

Rancang Bangun Kualifikator Susu Sapi Berbasis Mikrokontroler

Tri Santoso, Suwito, ST., MT., Ir. Tasripan, MT.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111

email: tri.san1988@gmail.com

Abstrak: Monitoring kualitas susu sapi pada model peternakan rakyat atau ternak rumahan umumnya hanya dilakukan secara manual. Belum tersedianya peralatan uji yang mudah dan murah menjadi faktor penyebabnya. Hal ini berakibat pada penilaian kualitas susu dari peternak tidak objektif. Distributor atau pihak penampung susu yang dijalankan oleh Koperasi Unit Desa (KUD) maupun Swasta hanya melakukan uji fisik (visual dan rasa) serta berat jenis susu menggunakan *lactodensimeter*. Klasifikasi susu dari peternak hanya didasarkan pada uji fisik & berat jenis. Uji kualitas tersebut menjadi tolak ukur penentuan harga susu yang dibayarkan ke peternak.

Dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan sebuah *prototype* alat pengkualifikasi susu sapi yang mengacu pada parameter berupa keasaman dan berat jenis susu. Hasil pembacaan dari sensor PH dan berat jenis untuk masing-masing parameter diakusisi oleh mikrokontroler. Kemudian data diolah dan ditampilkan pada LCD dengan hasil berupa nilai pH, berat jenis dan *grade* kualitas susu (A, B, atau C). Dengan adanya otomatisasi pada proses klasifikasi susu, diharapkan mampu meningkatkan objektivitas dalam uji kualitas susu peternak. Hasil pengujian menunjukkan pada pembacaan berat menggunakan sensor *load cell* 5 Kg mempunyai toleransi eror sebesar 0.1%, untuk volume sebesar 3% dan nilai pH sebesar 2%. Parameter uji kualitas lainnya masih perlu dikembangkan agar kemampuan alat mampu mendekati hasil uji laboratorium dengan waktu uji yang lebih cepat.

Kata Kunci : susu sapi, keasaman, PH, berat jenis, mikrokontroler, *grade* kualitas.

1. PENDAHULUAN

Susu sapi dari peternak memerlukan proses pengendalian mutu mulai dari peternak (hulu) hingga sampai industri pengolahan susu. Hal ini dilakukan demi produk olahan yang aman bagi kesehatan serta menjaga kualitas kandungan gizi dari susu. Pada tingkat hulu, pengendalian mutu berupa uji kualitas oleh Koperasi Unit Desa (KUD) maupun penampung swasta selama ini masih dilakukan secara manual. Yaitu dengan cara uji fisik (*visual* dan *rasa*) serta berat jenis susu menggunakan *lactodensimeter*.

Susu kemudian diklasifikasi ke dalam tiga standar kualitas yaitu *grade* A, B dan C. *Grade* kualitas inilah yang menentukan harga susu yang dibayarkan pihak penampung susu (KUD atau swasta) kepada peternak. Susu dengan berat jenis kurang dari 1.05 umumnya tidak akan masuk ke dalam *grade* A. Susu dengan berat jenis lebih dari 1.05 (terpenuhi), sedangkan warnanya tidak putih bersih atau rasanya terlalu asam juga tidak akan dimasukkan dalam *grade* A. Terkadang tanpa melakukan pengukuran berat jenis atau pemeriksaan

visual, susu dapat langsung diklasifikasi. Hal ini tergantung pada personal atau karyawan dari pihak penampung. Proses kualifikasi susu belum menggunakan *standart tools* sebagai ukuran baku dan objektif.

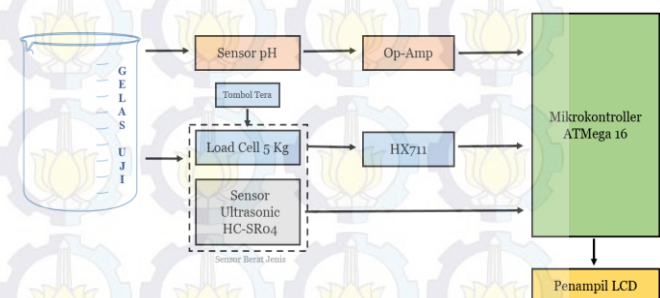
Kualitas susu peternak setiap harinya juga cenderung berubah, sangat tergantung pada asupan nutrisi sapi perah. Terlebih pada model peternakan rumah belum menerapkan formula standar untuk pemenuhan nutrisi pakannya. Sedangkan peternak hampir tidak pernah melakukan monitoring kualitas susu atau pengujian ke laboratorium, lantaran memerlukan biaya uji yang mahal.

