

Desain Prototipe Mesin Sortir Barang Otomatis

Mindit Eriyadi, Irvan Farhan Fauzian

Program Studi Teknik Elektro, Politeknik Enjineri Indorama
Jalan Desa Kembang Kuning, Kecamatan Jatiluhur, Purwakarta 41152, Indonesia
mindit.eriyadi@pei.ac.id

Abstrak

Dalam suatu sistem produksi, salah satu parameter produk adalah berat. Banyak industri terganggu dikarenakan kesalahan dalam penentuan berat di bagian pengecekan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat menyortir produk tersebut secara otomatis sehingga dapat lebih memaksimalkan waktu, dan hasil produksi dapat lebih ditingkatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe mesin sortir otomatis berbasis mikrokontroler untuk kebutuhan sortir barang. Metode penelitian dilakukan dengan membuat desain empat masukan untuk mikrokontroler. Masukan untuk mikrokontroler terdiri dari dua buah tombol tekan sebagai pengatur nilai yang menaik dan pengatur nilai yang menurun serta dua masukan lain berupa sensor *optocoupler* dan sensor *load cell*. Keluaran dari mikrokontroler didesain sebanyak empat keluaran. Keluaran pertama dihubungkan dengan relay, *motor driver* DC, dan motor DC sebagai penggerak *conveyor*. Keluaran kedua dihubungkan dengan *driver* motor DC *forward reverse* dan motor DC untuk aktuator. Dua keluaran lainnya dihubungkan dengan *buzzer* dan LCD. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, prototipe mesin sortir otomatis untuk sortir ini mempunyai persentase *error* sebesar 0,183%. Dengan nilai toleransi *error* yang sudah ditentukan oleh perancang sesuai kebutuhan sebesar 2,5% maka alat prototipe mesin sortir otomatis untuk sortir ini dapat dinyatakan sesuai dengan apa yang sudah ditentukan dalam perancangan.

Kata kunci: simulator terprogram, mikrokontroler, sortir, konveyor

Abstract

In a production system, one of the parameters of a product is weight. Many industries are disrupted due to errors in weight determination in the checking section. Therefore, a system is needed that can sort these products automatically so that it can maximize time, and production results can be further improved. The purpose of this study was to design and implement a microcontroller-based programmable simulator for the needs of sorting system. The research method is done by making a four-input design for the microcontroller. Input for the microcontroller consists of two pushbuttons as a regulator of ascending values and decreasing value regulator and two other inputs in the form of optocoupler sensor and load cell sensor. The output of the microcontroller is designed for four outputs. The first output is connected to the relay, DC motor driver and DC motor as the conveyor drive. The second output is connected with a DC reverse motor driver and a DC motor for the actuator. The other two outputs are connected with the buzzer and LCD. Based on the results of the tests conducted, programmed simulators for this sort have an error percentage of 0.183%. By a predetermined error tolerance value of 2.5%, the simulator tool programmed for this image can be stated according to what has been specified in the design.

Keywords: programmable simulator, microcontroller, sorting, conveyor

I. PENDAHULUAN

Simulasi otomasi untuk proses industri memastikan realisasi sistem otomasi yang optimal dioperasikan dalam waktu yang sangat singkat [1]. Simulator seperti kit laboratorium kontrol proses juga prospektif untuk digunakan di negara berkembang [2]. Sistem logistik modern terintegrasi dan sangat kompleks, sehingga simulasi visual

telah menjadi tuntutan yang tak terelakkan untuk simulasi sistem logistik modern [3]. Salah satu bagian penting untuk produksi modern adalah sistem sortir otomatis [4]. Dalam suatu sistem produksi, salah satu parameter produk adalah berat. Banyak industri terganggu dikarenakan kesalahan dalam penentuan berat di bagian pengecekan [5]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat menyortir produk tersebut secara otomatis

sehingga dapat lebih memaksimalkan waktu, dan hasil produksi dapat lebih ditingkatkan. Penggunaan sistem untuk pemilahan otomatis dapat meningkatkan efisiensi bisnis, *output* produksi tahunan, dan mengurangi jumlah orang yang dipekerjakan [6].

Simulasi untuk pengukuran berdasarkan berat sudah diteliti untuk pemantauan transportasi limbah dan menghasilkan akurasi yang tinggi dengan perbedaan berat rata-rata antara 0,005 kg hingga 0,03 kg dari bobot beban aktual [7]. Namun, simulasi tersebut bukan merupakan prototipe mesin sortir otomatis untuk sortir barang. Sistem sortir otomatis untuk *box* parcel juga pernah diteliti menggunakan deteksi objek berdasarkan kontur [8]. Penelitian mengenai sistem sortir barang sendiri sudah pernah dilakukan dengan hasil pengujian terhadap sensor *load cell* CZL635 yang dapat menimbang barang dengan standar deviasi maksimum sebesar 0,58 gram dan minimum 0,19 gram [9]. Namun, penelitian simulator sortir barang yang telah dilakukan masih menggunakan komputer sebagai antarmuka dengan komunikasi serial. Otomatisasi dan sistem sortir *conveyor* menggunakan PLC pernah diteliti dan menyimpulkan bahwa simulator sistem sortir dengan *conveyor* ini sangat penting untuk mengidentifikasi semua keadaan yang mungkin dari sistem agar tepat dalam memprogram berdasarkan perilaku sistem sehingga meminimalkan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan operasi sistem [10].

