

Research Article

Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Daging Sapi Berdasar Warna dan Bau Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Menggunakan Logika Fuzzy

Roron Wicaksono Hadi¹, Iwan Setiawan², Sumardi²

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

2. Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Abstract

Seiring dengan meningkatnya konsumsi daging sapi masyarakat, membuat orang yang tak bertanggung jawab memanfaatkan kondisi dengan menjual daging yang tidak layak konsumsi pada masyarakat awam yang kurang mengetahui ciri-ciri daging sapi yang segar hanya untuk keuntungan mereka. Untuk mengantisipasi hal tersebut, dibuatlah alat yang dapat menentukan kualitas daging sapi berdasar ciri-ciri tingkat kesegaran daging sapi. Teknologi ini menggabungkan dua jenis sensor yaitu sensor bau (TGS2602) dan sensor warna (DT-Sense Color Sensor) untuk menentukan kualitas daging sapi. Pengambilan keputusan pada alat ini menggunakan logika fuzzy. Alat yang dibuat ini relatif kecil, menggunakan daya dari baterai sehingga mudah dibawa kemana-mana. Penggunaan dari alat ini mudah karena hanya mendekatkan sensor ke daging yang akan di periksa, kemudian data yang diperoleh diolah didalam mikro dan ditampilkan pada GLCD. Selain itu alat ini juga didesain untuk dapat berkomunikasi secara serial dengan PC untuk perekaman data. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dibuat dapat mendeteksi kualitas daging sapi lokal bagian has luar dan bagian has dalam. Daging sapi lokal has luar dan has dalam layak dikonsumsi sampai 17 jam setelah disembelih, pada jam ke-18 daging kurang layak dikonsumsi, pada jam ke-19 daging sudah tidak layak untuk dikonsumsi dan pada jam ke-20 seterusnya daging sudah dinyatakan busuk.

Keyword : kualitas Daging, Logika Fuzzy, Mikrokontroler Atmega32.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan konsumsi daging sapi, membuat orang yang tak bertanggung jawab memanfaatkan kondisi dengan menjual daging yang tidak layak konsumsi seperti daging sapi busuk, daging sapi yang dicampur dengan daging celeng, daging sapi berformalin dan daging sapi gelonggongan^[3]. Meski dipemerintah sudah memberi larangan keras dan mengeluarkan Pasal 21 UU No 7 Tahun 1996 tentang Pangan, karena menjual makanan yang tidak layak dikonsumsi ancamannya berupa pidana penjara maksimal 5 tahun atau denda maksimal Rp 600 juta tapi para pedagang tetap berbuat curang hanya untuk keuntungan mereka.

Ciri-ciri kualitas daging sapi dapat dilihat dari parameter warna dan bau pada daging. Sampai sekarang setiap orang masih relatif berbeda dalam membedakan kualitas daging sapi dari ciri-ciri warna dan bau pada daging sapi karena sampai sekarang belum ada referensi ukuran yang pasti dalam membedakan kualitas daging sapi^[6].

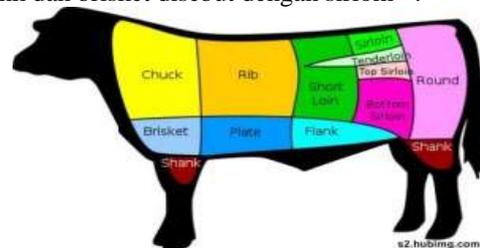
Untuk mengantisipasi hal tersebut dibuatlah suatu alat yang dapat mendeteksi kualitas daging dari parameter warna dan bau menggunakan sensor warna dan bau. Parameter dari sensor diolah oleh mikrokontroler menggunakan logika fuzzy sebagai pengambil keputusan tingkat kualitas daging sapi.

II. DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Kelayakan Daging

Daging sapi dikelompokkan dalam beberapa bagian. Has Dalam atau fillet atau tenderloin adalah daging sapi dari bagian tengah badan. Has Luar atau lebih dikenal dengan nama Sirloin adalah bagian daging sapi yang berasal dari bagian bawah daging iga, terus sampai ke bagian sisi luar has

dalam. Biasanya daging ini digunakan untuk membuat steak. Tapi di Indonesia biasanya menyebut bagian daging sapi dengan has luar dan has dalam saja. Bagian round, short loin, rib, chuck dan brisket disebut dengan sirloin^[6].



