

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS IKAN TONGKOL BEKU
BERDASARKAN FITUR NILAI WARNA HSV MENGGUNAKAN
METODE NAÏVE BAYES**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

Nama : Faizal Andy Susilo

NIM : 145150300111117



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

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sepertiga dari total wilayahnya merupakan lautan. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016) Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan total 17.504 pulau dan luas perairan laut 5.8 juta km^2 serta memiliki garis pantai sepanjang 99.093km, Indonesia memiliki banyak sekali potensi di bidang maritim dan kekayaan lautnya. Terdapat beberapa jenis hasil laut yang terkenal dan menjadi komoditas ekspor perikanan Indonesia diantaranya adalah ikan tongkol, ikan tuna, cumi-cumi dll.

Wilayah Indonesia bagian timur diperkirakan merupakan salah satu jalur migrasi dari ikan tongkol, dan ikan tuna. Wilayah seperti di perairan Samudera Pasifik, Laut Flores, Selat Makasar, Laut Banda, Laut Arafuru dan beberapa wilayah laut di wilayah Indonesia timur seperti Sulawesi, Flores merupakan daerah sebaran dari ikan tuna dan tongkol (Sudirman, 2006). Selain daerah tersebut daerah sebaran ikan tuna dan tongkol adalah di Laut Jawa. Namun, dikarenakan perburuan yang terlalu sering di Laut Jawa menjadikan populasi ikan tongkol sedikit menurun.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang disusun untuk meningkatkan kualitas mutu dan keamanan pangan, ikan tongkol segar yang didapatkan akan dilakukan beberapa proses sebelum dibekukan. Diantaranya, disortasi terlebih dahulu ikan mana yang benar-benar segar dengan yang tidak segar, setelah itu ikan dicuci, kemudian dilakukan penimbangan dan di susun didalam pan. Setelah itu barulah ikan dibekukan dan diberikan label ikan mana yang masih segar dengan yang tidak. Setelah itu ikan disimpan didalam gudang penyimpanan beku dengan suhu maksimal $-18^{\circ}C$ dan dipastikan suhu dalam ruangan tersebut stabil.

Ketika penangkapan ikan diatas kapal terdapat beberapa kesalahan proses penanganan ikan sehingga menjadikan ikan cacat. Kemudian saat pembekuan terdapat beberapa nelayan yang masih belum terlalu terampil dalam membekukan ikan, hal itu tentu saja menjadikan kualitas ikan menurun. Kemudian saat penyimpanan terkadang suhu di ruang penyimpanan tidak stabil sehingga membuat kondisi ikan berubah. Lalu saat penyeleksian para pekerja biasanya kurang teliti dalam melihat kualitas dari ikan. Penyeleksian awal dari kualitas ikan dapat dilihat dari warna sisik, bentuk kepala dan bentuk ekor serta siripnya. Kemudian saat pegolahan kualitas ikan tuna dapat ditentukan dari kondisi dagingnya, dari tekstur dan warnanya (Prasetyawati, et al., 2015).

Dikarenakan dari masalah-masalah yang dapat menyebabkan kesalahan dalam penentuan kualitas dan menurunnya kualitas dari ikan tongkol beku maka diperlukan suatu sistem yang dapat mengklasifikasi kualitas dari ikan tongkol sehingga dapat ditentukan ikan tongkol yang berkualitas bagus atau jelek. Sistem ini menggunakan metode *image processing* dan metode *Naïve Bayes*. *Image*

processing digunakan untuk mendapatkan parameter berupa fitur-fitur warna dari citra ikan yang kemudian akan digunakan sebagai parameter dalam klasifikasi *Naïve Bayes*. *Image processing* digunakan agar proses pengolahan data lebih mudah dan dapat langsung diamati oleh pengguna sehingga dapat diketahui wujud asli dari ikan yang diklasifikasikan. Sedangkan penggunaan metode *Naïve Bayes* digunakan untuk memudahkan dalam proses klasifikasi. Seperti yang diketahui metode *Naïve Bayes* sering digunakan karena memiliki hasil akurasi yang bagus.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan dan analisis hasil *image processing* pada identifikasi ikan pada *real time system*?
2. Berapakah tingkat akurasi pada sistem ini saat melakukan klasifikasi?
3. Berapa waktu eksekusi dalam sekali proses klasifikasi kualitas ikan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat melakukan *image processing* secara *real time* dan dapat melakukan analisis hasil secara *real time*.
2. Sistem dapat menghitung tingkat akurasi dalam melakukan proses klasifikasi.
3. Sistem dapat menghitung waktu eksekusi dalam satu kali proses klasifikasi.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memudahkan pengusaha ikan untuk menentukan kualitas ikan yang baik dan diharapkan dapat meminimalisasi kesalahan yang dapat menyebabkan kesalahan dalam menentukan kualitas ikan tongkol.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus maka ada beberapa hal yang harus dibatasi, yaitu:

1. Jenis ikan yang diklasifikasi hanya jenis ikan tongkol.
2. Sistem hanya bisa mengklasifikasi kualitas ikan berdasar kondisi luaran ikan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dari penyusunan penelitian yang direncanakan adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi dari latar belakang pembuatan tugas akhir, identifikasi, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan.

BAB II : Landasan Kepustakaan

Bab ini menguraikan tentang teori – teori yang dipakai dalam penelitian, temuan dan bahan penelitian yang diperoleh dari beberapa referensi yang menunjang penelitian dalam penulisan tugas akhir.

BAB III: Metodologi Penelitian

Bab ini menguraikan dan membahas langkah kerja dalam penulisan tugas akhir seperti analisis kebutuhan, perancangan dan implementasi, pengujian serta analisis hasil yang di bahas secara umum.

BAB IV: Analisis Kebutuhan

Bab ini menjelaskan tentang analisa kebutuhan apa saja yang dibutuhkan oleh sistem seperti kebutuhan pengguna, kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan perangkat keras, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Selain itu pada bab ini juga akan menjelaskan tentang sedikit gambaran umum sistem

BAB V : Perancangan dan Implementasi

Bab ini menjelaskan tentang bagaimana sistem ini dirancang dan kemudian diimplementasikan. Pada perancangan akan dijelaskan mengenai alur dari program dan metode yang digunakan. Sedangkan pada implementasi akan mengimplementasikan alur dan metode yang telah dirancang sebelumnya.

BAB VI: Pengujian dan Analisis

Bab ini menjelaskan proses pengujian dan analisa dari hasil perancangan dan implementasi sistem.

BAB VII : Penutup

Bab ini menjelaskan hasil kesimpulan dari pelaksanaan penelitian. Kesimpulan ini dibuat dari hasil pengujian dan analisis terhadap perancangan dan implementasi arsitektur sistem sebagai dasarnya. Saran-saran juga diberikan agar hasil dari penelitian ini dapat diperbaiki dan disempurnakan apabila penelitian ini dikembangkan kemudian.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berisi landasan kepustakaan yang meliputi tinjauan pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk penelitian ini. Tinjauan pustaka membahas penelitian yang telah ada dan diusulkan. Adapun dasar teori membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka membahas penelitian yang telah ada dan diusulkan. Pada penelitian ini kajian pustaka diambil dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan. Tujuan dari tinjauan pustaka adalah untuk mengkaji hasil penelitian sebelumnya dan dijadikan sebagai dasar dari pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan.

Dengan melakukan ekstraksi komponen warna awal dari suatu gambar ikan lalu dianalisis komponen-komponen ekstraksi warna RGB dari gambar tersebut. Namun terkadang ekstraksi warna RGB sedikit sulit untuk dianalisis komponen warnanya dan bisa ditambahkan proses segmentasi HSV untuk mendapatkan tekstur warna dari gambar. Setelah mendapatkan komponen warnanya gambar akan diklasifikasikan menggunakan metode *Multi-Class Support Vector Machine*. Terdapat dua metode SVM yang digunakan pada penelitian ini yaitu DAGMSVM dan VBMSVM. Pada hasil pengujian didapatkan nilai tertinggi ketika menggunakan metode VBMSVM yaitu sebesar 97.96% (Hu, et al., 2012).

Klasifikasi jenis ikan dapat dilakukan menggunakan beberapa metode yaitu segmentasi warna dari komponen warna merah, hijau dan biru atau RGB yang kemudian diolah menjadi warna keabuan atau *greyscale*. Kemudian dari data yang didapat diproses menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) yaitu dengan mentransformasikan variabel yang berkorelasi dengan variabel yang tidak berkorelasi, tanpa menghilangkan informasi penting didalamnya (Santoso & Jati, 2006).

Kemudian selain itu pengklasifikasian jenis ikan tuna menggunakan ekstraksi fitur bentuk objek. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pawening, et al., 2016) dijelaskan penggunaan metode ekstraksi fitur untuk mengetahui *region of interest* dari objek yang diseleksi. Lalu digunakan ekstraksi deskriptor bentuk yang digunakan untuk mengetahui bentuk dari ikan tuna tersebut sehingga dapat diketahui jenisnya. Kemudian untuk klasifikasi digunakan metode *K-Nearest Neighbour*. Pada penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian pada tiga bagian ikan yaitu ikan utuh, bagian kepala ikan dan bagian ekor. Dari ketiga pengujian tersebut pengujian pada kepala ikan memiliki tingkat akurasi tertinggi yaitu 90% sedangkan pada bagian tubuh ikan keseluruhan memiliki akurasi 53,33% dan bagian ekor sebesar 66,67%. Pada penelitian ini tidak menggunakan nilai intensitas warna sebagai parameter dalam pengujian.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh (Kartika & Herumurti, 2016) membahas tentang klasifikasi jenis ikan koi berdasarkan nilai warna HSV. Pada

penelitian ini menggunakan metode konversi warna dari citra awal RGB ke HSV. Sehingga nilai warna pada komponen warna HSV yang digunakan sebagai parameter fitur untuk klasifikasi. Pada proses klasifikasi digunakan dua metode yaitu menggunakan *Naïve Bayes* dan *Support Vector Machine* yang menggunakan metode *cross validation* dan tidak ditambahkan *cross validation*. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil akurasi tertinggi sebesar 97,92% pada pengujian *Naïve Bayes* tanpa metode *cross validation*. Pada penelitian ini tidak digunakan pengolahan citra berdasarkan bentuk dan tekstur.

Dalam menentukan ikan bandeng yang berformalin atau tidak dapat dilihat dari mata ikan. Citra mata ikan akan diolah untuk didapatkan nilai derajat keabuannya. Sehingga hasil nilai derajat keabuan dari mata ikan tersebut akan dijadikan sebagai parameter dalam klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier*. Pada penelitian ini hanya digunakan parameter intensitas *greyscale* sebagai parameter pada metode *Naïve Bayes*. Pengujian ini dilakukan dengan menguji tiap piksel dari citra mata ikan bandeng. Didapatkan hasil tertinggi yaitu 100% pada pengujian mata ikan bandeng pada bagian piksel baris 10 dan kolom 10 (Hadini & Muhammad, 2016).

Pada penelitian ini akan mencoba menggabungkan beberapa metode pengolahan citra dan metode klasifikasi yang telah dilakukan oleh para penelitian sebelumnya. Sehingga pada penelitian ini akan digunakan metode pencarian nilai fitur warna HSV sebagai metode pengolahan citra dan *Naïve Bayes* sebagai metode klasifikasi kualitas sistem.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori membahas teori yang akan diperlukan untuk menyusun penelitian ini.

2.2.1 Ikan Tongkol

Ikan tongkol dan tuna merupakan salah satu dari komoditas perikanan yang ada di Indonesia (Sudirman, 2006). Ikan tersebut tersebar diseluruh wilayah laut Indonesia. Pada Tabel 2.1 dijelaskan Laut Indonesia bagian timur memiliki potensi yang cukup besar dibandingkan di wilayah barat. Namun pemanfaatannya masih belum maksimal. Berikut tabel perbandingannya.

Tabel 2. 1 Persebaran potensi ikan tongkol dan tuna (Sudirman, 2006)

No.	Daerah Penangkapan	Potensi	Produksi	Pemanfaatan
	Kawasan Barat Indonesia			
1.	Samudera Hindia	1076.89	623.78	57.92
2.	Selat Malaka	276.03	389.26	>100
3.	Laut Cina Selatan	1057.05	379.90	35.94
4.	Laut Jawa	796.64	1094.41	>100
	Kawasan Timur Indonesia			

1.	Selat Makasar dan Laut Flores	929.72	655.45	70.50
2.	Laut Banda	277.99	228.48	82.19
3.	Laut Seram dan Teluk Tomini	590.62	197.64	33.46
4.	Laut Sulawesi dan Samudera Pasifik	632.72	247.11	37.47
5.	Laut Arafuru	771.56	263.37	34.14

Jenis ikan tongkol dan tuna dapat ditentukan dari warna sirip, bentuk tubuh dan pola dari sisik. Ketika perbedaan sudah diketahui, maka dapat ditentukan jenis dari ikan tersebut. Kemudian untuk menentukan kualitas dari ikan tongkol dapat ditentukan dari kondisi sisik dan warna mata. Apabila ada kulit yang rusak atau warnanya sudah tidak mengkilap maka akan menurunkan kualitas dari ikan tuna tersebut. Selain itu apabila mata dari ikan sudah tidak jernih juga bisa mempengaruhi kualitas dari ikan tongkol (Sidik & Fajar, 2013).