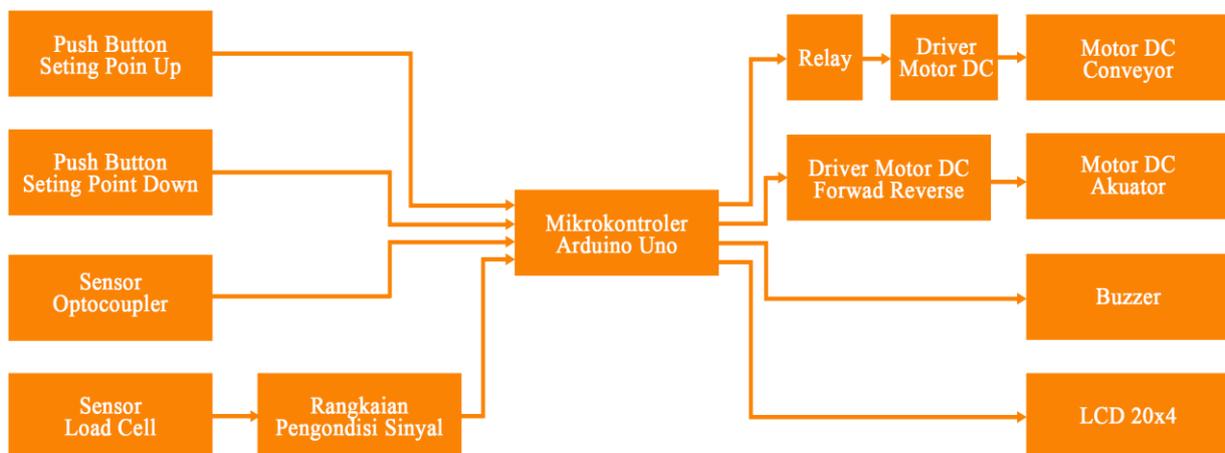
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe mesin sortir otomatis berbasis mikrokontroler untuk kebutuhan sortir barang. Simulator ini didesain menggunakan sistem pengendalian berbasis mikrokontroler dengan *platform* Arduino

[11] dengan memanfaatkan beberapa sensor, motor, dan relai yang dihubungkan pada *input-output*-nya, serta dapat diprogram ulang menggunakan komunikasi *Universal Serial Bus* (USB) secara langsung pada alat simulator.

II. METODE PENELITIAN

Pada artikel ini sistem prototipe mesin sortir otomatis dirancang menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali. Telah didesain empat masukan untuk mikrokontroler. Masukan untuk mikrokontroler terdiri dari dua buah tombol tekan sebagai pengatur nilai yang menaik dan pengatur nilai yang menurun serta dua masukan lain berupa sensor *optocoupler* dan sensor *load cell*. Keluaran dari mikrokontroler didesain sebanyak empat keluaran. Keluaran pertama dihubungkan dengan relay, *motor driver* DC, dan motor DC sebagai penggerak *conveyor*. Keluaran kedua dihubungkan dengan driver motor DC *forward reverse* dan motor DC untuk aktuator. Dua keluaran lainnya dihubungkan dengan *buzzer* dan *Liquid Crystal Display* (LCD) 20 x 4. Untuk mempermudah pembacaan maka telah dibuat diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan desain diagram blok sistem yang telah dibuat maka disusun daftar komponen yang dibutuhkan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Mikrokontroler yang digunakan pada prototipe mesin sortir otomatis ini adalah arduino uno. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328P yang memiliki 14 pin *input/output* digital (yang 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, konektor listrik, *header* ICSP, dan tombol reset [11].



Gambar 1. Diagram blok sistem mikrokontroler

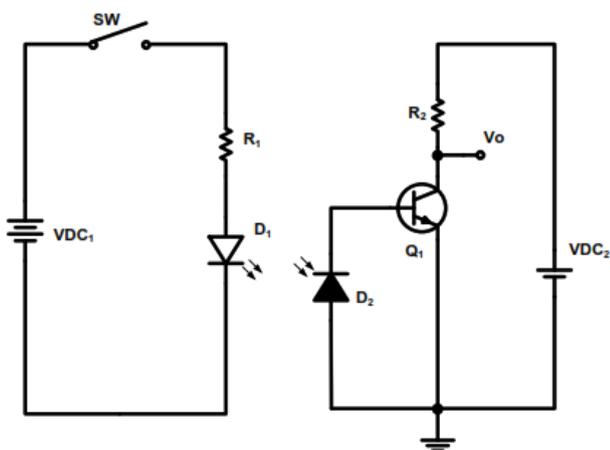
Tabel 1. Komponen yang digunakan

Nama Komponen	Jumlah
Mikrokontroler	1
Sensor <i>Load Cell</i>	1
Driver <i>Load Cell</i> Hx711	1
Sensor <i>Optocoupler</i>	1
<i>Push Button</i>	1
LCD 20 x 4	1
Motor DC	1
Driver Motor L298	1
Modul Relai 5 VDC	1
Buzzer	1

A. Peralatan Input

Peralatan *input* yang digunakan sebagai masukan mikrokontroler terdapat empat macam yaitu saklar tombol tekan untuk nilai naik dan turun, sensor *optocoupler*, dan sensor *load cell*. Saklar tombol tekan yang digunakan memiliki spesifikasi tegangan 24 VDC dan 220 VAC, arus maksimal 10 A, kontak *Normally Open* (NO), panjang 35 mm, dan diameter 10 mm.