2. METODE PENELITIAN

Pengendalian mutu susu sapi mencakup dua hal, yaitu pemeriksaan keadaan susu dan pemeriksaan susunan susu. pemeriksaan fisik susu dan pengukuran berat jenis merupakan pemeriksaan awal yang dilakukan pada tataran hulu, yaitu peternak kepada penampung susu.

Kualitas fisik dan kimia susu sapi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bangsa sapi perah, pakan, sistem pemberian pakan, frekuensi pemerahan, metode pemerahan, perubahan musim dan periode laktasi (Lingathurai, et al., 2009). Badan Standarisasi Nasional menetapkan standar untuk susu sapi segar yang dituangkan dalam SNI 3141.1:2011. Kaitannya dengan sistem yang dibuat pada tugas akhir ini, dua parameter yang digunakan yaitu berat jenis dan pH. Masing-masing mempunyai standar nilai sebesar 1.0270 g/ml dan nilai pH sebesar 6.3 – 6.8.

Diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem terdiri dari blok komponen berupa gelas uji, sensor, penguat dan data akusisi. Mikroprosesor berperan sebagai pemroses data yang akan ditampilkan pada LCD. Sensor yang digunakan sebanyak tiga buah, terdiri dari satu buah sensor pengukur pH dan kombinasi dua sensor sebagai pengukur berat jenis, yaitu sensor *load cell* dan ultrasonic. Data akusisi dari sensor diolah oleh mikrokontroler untuk selanjutnya ditampilkan pada LCD berupa nilai parameter pH dan berat jenis susu.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Keluaran *load cell* merupakan sinyal analog dengan orde milivolt, maka dibutuhkan sebuah penguatan yang mampu menguatkan sinyal keluaran *load cell* secara presisi, dalam

sistem ini menggunakan HX711. Sedangkan sensor *ultrasonic* HC-SR04 akan membaca ketinggian atau level dari susu pada gelas kimia. Keluaran HC-SR04 berupa sinyal digital yang dapat langsung dibaca oleh mikrokontroler. Selain data nilai pH dan berat jenis, LCD juga menampilkan hasil klasifikasi susu yang diuji ke dalam *grade* A, B atau C. Sebagai hasil dari pembobotan nilai pH serta berat jenisnya.

2.1 Pengukuran Berat Jenis Susu

Berat jenis susu mengindikasikan kandungan yang terlarut didalam susu. Semakin banyak senyawa yang terdapat dalam susu maka berat jenis susu akan meningkat, Abubakar (2000).

Peralatan ukur berat jenis susu umumnya menggunakan *lactodensimeter*. Alat ini terdiri dari tabung gelas berskala, dengan suatu pemberat di salah satu ujungnya, sehingga alat akan terapung ke atas. Alat tersebut tenggelam dalam *liquid* hingga titik kesetimbangan antara beratnya dan daya apungnya dicapai. *Specific Gravity* atau densitas kemudian dapat dibaca secara langsung dari skala pada tabung (Dunn, 2005).

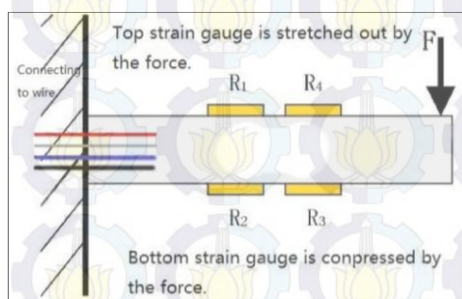
Selain metode langsung menggunakan *lactodensimeter*, pengukuran *Specific Gravity* suatu bahan juga dapat dicari dengan menghitung massa dan volumenya, berdasarkan formula.

$$\rho = m/V$$

dimana ρ sebagai densitas, m = massa dan V = volume. Dalam penelitian ini menggunakan sensor *load cell* sebagai alat ukur berat dan sensor *ultrasonic* sebagai pengukur volumenya.

2.1.1 Sensor Berat Load Cell 5 Kg

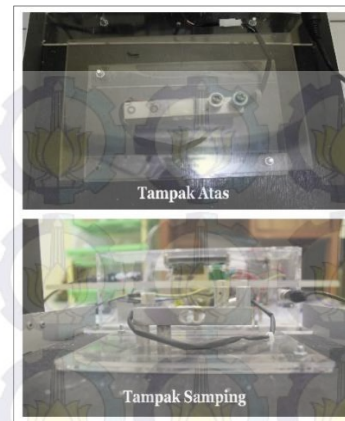
Load Cell merupakan transduser elektronik yang dapat mengubah besaran fisik menjadi sinyal elektrik. Prinsip kerja *load cell* adalah mengubah gaya tekan beban menjadi nilai perubahan resistansi (R). Konversi terjadi secara tidak langsung melalui pengaturan mekanis. Regangan *strain gauge* mengubah hambatan efektif (*effective resistance*) empat pengukur regangan yang disusun dalam konfigurasi jembatan Wheatstone (Wheatstone bridge) yang kemudian dibaca perbedaan potensial atau tegangannya.



