



Rancang Bangun Kualifikator Susu Sapi Berbasis Mikrokontroler

@ Mei.2016

Oleh :
Tri Santoso (2212106094)

Dosen Pembimbing :
Suwito, ST., MT.
Ir. Tasripan, MT.

elektro - ITS

Latar Belakang

Model Peternakan Sapi perah boyolali.



Ternak Rumahan → **<10 ekor** @Keluarga

Kabupaten/Kota Regency/City	Susu Sapi (liter) Milk (litre)
01. Kab. Cilacap	31,950
02. Kab. Banyumas	4,033,965
03. Kab. Purbalingga	285,395
04. Kab. Banjarnegara	226,307
05. Kab. Kebumen	168,168
06. Kab. Purworejo	60,480
07. Kab. Wonosobo	909,652
08. Kab. Magelang	662,567
09. Kab. Boyolali	46,906,493
10. Kab. Klaten	4,259,568

Data Dinpet Jateng :
48% dari total 97,5 juta
 liter susu tahun 2013 **dari**
Boyolali. Produksi
 harian rata-rata mencapai
120.000 liter.

Provinsi	2011	2012	2013	2014	2015
JAWA TIMUR	551977	554312	416419	426254	426557
JAWA BARAT	302603	281438	255548	258999	260823
JAWA TENGAH	104141	105516	97579	98494	99577
DI YOGYAKARTA	3167	6019	4912	5870	6626
DKI JAKARTA	5345	5439	5265	5170	5528
SULAWESI SELATAN	3363	3000	1671	2635	2923
SUMATERA BARAT	741	988	1685	1032	1104
SUMATERA UTARA	1850	761	1369	783	826
BENGKULU	356	401	265	275	313
LAMPUNG	162	279	216	223	219
BALI	175	168	135	122	135

Produksi susu segar (ton), sumber: <http://www.bps.go.id/>



Pengendalian Mutu Susu



Peternak

Penampung
(KUD/Swasta)

Industri
Pengolahan Susu



Uji kualitas oleh penampung : Uji Fisik & Berat Jenis



07 MAY 2016

KARTU SUSU		TOL. 07 MAY 2016	
SINGOSARI		CIBEBE	
NOMOR		NOMOR	
NO	PAGI	SOKE	POTONGAN
A	B	C	E
Mg	16%	7	Apus
Sm	16%	0%	SP
Sel	16%	0%	Rp
Sab	16%	0%	Bentrat
Skm			Rp
Sjm			Simis/Putih
Skg			Rp
Skn			Campak
Sko			Rp
Skp			RS
Sks			Kufut
Skt			Shat
Sku			Rp
Skv			Polone
Skw			Rp
Skx			Milosa/Sarem
Sky			Rp
Skz			Rp
Ska			Rp

07 MAY 2016

KARTU SUSU		TOL. 07 MAY 2016	
SINGOSARI		CIBEBE	
NOMOR		NOMOR	
NO	PAGI	SOKE	POTONGAN
A	B	C	E
Mg	16%	7	Apus
Sm	16%	0%	SP
Sel	16%	0%	Rp
Sab	16%	0%	Bentrat
Skm			Rp
Sjm			Simis/Putih
Skg			Rp
Skn			Campak
Sko			Rp
Skp			RS
Sks			Kufut
Skt			Shat
Sku			Rp
Skv			Polone
Skw			Rp
Skx			Milosa/Sarem
Sky			Rp
Skz			Rp
Ska			Rp

Belum Ada Standar Objektif Untuk Penilaian Kualitas Susu Peternak

Harga per Mei 2016 :
Grade A : Rp. 4.500,- / liter
Grade B : Rp. 4.350,- / liter
Grade C : Rp 3.500,- / liter.

Butuh Alat Uji yang Objektif , Murah dan Praktis

Dasar Teori

Persyaratan Mutu Susu Sapi

Kriteria Standar Susu Sapi SNI 3141.1:2011

No.	Karakteristik	Satuan	Syarat
a.	Berat Jenis (pada suhu 27,5 °C) minimum	g/ml	1,0270
b.	Kadar lemak minimum	%	3,0
c.	Kadar bahan kering tanpa lemak minimum	%	7,8
d.	Kadar protein minimum	%	2,8
e.	Warna, bau, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan
f.	Derajat asam	°SH	6,0 – 7,5
g.	pH	-	6,3 – 6,8
h.	Uji alkohol (70 %) v/v	-	Negatif
i.	Cemaran mikroba, maksimum:		
	1. Total Plate Count	CFU/ml	1x10 ⁶
	2. Staphylococcus aureus	CFU/ml	1x10 ²
	3. Enterobacteriaceae	CFU/ml	1x10 ³
j.	Jumlah sel somatis maksimum	sel/ml	4x10 ⁵
k.	Residu antibiotika (Golongan penisilin, Tetrasiklin, Aminoglikosida, Makrolida)	-	Negatif
l.	Uji pemalsuan	-	Negatif
m.	Titik beku	°C	-0,520 s.d - 0,560
n.	Uji peroxidase	-	Positif
o.	Cemaran logam berat, maksimum:		
	1. Timbal (Pb)	µg/ml	0,02
	2. Merkuri (Hg)	µg/ml	0,03
	3. Arsen (As)	µg/ml	0,1

Berat jenis susu mengindikasikan **kandungan yang terlarut didalam susu**. Semakin banyak senyawa yang terdapat dalam susu maka berat jenis susu akan meningkat. Berat jenis susu dipengaruhi oleh pakan. Bahan kering yang meningkat maka berat jenis dan viskositas akan meningkat, Abubakar (2000).

pH → satuan ukur yang menguraikan **tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan**. Dibentuk dari informasi kuantitatif

yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen.