Optocoupler terdiri dari sensor optik dan sirkuit pembacaan listrik yang umumnya dibuat pada *chip* tunggal untuk mengurangi ukuran sistem elektronik dan memperbesar kapasitas papan sirkuit [12]. Sensor ini banyak dipakai untuk mendeteksi jarak ataupun pergerakan suatu benda. Cara kerja dari sensor *optocoupler* adalah bila terhalang maka *output* akan menghasilkan sinyal, dan bila tidak terhalang *output* tidak akan menghasilkan sinyal. Dengan cara kerja tersebut, dapat diolah dan ditangkap oleh mikrokontroler. Untuk proses *counter* dan saklar yang berfungsi untuk mendeteksi barang yang melintasi *conveyor* digunakan komponen sensor *optocoupler*. Spesifikasi sensor *optocoupler* yang digunakan yaitu tegangan : 3,3 V, arus 40 mA, panjang 35 mm, diameter 5 mm. Skema tipikal *optocoupler* diperlihatkan pada Gambar 2.

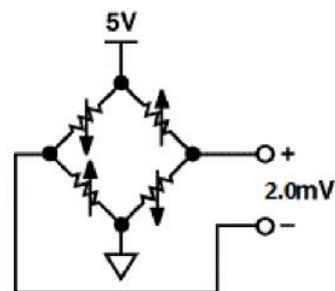


Gambar 2. Skematik tipikal optocoupler [12]

Load cell termasuk dalam perangkat yang digunakan prinsip pengukur ketegangan internal yang sering digunakan untuk massa. *Load cell* juga merupakan bagian dari sensor yang termasuk jenis sensor mekanik yang mendeteksi perubahan tekanan. Sensor ini digunakan untuk mengkonversi tekanan menjadi kuantitas sinyal listrik [7]. Terdapat berbagai jenis *load cell* seperti hidrolik, pneumatik, pengukur regangan, piezoelektrik dan kapasitansi. Dari semua itu beban pengukur regangan paling sering digunakan sebagaimana adanya desain untuk tepat mengukur beban tetap atau *quasi-dynamic load*. *Load cell* umumnya terdiri dari empat pengukur regangan dalam desain jembatan Wheatstone [5]. Dalam prototipe mesin sortir otomatis ini *load cell* akan digunakan untuk mengukur berat dari benda yang akan disortir. Spesifikasi sensor *load cell* yang digunakan yaitu tegangan maksimal 10 V DC, beban maksimal 5.000 gram, tegangan output 0,1 mV~1,0 mV/V(skala 1:1.000 terhadap tegangan masukan dengan margin error $\leq 1,5\%$), suhu operasional : - 20°C sampai 65°C, bahan aluminium *alloy*, dimensi 80 mm x 12,5 mm x 12,5 mm, berat 30 gram, *input* impedansi 1.130 Ω , dan output impedansi 1.000 Ω . Rangkaian dasar *load cell* ditunjukkan pada Gambar 3.

B. Peralatan Output

Peralatan *output* yang digunakan sebagai keluaran mikrokontroler terdapat empat macam yaitu motor DC untuk *conveyor* lengkap dengan relay dan *driver* motornya, motor DC untuk aktuator dengan driver untuk *forward* dan *reverse*, buzzer, dan LCD 20 x 4. Motor DC umumnya digunakan sebagai unit penggerak dalam aplikasi industri, mesin berputar ini dapat melakukan konversi dengan mengarahkan energi listrik saat ini menjadi energi mekanik mengandalkan kekuatan magnet [13]. Untuk menggerakkan mesin *conveyor* pada prototipe mesin sortir otomatis ini, digunakan motor DC yang digunakan untuk *power windows* dengan spesifikasi tegangan 12 V DC, torsi 3 N.m, arus 2,8 A, dan putaran 90 rpm.

