



Sistem Penimbangan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATmega16

Yohana Susanthi dan Erwin Boenyamin Liem

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Suria Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

yohana_susanthi@yahoo.com

Abstrak: Sistem penimbangan yang sudah ada sekarang masih memerlukan peran pengguna dalam proses penimbangannya yaitu untuk menambah atau mengurangi massa barang. Berdasarkan hal tersebut, maka sistem penimbangan otomatis dibuat untuk mengatur massa barang (misalnya kopi, gula, beras dan sejenisnya) sesuai dengan yang diinginkan. Sistem penimbangan otomatis ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16. Sistem ini menggunakan program *CodeVision* dengan bahasa C dan didukung oleh *load cell* sebagai sensor massanya. Komponen pendukung lainnya adalah motor DC 12V yang digunakan sebagai katup dan LCD yang digunakan untuk menampilkan program. Sistem penimbangan otomatis ini diujicobakan pada massa yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil percobaan, dapat ditarik kesimpulan bahwa akan lebih baik bila bahan yang ditimbang adalah bahan yang tidak “lengket” atau tidak menggumpal. Sebagai contoh yaitu gula dan beras. Sedangkan contoh bahan yang “lengket” atau menggumpal adalah kopi dan terigu. Pada percobaan penimbangan kopi, diperoleh kesalahan maksimal 8%, pada percobaan penimbangan gula diperoleh kesalahan maksimal 4% sedangkan pada percobaan penimbangan beras diperoleh kesalahan maksimal 4%.

Kata kunci: *load cell*, ATmega16, sistem penimbangan otomatis

Abstract: *Weighing system recently still requires the user role in weighing process that is to increase or decrease the mass of goods. Based on this fact, automatic weighing system is made to control the mass of goods (such as coffee, sugar, rice and the others) as we desire. Automatic weighing system is designed by using Microcontroller ATmega16. This system uses CodeVision program in C language and supported by load cell as mass sensor. Other supporting components are motor DC 12 V which are used for valves and the LCD as to display the program. This automatic weighing system has been tested at many different mass. Based on the experiment results, we can draw conclusions that it would be better if the materials pondered are not "sticky" or not clot, such as sugar and rice. While kinds of the "sticky" or clot materials are coffee and flour. At the experiment of coffee weighing, we gain 8% maximum error, at the experiment of sugar weighing, we gain 4% maximum error, while of rice weighing, we gain maximum error 4%.*

Keywords: *load cell, ATmega16, automatic weighing system*

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi akan semakin banyak perangkat elektronika yang diciptakan untuk mempermudah pengguna dalam beraktivitas agar menjadi lebih cepat, efisien dan lebih praktis. Sistem penimbangan otomatis diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam menimbang suatu barang sesuai dengan massa yang diinginkan.

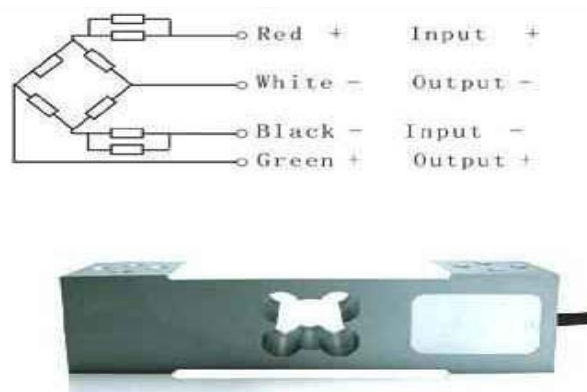
Sistem penimbangan yang sudah ada sekarang masih banyak memerlukan peran pengguna dalam proses penimbangannya yaitu untuk menambah atau mengurangi massa barang. Berdasarkan hal tersebut, dibuat sistem penimbangan otomatis yang dapat mengatur massa barang (misalnya kopi, gula, beras, dan sejenisnya) sesuai dengan yang diinginkan. Jadi pengguna tidak perlu melakukan koreksi jika barang yang ditimbang kelebihan massa ataupun kurang massa.

Sistem penimbangan otomatis ini dirancang dengan menggunakan ATmega16 yang diprogram menggunakan *CodeVision*. *CodeVision* merupakan suatu perangkat lunak yang membantu pengguna dalam membuat program berbasis bahasa C ke dalam mikrokontroler, salah satunya ATmega16.