Gambar 1 Bagian-bagian daging sapi^[6].

Sedangkan perbedaan beberapa ciri-ciri daging sapi yang layak untuk dikonsumsi dan tidak dapat dilihat pada tabel 1.

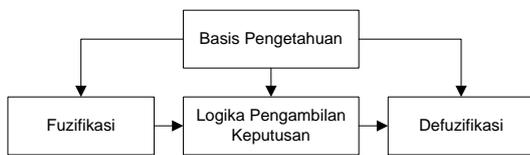
Tabel 1. Perbedaan daging sapi segar, kurang segar dan daging celeng^[6].

Ciri daging	Daging sapi segar	Daging sapi tidak segar	Daging celeng
Warna	merah terang dan lemaknya berwarna kekuningan.	Dagingnya berwarna pucat.	Dagingnya berwarna lebih pucat.
Kadar air	Kadar airnya sedikit, bila dipencet tidak mengeluarkan air	Kadar airnya sangat banyak, bila dipencet mengeluarkan air	Labih banyak mengandung air daripada daging sapi segar
Aroma	Aroma amis segar	Aroma lebih amis dan sedikit busuk	Aroma lebih amis daripada daging sapi segar
Cara jual	Dengan cara digantung	Tidak digantung, karena bila digantung akan meneteskan air	Dengan cara digantung bila dagingnya masih segar

Alat pendeteksi daging bangkai dengan tingkat akurasi 100% berhasil dibuat oleh Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet) Fakultas Kedokteran Hewan (FKH) UGM. Alat pendeteksi daging bangkai yang baru pertama kali diciptakan ini diberi nama Durante. Tapi durante ini berbentuk cairan kemudian diteteskan pada daging untuk mengetahui tingkat kualitasnya^[8].

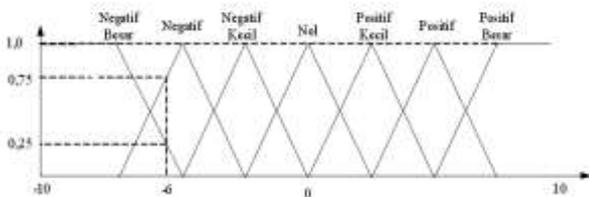
2.1 Logika Fuzzy

Fuzzy berarti samar, kabur atau tidak jelas. Fuzzy adalah istilah yang dipakai oleh Lotfi A Zadeh pada bulan Juli 1964 untuk menyatakan kelompok / himpunan yang dapat dibedakan dengan himpunan lain berdasarkan derajat keanggotaan dengan batasan yang tidak begitu jelas (samar), tidak seperti himpunan klasik yang membedakan keanggotaan himpunan menjadi dua, himpunan anggota atau bukan anggota. Gambar 2 menunjukkan struktur dasar logika Fuzzy.



Gambar 2 Struktur dasar logika Fuzzy.

Logika Fuzzy dilakukan dalam tiga tahap, yaitu fuzzifikasi, evaluasi aturan dan defuzzifikasi. Komponen Fuzzifikasi berfungsi untuk memetakan masukan data tegas ke dalam himpunan Fuzzy menjadi nilai Fuzzy dari beberapa variabel linguistik masukan. Gambar 4 menunjukkan proses Fuzzifikasi



Gambar 3 Proses Fuzzifikasi.

Basis pengetahuan berisi pengetahuan sistem kendali sebagai pedoman evaluasi keadaan sistem untuk mendapatkan keluaran kendali sesuai yang diinginkan perancang. Basis pengetahuan terdiri dari basis data dan basis aturan Fuzzy.

1. Basis Data

Basis data merupakan komponen untuk mendefinisikan himpunan Fuzzy dari masukan dan keluaran.

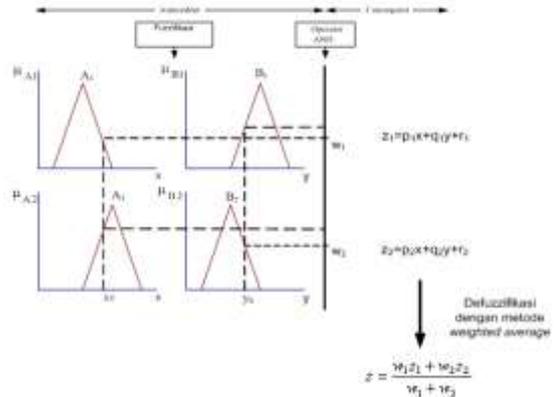
2. Basis Aturan Fuzzy

Basis Aturan Fuzzy merupakan kumpulan pernyataan aturan 'IF-THEN' yang didasarkan kepada pengetahuan pakar.