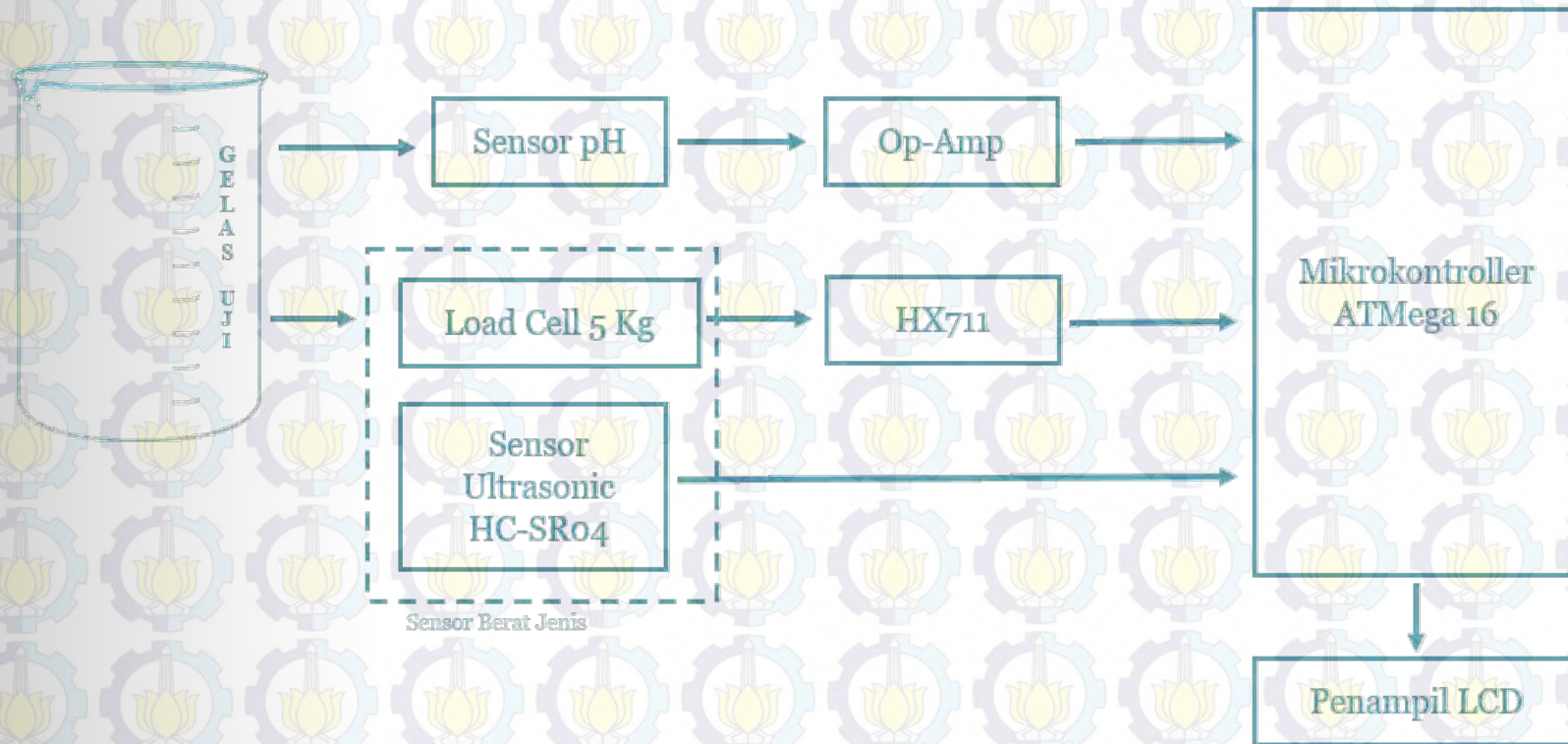
$$pH = -\log [H^+]$$



Desain Sistem



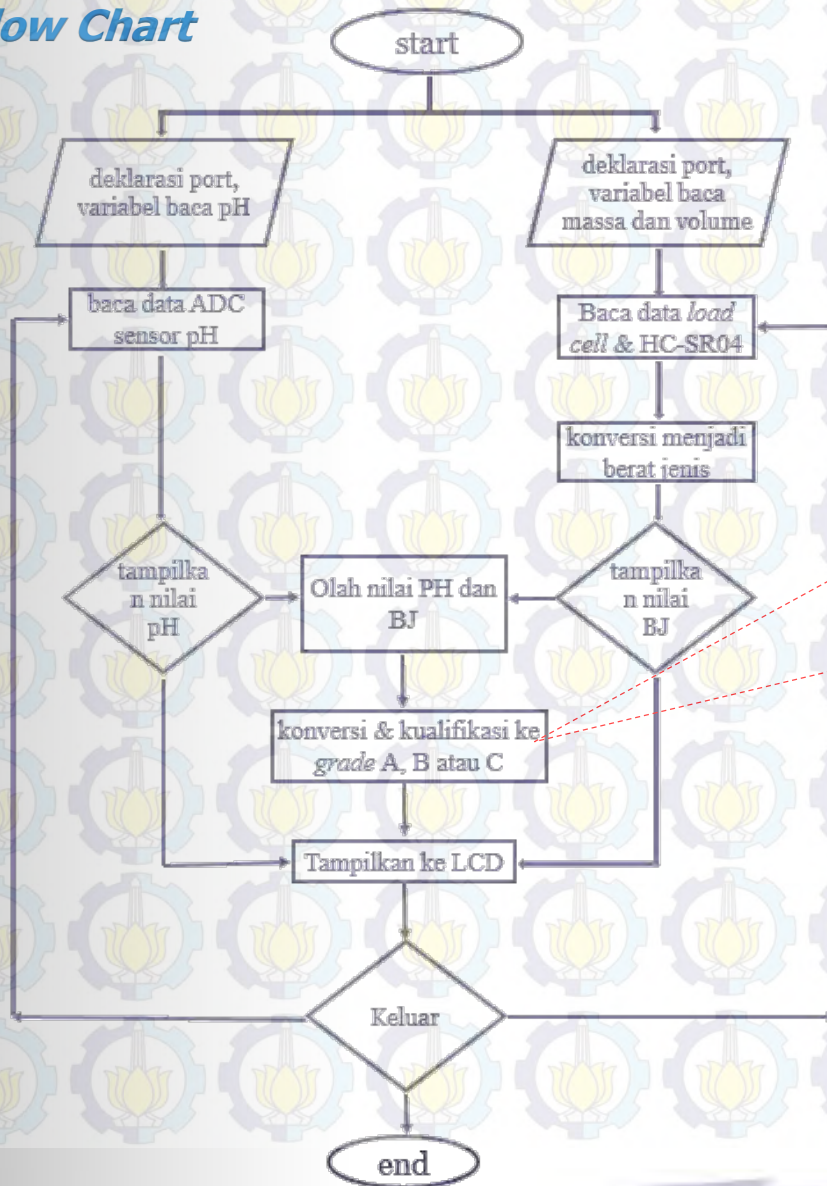
Diagram Blok



LCD menampilkan hasil berupa : nilai **Berat Jenis**, nilai **pH** dan **grade susu** (A, B atau C) melalui proses pembobotan.



Flow Chart



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

No	Nama uji	Kriteri 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
3	Angka kuman	< 500.000	4
		500.000 – 750.000	3