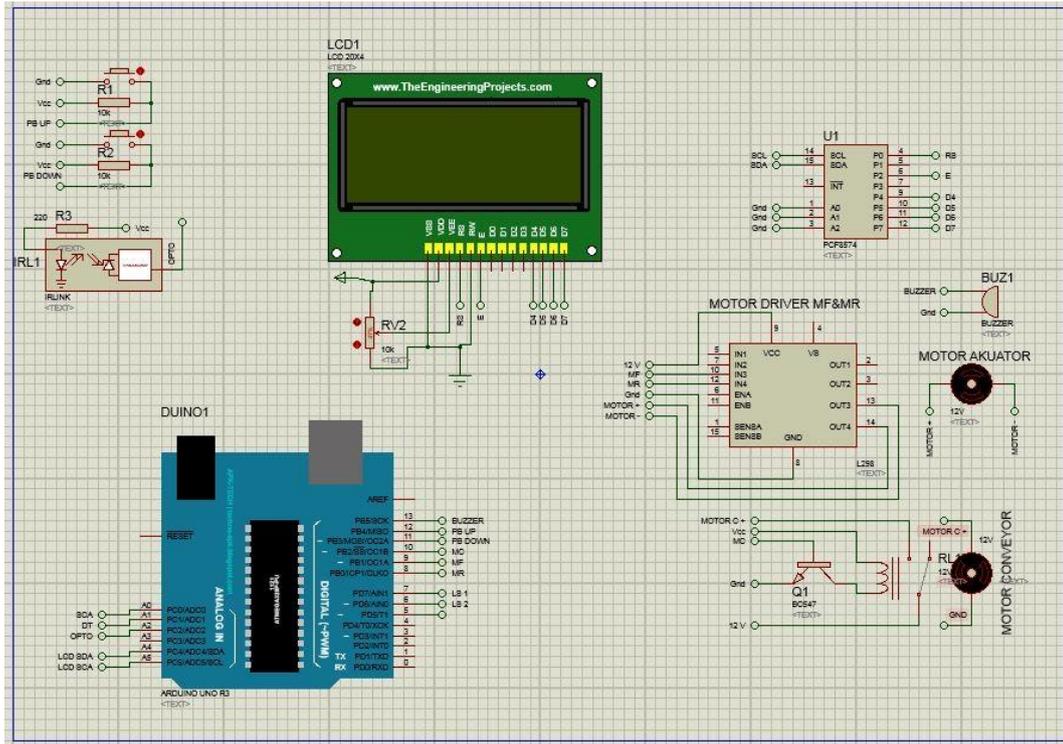
Gambar 3. Rangkaian dasar *load cell*

Motor DC lain yang digunakan untuk aktuator memiliki spesifikasi tegangan 6 – 12 V DC, arus 70 mA – maksimal 250 mA, putaran hingga 170 rpm, dan rasio gear 1 : 48. Tampilan informasi pada prototipe mesin sortir otomatis ini menggunakan LCD 20 karakter x 4 baris dengan spesifikasi tegangan input 5 V DC, karakter sebanyak 20 karakter x 4 baris, dan dimensi 98 mm x 60 mm x 13,6 mm. Dalam keadaan tertentu diperlukan informasi dalam bentuk suara, sehingga

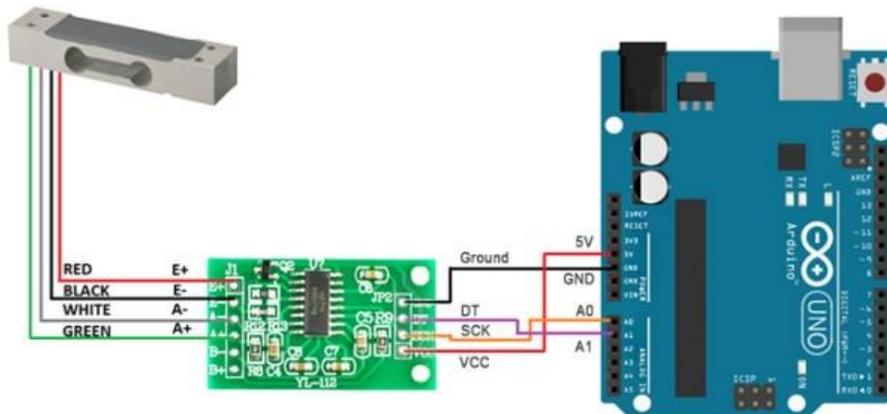
ditambahkan *buzzer* sebagai indikator suara suatu kejadian.

C. Gambar Skematik Rangkaian

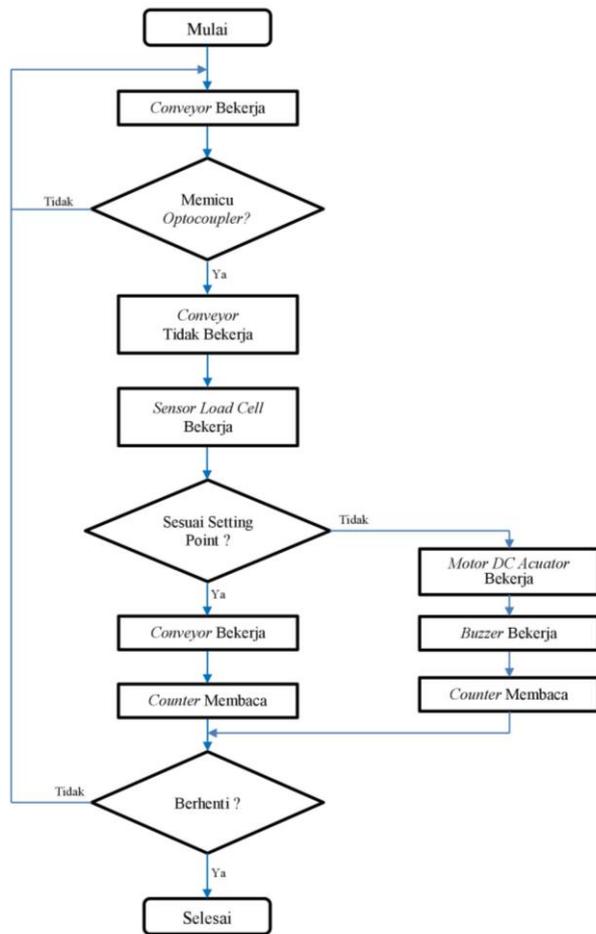
Rangkaian dari semua komponen-komponen elektronik seperti *push button*, sensor *optocoupler*, sensor *load cell* sebagai *input*, papan Arduino Uno sebagai kontroler, dan LCD 20 karakter x 4 baris, motor DC, *buzzer* sebagai *output* pada alat sortir barang produksi ditampilkan dalam skematik yang terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



