

PENGEMBANGAN TIMBANGAN BUAH DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

R. Arif Tri Rahmawanto¹, Elok Hardiyati Rusnindy², Muhammad Arrofiq³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Jl. Yacaranda, Sekip Blok IV Telp 0274 561111

Email: rahmawanto@ugm.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah menjangkau semua piranti rumah tangga maupun industri. Salah satu contoh adalah timbangan, yang merupakan salah satu piranti untuk mengukur massa beban. Timbangan digital akan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengetahui nilai massa yang diukur. Dengan informasi massa dalam bentuk digital kesalahan baca hasil akan dapat dihindari. Proses awal pendeteksian beban umumnya dilakukan oleh sensor massa dalam hal ini dapat berupa load cell yang akan memberikan perubahan resistansi apabila terdapat regangan padanya akibat adanya beban. Umumnya konfigurasi load cell adalah sambungan jembatan, sehingga perubahan resistansi dapat diubah menjadi perubahan tegangan. Perubahan tegangan tersebut masih terlalu kecil sehingga perlu dikuatkan menggunakan penguat instrumentasi. Perubahan tegangan hasil penguatan akan diubah menjadi digital menggunakan pengubah analog ke digital yang akan dikendalikan oleh mikrokontroler. Selanjutnya data digital hasil perubahan akan diproses dan ditampilkan kepada pengguna. Fasilitas pengubahan massa menjadi harga yang sebanding telah diimplementasikan pada sistem. Dengan demikian kemudahan di dalam pengoperasian dan penentuan harga memberikan kemanfaatan yang berarti di dalam kehidupan.

Kata kunci: Load Cell, pengubah analog ke digital, mikrokontroler.

Pendahuluan

Teknologi yang berkembang semakin pesat memberikan kemudahan bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari dan telah menjangkau semua aspek kehidupan [1]. Beberapa jenis piranti ukur banyak yang beralih dari sistem analog menjadi sistem digital, salah satunya adalah timbangan. Timbangan digital dapat memudahkan manusia dalam pembacaan hasil penimbangan. Selain itu, kesalahan saat pembacaan hasil juga dapat diminimalisir.

Timbangan digital banyak dijumpai di *minimarket* untuk menimbang berbagai macam jenis bahan makanan termasuk buah-buahan. Cara menggunakan timbangan digital tersebut adalah dengan menimbang bahan makanan yang akan dibeli, kemudian pramuniaga akan memasukkan kode sesuai barang yang dibeli. Setelah itu harga barang yang akan dibeli akan tercetak sesuai dengan beratnya, lalu dibayarkan pada kasir.

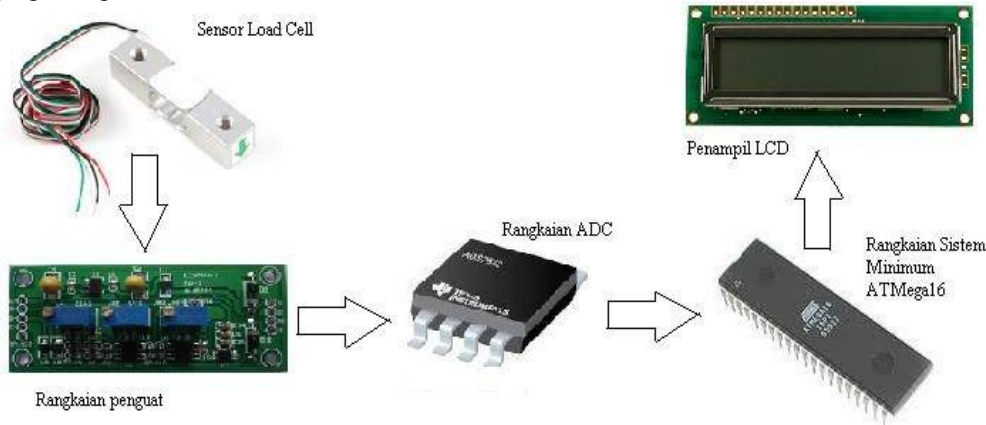
Berbeda dengan timbangan digital yang sudah ada, timbangan buah digital ini tidak memiliki memori untuk merekam harga dari buah-buahan yang dijual, karena harga akan *diinputkan* sendiri menggunakan tombol, sehingga ketika harga di pasaran berubah nilai yang harus dibayar juga mengikuti.