		760.000 – 1.000.000	2
		> 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

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

Kualitas A : 7 s/d 8
 Kualitas B : 5 s/d 6
 Kualitas C : 2 s/d 4

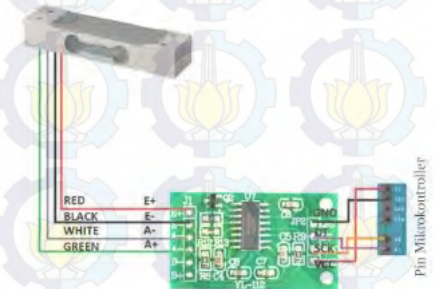
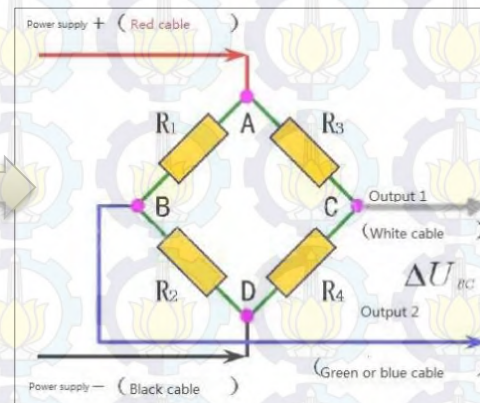
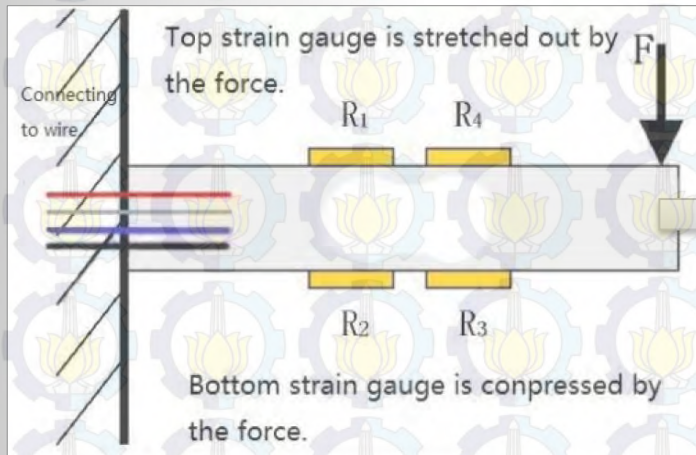




Sensor Berat Jenis >> Timbangan *Load Cell* 5 Kg

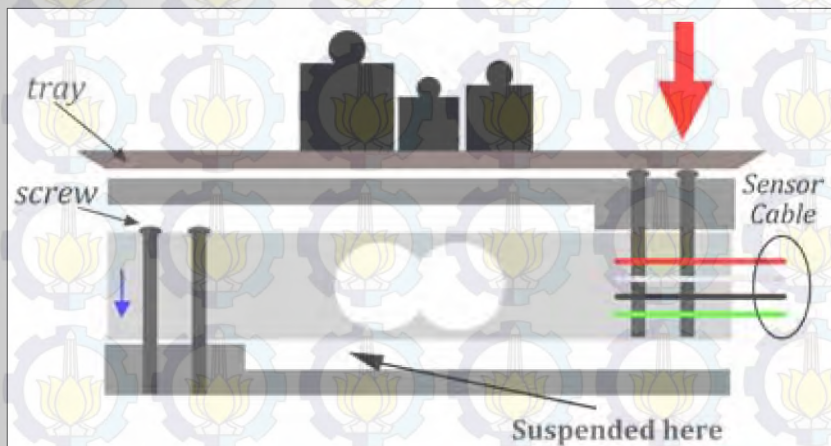
Berat Jenis → dengan perbandingan massa & volume