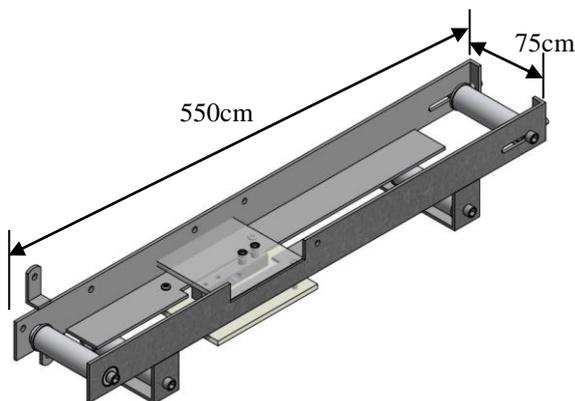
Gambar 4. Skematik rangkaian



Gambar 5. Skematik load cell dan Arduino



Gambar 6. Flowchart



Gambar 7. Fisik konstruksi conveyor

D. Cara Kerja

Barang yang dibawa oleh conveyor akan lewat di antara bagian pengirim dan penerima sensor *optocoupler* menyebabkan cahaya inframerah dari bagian pengirim tidak sampai ke *phototransistor* bagian penerima, sehingga bagian penerima mengintruksikan motor penggerak conveyor berhenti dan barang yang dibawa akan tepat berada

di atas sensor *load cell* untuk kemudian diukur berat/massanya. Dengan menggunakan mikrokontroler [14], hasil pengukuran lalu dibandingkan dengan batas nilai yang sudah diatur oleh perancang sesuai kebutuhan dengan nilai toleransi sebesar 2,5%. Apabila tidak sesuai, maka barang akan didorong oleh penggerak akuator sehingga terpisah dari barang lain yang berat/massanya sesuai dengan batas nilai yang sudah diatur pengguna sebelumnya. Setiap barang yang lolos tersortir maupun yang tidak akan dihitung oleh sistem pencacahan/*counter*. Digram alir dapat dilihat pada Gambar 6.

E. Perancangan Program

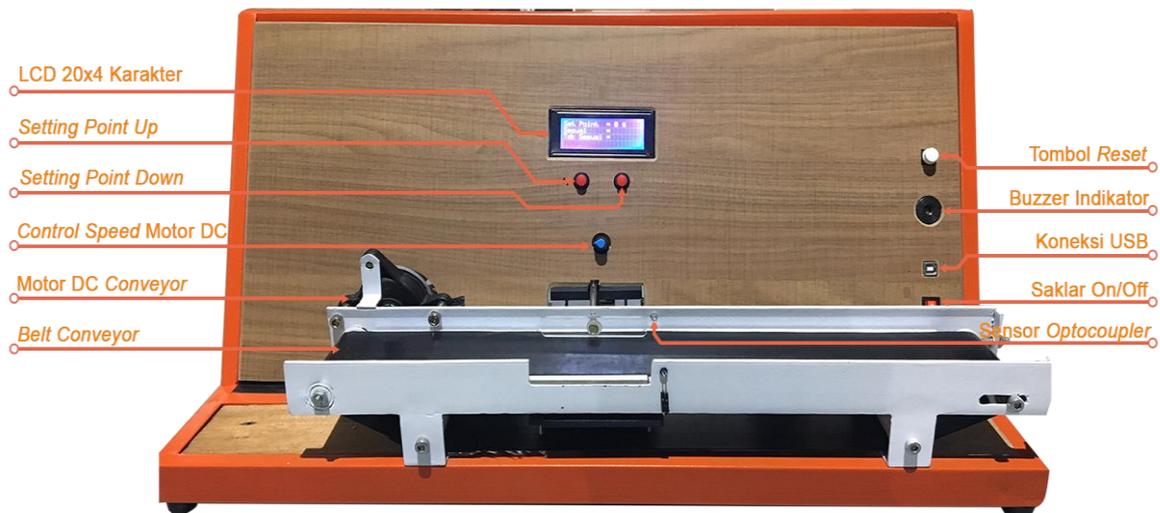
Pengaturan otomatis sortir barang produksi berdasarkan berat digunakan mikrokontroler Arduino Uno [15] sebagai alat kontrol yang disambungkan ke semua *input* dan *output* yang digunakan. Bahasa pemrograman yang digunakan berbasis bahasa C agar dapat menjadi antarmuka antara mikrokontroler dengan komputer. *Software* yang digunakan adalah Arduino IDE adapun fungsi program yang dibutuhkan adalah program untuk pengaturan *setting point* batas nilai suatu berat dari barang yang akan disortir, program dari pendeteksi barang yang melintasi dari conveyor, program untuk alat sensor *load cell*, sebagai alat ukur berat, program untuk motor DC penggerak conveyor, program untuk motor DC penggerak akuator, program pengaturan karakter pada LCD, program untuk *buzzer* sebagai tanda/alarm barang ada yang tidak sesuai.

