_factor 2360
3  #define DT 8
4  #define SCK 9
5  float nilai;
6  float p;
7  HX711 scale(8, 9);
8  Serial.println("Hitung Berat Buah");
9  scale.set_scale(calibration_factor); //This value is
   obtained by using the SparkFun_HX711_Calibration sketch
10  scale.tare(); //Assuming there is no weight
   on the scale at start up, reset the scale to 0
11  Serial.print("Berat :");
12  Serial.print(scale.get_units(), 1); //scale.get_units()
   returns a float
13  Serial.println(" gram");

```

Pada Tabel 5.5 Kode Program diatas pada barisn pertama melakukan import library *HX711* terlebih dahulu yaitu library untuk modul *HX711* atau modul untuk sensor loadcell agar data yang di dapat bisa dibaca oleh sensor dan mikrokontroler. Diikuti baris selanjutnya yaitu melakukan kalibrasi terhadap sensor loadcell dengan nilai 2360. Nilai tersebut merupakan nilai yang paling mendekati dari berat sesungguhnya, yaitu jika dibandingkan dengan timbangan digital. Pada baris 3 dan 4 menginialisasi pin yang digunakan. Kemudian baris 5 dan 6 melakukan deklarasi variabel nilai dan p. Baris 7 adalah melakukan mengambil nilai input dari pin 8 dan 9, yang kemudian hasil dari pengambilan input akan ditampilkan pada baris 8 sampai 13 pada program diatas.

Tabel 5.5 Kode Program untuk Sensor Warna

```

1  int s0=1;
2  int s1=2;
3  int s2=3;
4  int s3=4;
5  int out=5;
6  int LED=6;
7  void TCS3200setup() {
8  pinMode(LED,OUTPUT);
9  pinMode(s2,OUTPUT);
10 pinMode(s3,OUTPUT);
11 pinMode(s0,OUTPUT);
12 pinMode(s1,OUTPUT);
13 return;
14 }
15 void taosMode(int mode){
16 if(mode==0){
17 digitalWrite(LED,LOW);

```



```
18     digitalWrite(s0,LOW);
19     digitalWrite(s1,LOW);
20     } else if(mode==1){
21     digitalWrite(s0,HIGH);
22     digitalWrite(s1,HIGH);
23     } else if(mode==2){
24     digitalWrite(s0,HIGH);
25         digitalWrite(s1,LOW);
26     } else if(mode==3){
27     digitalWrite(s0,LOW);
28     digitalWrite(s1,HIGH);
29     }
30     return;
31     }
32
33 void setup() {
34     TCS3200setup();
35     Serial.begin(9600);
36     deteksiwarna(out);
37     delay(1000);
38 }
39
40 unsigned int deteksiwarna(int taosOutPin){
41     double isPresentTolerance=10;
42     double isPresent
43     =colorRead(taosOutPin,0,0)/colorRead(taosOutPin,0,1);
44     Serial.print("Persentasi sekarang :");
45     Serial.println(isPresent,2);
46     Serial.print("Presentasi toleransi :");
47     Serial.println(isPresentTolerance,2);
48
49     if(isPresent<isPresentTolerance){
50     Serial.println("tidak ada benda di depan sensor");
51     return 0;
52     }
53     double red,blue,green;
54     double white = colorRead(taosOutPin,0,1);
55     unsigned int maxColor = white;
56     unsigned int red2, blue2, green2;
57     red = white/colorRead(taosOutPin,1,1);
58     red2=red*255/maxColor;
59     blue = white/colorRead(taosOutPin,2,1);
60     blue2=blue*255/maxColor;
61     green = white/colorRead(taosOutPin,3,1);
62     green2=green*255/maxColor;
63     p= scale.get_units();
64     Serial.print("red  :");
65     Serial.println(red2);
66     Serial.print("green  :");
67     Serial.println(green2);
68     Serial.print("blue  :");
69     Serial.println(blue2);
70 }
```

Pada kode program diatas adalah kode program untuk sensor warna, yang pertama kali dilakukan adalah insialisasi pin dari sensor warna ke pin arduino. Setelah inisialisasi pin dilakukan selanjutnya melakukan inisialisasi pin input dan output. Kemudian melakukan pemilihan mode yang dikombinasikan oleh pin S0 dan S1 sehingga terdapat 4 mode. Kemudian setelah mendapatkan mode yang memenuhi syarat, melakukan deteksi warna berdasarkan mode yang di dapat, dengan kondisi jika objek memenuhi syarat akan dideteksi warnanya, jika tidak memenuhi syarat maka tidak bisa di deteksi. Untuk pendeteksian warna digunakan biner 8 bit, dengan nilai maksimal untuk warna putih, kemudian didapatkan hasil nilai r,g dan b dengan cara nilai yang di deteksi digunakan sebagai pembagi dari nilai dari maksimal yaitu warna putih. Kemudian hasil dari pembagian tersebut dikali dengan bit tertinggi yaitu 255 kemudian dibagi dengan nilai maksimal warna putih. Kemudian didapatkanlah nilai r,g, dan b yang dideteksi.