Load Cell → transduser elektronik → mengubah besaran fisik menjadi sinyal elektrik (Force/berat → resistansi)



HX 711 Sebagai signal conditioning

Strain gauge pada Sensor *Load Cell*

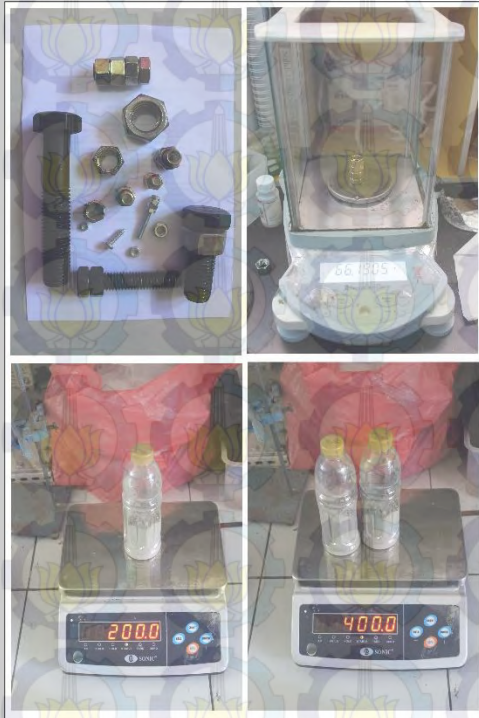


Desain timbangan: Luas tatakan 15x10 cm,
spacer : pin dengan diameter 9mm &
ketinggian 15 mm





Sensor Berat Jenis >> Timbangan Load Cell 5 Kg >> Kalibrasi



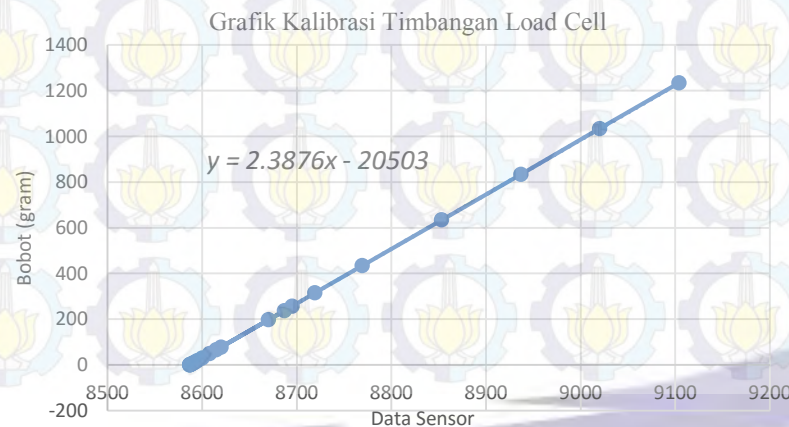
Kalibrasi dengan **media semen**, ditimbang dengan menggunakan timbangan yang telah terkalibrasi (ketelitian : 0.1 gr). Untuk beban di bawah 500 gr menggunakan bolt dan nut

Data	Bobot	Data	Bobot
8587	0.00	8615	66.19
8587	0.31	8620	77.79
8587	0.65	8670	197.10
8588	1.50	8687	236.90
8588	2.10	8695	255.73
8589	4.65	8719	314.70
8590	5.37	8769	434.01
8591	8.90	8853	634.01
8593	13.21	8937	834.01
8595	18.82	9020	1034.01
8600	29.86	9104	1234.01
8608	48.61		

Nilai 8587 sebagai offset Nol melalui program

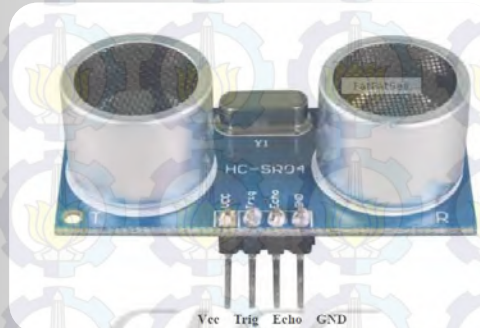
Persamaan $y = 2.3876x - 20503$ adalah hasil linierisasi \rightarrow sebagai nilai konversi pada program penghitungan berat terukur.

X \rightarrow data terukur
Y \rightarrow berat (gram)

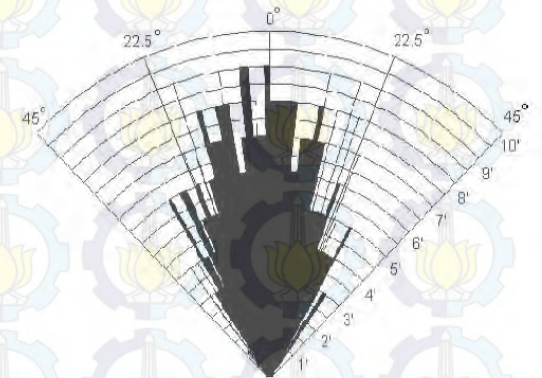


Sensor Berat Jenis >> Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik → Konversi Jarak ke Volume