F. Perancangan Mekanik

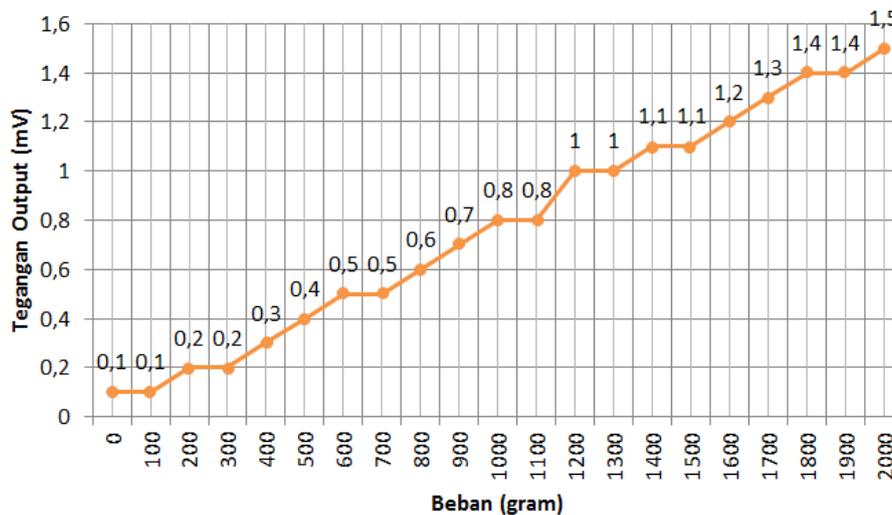
Perancangan konstruksi mekanik conveyor memerlukan beberapa komponen pendukung yang dibuat. Berikut ini adalah konstruksi mekanik conveyor simulator sortir terprogram. Pembuatan rangka/frame conveyor menggunakan besi kanal L dengan bentuk seperti yang terlihat pada Gambar 7 di bawah ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe mesin sortir otomatis sortir barang telah diimplementasikan dengan hasil seperti Gambar 8. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang berjalan terhadap perencanaan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian tegangan *output load cell*, akurasi *load cell*, sortir barang berdasarkan berat, pengujian motor DC conveyor, dan pengujian motor DC akuator.



Gambar 8. Label komponen prototipe mesin sortir otomatis



Gambar 9. Grafik tegangan output fungsi beban

A. Pengukuran Tegangan Output Load Cell

Dari hasil pengukuran didapatkan data nilai tegangan rata-rata *input Load Cell* adalah 4,89 Volt. Beban yang diukur pada *load cell* itu *variable* dimulai dari berat/massa 100 gram sampai 2.000 gram dengan kelipatan berat/massa 100 gram. Pengukuran dilakukan pada tegangan *output load cell* dengan beban yang sudah ditentukan. Nilai *output* tegangan terendah yaitu 0,1 mV pada saat tanpa beban, dan nilai tertinggi yaitu 1,5 mV pada saat berat/massa beban 2.000 gram, itu dikarenakan semakin besar massa beban maka semakin kecil resistansi pada *load cell*. Terlihat pada Gambar 9 bahwa tegangan *output* hasil pengukuran berbanding lurus dengan beban, dimana jika beban naik maka tegangan *output* naik.

B. Pengujian Akurasi Pengukuran Load Cell

Pada pengujian pengukuran *load cell* ini didapatkan data dimana pengujian dilakukan tiga kali pada tiap kelipatan berat/massa 100 gram. Langkah selanjutnya diambil nilai rata-rata kemudian dibandingkan dengan hasil timbangan konvensional. Dihasilkan *error* yang terbesar yaitu 1,36% pada berat/massa beban 100 gram, dan rata-rata presentase *error* yang diperoleh pada pengujian ini adalah 0,183%. *Error* tersebut dikarenakan banyak faktor diantaranya suplai dari tegangan yang tidak konstan pada *load cell*, ataupun mekanisme dari konstruksi penyangga *load cell* nya itu sendiri. Hasil perbandingan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian alat timbang

No	Beban (gram)	Timbangan Konvensional (gram)	Hasil Pengukuran Alat (gram)			Rata - Rata (gram)	Error (%)
			Ke-1	Ke-2	Ke-3		
1	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	100	100	98,20	99,02	98,70	98,64	1,36
3	200	200	201,03	200,83	200,98	200,90	0,45
4	300	300	300,01	300,11	299,93	300,01	0,00
5	400	400	401,27	400,05	400,28	400,53	0,13
6	500	500	499,13	499,93	500,02	499,60	0,08
7	600	600	600,80	599,84	600,54	600,03	0,01
8	700	700	694,78	698,80	699,01	697,53	0,35
9	800	800	798,20	800,18	800,26	799,50	0,06
10	900	900	901,02	900,37	901,12	900,83	0,09
11	1000	1000	1001,18	999,85	999,93	1000,32	0,03
12	1100	1100	1100,42	1100,38	1099,98	1100,26	0,02
13	1200	1200	1201,42	1201,76	1200,97	1201,38	0,11
14	1300	1300	1302,05	1300,90	1301,93	1301,62	0,12
15	1400	1400	1399,51	1401,08	1400,84	1400,47	0,03
16	1500	1500	1502,84	1500,64	1502,12	1501,86	0,12
17	1600	1600	1603,05	1598,70	1601,71	1601,15	0,07
18	1700	1700	1704,42	1700,49	1702,08	1702,33	0,14
19	1800	1800	1804,45	1802,83	1801,73	1803,00	0,16
20	1900	1900	1897,97	1896,20	1900,07	1898,08	0,10
21	2000	2000	1999,30	2008,76	2005,13	2004,39	0,21
Persentase Error							0,183