5.2.3.2 Implementasi Naive Bayes

Untuk mengimplementasikan Naive Bayes inisialisasi terlebih dahulu variabel-variabel yang digunakan. Kemudian masukkan standart deviasi dan mean dari data latih yang telah dihitung, lalu hitung gaussiannya. Setelah didapatkan nilai gaussiannya hitung Probposterior dan kemudian lakukan klasifikasi naive bayes. Untuk programnya bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.6 Kode Program Naive Bayes

```

1  float nilai;
2  float p;
3  String data = "";
4  float berat = 0; //berat
5  float r = 0; //nilai r
6  float g = 0; //nilai g
7  float b = 0; //nilai b
8  float gaussian[3][4];
9  float hasil[3];
10 float tertinggi = -1.000; //set default
11 int index = 0;
12 int gauske = 0;
13 float pMatang = 0.333; //pMatang = 1 / 3;
14 float pMentah = 0.333; //pMentah = 1 / 3;
15 float pBusuk = 0.333; //pBusuk = 1 / 3;
16 float masukkan[4];
17
18 float Matang[2][4] = {{19.5, 12.6, 8.2, 103.93},
19                       {2.415229458, 1.349897115, 1.316561177, 23.13823435}};
20 // {{mean_r, mean_g, mean_b, mean_Berat}, {sd_r, sd_g,
21 // sd_b, sd_Berat}};
22 float Mentah[2][4] = {{8.3, 18.9, 17.1, 104.78},
23                       {0.674948558, 1.595131482, 1.370320319, 1.333166656}};
24 // {{mean_r, mean_g, mean_b, mean_Berat}, {sd_r, sd_g,
25 // sd_b, sd_Berat}};
26 float Busuk[2][4] = {{6.9, 5.1, 4.8, 91.96},
27                       {1.100504935, 1.197219, 1.135292424, 4.683113874}}; //
28 // {{mean_r, mean_g, mean_b, mean_Berat}, {sd_r, sd_g,
29 // sd_b, sd_Berat}};
30 HX711 scale(8, 9);
31
32 void gaussian(float aq[4], float base[2][4]) {

```



```

24     double d, e, f, g;
25     for (int i = 0; i < 4; i++) {
26         d = 2 * 3.14 * (pow(base[1][i], 2));
27         e = -((pow((aq[i] - base[0][i]), 2)) / (2 *
pow(base[1][i], 2)));
28         f = pow(2.718282, e);
29         g = 1 / sqrt(d);
30         gaussian[gauske][i] = f * g;
31     }
32     gauske++;
33 }
34
35 void ProbPosterior(float prior, int i) {
36     for (int j = 0; j < 4; j++) {
37         if (j == 0) {
38             hasil[i] = (gaussian[i][j] * 1000); // dikali 1000
agar angka di belakang koma tidak hilang
39         }else{
40             hasil[i] = hasil[i] * (gaussian[i][j] * 1000);
41         }
42     }
43     hasil[i] = hasil[i] * prior;
44     Serial.print("hasil : ");
45     Serial.println(hasil[i]);
46 }
47
48 void klasifikasi(){
49     for (int i = 0; i < 3; i++) {
50         if (i == 0){
51             tertinggi = hasil[i];
52             index = i + 1;
53         }else if (tertinggi < hasil[i]){
54             tertinggi = hasil[i];
55             index = i + 1;
56         }
57     }
58     Serial.print("Terdeteksi :");
59     if (index == 1) {
60         Serial.println("Buah
Matang");//Serial.println('@');
61     }
62     else if (index == 2) {
63         Serial.println("Buah
Mentah");//Serial.println('@');
64     }
65     else if (index == 3) {
66         Serial.println("Buah
Busuk");//Serial.println('@');
67     }