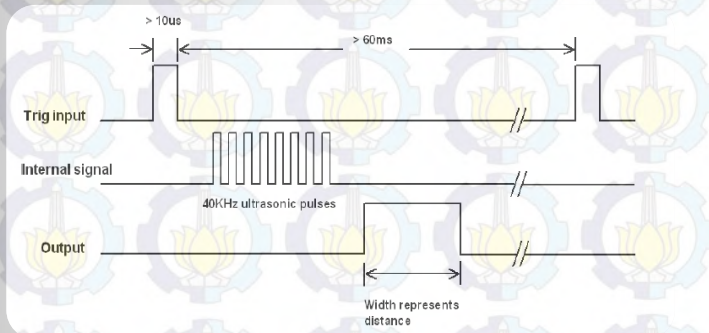
Level distance



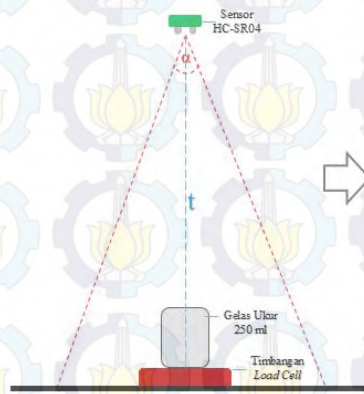
Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gelas Kimia 500ml

Sensor → pada tiang *fix* dengan ketinggian (t) sekitar 25 cm dari permukaan timbangan



Timming Diagram HC-SR04



Cakupan dan jarak optimum sensor terhadap gelas ukur (objek terukur) yaitu sebesar 22.5° (sudut α).





Sensor Berat Jenis >> Sensor Ultrasonic >> Kalibrasi

1. Kestabilan

Uji Kestabilan HC-SR04 Dengan Jarak Tetap 50 cm

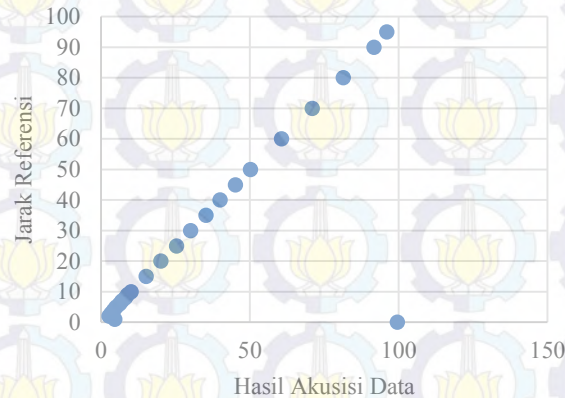
Uji ke	Nilai Terbaca	Uji ke	Nilai Terbaca
1	50	6	50.2
2	50.1	7	50.1
3	50.1	8	50.1
4	50.1	9	50.2
5	50.1	10	50.1

Nilai **error rata** – ratanya, yaitu sebesar **0.11 %**

2. Jangkauan Sensor

Tujuan : mengetahui **jarak efektif jangkauan terdekat dan terjauh** dari sensor HC-SR04. Dari hasil pengujian diketahui bahwa jangkauan terjauh dari sensor ini adalah **99.61 cm** sedangkan jarak terdekatnya **2.73 cm**.

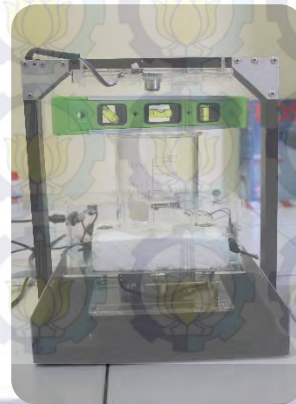
Grafik Kalibrasi HC-SR04



Pengujian HC-SR04 Dengan Jarak Variatif

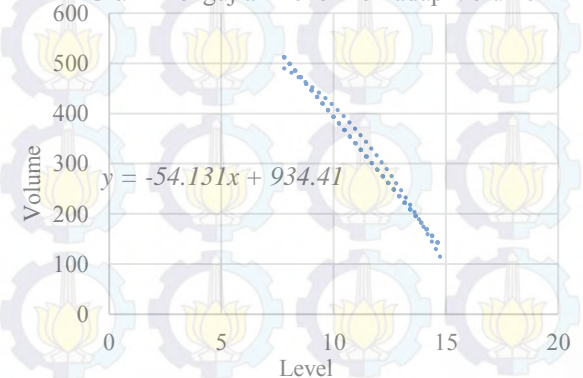
Jarak 0 s/d 4 cm & > 60 cm → deviasi masih besar.
Range **optimal: 5 s/d 60 cm**.

3. Kalibrasi Volume



Jarak	Volume
15	100
14.1	150
13.2	200
12.3	250
11.4	300
10.5	350
9.6	400
8.7	450
7.8	500

Grafik Pengujian Level Terhadap Volume

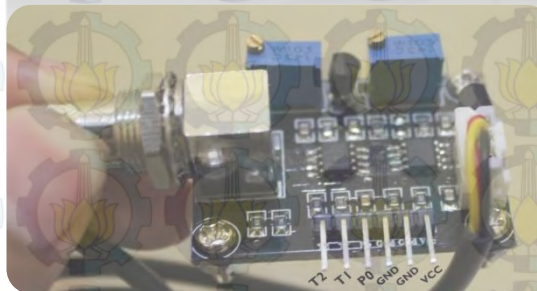
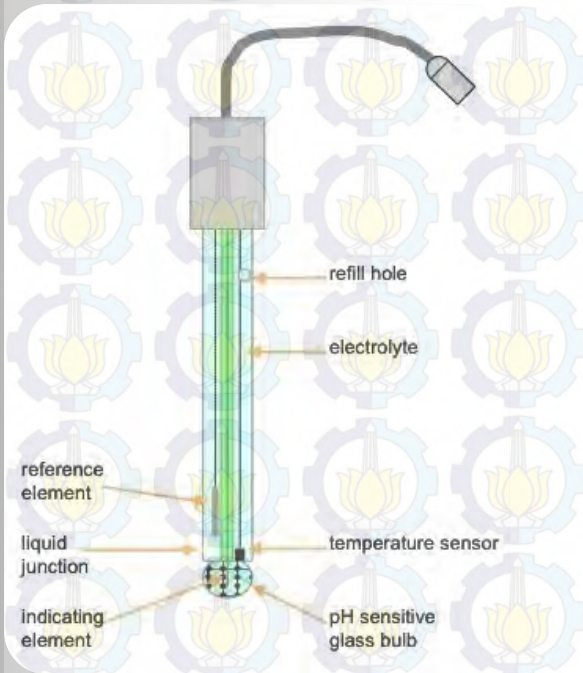