Gambar 2 Prinsip Kerja Load Cell Ketika Mendapatkan Beban [6]

HX711 24-Bit *Analog-to-Digital Converter* (ADC) for *Weigh Scales* adalah sebuah komponen terintegrasi dari perusahaan "AVIA SEMICONDUCTOR". Prinsip kerja HX711 adalah mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul dilengkapi dengan port komunikasi ke komputer atau mikrokontroler melalui TTL232.

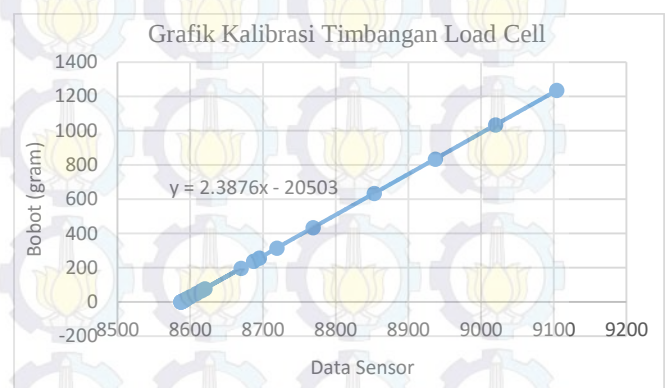
Akurasi pengukuran berat benda dengan menggunakan *load cell* sangat dipengaruhi oleh faktor desain mekanik dari timbangan.



Gambar 3 Desain Mekanis Load Cell

Keluaran sensor berupa 4 buah kabel berupa : masukan (*input*) terdiri dari kabel merah (E+) dan hitam (E-) serta keluaran (*output*) terdiri dari kabel hijau (A+ atau B+) dan putih (A- atau B-).

Kalibrasi sensor *load cell* dilakukan setelah sistem terkonfigurasi dengan mikrokontroler, dengan cara membandingkan data akusisi sensor terhadap nilai pengukuran aktual menggunakan timbangan yang telah terkalibrasi. Hasil dari pembacaan data terhadap beban aktual dapat diamati pada grafik berikut.

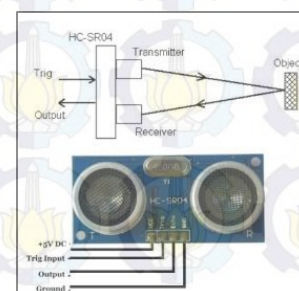


Gambar 4 Grafik Kalibrasi Timbangan Load Cell

Persamaan $y = 2.3876x - 20503$ adalah hasil linierisasi yang digunakan sebagai nilai konversi pada program penghitungan berat terukur.

2.1.2 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak, terdiri dari *transmitter* ultrasonik, *receiver* dan sirkuit elektrik. dengan range 2 s/d 400 cm. Tingkat akurasi HC-SR04 mencapai 3mm.

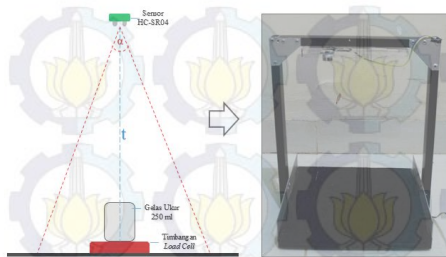


Gambar 5 Pin Out HC-SR04 [7]

Cara kerja sensor HC-SR04 adalah memancarkan gelombang ultrasonik 40 KHz sesaat dan menghasilkan pulsa output sesuai dengan waktu pantul sinyal ultrasonik kembali menuju sensor. Jarak antara unit dan objek pemantul gelombang didapat dengan menghitung waktu perjalanan gelombang, atau dengan mengukur lebar pulsa TTL pada pin output. Sensor akan memberikan informasi jarak pembacaan berupa pulsa PWM pada pin output. Sensor aktif melalui pulsa trigger. Dengan ketentuan lebar pulsa trigger harus lebih besar dari 10us dan interval trigger sinyal lebih besar dari 60 ms.