68 }
69
70 void bayes (float a[4]) {
71     gaussian(a, Matang);
72     gaussian(a, Mentah);
73     gaussian(a, Busuk);
74     ProbPosterior(pMatang, 0);
75     ProbPosterior(pMentah, 1);
76     ProbPosterior(pBusuk, 2);
77     klasifikasi();

```

```
78   gauske = 0;
79   }
80   berat = p; //data berat
81   r = red2; //data nilai r
82   g = green2; //data nilai g
83   b = blue2; //data nilai b
84   masukan[0]=berat;
85   masukan[1]=r;
86   masukan[2]=g;
87   masukan[3]=b;
88   bayes (masukkan) ;
```

Pada kode program diatas , baris 1-16 melakukan inialisasi variabel yang digunakan, kemudian baris 18-20 adalah melakukan inialisasi data sampel yang telah dicari mean dan standart deviasinya. Pada baris 21 melakukan pengambilan data input dari sensor load cell melalui pin 8 dan 9. Kemudian pada bari 23-33 program fungsi gaussian, yaitu menghitung nilai gaussian berdasarkan 2 parameter yaitu nilai r,g,b dan berat yang telah diambil dari inputan sensor dan data mean dan standar deviasi dari data latih yang telah diketahui. Lalu baris 35-46 yaitu fungsi untuk menghitung nilai Probposterior atau peluang masuknya data yang baru kedalam suatu kelas. Kemudian baris 48-68 yaitu fungsi untuk melakukan klasifikasi berdasarkan dari hasil perhitungan Probposterior tertinggi. Kemudian baris 70-88 adalah baris fungsi yang berparameter nilai r,g,b dan berat untuk melakukan klasifikasi berdasarkan perhitungan bayes.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Didalam bab pengujian dan analisis ini akan dibahas mengenai bagaimana pengujian yang dilakukan dan bagaimana menganalisis hasil dari pengujian pada penelitian tentang “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang dengan Menggunakan Sensor Warna dan Sensor *Load Cell*”. Pada pengujian ini dilakukan 4 macam pengujian yaitu pengujian akuisisi data dari sensor warna, akuisisi data dari sensor *loadcell* dan proses perhitungan klasifikasi menggunakan *naive bayes*.

6.1 Pengujian Akuisisi data sensor warna

6.1.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah nilai R,G dan B yang didapatkan dari sensor warna TCS3200 akurat atau tidak.

6.1.2 Prosedur

Prosedur yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian pada sensor warna antara lain :

1. Merancang sensor warna dengan Arduino Mega 2560 menggunakan kabel jumper, sehingga sensor warna terhubung sesuai pinnya dengan kontroler.
2. Buka Arduino IDE dan melakukan pemograman untuk membaca sensor warna.
3. Hubungkan kontroler ke PC atau laptop, kemudian *compile* dan *upload* kode program yang telah dibuat.
4. Memberikan masukan pada sensor warna berupa buah pisang dengan 3 kondisi yaitu matang , mentah dan busuk.
5. Amati hasil output melalui serial monitor Arduino IDE dan catat nilai R,G dan B yang ditampilkan dan mengambil 30 sampel dari hasil pembacaan data tersebut.
6. Ambil gambar dari sampel buah pisang dan kemudian amati hasil RGB yang dihasilkan menggunakan fungsi *Eyedropper-tool* pada Corel PHOTO-PAINT.