Setelah dilinierisasi, didapat persamaan **$y = -54.13x + 934.41$** sebagai nilai konversi pada program penghitungan volume terukur.





Sensor pH



E-201-C-9

Karakteristik :

- Range pH 0.00 – 14.00 (T : 5°C - 60°C), resolusi 0.01 pH,
- Akurasi (@20°C/68°F) \pm 0.02 pH.
- Output analog (tegangan dengan *range output* berorde millivolt mV).
- Tipe liquid junction menggunakan bahan Fiber, *internal reference type* berupa Ag/AgCl
- Dimensi probe $\phi 12 \times 160$ mm.

Terdiri :

1. **Elektroda kaca** \rightarrow salah satu kutub di antara dua elektrode ph meter yang tercelup ke dalam larutan. Pada **ujung** elektrode ini terdapat *bulb* \rightarrow tempat terjadinya **pertukaran ion positif (H⁺)**. Pertukaran ion \rightarrow menyebabkan adanya perbedaan beda potensial diantara dua elektrode, sehingga pembacaan potensiometer akan menghasilkan positif atau negatif

2. **Elektrode referensi** \rightarrow 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, apakah nilainya lebih besar atau lebih kecil dari elektrode referensi.





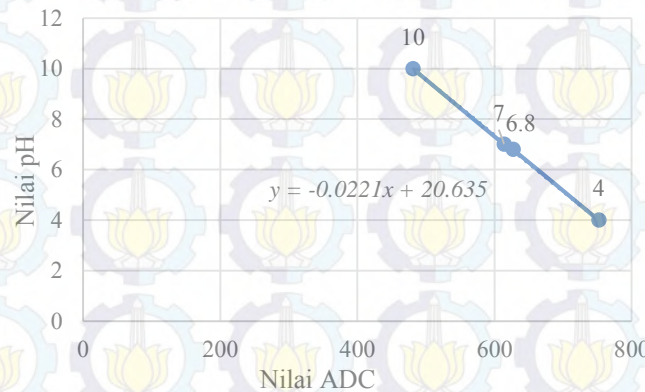
Sensor pH >> Kalibrasi



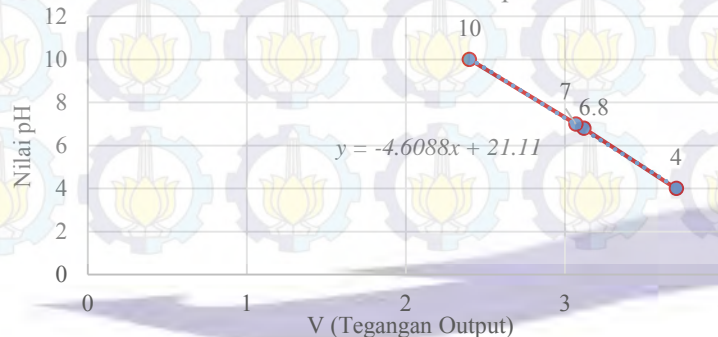
Buffer pH : **pH 4, pH 7**
dan pH 10

pH Buffer (Cairan)	Nilai ADC	Vo (Volt)
4	752	3.7
6.8	627	3.12
7	614	3.07
10	481	2.4