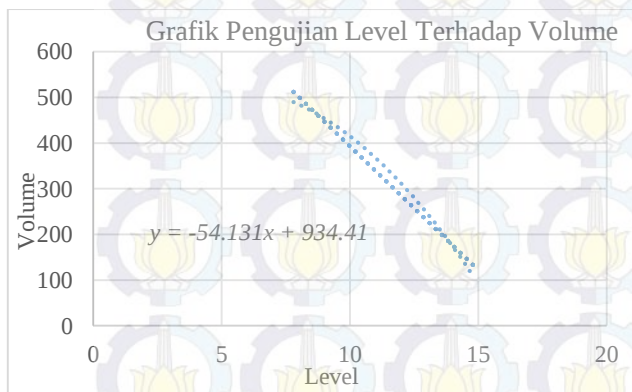
Pengukuran volume susu dilakukan bersama dengan pengukuran berat. Kedua parameter tersebut sebagai penentu nilai berat jenis susu. Volume susu didapat melalui konversi jarak terukur sensor dengan level volume pada gelas kimia.

Sensor ditempatkan pada tiang *fix* dengan ketinggian (*t*) sekitar 25 cm dari permukaan timbangan, hal ini mempertimbangkan cakupan dan jarak optimum sensor terhadap gelas ukur (objek terukur) yaitu sebesar 22.5° (sudut α).



Gambar 6 Desain Tiang Sensor HC-SR04

Kalibrasi sensor dilakukan untuk penyesuaian volume aktual dari air. Yaitu dengan cara mengkonversi ketinggian atau jarak pembacaan sensor dengan nilai volume dari cairan uji pada gelas kimia 500 gr. Grafik kalibrasi sensor Nampak seperti berikut.



Gambar 7 Grafik Kalibrasi Volume

Setelah dilinierisasi, didapat persamaan $y = -54.131x + 934.41$ yang digunakan sebagai nilai konversi pada program penghitungan volume terukur.

2.2 Sensor pH

PH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Jika konsentrasi $[H^+]$ lebih besar daripada $[OH^-]$, maka material tersebut bersifat asam, dimana nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[OH^-]$ lebih besar daripada $[H^+]$, maka material tersebut bersifat

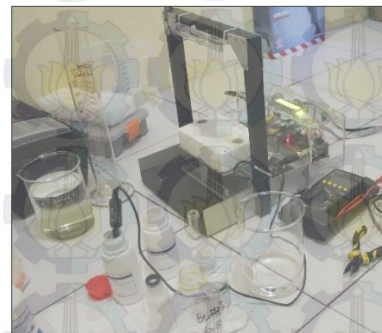
basa atau nilai pH lebih dari 7. Definisi formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Dinyatakan dengan persamaan:

$$pH = -\log [H^+]$$

Pembentukan asam dalam susu disebabkan karena aktivitas bakteri yang memecah laktosa membentuk asam laktat. Persentase asam dalam susu dapat digunakan sebagai indikator umur dan penanganan susu (Soewedo, 1982).

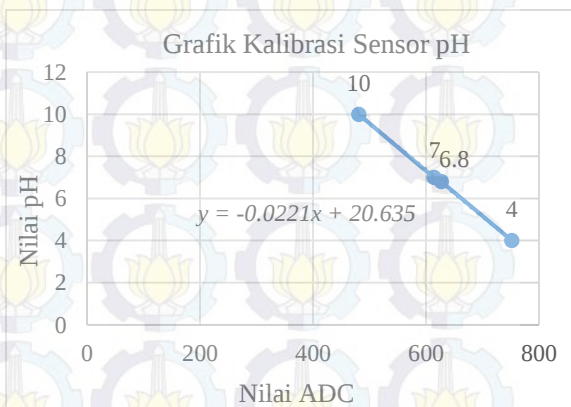
PH meter tersusun atas dua jenis electrode, yaitu electrode kaca dan electrode referensi. Elektroda kaca berfungsi sebagai salah satu kutub di antara dua electrode pH meter yang tercelup ke dalam larutan. Pada ujung elektrode ini terdapat *bulb* yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran ion positif (H^+). Pertukaran ion yang terjadi menyebabkan adanya perbedaan beda potensial diantara dua electrode. Di dalam *bulb* dan silinder ini berisi cairan HCl yang memiliki nilai pH konstan = 7. Elektrode referensi berfungsi sebagai kutub lain selain elektrode kaca. Elektrode ini didesain memiliki nilai potensial yang tetap pada kondisi larutan apapun. Sehingga arah aliran listrik yang terjadi hanya tergantung pada nilai potensial elektrode kaca.