7. Konversikan data nilai dari hasil pembacaan R,G dan B dari sensor warna ke bilangan hexadesimal dan kemudian bandingkan dengan hasil RGB dari *eyedropper tool*.
8. Kesimpulan

6.1.3 Hasil

Hasil dari pembacaan sensor warna dan fungsi *Eyedropper tool* setelah melalui berbagai macam prosedur diatas dan luminasi sebesar 300 lux sehingga Hasil pengujian masing-masing alat ukur tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.1 Hasil pengujian menggunakan Sensor Warna TCS3200

Pengujian Ke	Pembacaan Sensor Warna TCS3200			
	R	G	B	Hex
1	121	103	42	#79672A
2	121	102	36	#796624
3	139	112	36	#887024
4	121	104	42	#79682A
5	69	78	35	#454E23
6	46	45	34	#2E2D22
7	87	95	55	#575F37
8	43	22	16	#2B1610
9	43	22	15	#2B160F
10	43	21	25	#2B1519

Tabel 6.2 Hasil Pengujian menggunakan Eyedropper tool pada Corel PHOTO-PAINT

Pengujian Ke	Pembacaan Eyedropper tool			
	R	G	B	Hex
1	132	87	45	#84572D
2	151	106	39	#976A27
3	154	115	60	#9A733C
4	149	109	47	#956D2F
5	75	85	50	#4B5532
6	58	59	43	#3A3B2B
7	99	106	65	#636A41
8	50	29	26	#321D1A
9	48	23	19	#301713
10	49	26	34	#311A22

Setelah mendapatkan data nilai r,g dan b dari masing-masing sensor maupun alat ukur. Kemudian hitung selisih dari hasil pembacaan sensor dan alat ukur untuk mendapatkan persentase eror dari sensor. Untuk menghitung persentase eror menggunakan rumus berikut.

$$\text{persentase eror} = \frac{\text{selisih pembacaan}}{\text{pembacaan alat ukur}} \times 100\% \quad (6.1)$$

Adapun hasil dari perhitungan selisih dan eror pengujian terhadap sensor warna yang bisa dilihat pada Tabel 6.3 dan Tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.3 Tabel Perhitungan Selisih Nilai RGB

NO	Selisih		
	R	G	B
1	11	16	3
2	30	4	3
3	15	3	24
4	28	5	5
5	6	7	15

6	12	14	9
7	12	11	10
8	7	7	10
9	5	1	4
10	6	5	9

Tabel 6.4 Tabel Perhitungan eror

NO	Eror (%)			
	R	G	B	Rata-rata
1	8,33	18,39	6,67	1,13
2	19,87	3,77	7,69	10,44
3	9,74	2,61	40,00	17,45
4	18,79	4,59	10,64	11,34
5	8,00	8,24	30,00	15,41
6	20,69	23,73	20,93	21,78
7	12,12	10,38	15,38	12,63
8	14,00	24,14	38,46	25,53
9	10,42	4,35	21,05	11,94
10	12,24	19,23	26,47	19,32
Rata-rata eror	13,42	8,26	21,73	14,47

6.1.4 Analisis

Dari tabel diatas bisa dilihat persentase eror dari pengujian terhadap sensor warna TCS3200, untuk kolom dengan warna biru adalah rata-rata persentase eror dari pengujian warna pada tiap data uji, sedangkan baris yang berwarna kuning tersebut adalah rata-rata persentase eror dari pengujian nilai r,g dan b terhadap sensor. Sedangkan *cell* yang berwarna abu-abu tersebut adalah rata-rata persentase eror keseluruhan pengujian terhadap sensor warna TCS3200 yaitu sebesar 14,47%.

6.2 Pengujian Akuisisi data sensor load cell

6.2.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui berat dari masing-masing buah pisang yang diujikan dan membandingkan berat yang didapat dengan berat yang dihasilkan dari timbangan digital.

6.2.2 Prosedur

Prosedur yang harus dilakukan untuk pengujian akuisisi data pada sensor load cell antara lain :

1. Merancang loadcell dengan Arduino Mega 2560 dan mengoneksikan pinnya dengan kabel jumper sehingga loadcell dan kontroler terhubung sesuai pinnya.