Grafik Kalibrasi Sensor pH



Grafik Kalibrasi Sensor pH



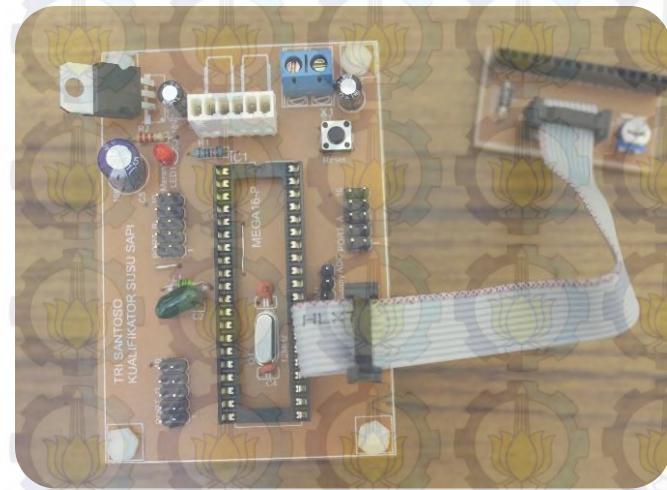
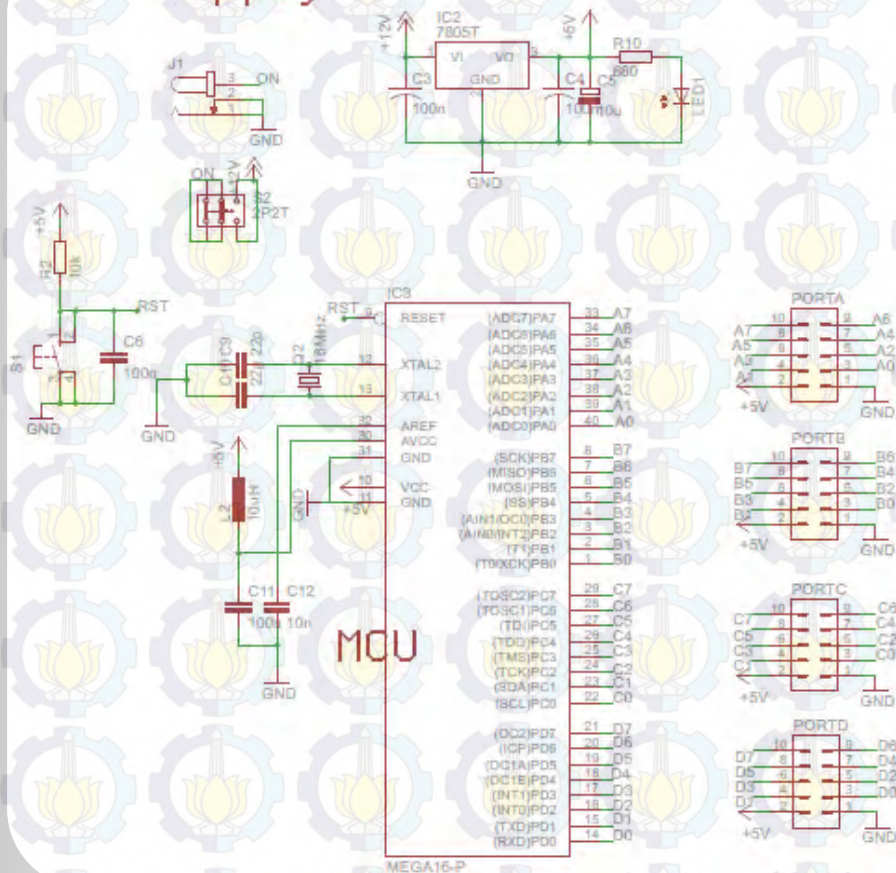
Sistem ini pada perhitungannya menggunakan parameter nilai ADC, persamaan yang digunakan yaitu **$y = -0.0212x + 19.921$** .





Hardware & Software

Supply



```

BASCOM-AVR IDE [1.11.9.0] - [D:\Program\loadceh\ujisusu.bas]
File Edit View Program Tools @ptions Window Help
Sub
Label
Chip PinOut
Config Ledpin = Pin Ra = PORTC.0 E = PORTC.1 Db4 = PORTC.2
Config Ledpin = Pin Db5 = PORTC.3 Db6 = PORTC.4 Db7 = PORTC.5
Config Led = 16 * 2
Package DIP40 [CA...]
Search
Clear
Start ADC
Config Timer0 = Timer Prescale = 256
Config ADC = Single Prescaler = Auto Reference = Avcc
Cursor Off
Config PORTB 0 = Output
Config PINB 1 = Input
Declare Sub Cek_jarak
Dim Data_jarak As Word
Dim Data_jarak_olah As Word
Dim Data_jarak_fix As Single
Trigger1 Alias PORTB 0
Pechol Alias PINB 1
DDRB 3 = 1
DDRB 2 = 0
Adsk Alias PORTB 3
Adsk Alias PORTB 2
use pin D
use pin B
PDF Viewer ChipPinOut

```

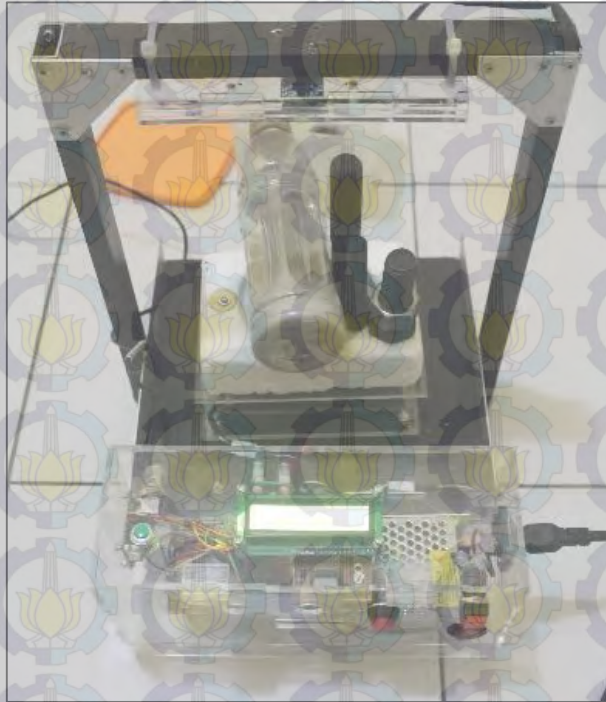
Schematic Sistem Minimum ATmega16

Compiler BASCOM AVR



Pengujian

Pengujian Timbangan *Load Cell*



Pengujian Timbangan *Load Cell*

Berat	Terbaca	% eror
0.00	0.00	0.00
0.31	0.00	100.00
0.65	0.00	100.00
1.50	0.00	100.00
2.10	1.71	22.70
4.65	4.10	13.34
5.37	4.10	31.07
8.90	6.48	37.29
13.21	11.26	17.28
18.82	16.03	17.41
29.86	27.97	6.75
48.61	47.07	3.27
66.19	63.79	3.76
77.79	75.72	2.74
197.10	195.10	1.03
236.90	235.69	0.52
314.70	314.49	0.07
434.01	431.47	0.59
634.01	632.03	0.31
834.01	832.59	0.17