Perancangan sistem ini menggunakan sensor pH E-201-C, terdiri dari probe kombinasi yang terhubung dengan kit modul melalui kabel coaxial. Kalibrasi sensor pH dilakukan dengan mengukur tegangan output dan pembacaan nilai ADC untuk empat jenis larutan buffer, yaitu pH 4, 6.8, 7 dan 10. Pembacaan nilai pH dicek menggunakan pH meter yang telah terkalibrasi.



Gambar 8 Kalibrasi Sensor pH

Hasil kalibrasi sensor pH menghasilkan dapat diamati pada grafik linierisasi berikut.



Gambar 9 Grafik Nilai ADC Terhadap Nilai pH

Grafik nilai ADC terhadap nilai pH di atas dilinierisasi menggunakan program Excel, sehingga diperoleh persamaan $y = -0.0221x + 20.635$

2.3 Mikrokontroler ATmega16

Atmega 16 merupakan mikrokontroler 8-bit AVR yang memiliki kapasitas memori maksimum sebesar 8 Kilobytes. Tersimpan didalam *System Programmable Flash*-nya. Chip IC produksi ATMEL ini termasuk golongan *single chip microcontroller*, dimana semua rangkaian termasuk memori dan I/O tergabung dalam satu *pack* IC. IC Atmega 16 mempunyai 2 jenis varian, yaitu PDIP (berbentuk balok) dan jenis TQFP/MLF (berbentuk persegi), fasilitas yang dimiliki keduanya pada sama, perbedaannya hanya pada bentuk atau peletakan pin ICnya.

Berikut beberapa karakteristik ATmega 16 yang digunakan pada sistem ini.

- Tegangan masukan ke RESET : -0,5V sampai +0,5V
- Temperatur pengoperasian : -55°C sampai +125°C
- Tegangan input maksimum : 6,0 Volt
- Arus DC input tiap pin I/O : 40,0 mA

AVR ATmega16 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 512 byte SRAM *Internal*.

Pembagian port ATmega16 yang digunakan dalam sistem ini yaitu: Port A, pin 33 s/d 40 sebagai ADC, pada sistem ini hanya pin A.1 yang digunakan yaitu untuk data ke P0 sensor pH. Port B: pin B.0 ke pin trigger, pin B.1 ke pin echo (output) sensor HC-SR04. Pin B.2 ke pin DT, pin B.3 ke SCK HX711 dan pin B.4 sebagai tombol start. Pin B.5, B.6 dan B.7 sebagai downloader, masing-masing adalah MOSI, MISO, SCK. PORTC: untuk LCD 2x16, bus data pada pin 22 sampai dengan pin 25, pin 27 ke pin E dan pin 29 ke pin RS. Pin RW pada LCD terhubung ke GND dan sebagai pengatur kecerahan LCD menggunakan *variable* resistor 1K yang terhubung dengan pin VO pada LCD. Sedangkan Port D hanya digunakan 1 port D.0 sebagai tombol tera untuk timbangan *load cell*. Untuk sumber tegangan konstan 5V pada mikrokontroler menggunakan IC regulator 7805. Supply 12 V ke sistem (input regulator) menggunakan modul DC *power supply* 12V 2A melalui konektor X1 (*connector* ptr500). Sedangkan catu daya menggunakan DC *power supply* 12V melalui konektor J1.

2.4 Sistem Kualifikasi grade Susu

Kualifikasi *grade* susu mengadopsi *scoring* SNI 01-3141-1998 tentang penilaian kualitas susu.

Tabel 1 Nilai Kualitas Susu SNI 01-3141-1998 [8]

No	Nama uji	Kriteria uji	Skor
1	Derajat asam	6,0 – 7,0 °SH	4
		7,1 – 7,4 °SH	3
		7,5 – 7,9 °SH	2
		4,6 – 5,9 °SH	1
		>8,0 °SH	1
2	Reduktase	> 7,0	1
		> 5,0	4
		2,5 – 5,0	3
		0,5 – 2,0	2
		< 0,5	1
3	Angka kuman	< 500.000	4
		500.000 – 750.000	3
		760.000 –	2
		1.000.000	1
		> 1.000.000	1
4	Jumlah sel radang	300.000	4
		301.000 – 350.000	3
		351.000 – 400.000	2
		>400.000	1
5	Berat jenis	1,0280 – 1,0310	4
		1,0271 – 1,0279	3
		1,0261 – 1,0270	2
		<1,0260	1

Dari data di atas dapat disusun program untuk kualifikasi susu berdasarkan parameter pH dan BJ. Dimana tetap memakai standar nilai yang tertuang dalam SNI 3141.1:2011. Data di atas hanya digunakan sebagai referensi pembobotan.