II. TEORI PENDUKUNG

II.1. Load Cell

Load cell^[1] adalah perangkat elektronik (*transducer*) yang digunakan untuk mengkonversi tekanan menjadi sebuah besaran sinyal listrik. Biasanya alat ini terdiri dari empat *strain gauges* dalam *wheatstone bridge configuration*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1, tetapi ada juga yang terdiri dari satu atau dua *strain gauges*. Sinyal *output* elektrik biasanya direpresentasikan dalam milivolt dan memerlukan penguatan oleh *instrumentation amplifier* sebelum dapat digunakan. *Output* dari *transducer* dimasukkan dalam algoritma untuk menghitung tekanan pada *transducer*.



Gambar 1. *Load Cell*.

Beberapa tipe *load cell*:

- Double bending beam
- Shear beam
- Column
- Membrane

- Ring torsion
- Bending ring
- Double shear beam
- Multiple shear beam

Load cell dalam aplikasi digunakan untuk penskalaan, menimbang massa truck, mengukur tekanan, dll. Disain dari *Load cell* bisa dibedakan menurut jenis output sinyal yang dihasilkan (*pneumatic, hydraulic, electric*) atau menurut cara mereka mendeteksi massa (*bending, shear, compression, tension, etc.*)

Relasi antara tekanan dengan massa didapat dari persamaan $P = F/A$ dengan $F = m \cdot g$, sehingga dapat:

$$P = \frac{mg}{A} \quad (1)$$

dengan

P = tekanan dengan satuan newton/m²

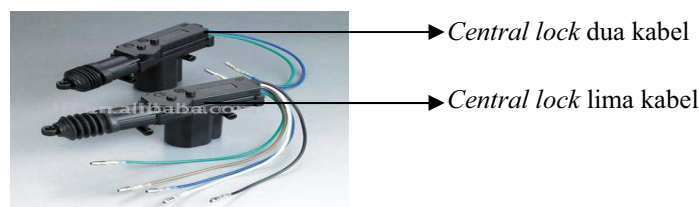
m = massa dengan satuan kilogram

g = gravitasi bumi dengan satuan meter/detik² = 9.8 meter/detik²

A = luas penampang dengan satuan meter²

II.2. Motor DC 12V (Central Lock)

Menggunakan motor DC 12V (*central lock*) yang biasa digunakan pada mobil. Secara umum *central lock* ini banyak digunakan pada mobil untuk mengunci pintu dan membuka pintu. *Central lock* ini dapat dihubungkan pada alarm mobil yang dapat dikendalikan oleh *remote* sehingga proses mengunci ataupun tidak mengunci menjadi mudah yaitu dengan cara menekan *remote*. *Central lock* yang digunakan adalah *central lock* dengan dua kabel seperti pada Gambar 2. *Central lock* tersebut terdiri dari motor dinamo yang dihubungkan ke tuas melalui gigi (*gear*). Jadi ketika diberi arus listrik, motor akan bergerak yang akan menggerakkan tuas. Arah gerak ini sangat dipengaruhi oleh arah arus listrik. Sebagai contoh bila *central lock* dengan dua kabel seperti pada gambar 2 dihubungkan pada sumber listrik DC 12V dengan spesifikasi kabel biru terhubung ke sumber positif dan kabel hijau ke sumber negatif, mengakibatkan *central lock* bergerak mengunci dan *central lock* tersebut akan bergerak tidak mengunci bila sumber arus terhubung terbalik.



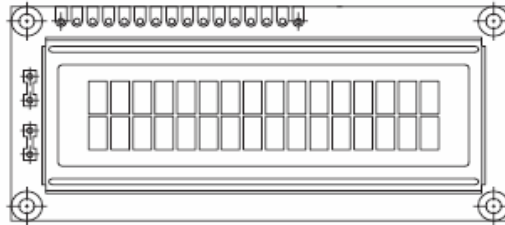
Gambar 2. *Central Lock* yang Digunakan Sebagai *Valve*.

II.3. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan (*display*) suatu data seperti karakter, huruf maupun grafik. Sistem yang

digunakan dalam komunikasi antara LCD dengan *peripheral* lain adalah dengan sistem transmisi data dalam format ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*).

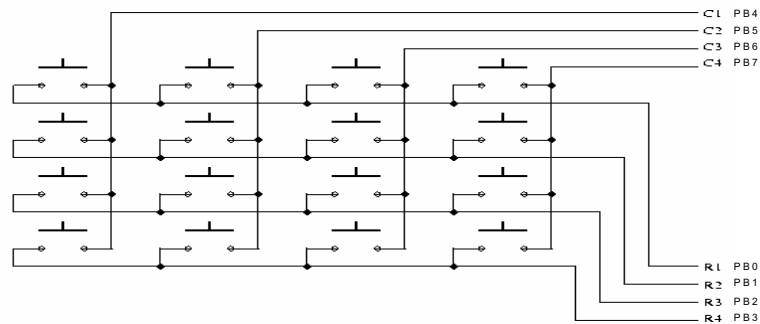
LCD yang digunakan bertipe 2×16 seperti terlihat pada Gambar 3. Angka 2 menunjukkan jumlah baris yang ada sementara angka 16 menunjukkan kapasitas maksimal karakter yang dapat ditampilkan dalam 1 baris.