Nilai **error** rata-rata → **0.6 %**. (beban di atas 250 gr)

Beban di bawah 1.5 gr eror masih 100% → batas ketelitian sensor

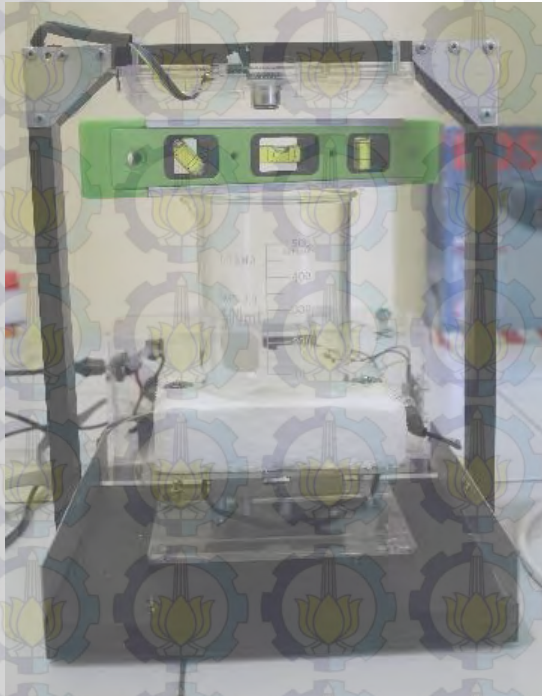
Susu	Nilai Berat Terbaca	Nilai Aktual	% Error
Sample 1	423.91	424	0.02
Sample 2	443.01	443	0.00
Sample 3	464.76	465	0.05

Dari hasil pengukuran berat didapatkan **error rata – rata sebesar 0.023 %**.





Pengujian Volume



Pengujian HC-SR04

Volume Aktual	Volume Terbaca	%Error
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

Error pada level **100-150 ml** mencapai **15%**, untuk level di atas 200 ml rata-rata error = 3%

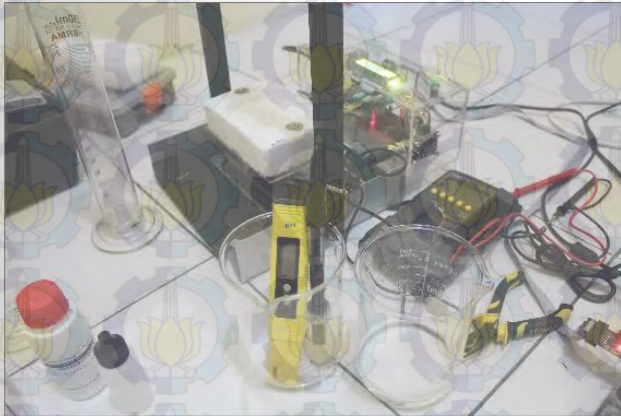
Susu	Volume Terbaca	Nilai Aktual	% Error
Sample 1	405	400	1.25
Sample 2	405.89	400	1.47
Sample 3	448.18	450	0.40

Dari hasil pengukuran volume susu didapatkan **error rata – rata sebesar 1.04 %**.





Pengujian Nilai pH



Dengan pH meter	Terbaca Di Alat	% Error
4	4.2	5.00
6.8	6.7	1.47
6.9	6.8	1.45
10	9.9	1.00

Hasil pengujian pH susu menunjukkan nilai error pada range asam kuat (pH4) masih tinggi, nilai error rata-rata pengujian 3 buah sample susu sebesar 1.01%

Susu	Nilai pH Terbaca	pH Aktual (dengan pH meter)	% Error
Sample 1	6.6	6.7	1.52
Sample 2	6.7	6.7	0.00
Sample 3	6.5	6.6	1.54

Pengujian 3 Sample susu

Susu	Nilai pH	Volume	Berat	BJ	Kw
Sample 1	6.6	250	254.39	1.018	C
Sample 2	6.6	250	252	1.008	C
Sample 3	6.5	250	252	1.008	C

Pengujian Kualitas



Pengujian *Grade* Susu di Peternak



Pemayorannya susu ke Pemampungan

Pembacaan Hasil Setoran Susu pada Kartu Susu

Uji Susu Peternak

Hasil Uji Kwalitas dengan Alat Uji

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.



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 pengujian, ketidaksesuaian pembacaan terjadi sebanyak 2 kali (pengujian 12 Juni susu milik Pak Sardomo dan pada 14 Juni susu milik Bu Parto). Jika dilihat dari nilai indikator BJ dan pH seharusnya susu tersebut masuk dalam *grade* B. Error pada alat disebabkan karena tidak dilakukan reset terlebih dahulu sebelum pengujian.





Kesimpulan

- Metode persamaan garis secara parsial yang diimplementasikan secara software pada sensor berat **load cell 5 Kg** mampu mereduksi eror pada hingga **0.1 %**.
- Sensor **ultrasonik HC-SR04** mampu mereduksi eror **sebesar 3%** untuk pengukuran volume (level) cairan.
- Prosentase eror pada pengukuran pH susu menggunakan **sensor pH E-201 sebesar 2%**. Dimana range objek terukur pada kisara pH 6 hingga pH 7.
- Akurasi perhitungan nilai berat jenis menggunakan parameter massa dan volume benda **sangat dipengaruhi oleh desain mekanikal** timbangan & setting sensor ultrasonic sebagai pengukur volume (level)nya.