Pengembangan model timbangan digital dengan susunan mulai dari *load cell*, penguat instrumentasi kemudian pengubah analog ke digital telah banyak dilakukan [2-3]. Penambahan fasilitas informasi suara dari berat yang diukur telah dikembangkan untuk memberikan kemudahan mengetahui berat obyek yang ditimbang. [4]. Pemanfaatan sensor jenis pendeteksi gaya jenis flexiforce dapat digunakan untuk mendeteksi beban [5]

Sistem-sistem yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya umumnya menggunakan isyarat tegangan analog sebagai manifestasi beban yang diukur. Isyarat tegangan analog tersebut mulai dari sensor sampai dengan keluaran penguat masih banyak mengandung *noise*. Jika *noise* ini tidak diperhatikan akan mempengaruhi hasil. Proses penapisan isyarat tegangan analog menggunakan penapis perangkat keras maupun isyarat digital menggunakan perangkat lunak belum nampak pada penelitian-penelitian sebelumnya. Penapisan-penapisan tersebut sangat perlu diimplementasikan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada saat sistem dioperasikan. Pada penelitian ini penapisan perangkat keras akan diimplementasikan pada tegangan analog sebelum diubah menjadi digital dan penapisan digital sederhana akan dioperasikan pada data digital.

Sistem yang dikembangkan

Sistem yang digunakan terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang dikembangkan memiliki susunan seperti Gambar 1. Sistem tersusun atas *load cell*, penguat instrumentasi, penapis, pengubah analog ke digital 12-bit, mikrokontroler dan LCD. Sistem mikrokontroler juga dilengkapi dengan tombol-tombol sebagai media perantara memasukkan harga dasar untuk buah yang ditimbang. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATMega16 sebagai pusat pengendali dan *Liquid Crystal Display* (LCD) 16 x 2 sebagai penampil.



Gambar 1 Blok diagram perangkat keras

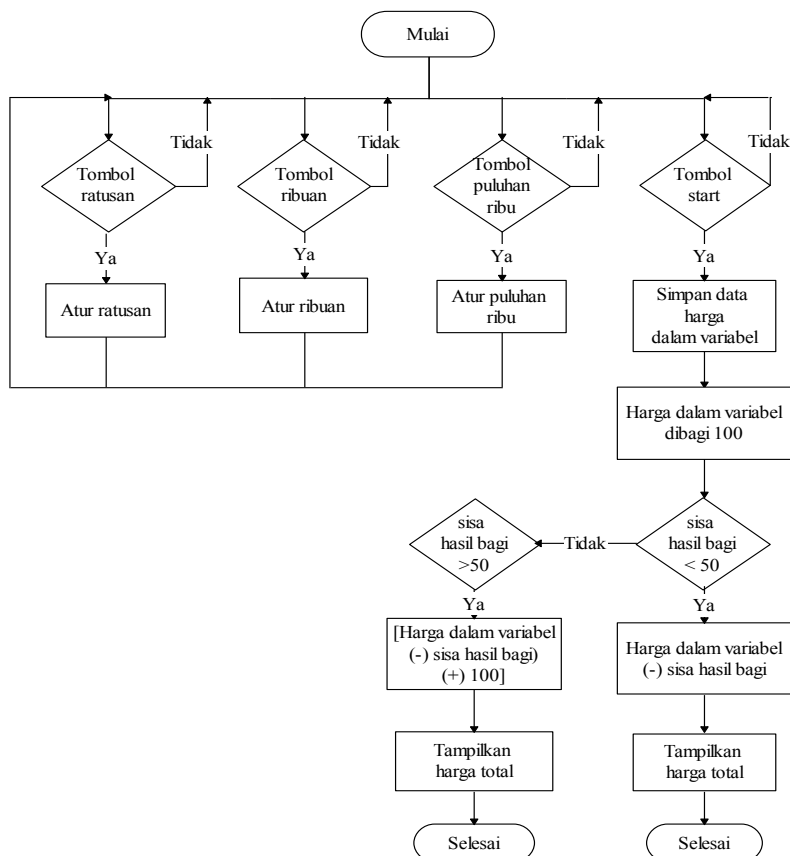
Load cell digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi berat dari beban yang diberikan. Kapasitas maksimal *load cell* yang digunakan adalah 5 kg. Sedangkan rangkaian penguat instrumentasi digunakan untuk menguatkan tegangan dari keluaran sensor karena tegangan keluaran sensor yang sangat kecil. Jenis penguat instrumentasi yang digunakan adalah seri AMP04. Penapis lolos bawah (LPF) jenis Bessel orde-5 digunakan untuk meloloskan isyarat frekuensi rendah yang merupakan informasi tegangan hasil pengukuran beban. Jenis yang digunakan adalah MAX7419. Pengubah analog ke digital (ADC) digunakan untuk mengubah isyarat tegangan analog keluaran penguat instrumentasi menjadi data digital. Lebar data digitalnya adalah 12-bit dengan pengubah seri ADS7822. Data digital hasil perubahan tersebut selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler ATMega16.