Gambar 3. LCD 2×16.

II.4. Keypad

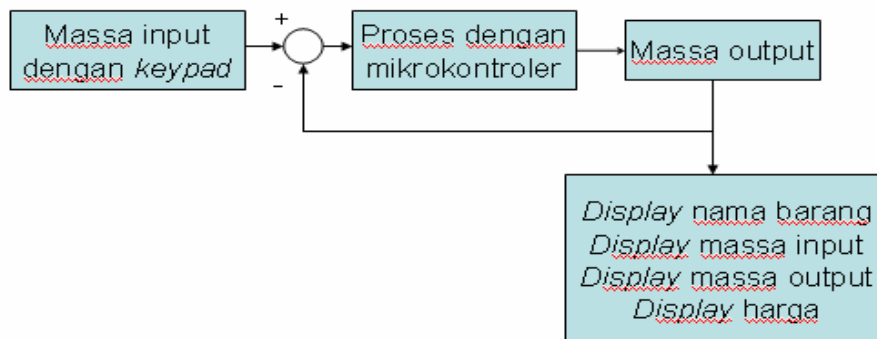
Keypad merupakan perangkat *input* berupa saklar *push button* yang terdiri dari susunan baris dan kolom. Bentuk dan susunan *keypad* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Keypad 4×4

III. PERANCANGAN

Diagram blok sistem yang dirancang terlihat pada Gambar 5

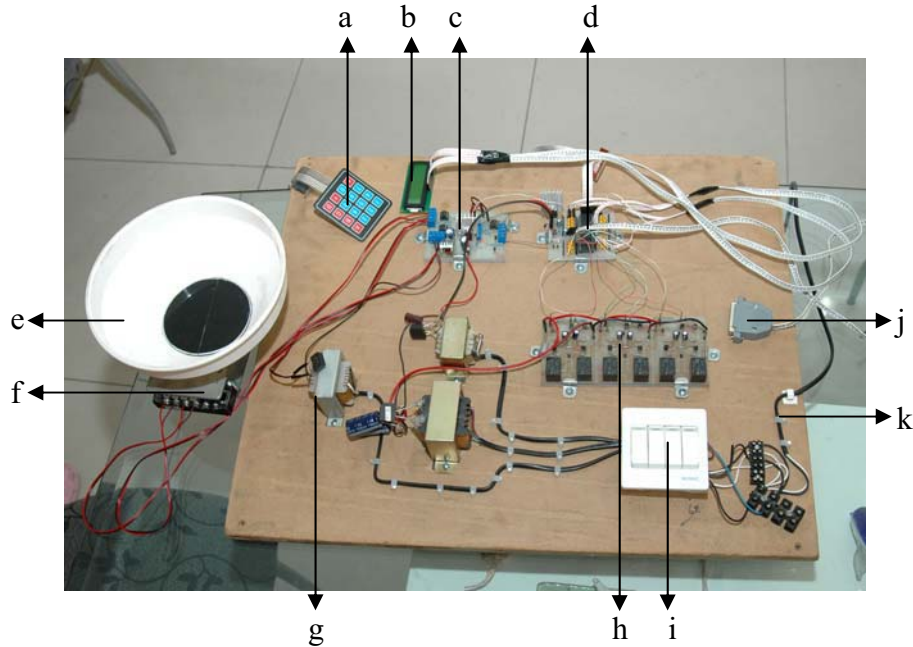


Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem ini menjelaskan bahwa *input* berupa massa yang diinginkan pengguna lalu diproses oleh mikrokontroler hingga sistem penimbangan otomatis ini

menghasilkan massa sesuai dengan yang diinginkan pengguna dan manampilkannya pada LCD berupa jenis barang yang ditimbang, massa yang diinginkan, massa yang dihasilkan serta harga total.

III.1. Perancangan Perangkat Keras



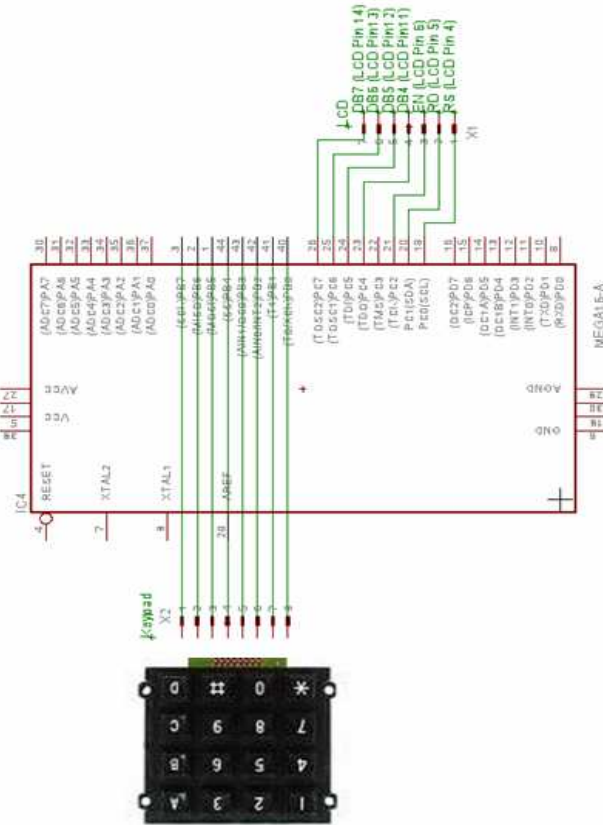
Gambar 6. Rancangan Rangkaian

Keterangan Gambar 6 adalah :

- a Keypad
- b LCD
- c Rangkaian *instrumentation amplifier*
- d Rangkaian *downloader* mikrokontroler
- e Bak penampungan barang yang ditimbang
- f *Load cell* sebagai sensor tekanan
- g Trafo sebagai sumber
- h Rangkaian sebagai penggerak motor
- i Saklar
- j Kabel koneksi ke PC untuk men-*download* program
- k Kabel yang dihubungkan ke sumber AC 220V

A. Skematik Rangkaian Keypad

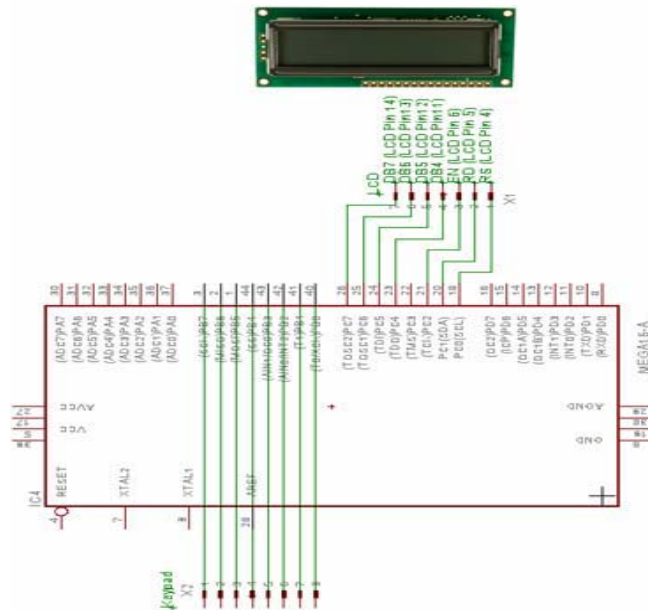
Keypad dihubungkan pada mikrokontroler ATmega16 sesuai dengan Gambar 7. *Port* yang digunakan adalah *Port B* dengan posisi pemasangan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Skematik Koneksi Keypad pada ATmega16

B. Skematik Rangkaian LCD

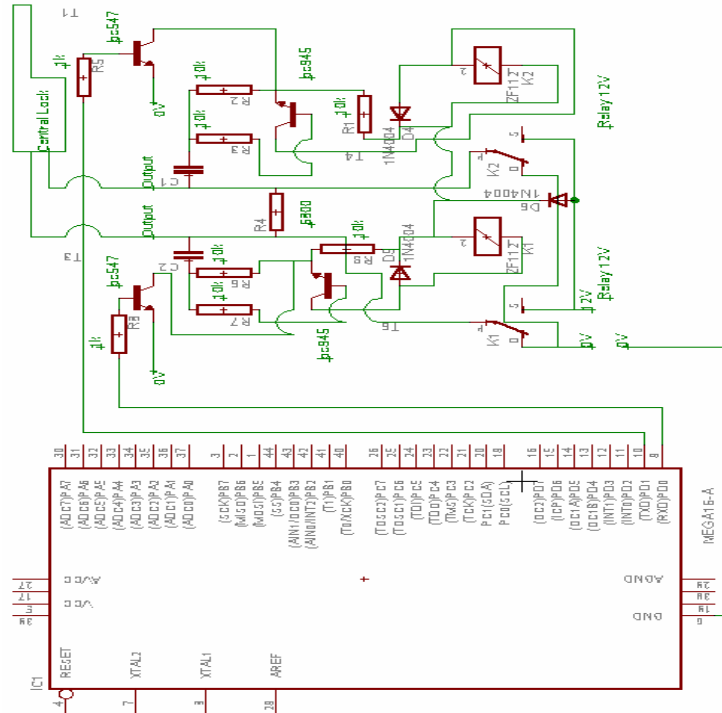
Gambar 8 menunjukkan bahwa LCD dihubungkan pada Port C mikrokontroler ATmega16.



Gambar 8. Skematik Koneksi LCD pada ATmega16

C. Skematik Rangkaian Motor DC 12 V (Central Lock)

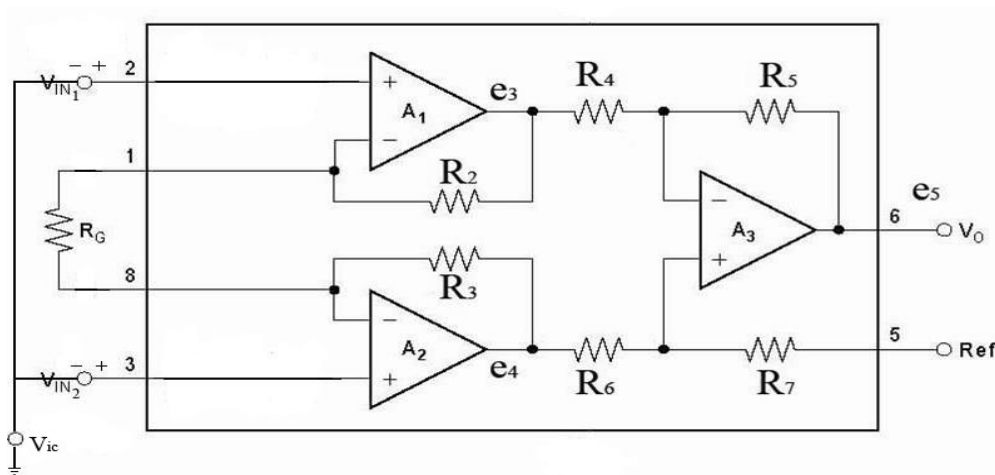
Gambar 9 menjelaskan koneksi driver motor DC 12V (*central lock*) pada mikrokontroler ATmega16. Port yang digunakan adalah Port D yaitu PD0-PD5 dengan setiap motor yang menggunakan dua port.



Gambar 9. Skematik Koneksi Driver Central Lock pada ATmega16

D. Skematik Rangkaian Load Cell

Load cell memiliki sinyal *output* dengan kisaran milivolt sehingga diperlukan *instrumentation amplifier* sebelum masuk ke ADC mikrokontroler ATmega16. Skematik koneksi load cell dan *instrumentation amplifier* pada ATmega16 seperti pada Gambar 11. *Instrumentation amplifier* dirancang seperti pada Gambar 10^[2].



Gambar 10. Instrumentation Amplifier

Jika $R_4 = R_5 = R_6 = R_7$ dan $R_2 = R_3$, maka :

$$e_3 = \left(1 + \frac{R_2}{R_G}\right)V_1 - \left(\frac{R_2}{R_G}\right)V_2 + V_{ic} \tag{2}$$

$$e_4 = \left(1 + \frac{R_3}{R_G}\right)V_2 - \left(\frac{R_3}{R_G}\right)V_1 + V_{ic} \tag{3}$$

$$e_5 = e_4 - e_3 \tag{4}$$

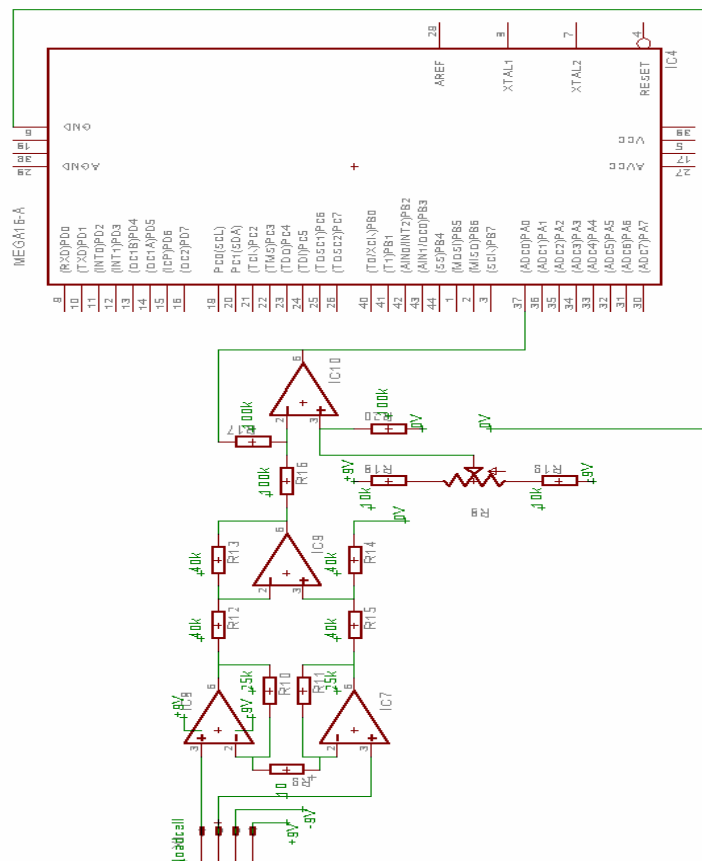
$$e_5 = \left(1 + \frac{2R_2}{R_G}\right)(V_2 - V_1) \tag{5}$$

$$G = \left(1 + \frac{2R_2}{R_G}\right) \tag{6}$$

dengan

$G = \text{Gain}$ atau besarnya penguatan tegangan.

Dalam rangkaian *instrumentation amplifier* yang dibuat ini digunakan $R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 40$ kohm dan $R_2 = R_3 = 25$ kohm, sedangkan nilai R_G sebesar 10 ohm.

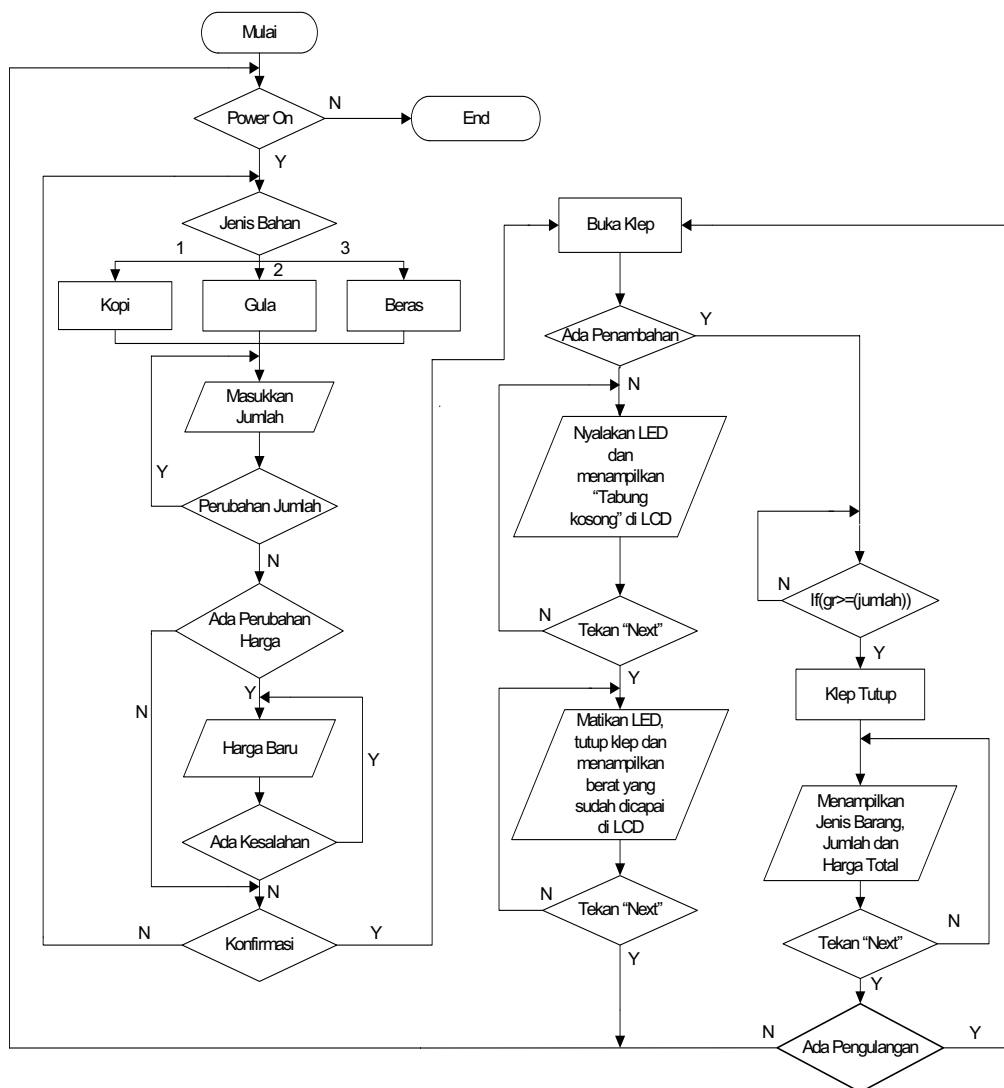


Gambar 11. Skematik Koneksi Load Cell dan Instrumentation Amplifier pada ATmega16

III.2. Perancangan Perangkat Lunak^{[3],[4]}

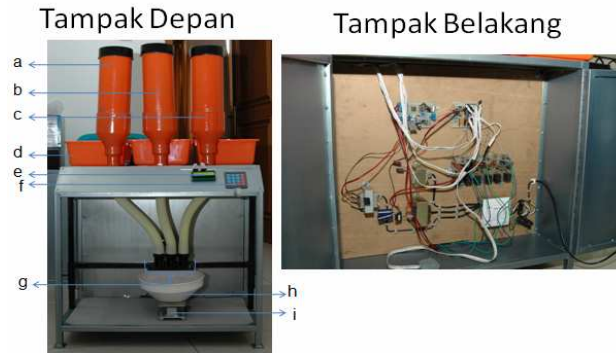
Gambar 12 memperlihatkan diagram alir program utama, pertama-tama diawali

menghubungkan sistem ke sumber listrik AC 220 V. Pada tampilan awal pengguna diberikan pilihan dengan menekan *keypad* untuk memilih jenis barang yang akan ditimbang. Jenis bahan yang diujicobakan ada tiga macam yaitu kopi, gula dan beras. Pilih salah satu dari tiga bahan yang diujicobakan, lalu masukkan jumlah yang diinginkan dalam satuan gram. Setelah jumlah yang diinginkan telah di-*input* lalu tekan *next* atau OK, dilanjutkan dengan ada tidaknya perubahan harga. Jika ada perubahan harga maka masukkan harga baru. Jika tidak ada perubahan harga maka dilanjutkan dengan mengkonfirmasi apakah barang dan jumlah yang diinginkan sudah benar. Jika sudah benar lalu tekan *next* atau OK, maka salah satu klep akan terbuka sesuai dengan barang yang diinginkan hingga jumlah yang diinginkan tercapai. Pada bagian akhir *display* LCD akan ada pertanyaan “apakah ada pengulangan?”. Jika ada pengulangan maka akan mengeksekusi proses penimbangan seperti sebelumnya. Jika tidak ada pengulangan maka akan kembali ke awal program. Jika jumlah yang diinginkan tidak juga tercapai, maka sistem akan memberikan peringatan berupa LED yang menyala dan menampilkan informasi tabung kosong pada LCD.



Gambar 12. Diagram Alir Program Utama

III.3. Realisasi Sistem



Gambar 13. Sistem Penimbangan Otomatis yang Direalisasikan

Sistem yang direalisasi terlihat pada Gambar 13, dengan keterangan gambar sebagai berikut :

- a Tabung untuk beras
- b Tabung untuk gula
- c Tabung untuk kopi
- d Bak penampungan untuk menyimpan cadangan bahan
- e LCD
- f Keypad
- g Motor DC 12V (central lock)
- h Bak penampungan
- i Load cell

IV. DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

Dari tiga jenis bahan yang diujicobakan dengan batas maksimum massa 250 gram didapat data pengamatan seperti pada Tabel 1. sampai dengan Tabel 6.

TABEL 1. HASIL PERCOBAAN PENIMBANGAN KOPI.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Hasil Percobaan Ke					Nilai Kesalahan (%)
		1	2	3	4	5	
KOPI	25	25	30	30	25	25	8,00
	50	45	50	55	55	50	6,00
	75	75	80	70	75	70	4,00
	100	95	105	110	100	105	5,00
	125	135	130	125	130	125	3,20
	150	145	155	160	150	145	2,67
	175	180	185	175	180	180	2,86
	200	205	205	200	205	210	2,50
	225	225	235	230	230	225	0,71
	250	250	245	250	250	245	0,40

TABEL 2. HASIL PERCOBAAN PENIMBANGAN GULA.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Hasil Percobaan Ke					Nilai Kesalahan (%)
		1	2	3	4	5	
GULA	25	25	25	25	25	30	4,00
	50	45	50	55	50	50	4,00
	75	80	75	75	75	70	2,67
	100	100	105	100	100	110	3,00
	125	125	125	130	130	130	2,40
	150	150	155	150	150	145	1,33
	175	180	175	175	175	175	0,57
	200	205	200	200	200	210	1,50
	225	225	225	225	230	225	0,44
	250	250	250	250	250	250	0,00

TABEL 3. HASIL PERCOBAAN PENIMBANGAN BERAS.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Hasil Percobaan Ke					Nilai Kesalahan (%)
		1	2	3	4	5	
BERAS	25	25	25	25	30	25	4,00
	50	50	55	50	50	55	4,00
	75	70	75	75	80	75	2,67
	100	105	105	100	95	105	4,00
	125	120	130	125	130	130	3,20
	150	160	155	155	150	155	3,33
	175	175	180	180	175	175	1,14
	200	205	205	210	205	200	2,50
	225	230	225	230	235	225	1,77
	250	250	250	250	250	250	0,00

TABEL 4. WAKTU YANG DIPERLUKAN DARI PERCOBAAN PENIMBANGAN KOPI.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Waktu yang diperlukan (detik) untuk percobaan ke					Rata-rata (detik)
		1	2	3	4	5	
KOPI	25	1.01	0.90	0.99	1.11	1.05	0.814
	100	3.89	3.96	4.02	3.99	3.83	3.938
	175	6.59	6.95	6.63	6.69	6.88	6.748
	250	9.03	8.98	9.05	8.87	8.89	8.964

TABEL 5. WAKTU YANG DIPERLUKAN DARI PERCOBAAN PENIMBANGAN GULA.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Waktu yang diperlukan (detik) untuk percobaan ke					Rata-rata (detik)
		1	2	3	4	5	
GULA	25	0.45	0.40	0.40	0.43	0.49	0.434
	100	1.96	1.75	1.86	1.90	1.84	1.862
	175	2.95	2.83	2.74	2.69	2.79	2.8
	250	4.29	4.44	4.38	4.27	4.08	4.292

TABEL 6. WAKTU YANG DIPERLUKAN DARI PERCOBAAN PENIMBANGAN BERAS.

Jenis Bahan	Berat (gram)	Waktu yang diperlukan (detik) untuk percobaan ke					Rata-rata (detik)
		1	2	3	4	5	
BERAS	25	0.70	0.70	0.75	0.84	0.73	0.744
	100	2.59	2.85	2.86	2.72	2.76	2.756
	175	3.99	4.18	4.00	3.90	4.22	4.058
	250	6.25	6.14	6.19	6.30	6.20	6.216

Nilai kesalahan (%) dari hasil pengujian dua kali penimbangan 25 gram kopi lebih besar dibandingkan dengan hasil pengujian satu kali penimbangan 50 gram kopi. Jadi pada sistem penimbangan otomatis ini terdapat akumulasi kesalahan. Dari penimbangan ketiga jenis bahan, terlihat bahwa kesalahan terbesar terjadi pada proses penimbangan kopi. Hal ini terjadi karena kopi memiliki sifat “lengket” atau menggumpal, sehingga sulit untuk mendapatkan jumlah massa yang tepat.

Pengujian waktu dari penimbangan gula lebih cepat dibandingkan dengan penimbangan beras dan kopi. Pada pengujian penimbangan kopi didapat waktu yang lebih lama dibandingkan pada penimbangan beras dan gula. Jadi dari ujicoba ketiga bahan, urutan dari yang lebih cepat ke yang lebih lambat yaitu gula, beras dan kopi.

Dari seluruh pengujian tidak terjadi kesalahan pembukaan katup misalnya pengguna menginginkan menimbang kopi tetapi katup yang terbuka adalah katup beras.

V. KESIMPULAN

1. Sistem penimbangan otomatis menggunakan mikrokontroler ATmega16 telah dapat

direalisasikan dengan mengujicobakan tiga jenis bahan yang berbeda yaitu: kopi, gula dan beras.

2. Dengan mengamati kesalahan yang terjadi, maka dapat disimpulkan bahwa sistem penimbangan tersebut baik untuk menimbang jenis bahan yang tidak “lengket” atau tidak menggumpal.
3. Dari hasil pengujian terhadap tiga jenis bahan yang direalisasi, untuk penimbangan :
 - Kopi : - nilai %error maksimal sebesar 8%.
 - Gula : - nilai %error maksimal sebesar 4%.
 - Beras : - nilai %error maksimal sebesar 4%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Boyes, *Instrumentation Reference Book*, Elsevier, 2010.
- [2] D. F. Stout, *Handbook of Operational Amplifier Circuit Design*, McGraw-Hill Book Company, 1976.
- [3] H. Andrianto, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*, Bandung: Informatika, Juli 2008.
- [4] A. Winoto, *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAV*, Bandung: Informatika, Juli 2008.