2. Membuka Arduino IDE dan memprogramnya untuk membaca data nilai berat pada load cell.

3. Hubungkan kontroler dengan PC atau Laptop dengan kabel USB, kemudian compile dan upload kode program yang telah dibuat.
4. Memberikan masukan pada sensor load cell berupa buah pisang yang akan diambil sampelnya sebanyak 30 buah.
5. Amati hasil pembacaan sensor load cell yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE, kemudian catat hasil yang ditampilkan pada serial monitor.
6. Kemudian timbang buah yang telah dibaca data beratnya oleh sensor load cell pada timbangan digital, dan catat hasil yang ditampilkan pada timbangan digital.
7. Bandingkan dan kemudian tentukan eror dari pembacaan data.
8. Menentukan rata-rata dari sistem eror.
9. Kesimpulan

6.2.3 Hasil

Untuk melakukan pengujian dengan cara membandingkan berat dari dari sensor dengan timbangan digital. Hasil pengujian masing-masing alat ukur tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6.5 Hasil Pembacaan data berat menggunakan Timbangan Digital dan Sensor Loadcell dalam gram (g).

Pengujian Ke	Timbangan Digital (g)	Loadcell (g)
1	92	89.7
2	81	78.3
3	73	69.7
4	75	70.6
5	52	49.3
6	48	45.1
7	46	43.5
8	71	67.5
9	79	65.3
10	87	81.8

Setelah mendapatkan data berat dari masing-masing sensor maupun alat ukur. Kemudian hitung selisih dari hasil pembacaan sensor dan alat ukur untuk mendapatkan persentase eror dari sensor. Untuk menghitung persentase eror menggunakan rumus berikut.

$$\text{persentase eror} = \frac{\text{selisih pembacaan}}{\text{pembacaan alat ukur}} \times 100\% \quad (6.2)$$

Adapun hasil dari perhitungan selisih dan eror pengujian terhadap sensor *loadcell* yang bisa dilihat pada Tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6 Tabel Hasil Pengujian Eror Sensor *Loadcell*

Selisih (g)	Eror (%)
2,3	2,50
2,7	3,33
3,3	4,52
4,4	5,87

2,7	5,19
2,9	6,04
2,5	5,43
3,5	4,93
13,7	17,34
5,2	5,98
Rata-rata	6,11

6.2.4 Analisis

Dari Tabel 6.6, yang merupakan tabel hasil pengujian persentase error diatas bisa dilihat untuk rata-rata persentase error dari pengujian terhadap sensor *loadcell* adalah sebesar 6,11%.

6.3 Pengujian Naive Bayes

6.3.1 Tujuan

Tujuan dilakukannya pengujian *Naive Bayes* ini adalah untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam menentukan klasifikasi kematangan buah pisang.

6.3.2 Prosedur

Prosedur yang harus dilakukan untuk melakukan pengujian keberhasilan sistem ini antara lain :

1. Merancang sensor load cell, sensor warna dan Arduino Mega 2560 menggunakan kabel jumper.
2. Buka Arduino IDE untuk memprogram untuk pembacaan Sensor Warna, Sensor Load Cell dan Naive Bayes.
3. Hubungkan Arduino Mega 2560 dengan kabl USB, kemudian compile dan upload program yang telah dibuat.
4. Buka serial monitor pada Arduino IDE untuk mengamati output dari hasil *Naive Bayes*.
5. Memberikan inputan pada masing masing sensor yaitu pada Sensor Warna dan Sensor Load Cell.
6. Amati hasil yang ditampilkan pada serial monitor dan mengambil 10 sampel. Output yang dihasilkan sistem mempresentasikan beberapa kondisi yaitu buah mentah, buah matang dan buah busuk.
7. Melakukan perhitungan *Naive Bayes* dari pembacaan sensor warna dan sensor load cell serta data mean dan standar deviasi secara manual dan membandingkan dengan hasil perhitungan sistem yang ditampilkan pada serial monitor.