Metode yang digunakan dalam penentuan basis aturan Fuzzy adalah menggunakan metode *trial and error* atau mengimplementasikan pengalaman seorang ahli. Logika pengambilan keputusan disusun dengan cara menuliskan aturan yang menghubungkan antara masukan dan keluaran sistem Fuzzy. Aturan ini diekspresikan dalam kalimat: 'jika <masukan> maka <keluaran>'. Metode ini mempunyai bentuk aturan seperti persamaan 7

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z = C \quad (1)$$

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses perubahan besaran Fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan Fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaan untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Gambar 5 menunjukkan proses pengambilan keputusan metode sugeno.

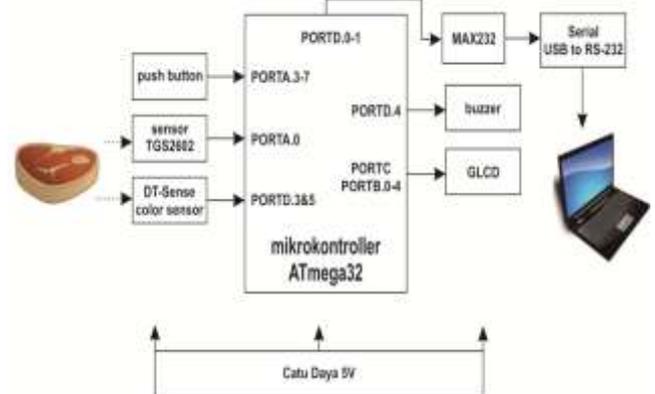


Gambar 4 Proses pengambilan keputusan metode Sugeno.

III. PERANCANGAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras sistem pendeteksi kualitas daging ini terdiri dari mikrokontroler ATmega32, sensor warna DT-Sense color sensor, sensor bau TGS2602, *push button*, GLCD, *Buzzer*, baterai, ic max232 dan *serial to usb converter*. Secara umum perancangan perangkat keras sistem ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Rancangan *hardware* pendeteksi kualitas daging.

Penjelasan dari masing-masing blok sistem pendeteksi kualitas daging pada Gambar 5 adalah sebagai berikut :

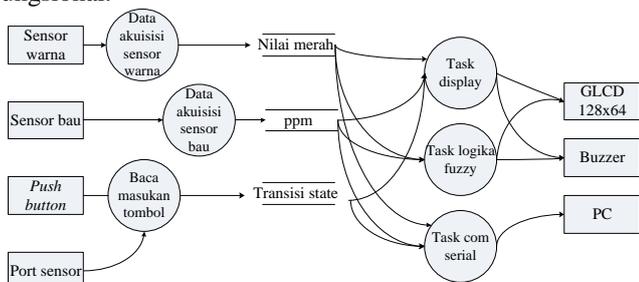
1. Sensor TGS2602 merupakan sensor yang akan mendeteksi perubahan kandungan amonia(NH3) yang keluar dari daging sapi. Keluaran sensor ini berupa perubahan resistansi yang kemudian diubah menjadi perubahan tegangan yang bisa dibaca oleh mikrokontroler dengan fasilitas ADC.
2. Sensor warna DT-Sense color sensor merupakan sensor yang akan mendeteksi perubahan warna yang keluar dari daging sapi. Keluaran sensor ini berupa data digital 8 bit pada setiap warna dasar RGB(*red, green, blue*) yang langsung bisa dibaca oleh mikrokontroler.
3. *Push Button* berfungsi sebagai media masukan untuk pemilihan menu pada program yang dibuat.
4. GLCD (*Graphic Liquid Crystal Display*) dan *driver GLCD* berfungsi sebagai media tampilan selama proses pendeteksian berlangsung.
5. *Buzzer* digunakan sebagai indikator suara pada saat pendeteksian.