Tabel 2 Pembobotan Uji Kualitas Susu

Parameter	Nilai	Bobot
pH	6.4 - 6.7	4
	6.8 - 7.1	3
	6.1 - 6.3	3
	7.2 - 7.7	2
	5.0 - 6.3	1
	>7.7	1
BJ	1.027 - 1.031	4
	1.026 - 1.027	3
	1.025 - 1.026	2
	< 1.025	1

Grade susu ditentukan dengan menjumlahkan bobot pH dan BJ, kemudian diklasifikasikan dalam *range* nilai sbb:

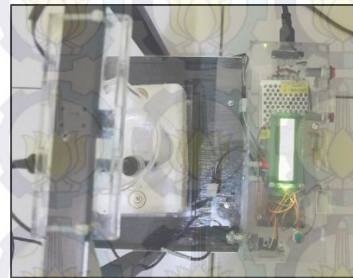
Kualitas A : 7 s/d 8

Kualitas B : 5 s/d 6

Kualitas C : 2 s/d 4

3. PENGUJIAN

Sebelum ke pengujian parameter utama, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap sistem minimum ATmega16 untuk mengetahui sistem kerja mikrokontroler dan output data dari minimum sistem.

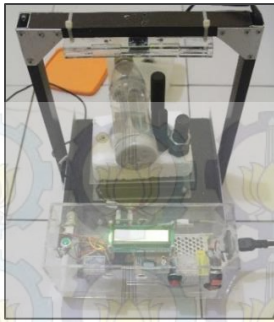


Gambar 10 Pengujian Minimum Sistem ATmega16

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan output input pada mikrokontroler sebesar 5 volt, diukur pada pin keluaran regulator 7805. Tegangan input ke mikrokontroler sebesar 5 volt, sesuai dengan daerah kerja IC ATmega16. Tegangan ini disediakan oleh IC regulator 7805 dengan mensyaratkan tegangan input ke IC tersebut harus lebih besar dari 5V, dalam hal ini menggunakan 12V.

3.1 Pengujian Nilai Berat Jenis Susu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dan reliabilitas dari timbangan *load cell* dan sensor ultrasonic HC-SR04 sebagai pengukur volume. Untuk pengujian berat, dilakukan dengan menggunakan bolt nut dan media semen dalam botol. Yaitu dengan membandingkan hasil pembacaan berat pada LCD terhadap nilai terukur menggunakan timbangan yang terkalibrasi.



Gambar 11 Pengujian Timbangan *Load Cell* dan Sensor Ultrasonik

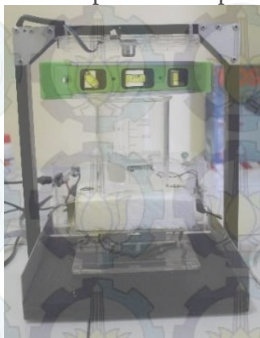
Pengujian ini menggunakan sample uji sebanyak 20 dengan beban maksimum 5 kg. Data pengujian berat dengan timbangan *load cell* dapat diamati pada table berikut.

Tabel 3 Pengujian Timbangan *Load Cell*

Jenis Beban	Berat	Terbaca	% eror
Kosong	0.00	0.00	0.00
Nut 3 mm	0.31	0.00	100.00
Nut 4 mm	0.65	0.00	100.00
Screw Putih	1.50	0.00	100.00
Nut 6mm	2.10	1.71	22.70
Bolt Kepala Obeng+ 3 nut Putih	4.65	4.10	13.34
Nut 8 mm	5.37	4.10	31.07
Bolt UNS D6- 1 nut Emas	8.90	6.48	37.29
Nut 12 mm	13.21	11.26	17.28
Bolt UNS D8 - 2 nut Emas	18.82	16.03	17.41
Bolt UNS D10 - 2 nut Emas	29.86	27.97	6.75
Nut 18 mm	48.61	47.07	3.27
Bolt UNS D12 - 3 nut Emas	66.19	63.79	3.76
Bolt UNS D12 - 1 nut panjang Hitam	77.79	75.72	2.74
Bolt UNS D18 - 1 nut Hitam	197.10	195.10	1.03
Bolt UNS D18 - Panjang Hitam	236.90	235.69	0.52
Gabungan Bolt 7 & 9	314.70	314.49	0.07
Gabungan Bolt 8 & 9	434.01	431.47	0.59
Gabungan Bolt 8 & 9 + Semen 1 botol	634.01	632.03	0.31
Gabungan Bolt 8 & 9 + Semen 2 botol	834.01	832.59	0.17

Hasil pengujian menunjukkan nilai eror untuk beban kurang dari 25 gram masih besar. Untuk beban dibawah 1.5 gram eror 100% mengindikasikan bahwa nilai beban pada range tersebut belum terbaca oleh *load cell*. Data kalibrasi *load cell* pada Bab III juga menunjukkan bahwa range 0 s/d beban 1.5 gram belum ada perubahan data ADCnya (stabil di data 8587).