8. Kesimpulan

6.3.3 Hasil

Hasil dari pengujian yang dilakukan oleh sistem ditampilkan pada Tabel 6.7 berikut :

Tabel 6.7 Tabel Hasil Pengujian oleh sistem dan kondisi sebenarnya

Pengujian Ke	R	G	B	Berat	Klasifikasi	Kondisi Sebenarnya	Akurasi
1	121	103	42	89,7	Matang	Matang	Sesuai
2	121	102	36	78,3	Matang	Matang	Sesuai
3	139	112	36	69,7	Matang	Matang	Sesuai
4	121	104	42	70,6	Matang	Matang	Sesuai
5	69	78	35	49,3	Mentah	Matang	Tidak sesuai
6	46	45	34	45,1	Mentah	Mentah	Sesuai
7	87	95	55	43,5	Mentah	Mentah	Sesuai
8	43	22	16	67,5	Busuk	Busuk	Sesuai
9	43	22	15	65,3	Busuk	Busuk	Sesuai
10	43	21	25	81,8	Busuk	Busuk	Sesuai

6.3.4 Analisis

Pengujian naive bayes ini dilakukan untuk mengetahui apakah klasifikasi naive bayes yang dilakukan oleh sistem berhasil atau tidak. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan kondisi kematangan buah yang sebenarnya, dalam hal ini menurut petani dan pengepul yang sudah berpengalaman dalam hal menentukan kematangan buah pisang. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dari 10 data uji yang diberikan, ada satu data buah yang tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Dalam hal ini, kondisi yang diberikan oleh sistem adalah Mentah sedangkan kondisi berdasarkan pengamatan ahli (petani dan pengepul yang telah berpengalaman) yaitu Matang. Sehingga akurasi dari sistem berdasarkan 10 pengujian yang dilakukan adalah 90%.

BAB 7 PENUTUP

Pada bab penutup ini membahas mengenai kesimpulan dari penelitian “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang dengan Menggunakan Sensor Warna dan Sensor *Loadcell*” dan saran untuk mengembangkan lebih lanjut penelitian ini agar menjadi lebih baik lagi.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang dihadapi dan hasil pengujian serta analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses perancangan sistem klasifikasi kematangan buah pisang dengan menyambungkan sensor warna dan sensor *loadcell* serta modul hx711 ke controller arduino mega 2560 merupakan sebuah sistem yang saling berhubungan. Proses untuk akuisisi data pada sensor warna meliputi pembacaan data r,g dan b dari warna kulit buah pisang. Proses akuisisi data pada sensor *loadcell* meliputi pembacaan data berat buah pisang.
2. Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan mengimpor library untuk pembacaan sensor *loadcell*, kemudian melakukan inisialisasi pada pin yang digunakan oleh sensor warna. Kemudian pembacaan data latih yang telah dihitung mean dan standar deviasinya, lalu pembacaan data dari sensor yang meliputi data nilai r,g dan b dari buah pisang serta data berat dari buah pisang. Setelah data-data tersebut diperoleh dilakukan perhitungan naivebayes dan kemudian dipilih yang memiliki peluang tertinggi kemudian dilakukan klasifikasi sesuai kelas yang memiliki peluang tertinggi.
3. Pengujian untuk masing-masing sensor dilakukan dengan cara membandingkan hasil dari data yang didapatkan melalui sensor dengan alat ukur. Untuk pengujian sensor *loadcell* dilakukan perbandingan dengan hasil alat ukur timbangan digital, dalam sistem ini hasil yang didapatkan dari sensor dan hasil yang didapatkan dari timbangan digital memiliki selisih yang tidak banyak, persentase eror yang didapat sebesar 6,11 %. Sedangkan untuk pengujian sensor warna dilakukan dengan cara mengambil gambar buah pisang dengan kamera, kemudian gambar yang didapatkan dimasukkan ke pengolah citra, didalam hal ini digunakan fitur eyedropper tool pada corel photo-paint. Hasil pengujian dengan cara ini memiliki eror sebesar 14,47%. Pengujian naive bayes dilakukan dengan cara melakukan perbandingan dari hasil klasifikasi yang didapatkan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang dilakukan dengan cara perhitungan manual. Dalam perhitungan tersebut menunjukkan hasil klasifikasi yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem sudah sesuai dengan perancangan sistem. Sistem klasifikasi buah pisang ini dapat menampilkan tiga kondisi klasifikasi, yaitu matang, mentah dan busuk.