6. Catu daya yang berasal dari baterai 9V berfungsi sebagai suplai sistem keseluruhan. Selain itu juga terdapat *port* yang digunakan untuk suplai dari luar dengan besar 9VDC.
7. Mikrokontroler AVR ATmega32 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada alat pendeteksi kualitas daging yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa *C embedded*.
8. IC MAX232 digunakan sebagai konverter level tegangan TTL pada mikrokontroler ke level RS232 sehingga dapat dibaca oleh komputer dengan *port serial232*.
9. *Serial usb to RS232 converter* digunakan untuk mengkonversi *port RS232* ke dalam port usb agar dapat dibaca dengan PC.
10. PC sebagai unit monitoring yang akan menampilkan data warna dan bau secara aktual. Grafik ini selanjutnya dapat digunakan untuk keperluan analisis.

3.1 Perancangan perangkat Lunak (Software)

3.1.1 Perancangan Program Utama

Pada perancangan perangkat lunak alat pendeteksi kualitas daging ini menggunakan pendekatan diagram fungsional.



Gambar 6 Diagram alir data sistem utama level 1.

Gambar 6 merupakan diagram fungsional program utama pada alat peneteksi kualitas daging. Gambar bujur sangkar menunjukkan simbol *input* dan *output*, gambar lingkaran menunjukkan simbol kerja(*task*), garis dengan ujung anak panah menunjukkan arah aliran data dan gambar garis lurus sejajar menunjukkan data yang disimpan dalam *buffer*. Penjelasan dari masing-masing *task* adalah sebagai berikut.

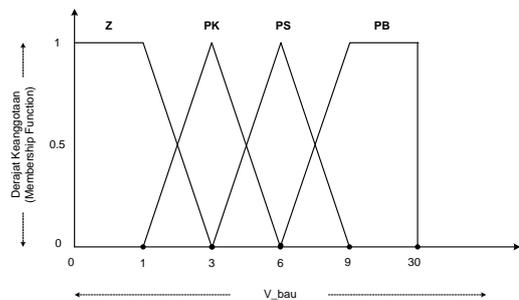
1. Data akuisisi sensor warna
Merupakan tugas untuk membaca nilai warna merah dari DT-Sense color sensor. Pembacaan menggunakan sistem I2C, yaitu membaca data nilai warna merah yang tersimpan pada sensor dengan nilai numerik representatif warna merah 8bit.
2. Data akuisisi sensor bau
Merupakan tugas untuk membaca nilai ppm yang berasal dari sensor bau TGS2602. Pembacaan menggunakan adc internal 10bit yang ada pada Atmega32.
3. Baca masukan tombol
Merupakan tugas untuk membaca penekanan tombol dengan sistem *scanning*. Pada program ini penekanan tombol digunakan untuk transisi state.
4. Display
Merupakan tugas untuk menampilkan data pada GLCD128x64. Data yang ditampilkan merupakan sistem operasi program yang didalamnya terdapat menu yang digunakan untuk memilih tampilan ppm, warna, *database* dan keputusan kelayakan daging sapi.

5. Logika fuzzy
Merupakan tugas untuk menentukan pengambilan keputusan tingkat kelayakan daging sapi berdasarkan bau dan warna.
6. Com serial
Merupakan tugas untuk mengatur komunikasi serial dengan PC. Data yang dikirim adalah ppm, nilai warna dan keputusan menggunakan IC MAX232.

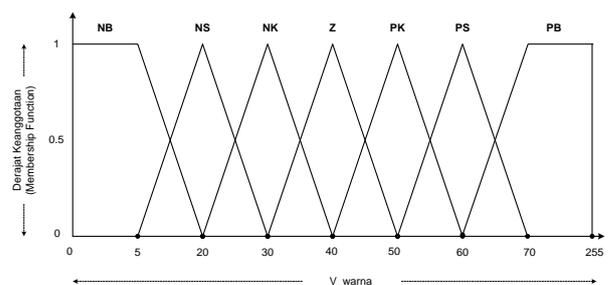
3.1.2 Program Fuzzy Sebagai Pengambil Keputusan.