Tabel 3. Hasil pengujian berdasarkan berat

No	Beban (gram)	Setting point (gram)	Berat beban hasil pengujian (gram)			Rata-rata (gram)	Keterangan
			Ke-1	Ke-2	Ke-3		
1	100	100	104,37	106,12	99,33	103,27	Sesuai
2	200	200	206,13	200,37	208,19	204,89	Sesuai
3	300	300	297,74	300,89	303,86	300,83	Sesuai
4	400	400	392,49	393,14	395,59	393,74	Sesuai
5	500	500	508,83	506,71	513,49	509,67	Sesuai
6	600	600	594,32	597,09	590,18	593,86	Sesuai
7	700	700	699,22	701,15	697,51	699,30	Sesuai
8	800	800	800,26	794,11	807,06	800,47	Sesuai
9	900	900	901,19	891,37	893,96	895,47	Sesuai
10	1000	1000	996,21	1002,02	999,14	999,12	Sesuai

C. Pengujian Sortir Barang Berdasarkan Berat

Pengujian dilakukan pada prototipe mesin sortir otomatis berdasarkan berat/massa dengan *setting point* yang dapat di atur, dengan nilai toleransi yang sudah ditentukan oleh perancang sesuai dengan kebutuhan sebesar 2,5%. Pengujian dilakukan tiga kali setiap beban dengan kelipatan berat/massa 100 gram. Selanjutnya data tersebut diambil nilai rata-rata dan dibandingkan dengan nilai *setting point* yang sudah ditentukan, maka dari hasil nilai rata-rata setiap beban yang disortir dapat dinyatakan sesuai karena persentase *error* masih dalam rentang nilai toleransi 2,5% yang telah ditentukan oleh

perancang sesuai kebutuhan. Grafik perbandingan ditunjukkan pada Gambar 11.

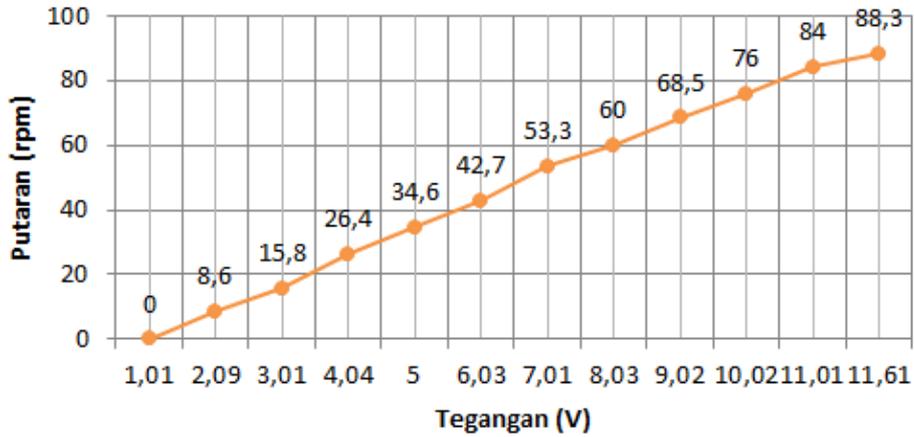
D. Pengukuran Motor DC Penggerak Konveyor

Dengan mengatur tegangan input pada motor DC, hasil menunjukkan bahwa semakin besar tegangan maka putaran motor dan arus pun naik. Nilai putaran terendah yaitu 0 rpm karena *supply* tegangan yang kecil tidak memenuhi tegangan kerja dari motor DC *power windows*, dan nilai putaran terbesar adalah 88,3 rpm itu karena motor mendapatkan *supply* tegangan pada tegangan kerjanya yaitu 11,61 V. Untuk grafik perbandingannya ditunjukkan pada Gambar 12.