7.2 Saran

Berdasarkan dari perancangan serta hasil pengujian dari penelitian tentang “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang dengan Menggunakan Sensor Warna dan Sensor *Loadcell*”, terdapat beberapa saran agar pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini menjadi lebih baik lagi, antara lain :

1. Menggunakan sensor warna yang memiliki sensitivitas tinggi agar hasil lebih akurat.
2. Menggunakan load cell 500 gram agar hasil lebih akurat.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan sistem sortir otomatis.
4. Output dari sistem ditampilkan pada LCD untuk nilai dari masing-masing sensor.
5. Klasifikasi dilakukan dari beberapa faktor atau penambahan sensor.
6. Pencahayaan pada saat pengambilan data dari sensor warna sebaiknya ditutupi agar kondisi cahaya dari luar tidak masuk ke objek.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Abdullah. 2017 "Sistem Penyeleksi Warna Dan Berat Barang Menggunakan Pergerakan Lengan Robot Empat DOF (Degree Of Freedom)", J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika),
- Amin, Mohammad Fauzin, 2017 yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Sortir Buah Apel Menggunakan Sensor Warna Dan Sensor Suhu".
- Arduino. 2016. Arduino Mega2560 Atmega328P. Dipetik April 28, 2018, dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- Asmara, N. E., 2017. Sistem Klasifikasi Status Gizi Bayi Dengan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Sistem Embedded.S1.Universitas Brawijaya.
- Astuti, E. H., 2016. Sistem Pendukung Keputusan Deteksi Dini Penyakit Stroke menggunakan Metode Naive Bayes. S1.Universitas Brawijaya.
- Bere, Graciela Adelaida dkk, 2016 yang berjudul "Klasifikasi Untuk Menentukan Kematangan Buah Pisang Sunpride".
- BudayaKita. 2016. Manfaat Buah Pisang. [online] Tersedia di: <<https://budidayakita.com/manfaat-buah-pisang/>> [Diakses 20 Nopember 2018]
- Dewanto, Satrio dkk, 2012 yang berjudul "ALAT PENYORTIR DAN PENGECEKAN KEMATANGAN BUAH MENGGUNAKAN SENSOR WARNA".
- KitomaIndonesia. 2016. LoadCell dan Timbangan. [online] Tersedia di: <<http://www.kitomaindonesia.com/article/23/load-cell-dan-timbangan>> [Diakses 23 Nopember 2018]
- Mardi Wasono, 2012, *Pengaruh Intensitas Cahaya Ruang Praktikum Dalam Pembacaan Cincin Warna Komponen (Resistor) Berdasarkan Standar K3*, Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan Yogyakarta, Buku I hal. 40, ISSN 1410-8178
- Rahmatullah, R. 2016. Rancang Bangun Sistem Sortir Produk Kemasan Berdasarkan Berat Berbasis PLC. *Rancang Bangun Sistem Sortir Produk Kemasan Berdasarkan Berat Berbasis PLC*.
- Risvita B, Mutiara dan Swedia, Ericks Rahmat, 2017 yang berjudul "APLIKASI PENGOLAHAN CITRA UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG DENGAN MENGGUNAKAN RUANG WARNA HUE".
- Sfe-electronics. 2017. Tutorial HX711 Load Cell Amplifier menggunakan Arduino. [online] Tersedia di: <www.sfe-electronics.com> [Diakses 19 Nopember 2018]

TAOS. (2009, July). TCS3200, TCS3210 Programmable Color Light-To-Frequency Converter. Texas: The Lumenology Company. Diambil kembali dari www.taosinc.com

XHEMALI, Daniela and J. HINDE, Christopher and G. STONE, Roger (2009) *Naive Bayes vs. Decision Trees vs. Neural Networks in the Classification of Training Web Pages*. [Journal (Paginated)]