Perangkat lunak yang dikembangkan terdiri dari sebuah program untuk mengolah data penimbangan serta untuk kalkulasi harga yang ditetapkan. Komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan ADC eksternal dengan mikrokontroler adalah komunikasi serial, SPI. Penapisan perangkat lunak data digital terkonversi dilakukan dengan menggunakan rata-rata bergerak (*moving average*, MA) dengan jumlah panjang data 10. Gambar 2 merupakan diagram alir untuk program pemasukan dan kalkulasi harga.

Harga dimasukkan menggunakan tombol. Ada empat tombol yang digunakan. Tombol pertama untuk menentukan nilai ratusan, tombol kedua untuk menetapkan nilai ribuan kemudian tombol ketiga untuk menetapkan nilai puluhan ribu. Tombol keempat adalah tombol untuk memulai kalkulasi, yaitu mengalikan harga yang sudah dimasukkan dengan berat. Program ini juga mengatur penaksiran harga total berdasarkan satuan mata uang rupiah terkecil yang ditetapkan, yaitu Rp 100.

Hasil dan pembahasan

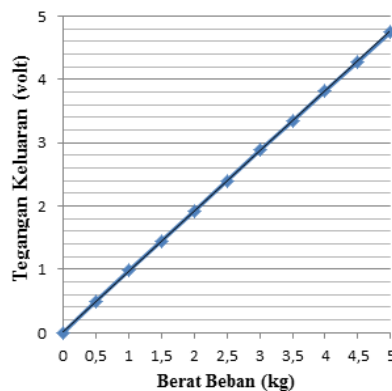
Pengujian sistem yang dikembangkan dimulai dari sensor *load cell* sampai dengan penguat instrumentasi. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian keluaran *load cell* terhadap beban, sedangkan Gambar 2 menyajikan grafik keluaran *load cell*. Seperti ditunjukkan Gambar 2, tegangan analog keluaran dari *load cell* memiliki hubungan yang proporsional terhadap beban yang diberikan kepada sensor *load cell*. Dengan demikian proses perubahan informasi beban merupakan hal yang sederhana. Tabel 2 menyajikan hasil pengujian penguat instrumentasi terhadap perubahan beban. Konfigurasi penguat instrumentasi telah ditetapkan agar jangkah data digital hasil konversi memiliki rentang 12-bit terhadap jangkah beban yang akan diukur



Gambar 2 Alur program pemasukan dan kalkulasi harga

Tabel 1. Keluaran *load cell*

Beban (kg)	Tegangan (mV)			Rerata (mV)
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	
0,5	0,5	0,5	0,51	0,503
1	0,98	0,99	0,98	0,983
1,5	1,45	1,45	1,44	1,446
2	1,92	1,92	1,92	1,92
2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
3	2,88	2,88	2,88	2,88
3,5	3,34	3,34	3,34	3,34
4	3,82	3,82	3,82	3,82
4,5	4,28	4,28	4,28	4,28
5	4,75	4,75	4,75	4,75



Gambar 3. Grafik keluaran *load cell*

Tabel 2. Pengujian penguat instrumentasi

Beban (kg)	Tegangan Keluaran (volt)			Rerata (volt)
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	
0	0,007	0,007	0,007	0,007
0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
1	0,59	0,59	0,59	0,59
1,5	0,93	0,93	0,93	0,93
2	1,26	1,26	1,26	1,26
2,5	1,6	1,6	1,59	1,596
3	1,93	1,93	1,93	1,93
3,5	2,26	2,26	2,26	2,26
4	2,61	2,61	2,61	2,61
4,5	2,95	2,95	2,94	2,946
5	3,27	3,27	3,27	3,27

Pengujian selanjutnya adalah pengujian yang dilakukan dengan memberikan beban yang sudah diketahui nilai beratnya. Tabel 3 merupakan hasil pengujian sistem timbangan. Dari Tabel 3 didapatkan rata-rata kesalahan sistem sebesar 1,05%.