Tabel 2. 2 Grade ikan tongkol, ikan tuna segar (Sidik & Fajar, 2013)

Tingkatan Grade	Ciri Khusus				Pelangi
	Daging	Minyak	Warna	Sashi/Bolong	
AAA	Kenyal	Banyak minyak	Merah terang, cerag segar	tidak ada	Tidak ada
AAF	Kenyal	Banyak minyak	Merah terang, agak cerah segar	Tidak ada	Tidak ada
AF	Kenyal	Ada minyak lumayan banyak	Merah terang, sangat segar	Tidak ada	Tidak ada
AA	Kenyal	Ada minyak sedikit	Cerah terang	Tidak ada	Tidak ada
A+	Kenyal	Ada minyak sedikit	Merah	Tidak ada	Tidak ada
A	Kenyal	Jumlah minyak sedikit dari grade A+	Merah	Tidak ada	Tidak ada
A-	Kenyal	Ada minyak sedikit	Merah/terang	Tidak ada	Tidak ada
B+	Kenyal	Tidak ada minyak/ lemak	Merah sedikit redup	Tidak ada	Ada dan tipis
B	Kenyal	Sedikit minyak	Merah agak pucat	Tidak ada	Pelangi sedikit tebal

B-	Sedikit kenyal	Tidak ada minyak/lemak	Kondisi minyak jelek	Tidak ada	Pelangi tebal
Reject/C	Lembek	Tidak ada/sudah putih	Buram/merah gelap	Tidak ada	Pelangi tebal
D	Putih susu oucat/daging matang, kasar, lembek	Tidak ada minyak	Merah gelap	Ada	Pelangi tebal



Gambar 2. 1 Kulit ikan terkelupas (Sidik & Fajar, 2013)

Dari pengelompokan ikan tongkol dan tuna berdasar gradenya maka dapat dikelompokkan lagi kualitasnya. Kualitas ikan tongkol dan tuna dapat dikelompokkan menjadi tiga ketegori yaitu:

1. Kualitas sangat baik (Mutu I), ciri-cirinya:
 - a. Warna ikan cerah mengkilat dan utuh
 - b. Insang berwarna merah segar
 - c. Kulit ketat elastic
 - d. Mata masih menonjol dan jernih
 - e. Bau ikan sangat segar khas
 - f. Bila daging disayat berwarna merah segar *pink/rose*, otot daging sangat padat, elastik, dan berlemak.
2. Kualitas baik (Mutu II), ciri-cirinya:
 - a. Warna ikan sedikit cerah dan utuh
 - b. Insang masih berwarna merah
 - c. Kondisi kulit kurang ketat
 - d. Sisik ada yang mulai rusak
 - e. Mata masih menonjol sedikit kurang jernih
 - f. Bau ikan kurang segar

g. Bila daging disayat berwarna merah/rose, oto daging padat/elastik, sedikit mengeluarkan lemak, jaringan daging tidak pecah

3. Kualitas sedang (Mutu III), memiliki ciri-ciri dibawah kondisi kualitas mutu II

Tabel 2.2 diatas merupakan ciri dari tongkol atau pun ikan tuna segar. Namun pada penelitian ini jenis ikan yang diteliti adalah jenis ikan tongkol beku sehingga cirinya pun akan berbeda. Ikan tongkol beku yang berkualitas baik pada sisiknya terutama sisik dibagian sekitaran kepala memiliki tekstur yang mulus serta tidak ada cacat, begitu pun dengan matanya. Mata ikan tongkol beku yang berkualitas baik memiliki warna yang bening. Cacat yang dimaksud disini adalah adanya warna merah pada daerah tersebut, termasuk juga pada mata.



Gambar 2. 2 Ikan tongkol beku kualitas jelek

2.2.2 Citra Digital

Citra digital adalah suatu gambar dua dimensi (X,Y) yang ditampilkan dan diolah melalui komputer. Pengolahan citra digital dilakukan dengan memproses setiap dimensi dari citra tersebut. Jadi suatu citra digital merupakan sebuah *array* yang berisi nilai-nilai real ataupun kompleks yang direpresentasikan melalui deretan bit tertentu, misalkan citra 8 bit. Nilai pada setiap potongan X dan Y disebut *picture element*, *image element*, *pels*, atau *pixel*. (Putra, 2010)

2.2.3 Jenis Citra

Suatu piksel memiliki nilai tertentu, tergantung dari jenis citranya. Misalkan pada citra BGR memiliki jarak nilai 0 – 255 dan untuk nilai biner memiliki nilai 0 dan 1. Berikut adalah penjelasan dari jenis-jenis citra:

1. Citra Warna (BGR)

Citra warna terdiri dari 3 jenis warna yaitu *Blue*, *Green* dan *Red*. Setiap warna pada citra BGR memiliki jarak nilai 0 - 255.

2. Citra keabuan (*greyscale*)

Citra keabuan merupakan perpaduan antara nilai citra warna. Untuk mendapatkan citra yang bernilai keabuan dapat digunakan beberapa cara diantaranya *lightness*, *average*, dan *luminosity*.

3. Citra biner

Citra biner merupakan jenis citra yang nilai tiap pikselnya adalah 0 dan 1.

2.2.4 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi dari suatu objek citra yang ingin diamati dan dibedakan dari objek lainnya. Ciri fitur dari suatu objek yang baik setidaknya memenuhi persyaratan berikut (Putra, 2010):

1. Ciri fitur yang diambil sebisa mungkin dapat membedakan antara objek yang akan diamati dengan objek lainnya.
2. Memperhatikan kompleksitas komputasi dalam mendapatkan ciri fitur dari suatu objek. Kompleksitas komputasi yang tinggi pasti akan membuat proses dalam menemukan fitur dari suatu objek menjadi lebih lama.
3. Ketika suatu objek mengalami transformasi ekstraksi fitur masih bisa berjalan dengan baik.
4. Ciri fitur yang sedikit tentunya akan menghemat waktu komputasi dan ruang penyimpanan untuk melakukan proses selanjutnya.

Ciri fitur yang akan diekstraksi diantaranya adalah ciri bentuk, ciri warna, ciri ukuran, ciri geometri dan ciri tekstur (Putra, 2010).

2.2.4.1 Ekstraksi Ciri Bentuk

Ekstraksi bentuk dilakukan ketika dibutuhkan suatu cara untuk membedakan atau mengidentifikasi bentuk objek. Ada beberapa parameter yang digunakan untuk membedakan bentuk dari suatu objek, yaitu *eccentricity* dan *metric*.

2.2.4.2 Ekstraksi Ciri Warna

Ekstraksi ciri warna dilakukan untuk membedakan warna dari beberapa objek. Metode yang sering digunakan adalah menggunakan nilai dari warna *hue*. Nilai *hue* dapat dikombinasikan dengan nilai dari *saturation* dan *value*. Namun jenis citra dari citra asli suatu gambar adalah BGR (*blue, green, red*). Oleh karena itu diperlukan suatu konversi warna untuk mengubah dari BGR menjadi HSV.

2.2.4.3 Ekstraksi Ciri Ukuran

Ekstraksi ciri ukuran bertujuan untuk mendapatkan informasi ukuran dari suatu objek yang diamati. Informasi yang didapatkan berupa panjang suatu objek dan kemudian akan diolah untuk didapatkan informasi lain seperti keliling dan luas dari suatu objek. Panjang dari suatu objek ditentukan dari jarak antar piksel dari citra tersebut.

2.2.4.4 Ekstraksi Ciri Geometri

Ekstraksi geometri merupakan suatu proses dimana akan didapatkan informasi dari suatu gambar berupa gabungan dari dua titik, sehingga kemudian didapatkan garis yang membentuk suatu objek. Ekstraksi ciri geometri

merupakan suatu langkah awal yang dilakukan sebelum mencoba melakukan ekstraksi ciri bentuk.

2.2.4.5 Ekstraksi Ciri Tekstur

Ekstraksi ciri tekstur merupakan suatu proses untuk membedakan tekstur antar objek. Untuk mendapatkannya menggunakan ciri statistik orde pertama dan kedua. Metode yang sering digunakan dalam ekstraksi ciri tekstur adalah *Grey Level Co-occurrence Matrix* (GLCM).

2.2.5 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu metode yang digunakan untuk memproses atau mengolah citra untuk didapatkan informasi tertentu, seperti nilai RGB, HSV serta proses pemotongan citra, mengganti ukuran, dsb.

2.2.5.1 RGB

Citra warna terdiri dari 3 jenis warna yaitu *Blue*, *Green* dan *Red*. Setiap warna pada citra BGR memiliki jarak nilai 0 - 255.

2.2.5.2 HSV

HSV merupakan suatu komponen warna yang terdiri dari *hue*, *saturation* dan *value*. Penggunaan jenis warna HSV lebih sering dijumpai karena jenis warna HSV dapat menentukan warna dengan lebih akurat. *Hue* merupakan komponen warna murni seperti warna merah, kuning, biru dsb. *Saturation* merupakan komponen dari kemurnian warna. *Value* merupakan komponen dari kecerahan warna. Setiap komponen dari HSV memiliki range nilai 0-100%. Setiap citra awal yang didapatkan akan selalu memiliki format RGB, untuk mengubah menjadi HSV diperlukan suatu cara untuk melakukan konversi warna dari RGB ke HSV. Pada Persamaan 2.1 menjelaskan tentang bagaimana melakukan konversi RGB ke HSV.

$$H = \tan \left(\frac{3(G-B)}{(R-G)+(R-B)} \right) \quad (2.1)$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V}$$

$$V = \frac{R+G+B}{3}$$

2.2.5.3 Histogram

Histogram merupakan suatu frekuensi atau nilai yang sering muncul dari nilai intensitas citra yang ditampilkan dalam metode grafik. Histogram digunakan untuk mengetahui sebaran nilai dari citra, untuk melakukan segmentasi, dan juga untuk klasifikasi.

2.2.5.4 Cropping Citra

Crop atau memotong citra dilakukan ketika citra dari suatu objek utama terdapat beberapa objek lain yang dapat mengganggu objek utama. Selain itu

proses *cropping* juga bisa dilakukan untuk memisahkan antara *background* dan *foreground*. Terdapat beberapa bentuk dalam melakukan *cropping* seperti kotak, lingkaran atau oval. Untuk proses *cropping* bentuk kotak dalam Persamaan 2.2.

$$\text{Crop} = x_1, y_1, \text{height} (x_2 - x_1), \text{width} (y_2 - y_1) \quad (2.2)$$

2.2.6 Naïve Bayes Classifier

Metode *Naive Bayes Classifier* merupakan turunan dari metode *Bayes*. Dalam penerapannya metode ini sangat efektif dalam mendapatkan hasil yang tepat dan efisien. Dalam penggunaan metode *Naive Bayes* untuk menentukan setiap fitur atau parameter yang digunakan tidak memiliki ketergantungan dengan fitur atau parameter yang lain. Rumus dari teorema Bayes adalah sebagai berikut (Barber, 2010) :

$$P(y|x) = \frac{P(x|y)P(y)}{P(x)} \quad (2.3)$$

Penjelasan dari Persamaan 2.3 adalah :

$P(y|x)$: merupakan peluang posterior atau probabilitas kondisional dari suatu hasil hipotesis dari kelas y setelah diberikan suatu data x .

$P(x|y)$: merupakan peluang likelihood dari suatu data x yang akan mempengaruhi hipotesis kelas y .

$P(y)$: peluang prior atau peluang awal dimana hipotesis y terjadi tanpa memperhatikan data yang diberikan.

$P(x)$: peluang *evidence* x terjadi tanpa memperhatikan hipotesis kelas lainnya.

Dalam teorema Bayes hipotesis merupakan suatu label kelas dalam sebuah data, sedangkan *evidence* merupakan suatu fitur yang dijadikan input dalam suatu klasifikasi. Dari Persamaan (2.3) Naïve Bayes dilambangkan dengan $P(x|y)$, dimana X merupakan suatu masukan berupa fitur-fitur yang ditentukan untuk klasifikasi dan Y merupakan jenis kelas dalam klasifikasi tersebut. Dalam notasi $P(x|y)$ maksudnya adalah peluang kelas Y akan didapatkan setelah fitur-fitur X selesai diamati. Berikut ini adalah persamaan untuk rumus Naïve Bayes (Barber, 2010):

$$P(Y|X) = \frac{P(Y)\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)}{P(X)} \quad (2.4)$$

Penjelasan dari Persamaan 2.4 adalah:

$P(X|Y)$: merupakan peluang posterior atau probabilitas kondisional dari suatu kelas Y yang akan didapatkan setelah mengamati fitur-fitur X .

$\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)$: peluang likelihood dari masing-masing fitur X yang akan mempengaruhi kelas Y .

P(Y) : peluang prior hipotesis dari kelas Y tanpa memperhatikan fitur lain yang diberikan.

P(X) : peluang *evidence* yang terjadi tanpa memperhatikan kelas lainnya.

Untuk menghitung peluang dari suatu data diskrit maka akan cukup mudah dilakukan. Namun dalam permasalahan yang sering dihadapi tidak semua data yang ada adalah data diskrit, tetapi juga kontinyu. Untuk melakukan klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes* dari data kontinyu dibutuhkan beberapa cara tersendiri, yaitu:

1. Data kontinyu yang ada dilakukan proses diskritisasi, yaitu melakukan proses perubahan dari data kontinyu menjadi data diskrit.
2. Menggunakan fungsi *univariate normal (Gaussian) distribution* dengan parameter utama yaitu *mean* (μ) dan varian (σ^2).

$$P(X = x_i | Y = y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}^2}} e^{-\frac{(x_i - \bar{x}_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2.5)$$

Pada Persamaan 2.5 menjelaskan tentang persamaan fungsi *Gaussian*. Parameter μ_{ij} didapatkan dari nilai *mean* sampel dari semua data latih yang menjadi milik kelas y_i , sedangkan σ_{ij} didapatkan dari nilai varian sampel dari data latih.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.6)$$

Persamaan 2.6 menjelaskan tentang fungsi bagaimana cara menghitung nilai *mean*. Perhitungan *mean* dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data sampel dan kemudian dibagi dengan jumlah data sampel tersebut.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

Persamaan 2.7 menjelaskan tentang fungsi bagaimana cara menghitung nilai standar deviasi dari sampel data latih. Dimana σ adalah standar deviasi, x_i adalah nilai x ke i , \bar{x} merupakan rata-rata dan n adalah banyaknya data sampel.

2.2.7 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 merupakan suatu mikrokomputer yang digunakan untuk melakukan pemrosesan dari data input sehingga dapat dihasilkan output yang diinginkan. Berikut adalah spesifikasi dari Raspberry Pi 3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Raspberry Pi 3

System on Chip	Broadcom BCM2837
CPU	4x ARM Cortex-A53, 1.2 GHz
GPU	Broadcom Videocore IV
RAM	1GB



<i>Networking</i>	10/100 Ethernet, 2.4 GHz 802.11n Wireless
<i>Bluetooth</i>	<u>Bluetooth 4.1</u>
<i>Storage</i>	Micro SD
<i>GPIO</i>	40-pin header, populated
<i>Ports</i>	HDMI, 3.5 mm analogue audio-video jack, 4x 2.0, Ethernet, camera serial interface (CSI), display serial interface (DSI)

Sumber : raspberry.org (Raspberry.org, 2017)



Gambar 2. 3 Raspberri Pi 3

Sumber : (Raspberry.org, 2017)

2.2.8 Kamera Logitech C170

Kamera Logitech C170 merupakan kamera *webcam* yang dapat menangkap gambar dengan resolusi maksimal 5 MP dan video dengan resolusi maksimal VGA. Logitech C-170 ini juga kompatibel dengan beberapa sistem operasi seperti Windows, MacOS dan Ubuntu.