A. Fuzzifikasi

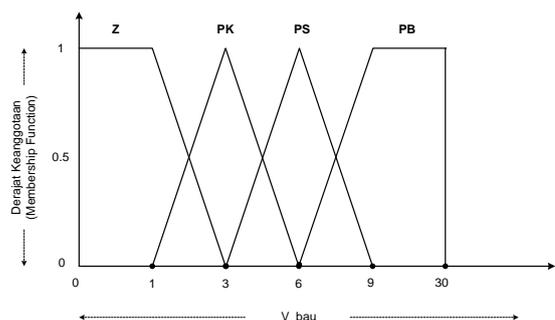
Tahapan awal proses Fuzzifikasi adalah menentukan parameter-parameter fungsi keanggotaan pada setiap himpunan Fuzzy masukan. Pada pemrograman Fuzzifikasi ini digunakan parameter fungsi keanggotaan masukan berupa variabel warna dan variabel bau pada daging. Fungsi keanggotaan ini diperoleh dari pengujian langsung pada daging, pada saat daging layak sampai tidak layak kemudian data yang diperoleh dibuat kedalam fungsi keanggotaan fuzzy. Pada perancangan alat ini hanya didesain untuk dapat mendeteksi 2 jenis daging yaitu daging sapi lokal has dalam dan sapi lokal has luar. Fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Gambar 7 sampai Gambar 10.



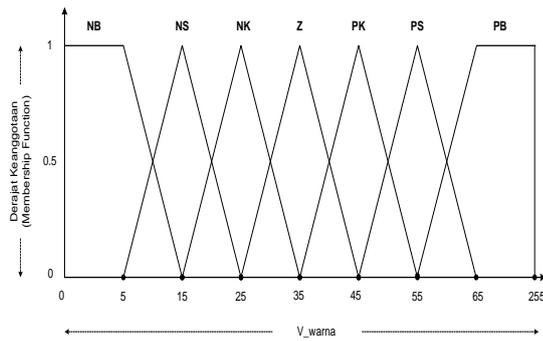
Gambar 7 fungsi keanggotaan v_bau has dalam pada program.



Gambar 8 fungsi keanggotaan v_warna daging has dalam pada program.



Gambar 9 fungsi keanggotaan v_bau has luar pada program.



Gambar 10 fungsi keanggotaan v_warna has luar pada program.

B. Evaluasi aturan

Evaluasi aturan adalah proses mengevaluasi derajat keanggotaan tiap-tiap fungsi keanggotaan himpunan Fuzzy masukan ke dalam basis aturan yang telah ditetapkan. Basis aturan yang dibuat berdasarkan tingkah laku plant yang diinginkan. Keluaran Fuzzy akan menentukan nilai konstanta keputusan tingkat kualitas daging sapi. Dua puluh delapan aturan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Basis aturan pengambilan keputusan dengan logika fuzzy.

V_warna \ V_bau	NB	NS	NK	Z	PK	PS	PB
Z	BD	KL	L	L	L	KL	BD
PK	BD	TL	KL	L	KL	TL	BD
PS	BD	TL	TL	KL	TL	TL	BD
PB	BD	B	B	B	B	B	BD

Keterangan:

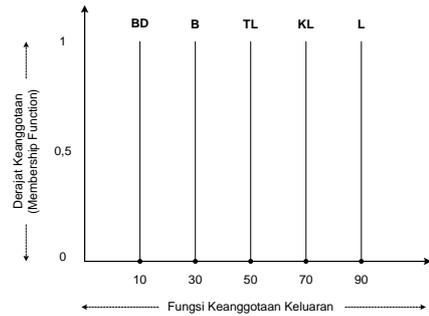
- NB: negatif besar
- NK: negatif kecil
- PK: positif kecil
- PB: positif besar
- B: busuk
- KL: kurang layak
- NS: negatif sedang
- Z: zero
- PS: positif sedang
- BD: bukan daging
- TL: tidak layak
- L: layak

Metode pengambilan keputusan (inferensi) yang digunakan dalam pemrograman ini adalah metode Max-Min. Setelah semua aturan fuzzy dieksekusi, dilakukan proses agregasi dengan mengambil nilai maksimal dari masing-masing fungsi keanggotaan variabel keluaran.

A. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi, yaitu mengubah himpunan Fuzzy keluaran menjadi keluaran tegas (crisp). Perubahan ini diperlukan karena konstanta keputusan daging hanya mengenal nilai tegas sebagai variabel parameter. Perancangan ini, menggunakan sebuah himpunan Fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya berupa singleton.

Nilai tegas (crisp) keluaran diperoleh dari himpunan-himpunan Fuzzy keluaran dengan menggunakan metode rata-rata terbobot. Pada perancangan digunakan nilai 10 sampai 90 agar keluaran crisp (v_result) mempunyai range mendekati 0 sampai 100. Fungsi anggota keluaran dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 fungsi keanggotaan keluaran pada program.