Tabel 3 Hasil pengujian

Beban (gram)	Uji I (gram)	Uji II (gram)	Uji III (gram)	Rerata (gram)
100	102	104	104	103.33
200	206	206	203	205.00
300	302	307	325	311.33
400	403	401	394	399.33
500	502	514	538	518.00
600	605	632	628	621.67
700	712	708	728	716.00
800	813	817	821	817.00
900	910	903	955	922.67
1000	1010	1015	1034	1019.67
1100	1100	1100	1124	1108.00
1200	1202	1191	1238	1210.33
1300	1293	1318	1303	1304.67
1400	1410	1391	1441	1414.00
1500	1504	1512	1524	1513.33
1600	1607	1601	1609	1605.67
1700	1711	1712	1756	1726.33
1800	1825	1821	1850	1832.00
1900	1923	1905	1920	1916.00
2000	2014	2014	2052	2026.67
2100	2128	2105	2155	2129.33
2200	2211	2203	2226	2213.33
2300	2322	2296	2322	2313.33
2400	2424	2412	2416	2417.33
2500	2535	2509	2503	2515.67
2600	2624	2598	2640	2620.67
2700	2724	2705	2707	2712.00
2800	2839	2801	2833	2824.33
2900	2904	2906	2918	2909.33
3000	3020	2995	3035	3016.67
3100	3110	3118	3146	3124.67
3200	3208	3221	3231	3220.00
3300	3311	3333	3327	3323.67
3400	3411	3427	3431	3423.00
3500	3501	3567	3543	3537.00

Tabel 3 Hasil pengujian (Lanjutan)

Beban (gram)	Uji I (gram)	Uji II (gram)	Uji III (gram)	Rerata (gram)
3600	3609	3641	3612	3620.67
3700	3709	3728	3726	3721.00
3800	3801	3809	3810	3806.67
3900	3917	3919	3953	3929.67
4000	4009	4036	4069	4038.00
4100	4100	4100	4114	4104.67
4200	4217	4219	4218	4218.00
4300	4309	4318	4312	4313.00
4400	4419	4467	4418	4434.67
4500	4516	4561	4530	4535.67
4600	4625	4629	4627	4627.00
4700	4715	4701	4730	4715.33
4800	4801	4804	4844	4816.33
4900	4936	4912	4929	4925.67
5000	5001	5000	5000	5000.33

Pengujian terakhir adalah pengujian dengan memasukkan harga per kilo buah menggunakan tombol. Informasi yang akan tertampil pada LCD adalah harga total dari beban yang ditimbang. Tabel 4 merupakan hasil pengujian dengan memasukkan harga.

Tabel 4 Pengujian dengan memasukkan harga

Berat (kg)	Harga / kg (Rp)		
	3.500	10.000	25.000
1.03	3.600	10.300	25.800
2.53	8.900	25.300	63.300
3.52	12.300	35.200	88.000
3.95	13.800	39.500	98.800

Berdasarkan Tabel 4, dapat dihitung apakah hasil pembulatan harga sudah benar atau belum. Untuk berat sebesar 2,53 kg dengan harga Rp 3.500 per kilogramnya, didapatkan harga total sebesar Rp 8.855. Pembulatan harga ke atas karena nilai puluhannya lebih besar dari Rp 50, sehingga harga total menjadi Rp 8.900. Sedangkan untuk berat 3,52 kg dengan harga yang sama, didapatkan harga total sebesar Rp 12.320. Pembulatan dilakukan ke bawah karena nilai puluhan lebih kecil dari Rp 50.

Kesimpulan

Dari seluruh tahapan yang dilakukan dalam pengembangan sistem ini dapat diambil kesimpulan bahwa sistem timbangan digital untuk buah telah dapat dikembangkan. Sistem timbangan digital tersebut memiliki persentasi kesalahan rerata 1.05%.

Daftar Pustaka

- Evelyn Angelita Pinondang Manurung, 2012, *Perlindungan Hukum Terhadap Hak Cipta Atas Karya Cipta Digital Di Indonesia*, Thesis Magister Kenotariatan Pada Program Studi Magister Kenotariatan Fakultas Hukum Universitas Sumatera Utara
- Jaenal Arifin, Sumardi, Iwan Setiawan, 2011, *Model Timbangan Digital Menggunakan Load Cell Berbasis Mikrokontroler AT89S51*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Suci Amalia Rozama, *Timbangan Buah Digital Berbasis MCS-51 dengan Tampilan Output Liquid Crystal Display*, Tugas Akhir Politeknik Universitas Andalas Padang.
- Abdul Rahman, 2013, *Rancang Bangun Timbangan Digital dengan Output suara berbasis Mikrokontroler ATMega 16*, Skripsi Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- Tim IE, Ricky Suprayudi, AN119 *Timbangan Digital Berbasis Sensor Flexiforce*, Universitas Kristen Petra, Surabaya