Sedangkan pengujian volume menggunakan aquades yang diisikan pada gelas kimia. Dilakukan sebanyak 8 step, mengikuti kenaikan level skala pada gelas kimia. Dimana antara *rrange* 0 s/d 500 ml terdapat 8 skala volume, dimulai dari 100 ml. Hasil pengujian volume menggunakan sensor HC-SR04 pada sistem ini dapat diamati pada table berikut.



Gambar 12 Pengujian Timbangan *Load Cell* dan Sensor Ultrasonik

Tab 4 Pengujian Volume Dengan HC-SR04

Volume Aktual	Volume Terbaca	%Eror
100	88.61	11.39
150	173.19	15.46
200	194.34	2.83
250	257.77	3.11
300	321.21	7.07
350	363.5	3.86
400	405.79	1.45
450	448.08	0.43
500	511.51	2.30

Eror hasil pembacaan pada level 100 ml dan 150 ml mencapai 15%. Hal ini dikarenakan pada *range* ketinggian sekian, perbandingan antara luasan area objek terukur dengan cakupan area ultrasonik sangat besar. Meski dengan bertambahnya ketinggian cakupan area ultasonik semakin sempit, namun dengan luasan area objek yang tetap maka perbandingan luasan area objek terukur terhadap cakupan area ultrasonic semakin kecil. Hal ini memungkinkan pembacaan sensor akan semakin optimum.

3.2 Pengujian Nilai pH Susu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pembacaan sensor pH. Pengujian dengan tiga buah sample susu dilakukan dengan menuangkan 400 ml susu sampel pada gelas kimia. Tiap penggantian uji sample probe sensor pH harus dicuci dengan menggunakan aquades. Probe diletakkan pada gelas kimia dan didiamkan selama lebih kurang 1 menit agar data yang terbaca stabil. Hasil pembacaan dibandingkan dengan pembacaan pH menggunakan pH meter digital yang telah terkalibrasi.



Gambar 13 Pengujian pH Susu

Hasil pengujian dari ketiga sample susu dapat diamati pada table berikut.

Tabel 5 Hasil Pengujian pH Susu

Susu	Nilai pH	Vo (Volt)	Pembacaan pH Meter	% Error
1	6.5	3.4	6.6	2%
2	6.7	3.3	6.8	1%
3	6.2	3.5	6.3	2%

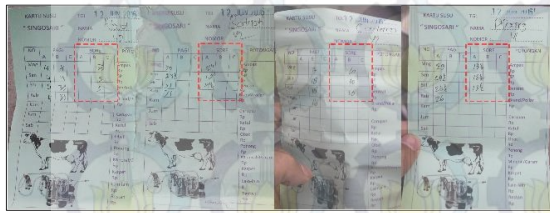
3.3 Pengujian Grade Susu

Pengujian *grade* kualitas susu dilakukan di Desa Madu, Mojosongo, Boyolali, Jawa Tengah pada penampungan susu "SINGOSARI" milik swasta. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel pada empat peternak selama 3 hari untuk pemerahan sore hari. Sebelum pengujian sampel, maka dilakukan penyesuaian kualifikasi *grade* pada alat uji dengan standar klasifikasi *grade* dari penampung. Dilakukan dengan mengukur sample susu A, B dan C yang dibawa penampung susu.



Gambar 14 Uji Susu Peternak "MOJOSONGO"

Pengujian *grade* kualitas susu menggunakan alat kualifikator otomatis dibandingkan dengan hasil uji manual oleh penampung susu.