Dari nilai defuzzifikasi yang ada kemudian dibuat range keputusan kedalam nilai linguistik dengan logika sebagai berikut.

- If (v_result <= 20) then bukan daging sapi
- Else If (v_result <= 40) then daging busuk
- Else If (v_result <= 60) then daging tidak layak
- Else If (v_result <= 80) then daging kurang layak
- Else If (v_result <= 100) then daging layak

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Sensor Warna DT-Sense Color Sensor

Sebelum sensor digunakan untuk proses pengujian, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi warna putih yang menghasilkan nilai representatif warna 8 bit R=0, G=0, B=0 dan kalibrasi warna hitam yang menghasilkan nilai R=255, G=255 dan B=255. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dan nilai warna yang dicetak pada kertas glossy dan plain dengan pencetak kualitas foto sistem warna CMYK. Data dari pengujian dapat dilihat pada lampiran 1.

Dari data yang ada dapat diketahui terdapat perbedaan nilai antara warna yang tertera pada kertas dan pada saat pengujian. Data pada saat pengujian dapat didekati dengan persamaan polinomial dengan bantuan microsoft excel dan didapat nilai warna merah saat dicetak dengan kertas glossy dan dicetak dengan kertas plain adalah Dicetak dengan kertas glossy adalah

$$Y = 0.0004x^3 - 0.071x^2 + 5.468x + 21.82$$

Dicetak dengan kertas plain adalah

$$Y = -0.026x^2 + 5.0512x + 7.2727$$

Persamaan tersebut digunakan pada saat kita ingin mencetak hasil pengukuran yang telah dilakukan agar warna yang didapat pada saat pencetakan mendekati dengan warna asli. Perbedaan yang ada dikarenakan jenis pemakaian kertas pada saat mencetak dan kualitas mesin pencetak yang berbeda-beda.

4.1 Pengujian Sensor Bau TGS2602

Sebelum mengujikan sensor pada lingkungan yang mengandung gas amonia, sensor gas TGS2602 perlu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan nilai Ro. Nilai Ro adalah nilai keluaran resistansi sensor pada suhu ruangan dengan tidak adanya gas amonia atau udara bersih.

Pada saat pengujian dengan suhu ruangan 24°C didapat Adc sebesar 256. Perhitungan pengujian untuk mendapatkan nilai Ro dapat dilihat dibawah ini.

$$Adc = 256$$

$$Ro = \frac{Vc \times RL}{Vout} - RL$$

$$Vout = \frac{Adc}{1023} \times 5v$$

$$Ro = \frac{5 \times 10.130}{1.251} - 10.130$$

$$Vout = \frac{1023}{1023} \times 5v = 1,251v$$

$$= 30.357 Ohm$$

Hasil yang tertera pada layar GLCD dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Tampilan GLCD sesaat setelah kalibrasi Ro.

Perbedaan yang terjadi antara perhitungan dan pada layar dengan Ro = 30.357 Ohm adalah sebagai berikut.

$$Ro = \frac{Vc \times RL}{Vout} - RL$$

$$29.960 = \frac{5 \times 10.130}{Vout} - 10.130$$

$$Vout = 1,263$$

$$Adc = 258$$

$$Vout = \frac{Adc}{1023} \times 5v$$

$$1,263 = \frac{Adc}{1023} \times 5v$$

Perbedaan nilai yang terjadi antara perhitungan yang ada pada layar dikarenakan penampilan nilai adc pada layar yang diulang setiap 500ms sehingga pada saat pengambilan gambar nilai yang seharusnya 258 sudah berganti 256.

Sedangkan Pengujian sensor bau TGS2602 dilakukan dengan mendekati sensor pada larutan amonia (NH3) 20% karena tidak ada alat yang dapat mengukur gas amonia (NH3) di pasaran sehingga pengujian sensor tidak memiliki nilai pembandingan untuk mengetahui nilai eror pembacaan sensor. Sensor dianggap sudah presisi dengan memprogram sesuai dengan *datasheet* yang ada. Hasil Pengujian sensor TGS2602 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian sensor TGS2602.