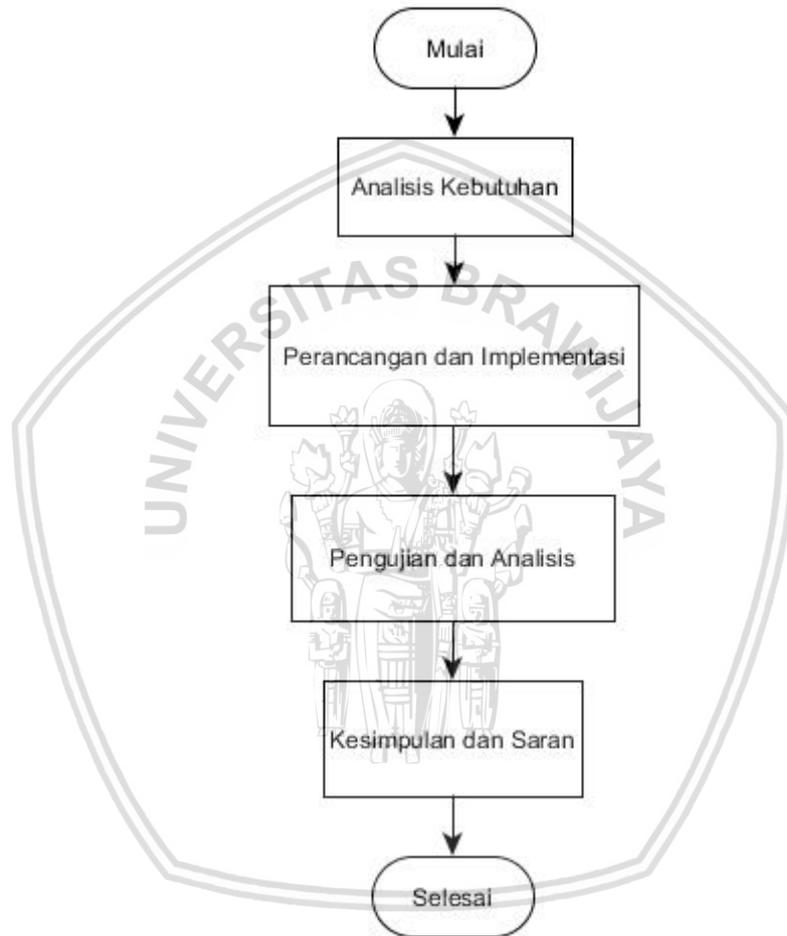


Gambar 2. 4 Logitech C170

Sumber : Logitech.com (Anon., 2018)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyusunan skripsi. Pada Gambar 3.1 menjelaskan tentang metode penelitian yang digunakan pada skripsi ini. Diagram alir tersebut menjelaskan bahwa yang pertama kali dilakukan adalah menentukan analisis kebutuhan sistem, kemudian melakukan perancangan dan implementasi, kemudian pengujian dan analisis, dan yang terakhir adalah kesimpulan dan saran dari penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram alir sistem

3.1 Analisis Kebutuhan

Pada sub bab analisis kebutuhan akan dijelaskan beberapa kebutuhan yang diperlukan dalam pengerjaan sistem yang meliputi kebutuhan pengguna, kebutuhan sistem serta kebutuhan fungsional dan non fungsional. Dalam bagian kebutuhan pengguna akan dijelaskan beberapa kebutuhan yang diperlukan agar dapat terjadi interaksi antara sistem dan pengguna. Pada kebutuhan sistem akan dijelaskan beberapa kebutuhan perangkat yang dibutuhkan oleh sistem ini. Pada kebutuhan sistem juga nantinya akan dibahas mengenai kebutuhan perangkat



keras dan kebutuhan perangkat lunak. Pada kebutuhan perangkat keras akan dijelaskan mengenai perangkat keras apa saja yang digunakan dalam pengerjaan sistem ini beserta fungsi dan spesifikasinya. Begitu pun pada kebutuhan perangkat lunak, juga akan dijelaskan perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan pada sistem ini.

Kemudian pada bagian kebutuhan fungsional akan dijelaskan bagaimana sistem ini akan berfungsi sesuai dengan *input* yang diberikan oleh pengguna. Kebutuhan fungsional yang diperlukan dalam sistem ini adalah bagaimana sistem ini dapat mengklasifikasikan kualitas ikan tongkol sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

Dan pada bagian kebutuhan non fungsional akan dijelaskan bagaimana karakteristik pengguna, lingkungan operasi, asumsi dan ketergantungan, serta batasan perancangan dan implementasi.

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem akan dilakukan ketika semua yang telah dibutuhkan oleh sistem terpenuhi. Kemudian perancangan dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta alur dari metode sistem.

3.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras berupa blok diagram dari sistem. Terdapat tiga bagian utama pada perancangan perangkat keras yaitu, bagian *input*, *process*, dan *output*. Pada bagian *input* terdapat sensor kamera Logitech C170 yang akan mengakuisisi gambar citra ikan tongkol beku yang didapatkan yang kemudian akan masuk ke bagian *process* untuk diolah untuk didapatkan nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*. Yang kemudian akan mendapatkan hasil akhir berupa jenis kualitas dari ikan tongkol yang diuji.

3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak terdapat sebuah logika algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah untuk melakukan klasifikasi kualitas ikan tongkol beku menggunakan metode *Naïve Bayes*. Pada perancangan perangkat lunak akan menjelaskan dua sub bab yaitu perancangan proses pengolahan citra ikan tongkol dan perancangan *Naïve Bayes*.

Perhitungan *Naïve Bayes* akan mulai bekerja ketika didapatkan nilai fitur komponen penyusun citra ikan tongkol. Terdapat empat fitur yang diambil dari citra ikan tongkol untuk diolah sehingga didapatkan hasil akhir klasifikasi dengan metode *Naïve Bayes*. Fitur-fitur tersebut diantaranya nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*.

3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan mengacu pada perancangan sistem yang sudah dibuat sebelumnya dan juga akan mencantumkan potongan dari bahasa pemrograman yang digunakan. Implementasi sistem terdiri dari dua sub bab yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak.

Pada implementasi perangkat keras berisi tentang hasil implementasi alat berupa rangkaian alat dan perangkat alat yang digunakan. Dari implmentasi perangkat keras tersebut dapat diketahui posisi dari komponen yang digunakan. Pada implementasi perangkat keras juga dijelaskan tentang jarak antara kamera dan lampu sebagai pencahayaan dengan objek yang akan diambil citranya. Sedangkan pada implementasi perangkat lunak berisi tentang potongan program yang telah diimplementasikan sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat sebelumnya. Terdapat dua sub bab pada implementasi perangkat lunak yaitu implementasi proses pengolahan citra ikan tongkol dan implementasi proses *Naïve Bayes*.

3.4 Pengujian dan Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian dan analisa hasil pengujian yang akan dilaksanakan sesuai dengan parameter perancangan sistem. Beberapa skenario pengujian yang akan dilakukan diantaranya:

1. Pengujian apakah data citra ikan tongkol beku dapat diolah sehingga didapatkan nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue* sebagai parameter untuk klasifikasi serta dapat dianalisis hasil output citra yang didapat.
2. Pengujian tingkat akurasi hasil dari metode *Naïve Bayes*
3. Pengujian waktu eksekusi sistem dari awal berjalan hingga didapatkan hasil kualitas ikan

3.5 Kesimpulan

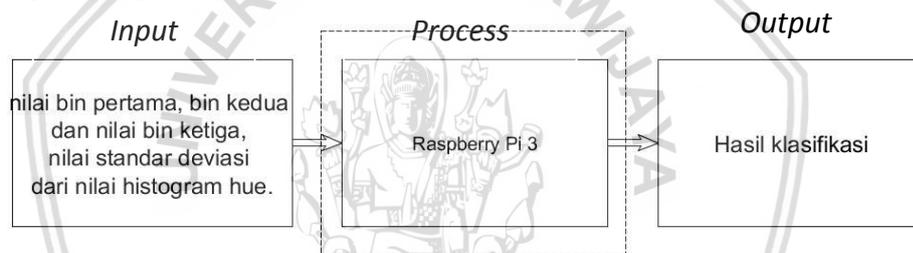
Kesimpulan didapatkan setelah melakukan pengujian pada sistem sehingga didapatkan hasilnya. Dari hasil pengujian tersebut kemudian dianalisis dan disimpulkan apakah dari pengujian tersebut telah sesuai dengan apa yang dituliskan pada rumusan masalah. Selain itu pada kesimpulan juga dituliskan tentang saran yang akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum dari sistem yang akan dibuat, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional sistem serta batasan desain dari sistem.

4.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem Klasifikasi Kualitas Ikan Tongkol Beku Berdasar Ekstraksi Fitur dengan Metode *Naïve Bayes Classifier* merupakan suatu sistem untuk menentukan kualitas ikan tongkol beku dengan parameter berupa kondisi fisik luar dari ikan tongkol beku tersebut yang telah diekstraksi fitur-fiturnya atau ciri-ciri khususnya. Pada Gambar 4.1 dijelaskan *input* dari sistem ini merupakan nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*. Kemudian akan diolah dan akan diambil ciri khususnya menggunakan proses pengolahan citra berbasis OpenCV yang akan diolah pada Raspberry Pi 3. Pada akhirnya akan didapatkan hasil akhir berupa kualitas dari ikan tongkol yang telah diuji sebelumnya.



Gambar 4. 1 Diagram blok sistem

Nilai-nilai *input* sistem tersebut akan digunakan sebagai nilai fitur dalam perhitungan untuk melakukan klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes*. Metode *Naïve Bayes* digunakan karena dalam melakukan klasifikasi sudah diketahui terlebih dahulu jenis atau kelas dari kualitas ikan tongkol beku yaitu kualitas baik dan jelek. Selain itu dari beberapa percobaan sebelumnya metode *Naïve Bayes* memiliki tingkat presentase akurasi yang tinggi sesuai dengan peluang benar dari data latih yang digunakan. Semakin banyak data latih yang memiliki peluang benar maka tingkat akurasi yang digunakan akan semakin besar.

4.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem digunakan untuk mengetahui semua kebutuhan yang diperlukan untuk sistem ini. Dalam melakukan analisis kebutuhan terdapat beberapa kebutuhan yang perlu dijelaskan yaitu kebutuhan pengguna, kebutuhan sistem yang terdiri dari terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak, kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional sistem.



4.2.1 Kebutuhan Pengguna

Kebutuhan pengguna merupakan sesuatu kebutuhan yang harus ada didalam sebuah sistem agar pengguna dapat menggunakan sistem ini dengan mudah dan dapat mengawasi kerja sistem dengan baik. Kebutuhan pengguna yang ada di sistem ini antara lain sistem dapat menampilkan gambar ikan yang akan diuji beserta ciri-ciri khusus yang ada dan juga kualitas akhir dari ikan tersebut.

4.2.2 Kebutuhan Sistem

Pada kebutuhan sistem ini terdapat dua kebutuhan yang dimiliki yaitu kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk mendukung implementasi sistem ini maka dibutuhkan beberapa perangkat keras diantaranya adalah:

1. Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 merupakan suatu mini komputer yang digunakan sebagai pusat pemrosesan dari sistem. Penggunaan Raspberry Pi 3 dipilih karena dapat menggantikan penggunaan komputer atau laptop sehingga dapat juga diimplementasikan pada *embedded system*. Pada Raspberry Pi nantinya juga akan dilakukan semua proses pengolahan data citra hingga klasifikasi.

2. Kamera Logitech C170

Kamera digunakan untuk mengambil input citra ikan tongkol beku. Kamera ini memiliki resolusi sebesar 5 MP dan mampu menangkap video beresolusi maksimal VGA.

3. Laptop

Laptop digunakan sebagai media untuk melakukan proses *remote desktop* pada Raspberry Pi 3 dan juga sebagai media untuk melakukan proses pemrograman pada Raspberry Pi 3. Sehingga dalam implementasinya laptop digunakan untuk mengontrol dan memprogram pada Raspberry Pi 3.

Spesifikasi laptop yang digunakan pada yaitu:

- Model perangkat : Lenovo G40
- Prosesor : AMD A6 CPU 2,30GHz
- Sistem Operasi : Window 8 64-bit

4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada bagian ini dijelaskan mengenai kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan oleh sistem. Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini adalah:

1. Library OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision*) merupakan suatu librari yang berfungsi untuk mengolah data berupa citra digital. OpenCV mendukung

beberapa bahasa pemrograman diantaranya Python, C++, C, dan Java dan juga mendukung beberapa sistem operasi diantaranya Windows, Linux dan MacOS.

2. Raspbian Jesse

Raspbian Jesse merupakan sistem operasi yang terinstall didalam Raspberry Pi 3. Raspbian Jessie bersifat *open source* dan dapat diakses oleh pengguna secara bebas.

4.2.3 Kebutuhan Fungsional

Berikut ini merupakan kebutuhan fungsional yang harus mampu dijalankan oleh sistem:

1. Sistem mampu mengambil citra ikan tongkol secara *real time* dan dapat mengolahnya untuk didapatkan nilai warna penyusunnya yaitu nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*.

Sistem harus mampu mengambil citra ikan tongkol beku yang nantinya akan diolah untuk digunakan sebagai input dari sistem. Dan sistem harus mampu mengekstraksi fitur dari inputan berupa citra ikan tongkol beku. Fitru yang diekstraksi adalah fitur dari nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*.

2. Sistem dapat menampilkan hasil dari kualitas ikan tongkol beku berdasar hasil klasifikasi *Naive Bayes*

Sistem dapat menampilkan hasil kalasifikasi dari kualitas ikan tongkol yaitu kualitas bagus dan jelek. Selain menampilkan hasil klasifikasi sistem juga menampilkan nilai dari komponen warna dari citra gambar ikan tongkol beku tersebut.

3. Sistem dapat menghitung waktu komputasi sistem

Sistem dapat menghitung waktu proses komputasi sistem dari awal sistem bekerja hingga selesai didapatkan hasil klasifikasi.

4.2.4 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional dari sistem ini merupakan kebutuhan yang menjelaskakn tentang batasan terhadap kebutuhan perancangan dari sistem. Terdapat dua kebutuhan non fungsional pada sistem ini, yaitu:

4.2.4.1 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna pada sistem ini diperuntukan kepada seseorang yang bertugas mensortir ikan sebelum dijual kepada konsumen. Dengan sistem ini diharapkan para petugas tersebut tidak perlu repot untuk mensortir beberapa pilihan ikan yang terkadang bagi pemula butuh waktu untuk belajar.