Gambar 15 Kartu Setoran Susu (Memuat Jumlah Liter dan *grade* Susu)

Hasil pengujian kualifikasi *grade* kualitas susu secara keseluruhan dapat diamati pada table 4.10 berikut.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kualitas Penampungan Susu "SINGOSARI"

Pak Pareng Prayogo					
	BJ	pH	Kw (Alat)	Kw (Man)	Hasil
12 Juni	1.07	6.54	A	A	Sesuai
13 Juni	1.12	6.45	A	A	Sesuai
14 Juni	1.2	6.39	A	A	Sesuai
Pak Sardomo					
	BJ	pH	Kw (Alat)	Kw (Man)	Hasil
12 Juni	1.03	6.62	A	B	Tidak Sesuai
13 Juni	0.99	6.48	B	B	Sesuai
14 Juni	1.01	6.5	B	B	Sesuai
Bu Parto (Noval)					
	BJ	pH	Kw (Alat)	Kw (Man)	Hasil
12 Juni	1	6.5	B	B	Sesuai
13 Juni	1.02	6.5	B	B	Sesuai
14 Juni	1.03	6.41	A	B	Tidak Sesuai
Pak Joko (Badriati)					
	BJ	pH	Kw (Alat)	Kw (Man)	Hasil
12 Juni	1.08	6.56	A	A	Sesuai
13 Juni	1.13	6.48	A	A	Sesuai
14 Juni	1.15	6.45	A	A	Sesuai

Dari total 12 kali pengujian, ketidaksesuaian pembacaan terjadi sebanyak 2 kali yaitu pada pengujian 12 Juni susu milik Pak Sardomo dan pada 14 Juni susu milik Bu Parto (Noval). Jika dilihat dari nilai indikator BJ dan pH seharusnya susu tersebut masuk dalam *grade* B. Eror pada alat disebabkan karena tidak dilakukan reset terlebih dahulu sebelum pengujian. Hasil kualifikasi *grade* yang terbaca adalah data pengujian sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Metode persamaan garis secara parsial yang diimplementasikan secara software pada mikrokontroler mampu mereduksi eror pada pembacaan berat sebesar 3.18 %, volume sebesar 0.13% dan pembacaan pH hingga 1.6%.

Pengukuran berat menggunakan *load cell* selain tergantung pada pemilihan penguat dan rancangan elektriknya juga harus memperhatikan desain mekanik dari timbangan. Yaitu ukuran penampang timbangan, jenis *mounting* dan *spacer* pada *load cell* dan kekencangan bolt *mounting*. Untuk pengukuran volume menggunakan sensor ultrasonic maka harus mengetahui terlebih dahulu *range* optimal dan cakupan optimal dari sensor yang digunakan. Hal ini dilakukan dengan cara kalibrasi *range* optimal pada sensor.

Pengukuran pH cairan memerlukan kalibrasi sensor menggunakan buffer pH. Untuk pengukur pH susu pada sistem ini, dimana *range* kerja berada pada pH 6 s/d 7 sebaiknya juga menggunakan buffer kalibrasi yang bernilai antara 5 s/d 8.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carr, Joseph. 1993. **Sensors and Circuits**. Prentice Hall: New Jersey.
- [2] Utami, Kartika Budi dkk. 2014. **Kajian kualitas susu sapi perah PFH**. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan 24(2):58–66 ISSN:0852-35811. Universitas Brawijaya: Fakultas Peternakan.
- [3] Gemechu, Teshome dkk. 2015. **Physical and chemical quality of raw cow's milk produces and marketed in Shashemene Town, Southern Ethiopia**. Journal of Food and Agricultural Science 25A0F9150582. Mizan-Tepi University: Departement of Animal Science.
- [4] Noorulil A Bayu dkk. **Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink**. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS – ITS).
- [5] Atmel Corporation. **Microcontroller AVR ATMEGA16 with 16K Bytes In-System Programmable Flash**. [Datasheet](#). Rev.2466 T–AVR–07/10.
- [6] Avia Semiconductor. **HX711 24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales**. [Datasheet](#).
- [7] AccuDIY.com. 2011. **HC-SR04 Ultrasonic Range Finder Manual**.
- [8] Standar Nasional Indonesia, 2011. **SNI 3141.1:2011 Persyaratan Mutu Susu Segar** : <http://sisni.bsn.go.id/>
- [9] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementan. 2015. **Produksi Susu Segar menurut Provinsi**: <http://www.bps.go.id/>

BIOGRAFI PENULIS



Tri Santoso lahir di Boyolali, Jawa Tengah. Setelah tamat SMA Negeri 1 Boyolali tahun 2006 melanjutkan studi Program Diploma Teknik Elektro di Universitas Gadjah Mada dan lulus pada tahun 2009. Selepas Diploma, sempat bekerja di bidang *mining & heavy equipment* selama tiga tahun. Kemudian pada tahun 2013 melanjutkan studi di Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya