

Aplikasi Sensor Load Cell pada Purwarupa Sistem Sortir Barang

Arief Cipta Indra Rukmana^{*1}, Abdul Ro'uf²

¹Prodi S1 Elins Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA UGM

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: ^{*1}ariefcipta.ugm@gmail.com, ²rouf@ugm.ac.id

Abstrak

Proses pemisahan produk berdasarkan berat yang dilakukan secara manual oleh pekerja biasanya sering terjadi kesalahan dan memerlukan lebih banyak waktu. Untuk mengurangi resiko kesalahan manusia tersebut diperlukan suatu sistem yang otomatis.

Sistem pemilah dibuat menggunakan sensor optocoupler dan sensor load cell. Ketika bagian penerima sensor optocoupler mendeteksi adanya barang, maka motor penggerak conveyor berhenti dan dilanjutkan dengan proses menimbang berat barang oleh sensor load cell. Nilai tegangan dikonversi menjadi nilai digital oleh adc mikrokontroler ATmega16 dan diolah menjadi nilai berat dengan satuan gram untuk lalu ditampilkan pada LCD dan PC. Apabila hasil timbang tidak sesuai dengan nilai yang ditentukan oleh pengguna, barang akan didorong oleh motor servo sehingga terpisah dari barang dengan berat yang berada pada kisaran berat yang diinginkan pengguna yaitu sebesar 10% dari batas yang ditentukan. Batas berat yang dapat diatur maksimal 500 gram dengan variasi kenaikan sebesar 50 gram.

Hasil uji untuk menimbang berat barang berkisar antara 100 gram sampai 1 kg, sistem dapat mengukur berat dengan standar deviasi minimum 0,19 gram dan maksimum sebesar 0,58 gram. Pengujian pada proses sortir menunjukkan ketika terdapat barang dengan berat yang tidak sesuai dengan keinginan pengguna, motor servo berhasil aktif tetapi tidak cukup kuat untuk mendorong barang dengan berat lebih dari 600 gram.

Kata kunci— sistem sortir, belt conveyor, load cell CZL635, optocoupler, ATmega16

Abstract

The process of separating products manually by worker usually often mistakes and require more time. To reduce the risk of human error an automatic systems are needed.

Sorting system made using optocoupler and load cell sensor. When the receiver of optocoupler sensor detects the products, the conveyor is stopped and then weighing product by the load cell sensor. In this system, load cell sensor CZL635 used to measure changes in voltage caused by the weight of the item changes. Voltage values are then converted into digital values by ADC ATmega16 microcontroller that can be processed into value for the gram unit and then displayed on the LCD and PC. If the result does not correspond to weigh the value specified by the user, the products will be driven by a servo motor so separate from other products. Weight limit that can be set up to 500 grams with variations increase of 50 grams.

The test results for items weighing from 100 grams to 1 kg, the system can measure the weight of the minimum standard deviation of 0.19 grams and a maximum of 0.58 grams. Testing the sorting process shows when there are item with a weight that does not match with the desire of the user, servo motors become activated but not enough power to push items that have weight more than 600 grams.

Keywords— sorting system, belt conveyor, load cell CZL635, optocoupler, ATmega16

1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini telah berkembang sangat pesat. Segala peralatan dan fasilitas dari berbagai bidang di dunia sebagian besar telah memanfaatkan teknologi sistem digital dan otomatis dengan tujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia. Salah satu bidang yang kini telah memanfaatkan kemajuan teknologi adalah bidang pengukuran. Sebelumnya berbagai alat ukur dioperasikan secara manual yang masih menggunakan sistem analog sehingga masih diperlukan pengolahan data lebih lanjut terhadap data hasil pengukuran tersebut, tetapi dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan sumber daya manusia, sekarang ini banyak dibuat sistem alat ukur digital dengan akurasi yang lebih tinggi daripada alat ukur konvensional [1].

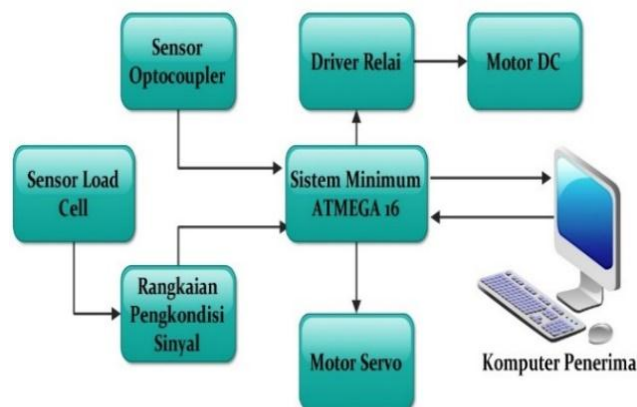
Telah banyak berkembang teknologi di bidang instrumentasi, dimana salah satunya adalah aplikasi sensor *load cell* untuk mendeteksi berat beban. Dalam suatu sistem produksi, kualitas produk ditentukan salah satu faktor yaitu salah satunya adalah berat. Hal itu tentunya menjadi masalah apabila produk yang akan dipisahkan terdapat dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat memisahkan produk tersebut secara otomatis sehingga dapat lebih memaksimalkan waktu sehingga hasil produksi dapat lebih ditingkatkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka, konsultasi, perancangan sistem, dan implementasi. Studi pustaka dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan data baik dari media cetak maupun elektronik sebagai referensi. Konsultasi dilakukan dengan cara tanya jawab dengan dosen pembimbing dan orang-orang yang mempunyai wawasan tentang permasalahan pada penelitian ini. Perancangan sistem dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan untuk perangkat keras dan lunak. Pada implementasi dilakukan realisasi terhadap sistem yang telah dirancang.

2.1 Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras dirancang terdiri dari *belt conveyor*, sistem pendeteksi benda, sistem timbang dan aktuator. Sistem timbang dan pendeteksi benda terdiri dari rangkaian sensor *load cell* dengan pengkondisi sinyal, sensor *optocoupler* yang terdiri dari bagian pengirim dan penerima serta rangkaian sistem minimum ATmega16 yang dilengkapi dengan LCD. Sedangkan aktuator terdiri dari motor servo dan *driver relay* untuk mengendalikan motor DC. Pada perancangan perangkat lunak terdiri dari perancangan aplikasi tertanam mikrokontroler menggunakan program BASCOM AVR dan perancangan antarmuka menggunakan program Microsoft Visual Basic 6.0. Diagram blok sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok rancangan sistem

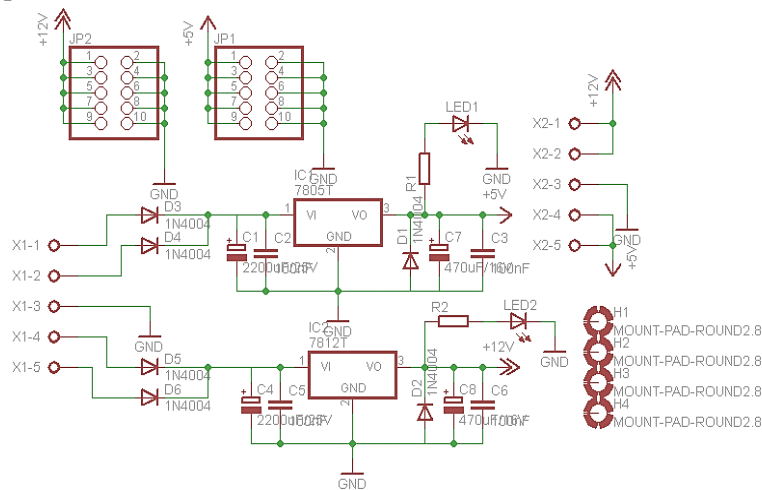
Barang yang dibawa oleh *belt conveyor* akan lewat di antara bagian pengirim dan penerima sensor *optocoupler* menyebabkan cahaya infra merah dari bagian pengirim tidak sampai ke *phototransistor* pada bagian penerima sehingga bagian penerima berlogika *low* sehingga motor penggerak *conveyor* berhenti dan barang yang dibawa tepat berada di atas sensor *load cell* untuk ditimbang beratnya. Hasil timbang lalu dibandingkan dengan kisaran berat batas yang ditentukan pengguna dengan toleransi sebesar 10%. Apabila tidak sesuai, maka barang akan didorong oleh motor servo sehingga terpisah dari barang lain yang beratnya sesuai dengan keinginan pengguna.

2.2 Perancangan perangkat keras

Perangkat keras pada sistem terdiri dari mekanik *belt conveyor* sebagai pembawa barang, rangkaian catu daya, rangkaian pengkondisi sinyal sensor *load cell* CZL635, rangkaian *optocoupler* sebagai pendeteksi barang, serta rangkaian sistem minimum *atmega16* sebagai pemroses hasil baca sensor.

2.2.1 Perancangan rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan bagi komponen dan rangkaian yang terdapat pada sistem. Rangkaian catu daya dilengkapi sumber tegangan +12V yadan +5V seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian catu daya

2.2.2 Perancangan rangkaian pengkondisi sinyal sensor *load cell*

Perancangan rangkaian pengkondisi sinyal bertujuan agar sinyal keluaran dari sensor dapat diolah dengan baik oleh mikrokontroler. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler *ATMega16* yang telah dilengkapi dengan 8 kanal *ADC* 10 bit. Apabila tegangan kerja yang digunakan adalah 5V, maka nilai 1 *adc* adalah seperti ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$V_{in} = \frac{1}{1024} \cdot 5 \text{ V} \approx 4,883 \text{ mV} \quad (1)$$

Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor *load cell* CZL635 dengan berat maksimal yang dapat diukur adalah sebesar 5 kg. Sensor dirancang sehingga dapat mengukur berat minimal 10 gram. *Datasheet* menyebutkan bahwa *rated output* dari sensor ini adalah sebesar 1mV/V yang berarti apabila tegangan masukan adalah sebesar 5V, maka pada beban maksimal 5 kg, sensor akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar [2] :

$$V_{out} = \frac{1 \text{ mV}}{\text{V}} \cdot 5 \text{ V} = 5 \text{ mV}$$

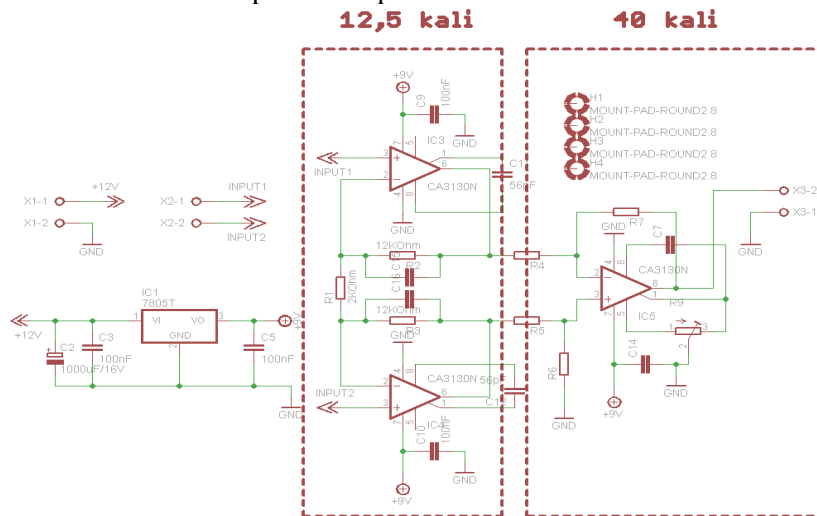
Tegangan keluaran dari sensor ini adalah linier dimana perubahan berat berbanding lurus dengan perubahan tegangan keluaran, sehingga beban sebesar 10 gram akan menghasilkan tegangan keluaran sensor sebesar :

$$V_{out} = \frac{10 \text{ gram}}{5 \text{ kg}} \cdot 5mV = 0,01mV$$

Nilai tegangan keluaran tersebut sangat kecil apabila dibandingkan dengan resolusi tegangan dari ADC. Agar dapat terbaca oleh mikrokontroler, maka diperlukan rangkaian penguat dengan faktor penguatan (*gain*) minimal sebesar:

$$Gain = \frac{4,883 \text{ mV}}{0,01 \text{ mV}} \approx 488,3 \text{ kali}$$

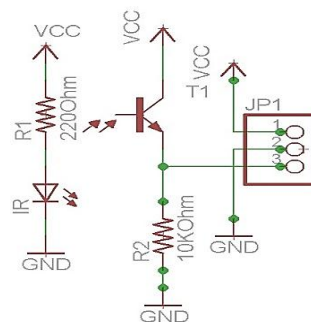
Tegangan keluaran dari rangkaian penyangga akan menjadi masukan bagi rangkaian penguat differensial dengan faktor penguatan sebesar 40 kali. Berdasarkan rumus pada dasar teori, untuk dapat menghasilkan penguatan sebesar 40 kali maka diperlukan resistor 12kΩ dan 300Ω. Sebagai sumber tegangan kerja bagi IC CA3130, pada rangkaian terdapat rangkaian catu daya 9V yang dibangun menggunakan IC regulator LM7809. Rangkaian pengkondisi sinyal sensor load cell CZL635 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian pengkondisi sinyal load cell CZL635

2.2.3 Perancangan sensor optocoupler

Sensor optocoupler terdiri dari bagian pengirim dan penerima. Bagian pengirim dibuat menggunakan led infra merah yang dirangkai dengan resistor 220Ω. Bagian penerima dibuat menggunakan phototransistor dan resistor 10kΩ yang dirangkai dengan konfigurasi *common-collector amplifier* dan bekerja pada *switch mode* [3]. Rangkaian *optocoupler* dapat dilihat pada Gambar 4

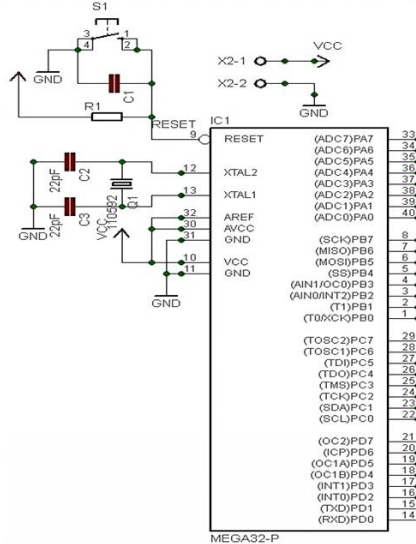


Gambar 4 Rangkaian optocoupler

2.2.4 Perancangan sistem minimum atmega16

Rangkaian sistem minimum ini dilengkapi rangkaian *crystal* sebagai sumber detak dan rangkaian *reset*. Rangkaian *crystal* menggunakan *oscillator crystal* 11,0592 MHz yang dirangkai dengan dua buah kapasitor keramik 22pF dan terhubung ke pin 12 dan 13 pada mikrokontroler yang merupakan Port XTAL. Untuk rangkaian *reset* dibangun menggunakan

sebuah push button dan sebuah resistor 4,7kΩ [4]. Mikrokontroler AVR ATmega16 memiliki fasilitas *Power-On Reset*, sehingga tidak perlu ditambahkan lagi fungsi *Power-On Reset*. Rangkaian sistem minimum dilengkapi konektor pada setiap port untuk memudahkan komunikasi dengan komponen lain. Rangkaian sistem minimum atmega16 dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Rangkaian sistem minimum ATmega16

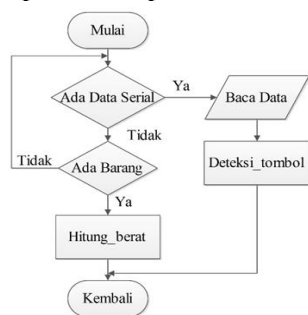
2.3 Perancangan perangkat lunak.

Perangkat lunak pada sistem ini terdiri dari perangkat lunak tertanam pada mikrokontroler yang dibuat menggunakan Bascom AVR 2.0.6.2 dan perangkat lunak antarmuka yang dibuat menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0.

2.3.1 Perangkat lunak mikrokontroler.

Perangkat lunak dibagi menjadi beberapa subrutin yang melakukan fungsi tertentu. Pada tahap akhir, subrutin digabungkan menjadi kesatuan program sistem.

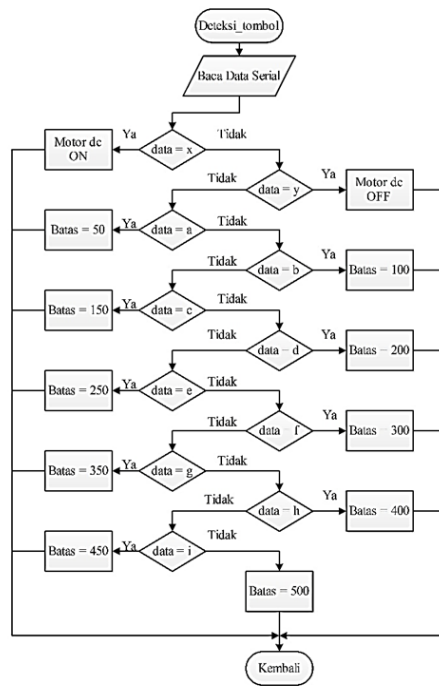
Program diawali dengan subrutin deteksi yang berfungsi untuk mendeteksi penekanan tombol pada antarmuka dan untuk mendeteksi adanya barang yang dibawa belt conveyor. Diagram alir sub program deteksi dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Sub program deteksi

Pada sub program deteksi di atas terlihat bahwa ketika terdapat penekanan tombol antarmuka, program akan dilanjutkan ke sub program deteksi_tombol, sedangkan apabila ada barang yang dibawa belt conveyor, program akan melompat ke sub hitung_berat.

Pada sub program deteksi_tombol dilakukan pemeriksaan terhadap karakter yang dikirim oleh program antarmuka melalui komunikasi serial yang lalu diproses mikrokontroler sehingga sistem melakukan suatu tindakan. Diagram alir sub program deteksi_tombol dapat dilihat pada Gambar 7



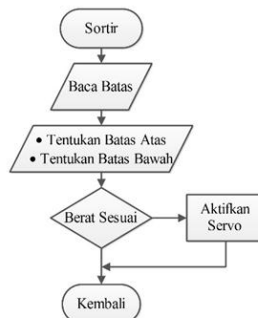
Gambar 7 Sub program deteksi_tombol

Sub program hitung_berat dirancang untuk mengolah tegangan keluaran sensor load cell sehingga dapat ditampilkan dalam satuan berat (gram) pada lcd dan program antarmuka. Diagram alir sub program hitung_berat dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Sub program hitung_berat

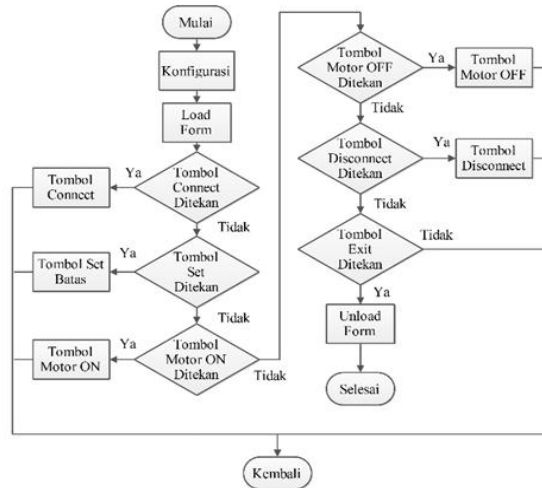
Setelah hasil olah pada sub program hitung_berat ditampilkan, program akan dilanjutkan ke sub program sortir sebelum kembali ke sub program deteksi. Diagram alir sub program sortir dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9 Sub program sortir

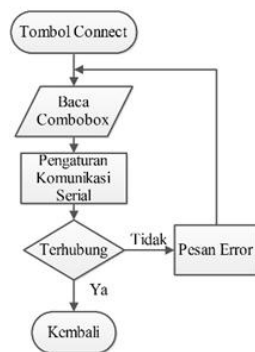
2.3.2 Perangkat lunak antarmuka.

Program antarmuka dirancang sebagai media agar komputer dapat berinteraksi dengan sistem melalui komunikasi serial. Pada saat program dijalankan, program akan melakukan pengaturan terhadap komponen-komponen penyusun sebelum *form* utama ditampilkan termasuk komponen tombol. Diagram alir *form* utama dapat dilihat pada Gambar 10

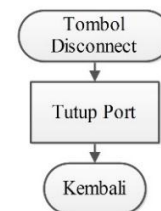


Gambar 10 Diagram alir *form* utama

Komunikasi antara komputer dengan sistem merupakan komunikasi serial asinkron sehingga perlu dilakukan proses sinkronisasi yaitu pengaturan Port, *baudrate*, *parity bits*, *data bits*, dan *stop bits*. Komunikasi dimulai dengan membuka Port sebagai jalur keluar masuk data dengan menekan tombol “Connect” pada antarmuka. Apabila koneksi berhasil, program dilanjutkan dengan proses pembacaan data untuk ditampilkan pada *form* utama program. Untuk menghentikan pembacaan data dilakukan dengan menutup Port serial menggunakan tombol “Disconnect”. Diagram alir tombol “Connect” dan tombol “Disconnect” dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12

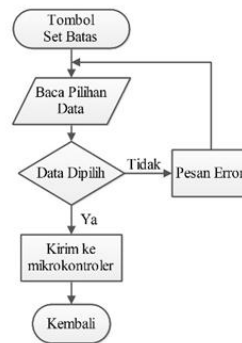


Gambar 11 Diagram alir tombol “Connect”



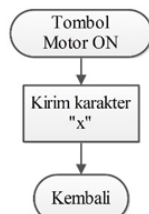
Gambar 12 Diagram alir tombol “Disconnect”

Data hasil pengukuran berat akan dibandingkan dengan data yang dipilih oleh pengguna sebagai data batas. Data batas tersebut dikirim ke mikrokontroler ketika pengguna menekan tombol “Set Batas” pada antarmuka. Diagram alir tombol “Set Batas” dapat dilihat pada Gambar 13

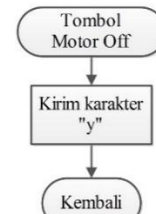


Gambar 13 Diagram alir tombol “Set Batas”

Program antarmuka juga dirancang agar pengguna dapat mengendalikan motor penggerak *conveyor* melalui tombol “motor on” dan “motor off” pada program antarmuka. Ketika tombol “motor on” ditekan, komputer akan mengirimkan karakter “x” yang merupakan perintah untuk menggerakkan motor DC, sedangkan ketika tombol “motor off” ditekan, komputer akan mengirimkan karakter “y” untuk menghentikan motor DC. Diagram alir tombol “motor on” dan tombol “motor off” dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.



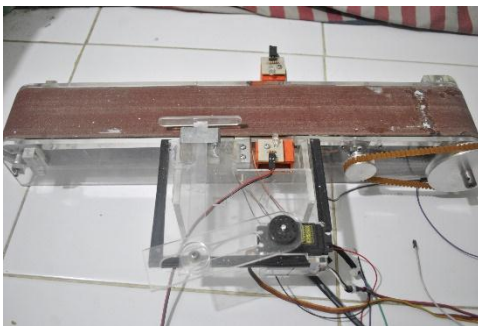
Gambar 14 Diagram alir tombol “motor on”



Gambar 15 Diagram alir tombol “motor off”

2.4. Implementasi.

Gambar 16 merupakan implementasi mekanik belt conveyor dan Gambar 17 merupakan implementasi rangkaian secara keseluruhan.

Gambar 16 *belt conveyor*

Gambar 17 Rangkaian secara keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan membebani sensor *load cell* dengan anak timbangan dengan berat 100 gram sampai dengan 1 kilogram dengan variasi kenaikan berat sebesar 100 gram dan pengukuran untuk tiap sampel dilakukan sebanyak 5 kali. hasil pembacaan sensor *load cell* CZL635 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Hasil pembacaan sensor *load cell* CZL635

No.	Berat (gr)	Berat terbaca sensor						
		I	II	III	IV	V	\bar{x}	SD
1	0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,24	0,194936
2	100	100,2	100,0	100,2	100,0	101,0	100,6	0,509902
3	200	199,2	200	199,8	200,9	200,1	200	0,512372
4	300	301,3	300,8	300,1	301,4	300,0	300,72	0,453452
5	400	401,0	399,7	400	400,3	400,0	400,2	0,494975
6	500	500,5	500,1	499,6	500	501,0	500,24	0,531977
7	600	601,4	600,0	599,8	601,0	601,5	600,74	0,512465
8	700	699,7	700,2	700,0	701,2	699,7	700,16	0,51887
9	800	801,4	799,6	801,5	800,2	800,0	800,34	0,576757
10	900	898,9	900,0	900,3	899,7	899,7	899,98	0,377489
11	1000	998,7	1000,6	1000,2	999,6	1000	1000,04	0,384708

Pengujian terhadap sistem sortir dilakukan dengan melewati barang dengan berat yang bervariasi untuk masing-masing batas yang ditentukan. Hasil uji disajikan pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil uji sistem sortir

No	Berat Batas (gram)	Berat Uji (gram)	Hasil Sortir					
			I	II	III	IV	V	VI
1	100	100	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
2	100	120	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
3	200	200	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
4	200	230	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
5	300	305	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
6	300	350	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
7	400	400	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
8	400	415	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
9	500	520	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
10	500	600	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
11	600	600	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
12	600	700	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
13	700	700	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
14	700	750	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
15	800	800	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
16	800	900	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak	Tolak
17	900	900	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
18	900	930	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
19	1000	1010	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima
20	1000	1050	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima	Terima

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan terhadap sistem, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan nilai adc berbanding lurus terhadap perubahan sampel beban.
2. Sensor *load cell* CZL635 dapat menimbang barang dengan standar deviasi maksimum sebesar 0,58 gram dan minimum 0,19 gram.
3. Program antarmuka dapat menampilkan hasil ukur sensor *load cell* sesuai dengan nilai yang ditampilkan pada lcd mikrokontroler.
4. Program sortir mikrokontroler bekerja sesuai dengan yang diinginkan.
5. Motor servo SG-5010 yang digunakan tidak sempurna untuk mendorong barang dengan berat di atas 600 gram.

5. SARAN

Penelitian yang telah dilakukan masih memiliki beberapa kekurangan dan memungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut. Diantaranya adalah:

1. Untuk menghasilkan pembacaan yang lebih baik oleh mikrokontroler, dapat digunakan adc eksternal dengan resolusi di atas 10 bit.

2. Untuk meningkatkan kestabilan penguatan sinyal sensor *load cell* dapat ditambahkan ic in-amp *monolithic* seperti ic INA-125.
3. Pada program antarmuka dapat ditambahkan fitur untuk menyimpan data sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk kualitas kontrol.
4. Komunikasi dengan kabel antara sistem dengan antarmuka dapat diganti dengan komunikasi nirkabel sehingga menjadi sistem portabel.
5. Agar mekanisme sistem sortir bekerja dengan sempurna sebaiknya digunakan motor servo dengan torsi yang lebih besar dan permukaan *belt* pada *conveyor* diganti dengan bahan yang lebih licin untuk mengurangi gaya gesek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan baik moril maupun materiil sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erlangga, W.B, 2011, Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Pemilihan Jenis Buah, *Skripsi*, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang.
- [2] Ishida, 2011, *Load Cell*, <http://www.ishida.com/technologies/loadcell/html.html>, diakses pada tanggal 23 Mei 2013.
- [3] Platt, Charles, 2012, *Encyclopedia of Electronics Components Vol.1*, O'Reilly, USA.
- [4] Atmel, 2010, *ATMega16 Datasheet*, Atmel Corporation, San Jose.