4.2.4.2 Batasan Perancangan dan Implementasi Sistem

Pada bagian ini dijelaskan mengenai batasan apa saja yang diperlukan agar sistem ini dapat bekerja lebih terarah dan terstruktur sehingga dapat berjalan sesuai dengan skenario yang telah ditentukan. Berikut adalah batasan perancangan dan implementasi dari sistem ini:

1. Proses pengambilan citra ikan tongkol beku dilakukan didalam kotak *styrofoam* yang tertutup dan diberikan pencahayaan lampu 5 Watt.
2. Sistem hanya melakukan klasifikasi pada kualitas ikan tongkol beku dengan kualitas bagus dan jelek.



BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

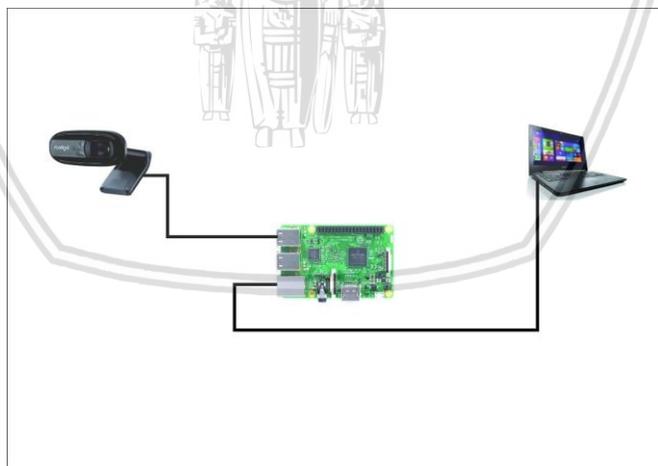
Pada perancangan dan implementasi ini akan dijelaskan tentang proses perancangan dan implementasi dari sistem klasifikasi kualitas ikan tuna berdasar ekstraksi fitur menggunakan metode naïve bayes. Pada bab ini juga akan dijelaskan tentang perancangan perangkat keras sistem, penjelasan tentang metode dari sistem ini, dan juga tentang penjelasan perancangan perangkat lunak dari sistem ini.

5.1 Perancangan Sistem

Pada sub bab perancangan sistem akan menjelaskan tentang apa saja yang akan dilakukan dalam pengerjaan sistem ini. Yang didalamnya akan berisi, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak sistem.

5.1.1 Perancangan Perangkat Keras

Seeperti yang dijelaskan pada Gambar 5.1 terdapat tiga komponen perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini. Perangkat tersebut adalah Raspberry Pi 3, kamera Logitech C170 dan laptop. Raspberry Pi 3 sebagai pusat pemrosesan akan dihubungkan dengan kamera Logitech C170 sebagai penerima input citra ikan tongkol. Selain itu digunakan kotak *styrofoam* berwarna putih sebagai tempat peletakan objek ikan tongkol yang akan diambil citranya. Penggunaan kotak *styrofoam* bertujuan agar saat pengambilan citra ikan tidak ada *noise* yang dapat mengurangi hasil dari pengambilan citra gambar dan juga agar cahaya yang diterima memiliki intensitas yang sama.

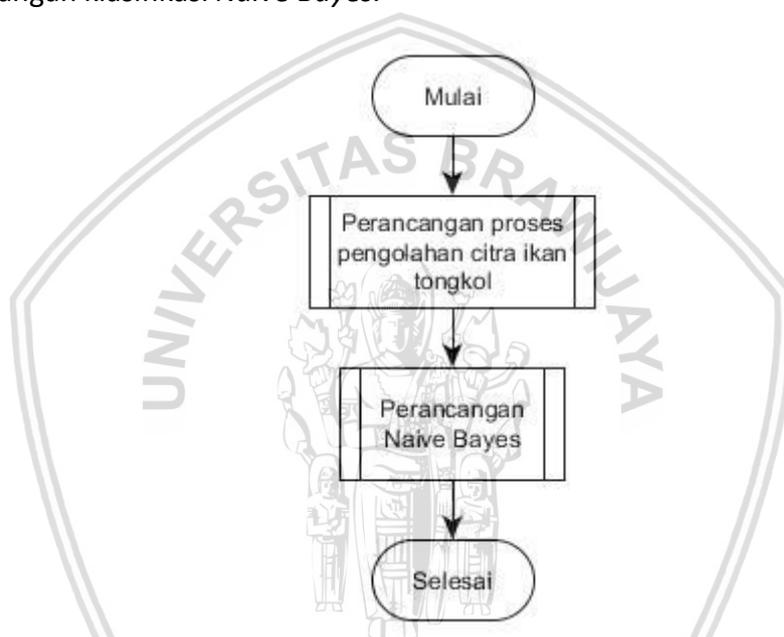


Gambar 5. 1 Perancangan perangkat keras

Kamera akan diletakkan didalam kotak *styrofoam* putih dengan jarak antara kamera dengan objek 15 cm. Didalam kotak tersebut juga ditempatkan sebuah lampu berkekuatan 5 Watt. Dikarenakan lampu yang digunakan memiliki cahaya yang terlalu terang, maka digunakan selembar kain putih untuk menutup lampu tersebut. Penggunaan kain putih tersebut memiliki dampak yang cukup baik. Ketika kain putih belum dipasang akan menyebabkan hasil citra yang ditangkap memiliki detail yang kurang jelas. Warna yang dihasilkan tidak akurat.

5.1.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sub bab perancangan perangkat lunak akan menjelaskan tentang perancangan pada perangkat lunak sistem. Didalamnya akan berisi tentang diagram alir sistem yang akan menjelaskan tentang urutan program. Pada Gambar 5.2 dijelaskan bahwa alur perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan proses pengolahan citra ikan tongkol dan perancangan *Naive Bayes*. Proses pengolahan citra dilakukan untuk didapatkan nilai informasi warna penyusun yang kemudian akan dijadikan sebagai parameter fitur dalam penentuan kualitas menggunakan klasifikasi kualitas ikan tongkol menggunakan metode *Naive Bayes*. Pada perancangan perangkat lunak ini akan terbagi menjadi dua sub bab yaitu perancangan pengolahan data citra ikan tongkol dan perancangan klasifikasi *Naive Bayes*.

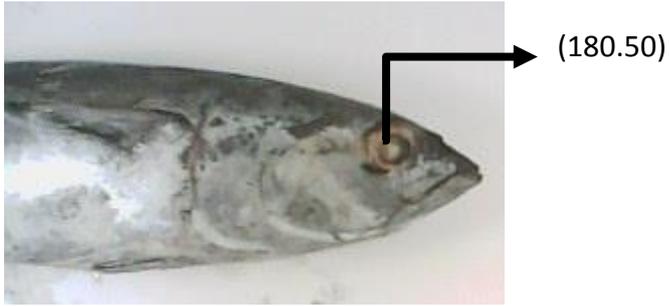


Gambar 5. 2 Diagram alir perancangan perangkat lunak

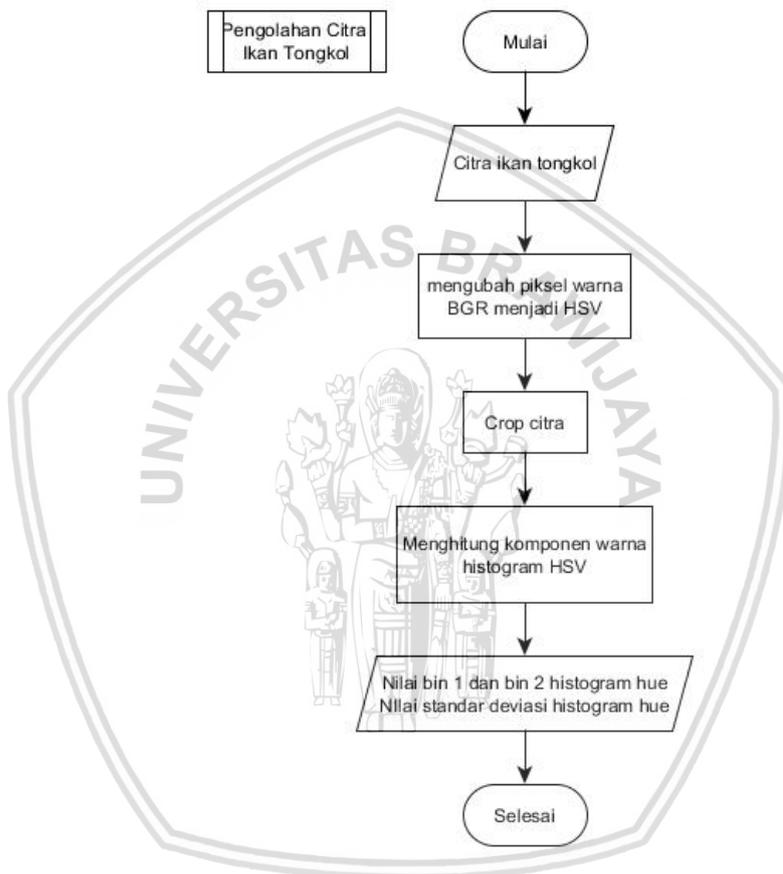
5.1.2.1 Perancangan Proses Pengolahan Citra Ikan Tongkol

Pada Gambar 5.4 dijelaskan tentang diagram alir proses pengolahan citra ikan tongkol. Gambar citra yang telah didapatkan kemudian diubah piksel warnanya dari BGR menjadi HSV. Data citra ikan tongkol yang diambil menggunakan kamera Logitech C170 akan diolah untuk didapatkan fitur khususnya. Fitur-fitur yang akan digunakan adalah nilai bin pertama, bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*.

Dari Gambar 5.7 dijelaskan pada posisi piksel (180, 50) memiliki komponen warna penyusun BGR yang bernilai *blue* = 107, *green* = 128, dan *red* = 150. Gambar citra yang telah didapatkan kemudian diubah piksel warnanya dari BGR menjadi HSV. Untuk melakukan konversi dilakukan proses perhitungan sesuai dengan Persamaan 2.1. Dari hasil perhitungan konversi warna RGB ke HSV didapatkan nilai HSV pada piksel (280, 50) *hue* = 26.885, *saturation* = 0.166 dan *value* = 128.333



Gambar 5. 3 Posisi pixel citra ikan tongkol



Gambar 5. 4 Diagram alir proses pengolahan data citra ikan

$$H = \tan \left(\frac{3(128 - 107)}{(150 - 128) + (150 - 107)} \right)$$

$$H = \tan (0.507)$$

$$H = 26.885$$

$$S = 1 - \frac{107}{128.333}$$

$$S = 1 - 0.834$$

$$S = 0.166$$

$$V = \frac{150 + 128 + 107}{3}$$



$$V = \frac{150 + 128 + 107}{3}$$

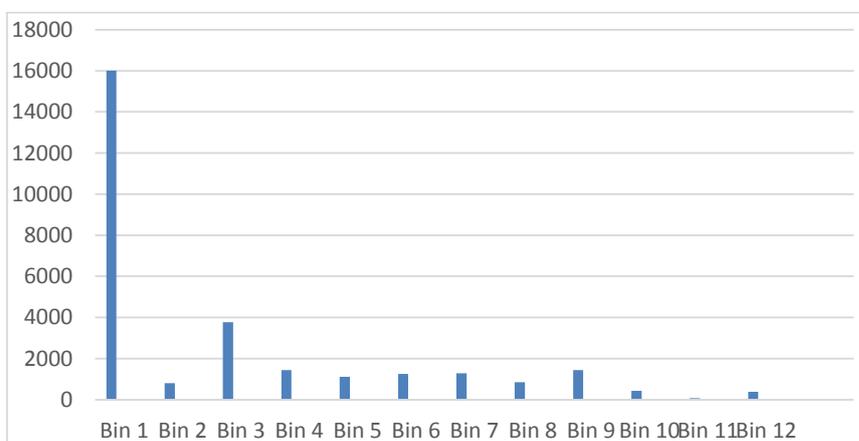
$$V = 128.333$$

Setelah citra berhasil dikonversi menjadi citra HSV, kemudian dilakukan proses *threshloding* untuk mendapatkan *Region of Interest*-nya. Untuk melakukan *threshold* diperlukan suatu *range* atau batas antara *background* dan *foreground*. Pada program ini telah diset batas bawahnya sebesar 50,45,45 dan batas atas sebesar 80,255,255. Nilai tersebut merupakan representasi dari nilai warna HSV, sehingga dari hasil contoh perhitungan konversi diatas dapat ditentukan bahwa posisi piksel tersebut masih berada pada *range* dari HSV yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan porses *crop* atau pemotongan citra ikan sehingga didapatkan bagian kepala ikan. Proses *crop* dilakukan menggunakan Persamaan 2.2. Proses awal yang dilakukan adalah menentukan titik koordinat awal potong dan titik koordinat akhir potong. Penentuan titik awal koordinat dan titik akhir koordinat berdasarkan hasil penempatan ikan pada kotak *styrofoam*. Sehingga didapatkan hasil dari Persamaan 2.2 sebagai berikut

$$\text{Crop} = (50, 20, 180, 160)$$

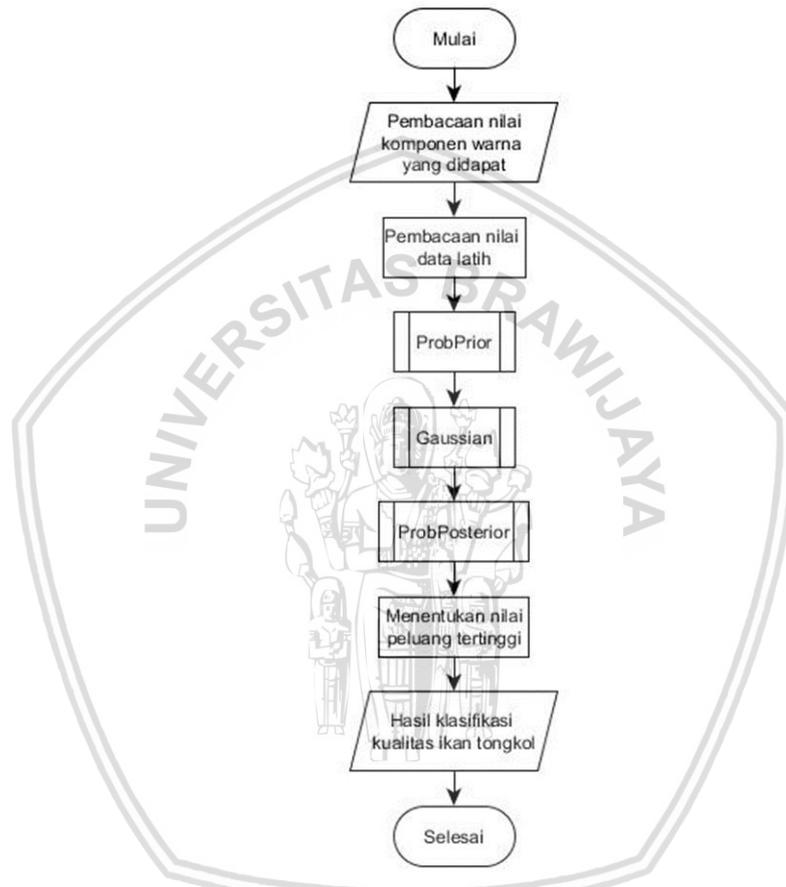
Kemudian citra hasil *crop* akan diolah kembali untuk didapatkan nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, dan nilai standar deviasi dari histogram *hue*. Bin merupakan suatu variabel yang digunakan untuk menggolongkan nilai menjadi beberapa *range* nilai yang sama. Pada sistem ini digunakan total 12 bin, sehingga setiap bin akan mewakili *range* nilai antara 0-15. Hasil tersebut didapatkan dari pembagian antara total nilai pada *hue* yaitu 180 dengan total bins. Nilai bin sendiri juga digunakan dalam penentuan histogram. Untuk hasil histogram dari perhitungan diatas bisa dilihat pada Tabel 5.1. Pada Tabel 5.1 dapat dilihat total *hue* pada bin 1 adalah 16000. Hasil tersebut didapatkan dengan mencari nilai *hue* dari semua piksel gambar yang kemudian akan dikelompokkan pada setiap bin ketika nilai yang didapatkan masih berada pada batas nilai dari bin tersebut. Jika pada sistem ini ukuran citra yang digunakan adalah (180x160) maka total piksel pada citra tersebut adalah 28.800 piksel.