Waktu (detik)	Ro	Adc	Ppm
0	29.96	256	0
0.5	29.96	261	0
1	29.96	344	4.1
1.5	29.96	429	13.2
2	29.96	486	22.6
2.5	29.96	502	24.9
3	29.96	496	24.1
3.5	29.96	484	22.3
4	29.96	484	22.3
4.5	29.96	560	30
5	29.96	602	30

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa sensor bau TGS2602 dapat berfungsi dengan baik. Respon yang ditunjukkan sensor dalam waktu 4 detik telah dapat mendeteksi bau amonia sampai 30ppm atau batas maksimal yang dapat dideteksi oleh sensor TGS2602.

4.2 Pengujian Pada Daging Sapi

Pengujian alat pada daging sapi dilakukan pada bagian has dalam dan has luar. Hasil pada pengujian hasil yang didapatkan dari tingkat kualitas daging dilakukan oleh seorang ahli yang dapat menentukan apakah daging tersebut masih layak atau tidak kemudian dari hasil tersebut nilai yang

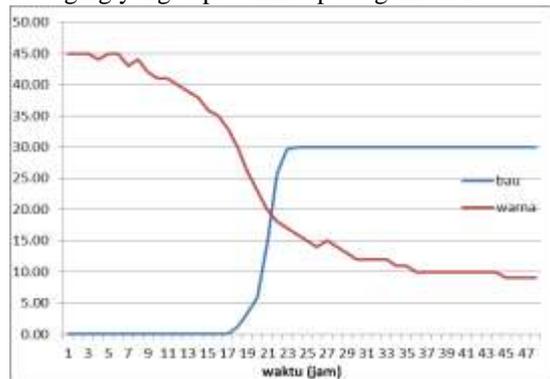
diperoleh dimasukkan kedalam lagoritma fuzzy untuk menjadi dasar pengambilan keputusan.

Pengujian pada daging sapi has luar dimulai pada saat pagi hari pada jam 07.00 WIB dua jam setelah sapi disembelih pada jam 05.00 WIB. Daging diperoleh dari PRH(Rumah Pematongan Hewan) yang sudah terbukti kualitas dagingnya karena diawasi oleh Dinas Peternakan Kota Semarang.

A. Sapi Lokal Has luar

Data yang diperoleh dari pengujian pada daging sapi lokal has luar dapat dilihat pada lampiran 2.

Dari data pada tabel berikut dapat direalisasikan dalam grafik untuk melihat hubungan dan antara waktu dan tingkat kualitas daging yang dapat dilihat pada gambar 13.



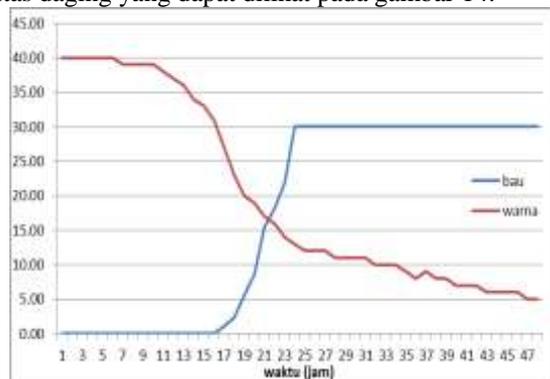
Gambar 13 Grafik hasil pengujian sapi lokal has luar.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai keluaran bau amoniak berbanding terbalik dengan warna dan terlihat jelas mulai jam ke-17 sampai ke-21. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dibuat dapat mendeteksi kualitas daging sapi lokal has luar sesuai harapan.

B. Sapi Lokal Has Dalam

Data yang diperoleh dari pengujian pada daging sapi lokal has dalam dapat dilihat pada lampiran 2.