Tabel 5. 1 Histogram *hue*



5.1.2.2 Perancangan Naïve Bayes

Pada saat dilakukan proses klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes* perlu dilakukan beberapa tahapan. Pada Gambar 5.5 dijelaskan tahap awal yang akan dilakukan adalah mendapatkan *input* berupa informasi ciri khusus dari citra ikan tongkol berupa nilai komponen penyusun citra ikan. Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan hasil dari fungsi ProbPrior, Gaussian dan hasil ProbPosterior dan kemudian akan didapatkan hasil peluang tertinggi yang kemudian akan menjadi faktor dalam menentukan kualitas ikan tongkol.



Gambar 5. 5 Diagram alir *Naïve Bayes Classifier*

Nilai parameter yang digunakan adalah nilai komponen warna penyusun citra yaitu nilai bin 1 dari histogram *hue*, nilai bin 2 dari histogram *hue*, nilai bin 3 dari histogram *hue*, dan nilai standar deviasi dari histogram *hue*. Misalkan terdapat sebuah data yang memiliki nilai parameter nilai bin 1 = 18389, nilai bin 2 = 1908, bin 3 = 2259, dan nilai standar deviasi histogram *hue* = 4858.05. Informasi tersebut akan menjadi faktor penentu kualitas ikan tongkol. Nilai data latih yang telah didapatkan sebelumnya juga memiliki pengaruh dalam proses penentuan kualitas ikan tongkol.

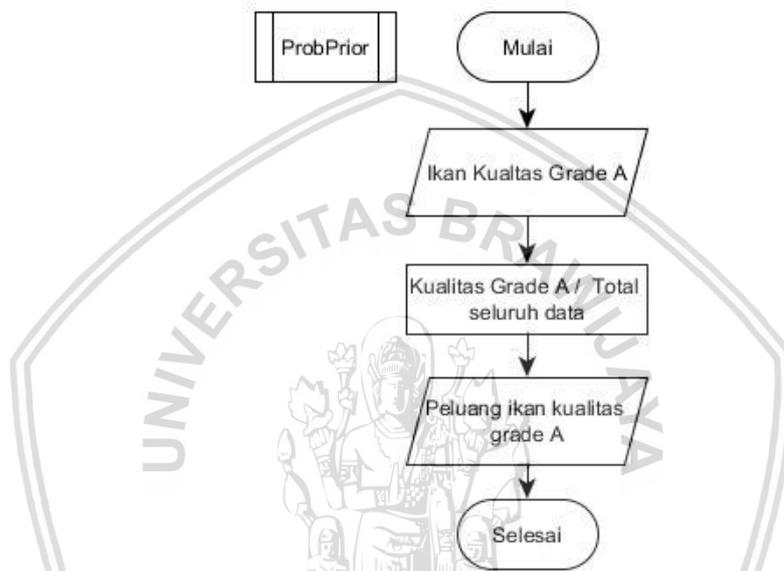
Tahap pertama yang dilakukan setelah didapatkan input berupa informasi fitur khusus yang dimiliki oleh citra ikan tongkol adalah menghitung nilai probabilitas *prior* dari tiap-tiap kelas kualitas ikan tongkol. Seperti yang



ditunjukkan pada Gambar 5.6, nilai probabilitas *prior* didapatkan dengan membagi banyaknya data dalam satu kelas yang sama kemudian dibagi dengan total data yang ada. Data yang digunakan disini adalah data latih yang telah didapatkan sebelumnya. Berikut adalah perhitungan manual nilai probabilitas *prior* dari masing-masing jenis kualitas ikan tongkol:

$$Peluang_{Bagus} = \frac{\text{Jumlah ikan tongkol kualitas bagus}}{\text{Total seluruh data latih}} = \frac{59}{102} = 0.578$$

$$Peluang_{Jelek} = \frac{\text{Jumlah ikan tongkol kualitas jelek}}{\text{Total seluruh data latih}} = \frac{43}{102} = 0.422$$



Gambar 5. 6 Diagram alir probprior

Kemudian pada tahap kedua dilakukan perhitungan Gaussian. Pada Gambar 5.7 dijelaskan mengenai tahapan atau alur dari proses perhitungan Gaussian. Tahap pertama yang dilakukan adalah menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing fitur. Terdapat tiga fitur yang digunakan pada sistem ini nilai dari nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga dari histogram *hue*, serta nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*. Berdasarkan Persamaan 2.6 dan Persamaan 2.7 tentang perhitungan nilai mean dan nilai standar deviasi setiap parameter dari setiap kelas, maka didapatkan perhitungan *mean* sebagai berikut:

$$\bar{x}bin1hue_{Bagus} = \frac{961937}{59} = 16304.02$$

$$\bar{x}bin2hue_{Bagus} = \frac{120143}{59} = 2036.322$$

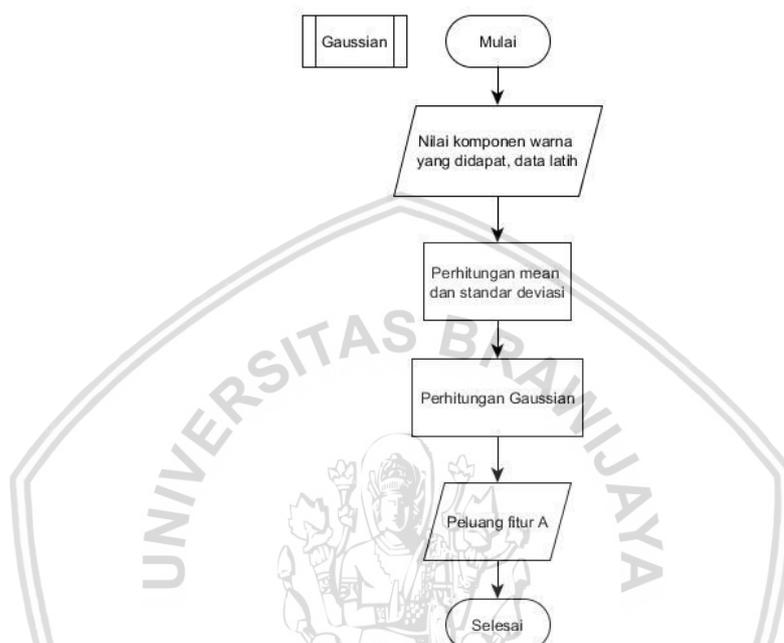
$$\bar{x}bin3hue_{Bagus} = \frac{284136}{59} = 4815.864$$



$$\bar{x}_{stdhue}_{Bagus} = \frac{260579}{59} = 4416.597$$

Tabel 5. 2 Nilai rata-rata masing-masing fitur

	\bar{x}_{Bin1}	\bar{x}_{Bin2}	\bar{x}_{Bin3}	\bar{x} histogram <i>hue</i>
Bagus	16304.2	2036.322	4815.864	4416.597
Jelek	16401.42	3908.07	4047.814	4471.081



Gambar 5. 7 Diagram alir Gaussian

Kemudian dilakukan proses perhitungan nilai standar deviasi dari setiap fitur.

$$\begin{aligned} \sigma_{bin1hue}_{Bagus} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (binhue1_i - \bar{x}_{binhue1})^2}{total\ kualitas\ bagus - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(16090-16304.2)^2 + (16048-16304.2)^2 + (17220-16304.2)^2 + \dots + (17011-16304.2)^2}{59-1}} \\ &= 1264.024 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{bin2hue}_{Bagus} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (bin2hue_i - \bar{x}_{bin2hue})^2}{total\ kualitas\ bagus - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(2516-2036.322)^2 + (2838-2036.322)^2 + (1210-2036.322)^2 + \dots + (1267-2036.322)^2}{59-1}} \\ &= 916.13 \end{aligned}$$

$$\sigma_{bin3hue}_{Bagus} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (bin3hue_i - \bar{x}_{bin3hue})^2}{total\ kualitas\ bagus - 1}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{(4096-4815.322)^2 + (4822-4815.322)^2 + (5589-4815.322)^2 + \dots + (3796-4815.322)^2}{59-1}} \\
 &= 1148.381 \\
 \sigma_{stdhue}_{Bagus} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (stdhue_i - \bar{x}_{stdhue})^2}{total\ kualitas\ bagus - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(4277.18-4416.597)^2 + (4309.11-4416.597)^2 + (4708.01-4416.597)^2 + \dots + (4514.5-4416.597)^2}{59-1}} \\
 &= 322.83
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 3 Nilai standar deviasi masing-masing fitur

	σ_{Bin1}	σ_{Bin2}	σ_{Bin2}	$\sigma_{histogram\ hue}$
Bagus	1264.024	916.13	1148.381	322.83
Jelek	1403.403	2205.141	1150.801	377.225

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Gaussian. Perhitungan Gaussian dilakukan sesuai dengan rumus perhitungan Gaussian seperti pada Persamaan 2.5. Setelah nilai *mean* dan standar deviasi dari setiap kelas didapatkan kemudian dilakukan pengujian berupa didapatkan *input* fitur-fitur baru dari data uji. Data uji berupa citra tongkol yang baru akan diolah kembali untuk didapatkan fitur-fitur khusus sebagai parameter penentu kualitas ikan tongkol.

Dari Persamaan 2.5 dijelaskan bahwa nilai *mean* dan nilai standar deviasi dari tiap-tiap parameter dari tiap jenis kualitas dari data latih akan menjadi parameter dalam perhitungan fungsi *Gaussian*.

$$\begin{aligned}
 P(binVal1 = 18389|bagus) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{binVal1(bagus)}^2}} e^{-\frac{(18389 - \mu_{binVal1(bagus)})^2}{2\sigma_{binVal1(bagus)}^2}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 1264.024^2}} e^{-\frac{(18389 - 16304.017)^2}{2 \times 1264.024^2}} \\
 &= 0.000104
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(binVal2 = 1908|bagus) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{binVal2(bagus)}^2}} e^{-\frac{(1908 - \mu_{binVal2(bagus)})^2}{2\sigma_{binVal2(bagus)}^2}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 916.129^2}} e^{-\frac{(1908 - 2036.322)^2}{2 \times 916.129^2}} \\
 &= 0.000119
 \end{aligned}$$

$$P(binVal3 = 2259|bagus) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{binVal3(bagus)}^2}} e^{-\frac{(2259 - \mu_{binVal3(bagus)})^2}{2\sigma_{binVal3(bagus)}^2}}$$



$$= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 22 + 1148.381^2}} e^{-\frac{(3110 - 4815.864)^2}{2 \times 1148.381^2}}$$

$$= 0.000103$$

$$P(stddev = 4858.05 | bagus) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{stdhue(bagus)}^2}} e^{-\frac{(4858.05 - \mu_{stdhue(bagus)})^2}{2\sigma_{stdhue(bagus)}^2}}$$

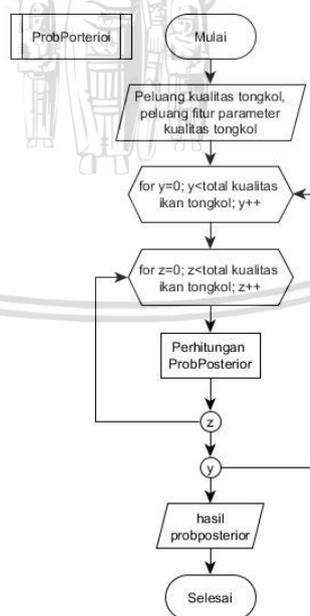
$$= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3.14 \times 322.829^2}} e^{-\frac{(4858.05 - 4416.829)^2}{2 \times 322.829^2}}$$

$$= 0.000625$$

Tabel 5. 4 Hasil perhitungan Gaussian

	Gauss Bin1	Gauss Bin2	Gauss Bin3	Gauss stddev hue
Bagus	0.000104	0.000119	0.000103	0.000625
Jelek	0.0000809	0.000431	0.000029	0.000485

Setelah perhitungan Gaussian selesai dilakukan, kemudian dilakukan perhitungan probabilitas *posterior*. Alur perhitungan probabilitas *posterior* ditunjukkan pada Gambar 5.8. Probabilitas *posterior* merupakan peluang untuk menentukan peluang masing-masing kelas dalam hal ini kualitas ikan tongkol ketika terdapat suatu masukan yang didapatkan dari setiap fitur. Masukan baru yang didapatkan berupa informasi fitur-fitur khusus yang dimiliki dari citra tersebut yaitu nilai bin pertama, nilai bin kedua dan nilai bin ketiga, nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*.



Gambar 5. 8 Diagram alir probabilitas *posterior*

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai peluang *posterior* dari masing-masing jenis kualitas ikan tongkol. Nilai probabilitas *posterior* diperoleh dari hasil perkalian antara probabilitas *prior* dengan Gaussian. Kemudian akan



dibandingkan nilai manakah yang menjadi nilai terbesar diantara nilai peluang *posterior* yang ada. Jenis kualitas yang memiliki nilai peluang *posterior* tertinggi adalah yang akan menjadi hasil akhir kualitas dari ikan tongkol yang diuji.

$$\begin{aligned}
 P(\text{jelek} | \text{binval1} = 18389, \text{binval2} = 1908, \text{binval3} = 2259, \text{stdhue} = 4858.05) \\
 &= \text{Peluang}_{\text{Bagus}} \times P(\text{binval1} = 18389) \times P(\text{binval2} = 1908) \times P(\text{binval3} = 2259) \times P(\text{stdhue} = 4858.05) \\
 &= 0.588 \times 0.000104 \times 0.000199 \times 0.000103 \times 0.0006 \\
 &= 3.41828e^{+20}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{bagus} | \text{binval1} = 18389, \text{binval2} = 1908, \text{binval3} = 2259, \text{stdhue} = 4858.05) \\
 &= \text{Peluang}_{\text{Jelek}} \times P(\text{binval1} = 18389) \times P(\text{binval2} = 1908) \times P(\text{binval3} = 2259) \times P(\text{stdhue} = 4858.05) \\
 &= 0.422 \times 0.00008 \times 0.000431 \times 0.000029 \times 0.000485 \\
 &= 2.85535e^{+20}
 \end{aligned}$$

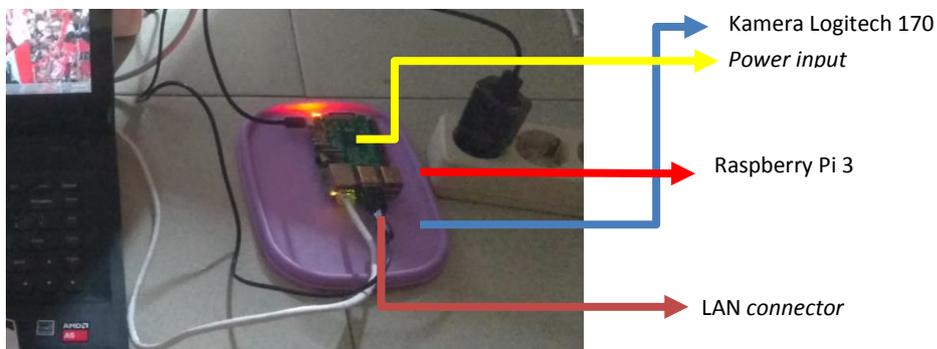
Dari perhitungan nilai posterior diatas nilai indeks peluang jelek lebih besar daripada nilai indeks peluang bagus. Jadi dapat disimpulkan hasil klasifikasinya adalah kualitas jelek.

5.2 Implementasi Sistem

Pada sub bab implementasi sistem akan menjelaskan tahapan yang dilakukan untuk mengaplikasikan rancangan sistem yang telah dirancang sebelumnya.

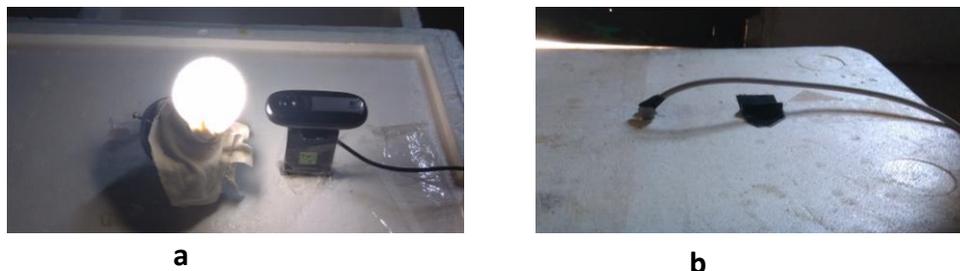
5.2.1 Implementasi Perangkat Keras

Pada implementasi perangkat keras yang dilakukan adalah implementasi dari tahap perancangan perangkat keras dimana komponen yang digunakan adalah kamera C170 sebagai penerima *input* citra, Raspberry Pi 3 sebagai pusat pengolahan sistem dan laptop sebagai penampil hasil keluaran sistem berupa hasil klasifikasi kualitas ikan.



Gambar 5. 9 Implementasi rangkaian sistem

Pada Gambar 5.8 dijelaskan tentang penempatan komponen pada rangkaian sistem. Raspberry Pi 3 dan laptop dihubungkan melalui sambungan kabel LAN. Kemudian untuk kamera Logitech C170 dihubungkan melalui *port* USB yang tersedia pada Raspberry Pi 3. Untuk sumber daya digunakan adaptor dengan besaran arus 1A.



Gambar 5. 10 aPosisi penempatan Lampu dan Kamera didalam kotak *styrofoam*, b. Posisi penempatan lampu dan kamera dari luar kotak *styrofoam*



Gambar 5. 11 Kotak *styrofoam* sebagai tempat pengambilan citra ikan

Penempatan kamera dan lampu didalam kotak *styrofoam* disusun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.9 pada luar kotak lubang yang digunakan untuk memasukkan kabel lampu dan kamera diberikan lakban warna hitam dengan tujuan untuk menutup lubang sehingga tidak ada noise cahaya yang masuk. Sedangkan untuk ukuran kotak yang digunakan adalah 38x62x32(cm).

5.2.2 Implementasi Perangkat Lunak

Pada implementasi perangkat lunak yang dilakukan adalah mengimplementasikan diagram alir dan metode-metode yang telah dirancang pada sub bab perancangan.

5.2.2.1 Implementasi Proses Pengolahan Citra Ikan Tongkol

Pada implementasi pengolahan citra dilakukan beberapa proses yaitu melakukan inialisasi penentuan batas atas dan batas bawah nilai warna BGR yang akan digunakan untuk proses *threshold*, melakukan *threshold* citra awal sehingga dapat dipisahkan antara *background* dan *foreground*-nya, dan selanjutnya adalah menyimpan hasil *threshold* citra tersebut.

Tabel 5. 5 Program proses *threshold* citra

```

1  Mat COLOR_MAX(Scalar(65, 255, 255));
2  Mat COLOR_MIN(Scalar(15, 45, 45));
3  int main(int argc, char** argv){
4      int jumlah = 0;
5      int jumlah1 = 0;
6      Mat src,hsv_img,mask,gray_img,initial_thresh;
7      Mat second_thresh,add_res,and_thresh,xor_thresh;
8      Mat result_thresh,rr_thresh,final_thresh;
9      // Load source Image
10     src = imread("003_2.jpg");
11     imshow("Original Image", src);
12     cvtColor(src,hsv_img,CV_BGR2HSV);
13     inRange(hsv_img,COLOR_MIN,COLOR_MAX, mask);
14     cvtColor(src,gray_img,CV_BGR2GRAY);
15     adaptiveThreshold(gray_img, initial_thresh,
255,ADAPTIVE_THRESH_GAUSSIAN_C,CV_THRESH_BINARY_INV,257,2);
16     add(mask,initial_thresh,add_res);
17     erode(add_res, add_res, Mat(), Point(-1, -1), 1);
18     dilate(add_res, add_res, Mat(), Point(-1, -1),5);
19     threshold(gray_img,second_thresh,170,255,CV_THRESH_BINARY_INV
| CV_THRESH_OTSU);
20     //imshow("TreshImge", second_thresh);
21     bitwise_and(add_res,second_thresh,and_thresh);
22     bitwise_xor(add_res, second_thresh, xor_thresh);
23     bitwise_or(and_thresh,xor_thresh,result_thresh);
24     bitwise_and(add_res,result_thresh,final_thresh);
25     erode(final_thresh, final_thresh, Mat(), Point(-1,-1),5);
26     bitwise_and(src,src,rr_thresh,final_thresh);
27     imshow("Segmented Image", rr_thresh);
28     imwrite("hasil.jpg", rr_thresh);

```

Pada Tabel 5.5 yang ditunjukkan pada baris 1 dan 2 ditunjukkan proses inialisasi penentuan batas bawah dan batas atas dari nilai warna BGR yang akan digunakan untuk proses *thresholding*. Pada baris 12 merupakan proses untuk mengubah citra BGR menjadi HSV dan pada baris ke 14 dilakukan proses mengubah citra BGR menjadi *greyscale*. Kemudian pada baris 15-26 merupakan proses *thresholding* citra sehingga didapatkan citra yang sudah terpisah dari *background*-nya.

Tabel 5. 6 Implementasi program *cropping* citra

```

1  cv::Mat test1 = cv::imread("hasil 064.jpg");
2  cv::Mat hsv;
3  cv::Mat grey;
4  vector <cv::Mat> hsvchannels;
5  cv::cvtColor(test1, hsv, CV_BGR2HSV);
6  cv::cvtColor(test1, grey, CV_BGR2GRAY);
7  Rect potong=Rect(50,10,180,160);
8  cout<<"ukuran kepala"<<potong.size();
9  Mat hasil=test1(potong);
10 Mat test=hsv(potong);
11 Mat abu=grey(potong);
12 split(test ,hsvchannels);
13 imwrite("kepala 064.jpg", hasil);
14 imshow("kepala",hasil);

```

Pada Tabel 5.6 yang ditunjukkan pada baris ke-5 dan ke-6 menjelaskan tentang fungsi konversi warna dari BGR ke HSV dan BGR ke *greyscale*. Sedangkan fungsi *crop* dijelaskan pada baris ke-7. Setelah dilakukan proses pemisahan antar *channel* seperti yang ditunjukkan pada baris ke-14.

Tabel 5. 7 mplementasi program perhitungan nilai standar deviasi histogram hue

```

1   int h_bins = 12;
2   int histSize[] = { h_bins };
3   cv::MatND hist;
4   float h_ranges[] = { 0, 180};
5   vector<cv::Mat> channel(0);
6   split(test, channel);
7   const float* ranges[] = { h_ranges };
8   int channels[] = { 0 };
9   cv::calcHist(&test, 1, channels, cv::Mat(), hist, 1, histSize,
ranges, true, false); //histogram calculation
10  cv::Scalar mean, stddev;
11  cv::meanStdDev(hist, mean, stddev);
12  std::cout << "\nnilai mean hue: " << mean[0] << " nilai StdDev
hue: " << stddev[0] << std::endl;float total=0, total1=0;
13  for(int y=0; y < h_bins; y++){
14      float binVal = hist.at<float>(y);
15      total += binVal;
16  }
17  float binVal1 = hist.at<float>(0);
18  float binVal2 = hist.at<float>(1);
19  float binVal3 = hist.at<float>(2);
20  cout<<"\ntotal bin 1 = "<<binVal1;
21  cout<<"\ntotal bin 2 = "<<binVal2;
22  cout<<"\ntotal bin 3 = "<<binVal3;

```

Pada Tabel 5.7 dijelaskan tentang proses perhitungan nilai standar deviasi dari histogram hue beserta nilai dari *bins* pertama, kedua dan ketiga. *Bins* merupakan suatu satuan yang mengelempokkan komponen warna yang memiliki range yang sama. Baris pertama Kode program 5.3 menjelaskan nilai *bins* pada program ini berjumlah 12 sehingga setiap *bins* akan merepresentasikan nilai komponen warna 0-15. Nilai tersebut didapatkan dengan membagi total nilai range yang dimiliki oleh komponen warna *hue* dengan nilai *bins* yang ditentukan.

Proses pengolahan nilai histogram ditunjukkan pada baris ke-1 sampai baris ke-9. Sedangkan pada baris ke-10 merupakan fungsi untuk menghitung nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*. Dan untuk mendapatkan nilai pada *bins1* sampai *bins3* ditunjukkan pada baris ke-18 sampai baris ke-20.

Kemudian terdapat beberapa hasil olahan citra yang disimpan oleh sistem. Diantaranya adalah citra ikan setelah dilakukan proses *threshold* dimana citra ikan telah dipisahkan antara *background* dengan *foreground*-nya. Selain itu proses *crop* dilakukan karena pada teori yang telah dikumpulkan menunjukkan bahwa kualitas ikan dapat ditentukan hanya dengan melihat kondisi ikan pada bagian ujung kepala sampai bagian insang. Oleh karena itu citra ikan dipotong sehingga tersisa bagian tersebut. Hasil potongan citra ikan juga disimpan oleh sistem.



Gambar 5. 12 Citra ikan hasil proses *thresholding*



Gambar 5. 13 Citra ikan setelah dilakukan proses *crop*

Pada gambar 5.12 menunjukkan hasil citra ikan setelah dilakukan proses *thresholding*. Dalam hasil yang ditunjukkan tersebut masih belum maksimal. Hal itu terlihat dari masih terdapat bagian *background* yang belum terpisahkan dari *foreground*-nya. Hal tersebut disebabkan karena komposisi warna yang belum *ter-threshold* bernilai mendekati dengan nilai *foreground*-nya sehingga sebagian warna *background* masih terbaca sebagai *foreground*. Hal tersebut juga berlaku pada *foreground* yang *ter-threshold* sehingga terbaca sebagai *background*. Sedangkan pada Gambar 5.13 merupakan hasil citra ikan setelah mengalami proses *cropping* sehingga didapatkan bagian ujung kepala sampai bagian insang.

5.2.2.2 Implementasi *Naïve Bayes*

Setelah tahapan pemrosesan citra selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah proses pengimplementasian *Naïve Bayes* pada sistem ini. Telah dibahas pada sub bab 5.1.2.2 tentang perancangan *Naïve Bayes* bahwa setelah parameter atau fitur-fitur penentuan kelas berhasil didapatkan kemudian program *Naïve Bayes* mulai dijalankan. Implementasi ini nantinya akan mengklasifikasikan hasil akhir berupa kualitas ikan tongkol yaitu kualitas bagus dan kualitas jelek.

Tabel 5. 8 Implementasi program perhitungan peluang prior, mean dan standar deviasi

1	<code>float peluangbagus = 0.578;</code>
2	<code>float peluangjelek = 0.422;</code>
3	
4	<code>float pjelek[2][4] = {{16401.42, 3908.07, 4047.814, 4471.081},</code>
5	<code>{1403.402, 2205.141, 1150.801, 377.226}};</code>
6	<code>float pbagus[2][4] = {{16304.017, 2036.322, 4815.864, 4416.597},</code>
7	<code>{1264.024, 916.129, 1148.381, 322.83}};</code>



Pada Tabel 5.8 menjelaskan tentang proses perhitungan peluang prior dari dua kelas yang ada yaitu peluang bagus dan peluang jelek. Proses perhitungan tersebut ditunjukkan pada baris pertama dan baris kedua pada potongan program dalam Kode program 5.4. Kemudian pada baris ke-4 sampai baris ke-7 menjelaskan tentang proses perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi dari setiap fitur dari kelas yang ada. Total data latih yang digunakan adalah 102 data.

Tabel 5. 9 Implementasi program perhitungan Gaussian

```

1 void hitunggaussian (float datauji[3] , float datalatih[2][3]){
2     double d,e,f,g;
3     for (int i=0; i< 3; i++){
4         d = 2*3.14*(pow(datalatih[1][i],2));
5         e=-((pow((datauji[i]
6     datalatih[0][i]),2))/(2*pow(datalatih[1][i],2)));
7         f=pow(2.718282,e);
8         g=1/sqrt(d);
9         gaussian[gausianke][i] = f*g;
10
11     cout <<" "<<gaussian[gausianke][i];
12     }
13     gausianke++;
14 }

```

Pada Persamaan 2.3 telah dijelaskan mengenai rumus perhitungan nilai Gaussian, kemudian pada Tabel 5.9 merupakan implementasi kode program dari rumus Gaussian tersebut. Pada fungsi Gaussian pada potongan program pada Kode program 5.5 telah dijelaskan bahwa parameter yang digunakan adalah variabel data uji dan variabel data latih. Kemudian pada baris ke-4 sampai baris ke-14 adalah proses perhitungan nilai Gaussian pada setiap fitur.

Tabel 5. 10 Implementasi program perhitungan peluang Posterior

```

1 void peluangposterior(float prior, int i){
2     for (int j=0;j<3; j++){
3         if (j==0){
4             kualitas[i] =(gaussian[i][j] *1000000000);
5         }else{
6             kualitas[i]=kualitas[i]*(gaussian[i][j]*1000000000);
7         }
8     }
9     kualitas[i] = kualitas [i] *prior;
10    cout << " " << kualitas [i];
11 }

```

Pada Tabel 5.10 menjelaskan tentang implementasi perhitungan nilai peluang posterior dari masing-masing kelas yang diujikan. Pada baris pertama dijelaskan bahwa fungsi peluangposterior menggunakan nilai dari peluang prior dari setiap kelas dan juga nilai Gaussian dari setiap fitur sebagai parameter perhitungan.

Tabel 5. 11 Program penarikan kesimpulan

```

1 void kesimpulan(){
2     for (int i = 0; i<2;i++){
3         if (i==0){
4             tertinggi = kualitas[i];
5             indeks = i+1;
6         } else if ( tertinggi < kualitas[i]){
7             tertinggi= kualitas[i];

```

```
8         indeks = i+1;
9     }
10    }
11    if (indeks == 1){
12        cout<<"\nJelek";
13    }
14    else if(indeks == 2){
15        cout<<"\nBagus";
16    }
17 }
```

Pada Tabel 5.11 menjelaskan tentang proses penarikan kesimpulan pada program *Naïve Bayes*. Pada program tersebut akan membandingkan hasil dari nilai probabilitas posterior dari masing-masing kelas. Kelas dengan nilai peluang posterior tertinggi akan menjadi hasil akhir dari sistem ini. Proses perbandingan nilai peluang posterior dapat dilihat pada potongan program baris ke-3 sampai baris ke-10. Kemudian untuk pengelompokan kedalam kualitas akhir dapat dilihat pada program baris ke-11 sampai baris ke-17.



BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan membahas tentang proses pengujian sistem beserta hasil analisisnya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat menjalankan semua kebutuhan yang telah ditentukan. Proses pengujian dilakukan beberapa tahap yaitu pengujian akurasi sistem *Naïve Bayes* dan pengujian waktu eksekusi dari sistem ini untuk menjalankan satu kali percobaan pengujian. Pada pengujian ini menggunakan 33 data uji yang terdiri dari 19 ikan tongkol kualitas bagus dan 14 ikan tongkol kualitas jelek.

6.1 Pengujian dan Analisis Hasil Implementasi *Image Processing* pada Sistem

Pada sistem ini terdapat suatu proses *image processing* atau proses pengolahan citra dari awal akuisisi citra hingga mengolahnya untuk didapatkan informasi berupa parameter dari nilai warna *hue*. Dalam implementasi hasil ini pengujian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari *output* citra yang didapatkan, seperti faktor cahaya. Pada implementasi pengujian ini terdapat hasil dari 3 kondisi cahaya yaitu menggunakan lampu 3 Watt, lampu 5 Watt tanpa ditutupi oleh kain dan lampu 5 Watt yang telah ditutupi kain.

6.1.1 Pengujian Hasil Implementasi *Image Processing* pada Sistem

6.1.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem dapat menangkap *input* citra ikan tongkol dengan baik dan dapat mendapatkan informasi fitur khusus berupa nilai bin 1, bin 2 dan bin 3 dari histogram *hue* dan nilai standar deviasi dari histogram *hue*.

6.1.1.2 Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada pengujian ini antara lain:

1. Laptop
2. Raspberry Pi 3
3. *Webcam* Logitech C170
4. Lampu 5 Watt
5. Lampu 3 Watt
6. Kotak *styrofoam*

6.1.1.3 Metode Pengujian

Setelah semua data siap untuk diujikan selanjutnya dilakukan tiga metode pengujian. Pertama pengujian menggunakan lampu 3 Watt, kedua menggunakan lampu 5 Watt dan ketiga menggunakan lampu 5 Watt dengan ditutupi oleh kain putih.

6.1.1.4 Hasil Pengujian



Gambar 6. 1 Hasil citra menggunakan lampu 5 Watt



Gambar 6. 2 Hasil citra menggunakan lampu 3 Watt



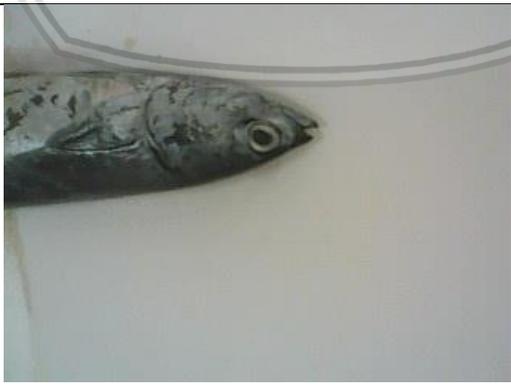
Gambar 6. 3 Hasil citra menggunakan lampu 5 Watt dengan kain penutup

Tabel 6. 1 Hasil *output* citra ikan

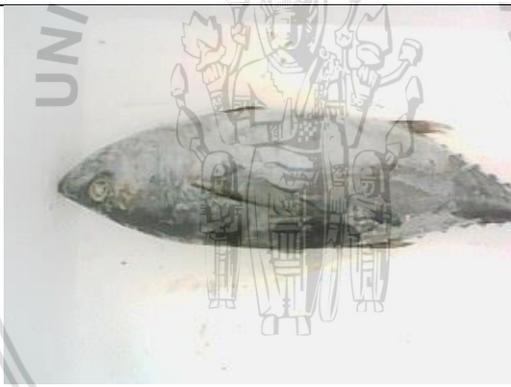
No.	Citra Ikan	Kualitas
1		Bagus
2		Bagus
3		Bagus
4		Bagus

5		Bagus
6		Bagus
7		Bagus
8		Bagus

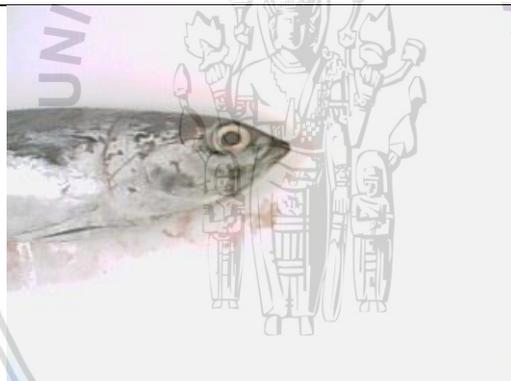
9		Bagus
10		Bagus
11		Bagus
12		Bagus

13		Bagus
14		Bagus
15		Bagus
16		Bagus



17		Bagus
18		Bagus
19		Bagus
20		Jelek

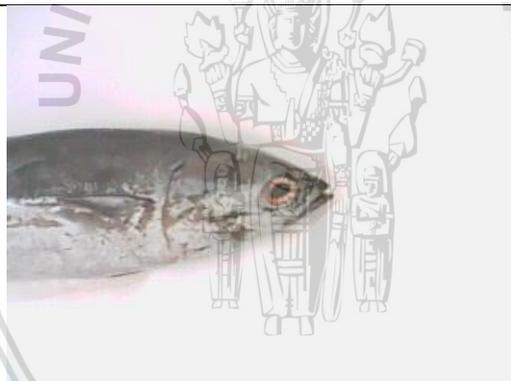


21		Jelek
22		Jelek
23		Jelek
24		Jelek



25		Jelek
26		Jelek
27		Jelek
28		Jelek



29		Jelek
30		Jelek
31		Jelek
32		Jelek



33		Jelek
----	--	-------

Tabel 6. 2 Hasil pengolahan fitur-fitur khusus dari citra ikan

No.	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Standar deviasi <i>hue</i>
1	20245	2645	1902	5428.7
2	18803	5128	3288	5181.14
3	22186	3991	880	6059.35
4	22302	3873	875	6087.24
5	21464	4078	1725	5856.19
6	22185	4157	618	6064.77
7	22023	3303	1827	5990.28
8	19662	4553	1837	5343.66
9	20493	5064	1284	5620.75
10	19290	4375	2510	5240.46
11	19205	4396	2106	5203.72
12	22236	3889	972	6069.03
13	21332	3536	1951	5794.08
14	21613	2460	1890	5836.21
15	14907	885	4423	3965.71
16	16864	1528	2772	4429.06
17	19521	1419	2706	5208.75
18	20120	614	1694	5372.42
19	17687	1361	2842	4680.99
20	20818	1412	1753	5570.99
21	19247	1876	2216	5115.19
22	17892	475	1905	4732.39
23	18232	318	1576	4829.87
24	14853	1481	4468	3933.39
25	18511	688	3035	4958.74
26	13725	1432	4596	3644.03
27	18453	455	1749	4900.08
28	18436	572	1235	4902.23
29	16161	420	3291	4351.42
30	18196	771	3303	4826.49



31	18616	1775	3110	4960.44
32	16051	1544	7293	4559.7
33	16082	795	3767	4220.43

6.1.2 Analisis Hasil Implementasi *Image Processing* pada Sistem

Dari hasil pengujian implementasi *image processing* pada sistem didapatkan sebuah analisis kesimpulan berupa hasil *output* citra yang didapatkan dari tiga skenario adalah hasil yang paling baik ditunjukkan oleh lampu 5 Watt dengan penutup kain. Hasil output dapat dilihat pada Gambar 6.3. Hasil lain yang ditunjukkan Gambar 6.1 dapat disimpulkan ketika menggunakan lampu 5 Watt saja tanpa penutup akan menghasilkan *output* citra yang terlalu terang, sedangkan pada Gambar 6.2 merupakan *output* ketika menggunakan lampu 3 Watt dihasilkan *output* citra yang kurang bagus, hasilnya kurang tajam. Dari ketiga hasil tersebut sebenarnya telah dapat menghasilkan informasi fitur-fitur khusus berupa nilai bin 1, bin 2 dan bin 3 dari histogram *hue* dan nilai standar deviasi dari histogram *hue* namun, tetap saja hasil *output* citra yang paling bagus adalah menggunakan lampu 5 Watt dengan penutup kain. Kemudian pada Tabel 6.1 dapat disimpulkan hasil nilai dari bin1, bin 2, bin 3 dan standar deviasi dari histogram *hue* dari citra yang diujikan.

6.2 Pengujian dan Analisis Akurasi Klasifikasi Kualitas Ikan Tongkol

Pada sistem ini *input* berupa citra ikan tongkol akan diolah dan didapatkan nilai bin pertama dan nilai bin kedua dari histogram *hue*, serta nilai standar deviasi dari nilai histogram *hue*. Setelah nilai-nilai parameter tersebut didapatkan dilakukanlah proses klasifikasi menggunakan metode *Naïve Bayes*. Terdapat 34 data uji yang digunakan yang terdiri dari 14 data ikan tongkol kualitas jelek dan 19 data ikan tongkol kualitas bagus. Pada pengujian ini akan diukur seberapa akurat pengujian sistem ini dalam melakukan klasifikasi terhadap kualitas ikan tongkol.

6.2.1 Pengujian Akurasi Klasifikasi Kualitas Ikan Tongkol

6.2.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian akurasi hasil klasifikasi adalah untuk mengetahui seberapa akurat sistem ini dalam melakukan klasifikasi terhadap kualitas ikan tongkol.

6.2.1.2 Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada pengujian ini antara lain:

1. Laptop
2. Raspberry Pi 3
3. Webcam Logitech C170
4. Lampu 5 Watt
5. Kotak *styrofoam*

6.2.1.3 Metode Pengujian

Setelah citra ikan tongkol yang telah didapatkan sebelumnya beserta nilai fitur khususnya, selanjutnya adalah menjadikan nilai fitur tersebut sebagai parameter dalam klasifikasi *Naïve Bayes*. Dari 43 data ikan tongkol kualitas jelek dibutuhkan data uji sebanyak 1/3 dan dari 59 data ikan tongkol kualitas bagus dibutuhkan juga data uji sebanyak 1/3. Jadi total terdapat 33 data uji pada pengujian ini. Nilai akurasi didapatkan pada Persamaan 6.1 berikut.

$$Akurasi = \frac{Total\ data\ uji - total\ data\ uji\ tidak\ sesuai}{Total\ data\ uji} \times 100\% \quad (6.1)$$

6.2.1.4 Hasil Pengujian

Tabel 6. 3 Hasil pengujian sistem

No.	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Standar deviasi <i>hue</i>	Kualitas	Hasil sistem	Kesesuaian
1	20245	2645	1902	5428.7	Jelek	Jelek	Sesuai
2	18803	5128	3288	5181.14	Jelek	Jelek	Sesuai
3	22186	3991	880	6059.35	Jelek	Jelek	Sesuai
4	22302	3873	875	6087.24	Jelek	Jelek	Sesuai
5	21464	4078	1725	5856.19	Jelek	Jelek	Sesuai
6	22185	4157	618	6064.77	Jelek	Jelek	Sesuai
7	22023	3303	1827	5990.28	Jelek	Jelek	Sesuai
8	19662	4553	1837	5343.66	Jelek	Jelek	Sesuai
9	20493	5064	1284	5620.75	Jelek	Jelek	Sesuai
10	19290	4375	2510	5240.46	Jelek	Jelek	Sesuai
11	19205	4396	2106	5203.72	Jelek	Jelek	Sesuai
12	22236	3889	972	6069.03	Jelek	Jelek	Sesuai
13	21332	3536	1951	5794.08	Jelek	Jelek	Sesuai
14	21613	2460	1890	5836.21	Jelek	Jelek	Sesuai
15	14907	885	4423	3965.71	Bagus	Bagus	Sesuai
16	16864	1528	2772	4429.06	Bagus	Bagus	Sesuai
17	19521	1419	2706	5208.75	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
18	20120	614	1694	5372.42	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
19	17687	1361	2842	4680.99	Bagus	Bagus	Sesuai
20	20818	1412	1753	5570.99	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
21	19247	1876	2216	5115.19	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
22	17892	475	1905	4732.39	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
23	18232	318	1576	4829.87	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
24	14853	1481	4468	3933.39	Bagus	Bagus	Sesuai
25	18511	688	3035	4958.74	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
26	13725	1432	4596	3644.03	Bagus	Bagus	Sesuai
27	18453	455	1749	4900.08	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai
28	18436	572	1235	4902.23	Bagus	Jelek	Tidak Sesuai

29	16161	420	3291	4351.42	Bagus	Bagus	Sesuai
30	18196	771	3303	4826.49	Bagus	Bagus	Sesuai
31	18616	1775	3110	4960.44	Bagus	Bagus	Sesuai
32	16051	1544	7293	4559.7	Bagus	Bagus	Sesuai
33	16082	795	3767	4220.43	Bagus	Bagus	Sesuai
Akurasi							72.727%

6.2.2 Analisis Hasil Pengujian Akurasi Klasifikasi Kualitas Ikan Tongkol

Berdasar pengujian yang telah dilakukan dan hasil yang telah didapatkan yang ditunjukkan pada Tabel 6.2 terdapat 9 data hasil *output* sistem yang tidak sesuai dengan hasil kualitas ikan yang sebenarnya. Berdasar Persamaan 6.1 didapatkan hasil akurasi keberhasilan sebesar 72.727%. Berikut adalah hasil perhitungan berdasar Persamaan 6.1:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{33 - 9}{33} \times 100\% \\
 &= \frac{24}{33} \times 100\% \\
 &= 0.727272 \times 100\% \\
 &= 72.727\%
 \end{aligned}$$

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akurasi pada sistem ini. Faktor yang paling besar adalah asal dari data uji yang digunakan. Pada data yang digunakan pada data latih, data didapatkan dari pabrik penyimpanan ikan beku yang memiliki ruang pendingin khusus yang mampu mengatur dan menstabilkan suhu ruangan tersebut. Suhu pada ruangan tersebut selalu dijaga antara 10°C sampai 15°C . Sedangkan pada data hasil pengujian data ikan didapatkan dari tempat berbeda, ikan didapatkan dari pengepul ikan di daerah Pantai Popoh, Trenggalek dalam keadaan segar. Ikan tersebut kemudian disimpan pada lemari es rumahan yang suhunya tidak stabil.

6.3 Pengujian dan Analisis Kecepatan Waktu Komputasi Sistem

Pada pengujian kecepatan waktu komputasi sistem akan menjelaskan tentang seberapa cepat sistem dapat mengeksekusi satu kali pengujian penentuan kualitas ikan tongkol.

6.3.1 Pengujian Kecepatan Waktu Komputasi Sistem

6.3.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian kecepatan waktu komputasi adalah untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam mengeksekusi satu kali proses klasifikasi dan waktu rata-rata yang didapatkan.

6.3.1.2 Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada pengujian ini antara lain:

1. Laptop
2. Raspberry Pi 3
3. Webcam Logitech C170
4. Lampu 5 Watt
5. Kotak styrofoam

6.3.1.3 Metode Pengujian

Penghitungan waktu komputasi dimulai dari awal proses berjalan yaitu proses pengambilan data citra ikan sampai proses penentuan hasil klasifikasi kualitas ikan tongkol.

6.3.1.4 Hasil Pengujian

Tabel 6. 4 Waktu komputasi sistem

No.	Nama Pengujian	Waktu Eksekusi (ms)
1	Pengujian ke-1	457.852
2	Pengujian ke-2	497.669
3	Pengujian ke-3	438.431
4	Pengujian ke-4	457.685
5	Pengujian ke-5	478.64
6	Pengujian ke-6	433.171
7	Pengujian ke-7	602.33
8	Pengujian ke-8	481.081
9	Pengujian ke-9	455.561
10	Pengujian ke-10	470.386
11	Pengujian ke-11	621.321
12	Pengujian ke-12	455.634
13	Pengujian ke-13	437.485
14	Pengujian ke-14	484.533
15	Pengujian ke-15	457.679
16	Pengujian ke-16	420.377
17	Pengujian ke-17	428.973
18	Pengujian ke-18	453.504

19	Pengujian ke-19	534.708
20	Pengujian ke-20	427.79
21	Pengujian ke-21	421.714
22	Pengujian ke-22	470.283
23	Pengujian ke-23	425.345
24	Pengujian ke-24	471.881
25	Pengujian ke-25	456.518
26	Pengujian ke-26	467.238
27	Pengujian ke-27	407.477
28	Pengujian ke-28	399.014
29	Pengujian ke-29	466.702
30	Pengujian ke-30	608.148
31	Pengujian ke-31	458.071
32	Pengujian ke-32	478.838
33	Pengujian ke-33	446.465
	Rata-rata	468.864

6.3.2 Analisis Hasil Pengujian Kecepatan Waktu Komputasi Sistem

Dari pengujian yang telah dilakukan sebanyak 33 kali dapat ditentukan waktu komputasi rata-rata pada sistem ini adalah 468.864 ms. Hasil tersebut merupakan hasil eksekusi dari awal sistem mendapatkan input citra ikan sampai didapatkan hasil klasifikasi ikan.

BAB 7 PENUTUP

Bab ini akan menjelaskan tentang kesimpulan hasil akhir dan saran dari pengujian yang telah dilakukan. Kesimpulan berisi tentang kesimpulan dari pengujian dan hasil akhir dari sistem ini. Dan saran akan berisi saran yang diharapkan untuk perbaikan pada pengujian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil pengujian dan rumusan masalah yang telah disebutkan pada bab 1, dapat ditarik sebuah kesimpulan yaitu:

1. Hasil implementasi *image processing* menunjukkan hasil *output* citra yang menggunakan pencahayaan dari lampu 5Watt dengan penutup kain memiliki hasil *ouput* citra yang lebih baik daripada menggunakan lampu 5 Watt dan lampu 3 Watt. Meski dari ketiga skenario tersebut bisa didapatkan hasil informasi niali bin 2, bin 2 dan bin 3 dari histogram *hue*, dan nilai standar deviasi dari histogram *hue* namun hasil *output* citra jauh lebih baik ketika menggunakan lampu 5 Watt dengan penutup kain.
2. Tingkat akurasi yang didapatkan dari pengujian klasifikasi ikan tongkol adalah 75.757%. Hasil tersebut didapatkan dari pengujian 33 data latih.
3. Waktu rata-rata yang didapatkan untuk satu kali proses klasifikasi adalah 468.864 ms. Dengan komputasi tercepat adalah 399.014 ms dan yang paling lama adalah 621.321 ms. Hasil tersebut dipengaruhi oleh komputasi sistem dalam melakukan perhitungan pada saat melakukan mengolah nilai fitur dan saat melakukan klasifikasi.

7.2 Saran

Pada sub bab ini akan berisi tentang saran yang dapat penulis berikan sebagai sarana untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Menggunakan metode lain untuk melakukan pengolahan citra seperti metode *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) yang mungkin dapat menghasilkan tingkat akurasi saat klasifikasi yang lebih baik (Wahyu A.P, 2016). Atau mungkin menggabungkan antara metode yang dipakai penulis dengan metode GLCM.
2. Menggunakan kamera yang lebih baik lagi. Pada penelitian ini kamera yang digunakan hanya beresolusi sebesar 5 MP. Hal tersebut membuat hasil gambar citra ikan memiliki kualitas yang biasa saja.
3. Menggunakan metode klasifikasi lain seperti *Support Vector Machine* (Neneng, 2016) atau algoritma Fuzzy (Fairuz M., 2009) . Pada penelitian ini nilai fitur yang ada memiliki hasil yang sedikit abstrak atau nilainya tidak teratur. Hal ini menyebabkan proses klasifikasi menjadi terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon., 2018. *Logitech c170*. [Online]
Available at: http://support.logitech.com/en_us/product/webcam-c170
[Accessed 05 March 2018].
- Barber, D., 2010. *Bayesian Reasoning and Machine Learning*. IV ed. London: Cambridge University Press.
- Bhosale, S., Patil, T. & Patil, P., 2015. SQLite: Light Database System. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 4(4), pp. 882 - 885.
- Donggil Lee, S. K. M. P. Y. Y., 2014. Weight estimation of the sea cucumber (*Stichopus japonicas*) using vision-based volume measurement. *J Electr Eng Technol Vol. 9, No. ?*: 742-?, pp. 1-8.
- Eclipse, 2016. *iot.eclipse.org*. [Online]
Available at: <https://iot.eclipse.org/resources/white-papers/Eclipse%20IoT%20White%20Paper%20-%20The%20Three%20Software%20Stacks%20Required%20for%20IoT%20Architectures.pdf>
[Accessed 12 Maret 2017].
- Fairuz M., H. H. R. J. A. A., 2009. FISH FRESHNESS CLASSIFICATION BASED ON IMAGE PROCESSING AND FUZZY LOGIC.
- Flask, 2017. *Flask(A Python Microframework)*. [Online]
Available at: <http://www.flask.pocoo.org>
[Accessed 2 June 2017].
- Hadini & Muhammad, F., 2016. *Sistem Pendeteksi Ikan Bandeng (Chanos chanos) Berformalin Berbasis Android Berdasar Image Mata Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier*, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hanane, L., 2015. Internet of Things and Network Management : LNMP, SNMP, COMAN protocols. *IPv6 Forum*.
- Hui-Ping, H., Shi-De, X. & Xiang-Yin, M., 2015. Applying SNMP Technology to Manage the Sensors in Internet of Things. *The Open Cybernetics & Systemic Journal*, Volume 9, pp. 1019 - 1024.
- Hu, J. et al., 2012. Fish Species Classification by color, Texture and Multi-Class Support vector Machine. *ELSEVIER*, p. 8.
- Instrument, N., 2005. *networkinstruments.com*. [Online]
Available at: <http://observer.viavisolutions.com/viavi/index.php>
[Accessed 12 April 2017].
- Jacquout, A. et al., 2010. A New Management Method. *IEEE IFIP Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop*.

- JSON, 2017. *Introducing JSON*. [Online]
Available at: <http://www.json.org>
[Accessed 28 Maret 2017].
- Karren, R., 2015. *The Internet of Things : An Overview Understanding the Issues and Challenge of a More Connected World*, Geneva, Switzerland: Internet Society.
- Kartika, D. S. Y. & Herumurti, D., 2016. Koi Fish Classification based on HSV Color Space. *International Conference on Information, Communication Technology and System (ICTS)*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016. *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2016*, Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- McKellar, J. & Fetting, A., 2013. *Twisted Network Programming Essentials*. Second Edition ed. Highway North, Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Mihajlo, S., 2016. Bridging the Snmp Gap: Simple Network Monitoring The Internet Of Things. *FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics*, Volume 29.
- Mingming Hao, H. Y. D. L., 2016. The Measurement of Fish Size by Machine. *A Review*, pp. 19-22.
- Mingming Hao, H. Y. D. L., 2016. The Measurement of Fish Size by Machine Vision. *IFIP International Federation for Information Processing*, pp. 21-23.
- Neneng, K. A. R. R. I., 2016. Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*.
- Pawening, R. E., Arifin, A. Z. & Yuniarti, A., 2016. Ekstraksi Fitur Berdasarkan Deskriptor Bentuk dan Titik Salien Untuk Klasifikasi Citra Ikan Tuna. pp. 1-10.
- Paykin, J., Krishnaswami, N. R. & Zdancewic, S., 2016. *The Essence of Event-Driven Programming*. Leibniz, Leibniz International Proceedings in Informatics.
- Prasetyawati, Meri, Saputro & Fajar, N., 2015. Analisis Kualitas Ikan Tuna Segar Dengan Metode PDCA di PT. Madidihang Feshindo, Jakarta. *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, p. 10.
- Prasetyo, I., 2013. *ilmukomputer.com*. [Online]
Available at: http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2013/05/imam-monitor_jarkom.pdf
[Accessed 25 Maret 2017].
- Pundir, Y., 2015. *Internet of Things(IoT): Challenges and Future Direction*, s.l.: s.n.
- Putra, D., 2010. *Pengolahan Citra Digital*. 1 ed. Yogyakarta: Andi.
- Python, 2017. *psutil 5.2.2:Python Package Index*. [Online]
Available at: <http://pypi.python.org/pypi/psutil>
[Accessed 23 May 2017].

- Raspberry.org, 2017. *Raspberry*. [Online]
Available at: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
[Accessed 05 MArch 2018].
- Romadhani, A. H., 2013. *Sistem Peringatan Dini pada Operasional Jaringan Berbasis Network Monitoring*, Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya: Laporan Tugas Akhir.
- Santoso & Jati, S., 2006. Pengenalan Jenis-Jenis Ikan Menggunakan Metode Analisi Komponen Utama. *Makalah Seminar Tugas Akhir*, pp. 3-5.
- Sidik & Fajar, 2013. *Mutu Perdagangan Ikan Tuna HASil Tangkapan Longline Yang Didaratkan Di PPS Nizam Zachman Jakarta*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- SQLite, 2017. *SQLite Home Page*. [Online]
Available at: <http://sqlite.org>
[Accessed 15 March 2017].
- Sudirman, 2006. POTENSI SUMBERDAYA LAUT PERAIRAN INDONESIA TIMUR DAN TINGKAT PEMANFAATANNYA KEDEPAN OLEH MASYARAKAT PANTAI DAN NELAYAN SETEMPAT. *Semiloka Perikanan FK8PT*, pp. 1-10.
- Valentin, S., 2012. Design and Development of a UDP-Based Connection-Oriented Multi-Stream One-to-Many Communication Protocol. *Journal of Telecommunication and information Technology*.
- Wahyu A.P, E. P., 2016. PENENTUAN KUALITAS IKAN NILA MENGGUNAKAN TEKNIK GLCM (Gray-Level Co-Occurrence Matrix) DENGAN METODE ALGORITMA NAÏVE BAYES dan SVM (Support Vector Machine). *Seminar Nasional Teknologi Informasi*.
- Zhao, C. W., 2015. Exploring IoT Application Using Raspberry Pi. *International Journal of Computer Network and Applications*, 2(1).