Dari data pada tabel berikut dapat direalisasikan dalam grafik untuk melihat hubungan dan antara waktu dan tingkat kualitas daging yang dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14 Grafik hasil pengujian sapi lokal has dalam.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai keluaran bau amoniak berbanding terbalik dengan warna dan terlihat jelas mulai jam ke-16 sampai ke-20. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat yang telah dibuat dapat mendeteksi kualitas daging sapi lokal has luar sesuai harapan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada Pengujian kalibrasi sensor warna DT-Sense Color Sensor pada saat kalibrasi warna putih didapatkan hasil warna R=255, G=255, B=255 sedangkan pada kalibrasi warna hitam didapat nilai R=0, G=0, B=0, dapat disimpulkan kalibrasi sensor warna dapat dilakukan dengan baik.
2. Saat dilakukan pengujian pembacaan sensor warna terdapat perbedaan antara warna yang tercetak pada kertas dan pada pengujian, agar nilai warna hasil pengujian pada daging sesuai dengan aslinya jika ingin dicetak digunakan rumus $Y=0.0004x^3 - 0.071x^2 + 5.468x + 21.82$ jika dicetak dengan kertas *glosy* dan $Y= -0.026x^2 + 5.0512x + 7.2727$ jika dicetak dengan kertas *plain*.
3. Pada saat pengujian kalibrasi sensor TGS2602 didapat nilai adc sebesar 258 dengan nilai Ro sebesar 29.96 pada suhu 24°C dengan respon sensor dalam mendeteksi amonia selama sekitar 4 detik dari sensor menunjukkan Oppm sampai 30ppm(batas yang dapat dideteksi sensor).
4. Pengujian pada daging sapi lokal has luar didapat daging layak dikonsumsi sampai 17 jam setelah disembelih dengan kadar amoniak sebesar 1.14 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 30, pada jam ke-18 daging kurang layak dikonsumsi dengan kadar amoniak sebesar 3.14 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 26, pada jam ke-19 daging sudah tidak layak untuk dikonsumsi dengan kadar amoniak sebesar 5.92 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 23 dan pada jam ke-21 seterusnya daging sudah dinyatakan busuk dengan kadar amoniak lebih dari 25.85 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit kurang dari 18 dengan asumsi daging tersebut berada pada udara terbuka dan pada suhu ruangan.
5. Pengujian daging sapi lokal has dalam, layak dikonsumsi sampai 16 jam setelah disembelih dengan kadar amoniak sebesar 1.08 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 27, pada jam ke-17 daging kurang layak dikonsumsi dengan kadar amoniak sebesar 2.35 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 23, pada jam ke-18 daging sudah tidak layak untuk dikonsumsi dengan kadar amoniak sebesar 5.56 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit adalah 20 dan pada jam ke-19 seterusnya daging sudah dinyatakan busuk dengan kadar amoniak lebih dari 8.56 ppm dan nilai numerik representatif warna merah 8 bit kurang dari 19 dengan asumsi daging tersebut berada pada udara terbuka dan pada suhu ruangan.
6. Perubahan nilai warna berbanding terbalik dengan nilai bau seiring dengan bertambahnya waktu. Nilai konstanta variabel *result* pada program akan mengalami perubahan seiring perubahan nilai bau dan warna dari daging.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan perancangan sistem yang lebih baik dengan perubahan fungsi keanggotaan dari parameter bau dan warna yang keluar pada daging serta fungsi keluaran agar memperoleh respon yang lebih baik.
2. Menambah *database* pada daging yang lain agar alat yang telah dibuat dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai macam daging yang ada.
3. Menambahkan parameter lain agar hasil yang diperoleh semakin akurat seperti parameter kelembaban pada daging dan pendeteksi formalin pada daging.
4. Mencoba menggunakan algoritma pengambilan keputusan yang lain untuk merancang pengambilan keputusan seperti jaringan saraf tiruan.

Daftar Pustaka

- [1] Budiharto Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2008.
- [2] David Harel, *Statechart: A Visual Formalism For Complex System*, Elsevier Science Publisher B.V., Nort-Holland, 1987.
- [3] Finessco Gregorius M. dan Mulyadi Agus, *Dinas Peternakan Temukan Daging Busuk*, <http://regional.kompas.com>, 8 Agustus 2011.
- [4] Folorusno Olusegun , Ajayi Yinka dan Shittu Taofik, *Fuzzy-Rule-Based Approach For Modeling Sensory Acceptability Of Food Products*, Data Scient Journal, Volume 8, 20 Mei 2009.
- [5] Heryanto M. Ary dan Wisnu Adi P, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler AT MEGA 8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008
- [6] Indriantari, *Kiat Pilih Daging Haus*, <http://www.disnak.jabarprov.go.id>, 18 Agustus 2009.
- [7] Kusumadewi Sri dan Purnomo Hari, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Jogyakarta, 2004.
- [8] _____, *Alat Uji Daging Bangkai Temuan FKH UGM*, www.ugm.ac.id.
- [9] _____, *Logika fuzzy*, www.id.wikipedia.org, 12 September 2011.