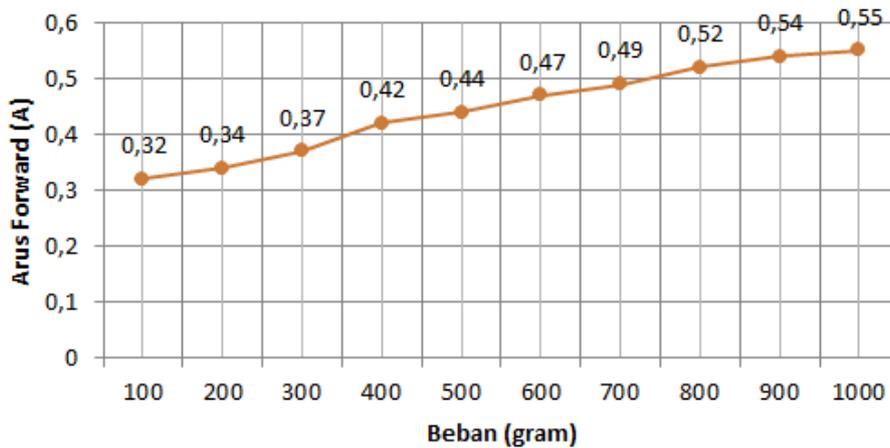
E. Pengukuran Motor DC Penggerak Akuator

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beban berbanding lurus dengan arus dan berbanding terbalik dengan putaran, dimana pada gambar 15 ditunjukkan bahwa nilai arus terendah adalah 0,32 A dan nilai tertinggi adalah 0,55 A, hal itu disebabkan

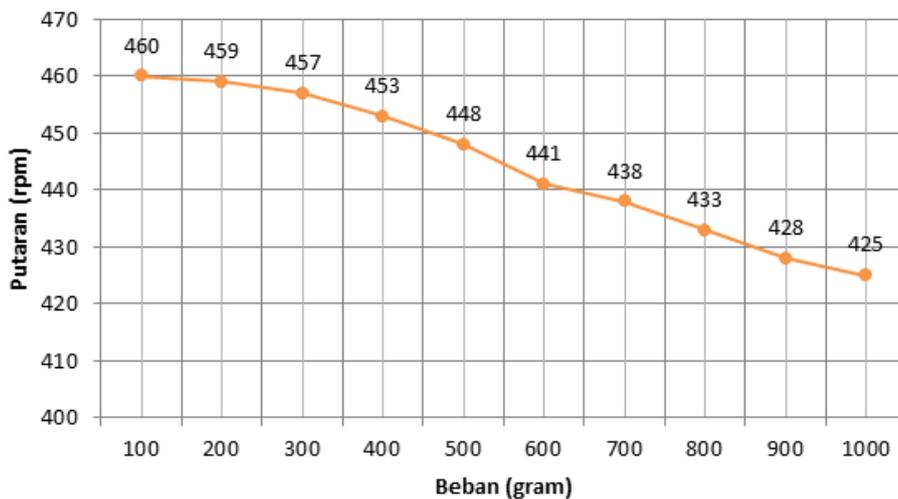
karena motor membutuhkan tenaga/daya yang lebih besar untuk mendorong beban tersebut. Grafik beban fungsi arus di tunjukan pada Gambar 13 dan grafik beban fungsi putaran ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 12. Grafik putaran fungsi tegangan motor DC penggerak conveyor



Gambar 13. Grafik arus fungsi beban pada motor DC penggerak akuator



Gambar 14. Grafik putaran fungsi beban pada motor DC penggerak akuator

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian sistem yang telah dirancang menunjukkan bahwa alat prototipe mesin sortir otomatis ini dapat berfungsi dan berguna untuk mempermudah penyortiran barang dalam jumlah banyak dan dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran. Perancangan yang dilakukan pada alat prototipe mesin sortir otomatis dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian perangkat lunak dengan pemrograman Arduino IDE dan perancangan rangkaian elektrik serta fisik mekanik. Identifikasi pada sensor *load cell* menghasilkan bahwa *load cell* memiliki *error* tertinggi yaitu 1,39% dan rata-rata persentase *error* yaitu 0,183%. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor diantaranya tegangan *input* pada sensor *load cell* yang tidak stabil karena sangat dipengaruhi oleh sensitivitas sensor, konstruksi kerangka dari penyangga *load cell*, dan konstruksi mekanik *conveyor* pada sisi *belt conveyor*. Pengembangan beberapa aspek terutama kontrol menggunakan PID *controller* sangat memungkinkan untuk dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

REFERENSI

- [1] O. C. N. F, S. Valentin, and N. F. Adrian, "The industrial process control simulator with Programmable Logic Control," *11th IEEE Int. Symp. Appl. Comput. Intell. Informatics*, pp. 277–282, 2016.
- [2] A. G. Abdullah, D. L. Hakim, M. A. Auliya, and A. B. Dani, "Low-cost and Portable Process Control Laboratory Kit," *TELKOMNIKA*, vol. 16, no. 1, pp. 232–240, 2018.
- [3] Y. Liu and Y. Liu, "Simulation Modeling for Tilt-Tray-Automatic-Sorting System Based on AutoMod," *Proc. - 2014 7th Int. Symp. Comput. Intell. Des. Isc. 2014*, vol. 2, pp. 245–248, 2015.
- [4] S. Tian, M. Xiangwei, S. Shuxiang, and L. Jianhui, "Automatic Sorting System Design for Long Bamboo Batten," *IEEE 3rd Int. Conf. Control Sci. Syst. Eng. Autom.*, pp. 233–238, 2017.
- [5] R. K. Sadar, A. M. Someshwar, and R. P. Chaudhari, "Load Cell Based Cross Verification of Packaging Material," *Int. Conf. I-SMAC (IoT Soc. Mobile, Anal. Cloud) Load*, pp. 460–463, 2017.
- [6] A. I. Soldatov *et al.*, "System for automatic sorting of pallets," *2016 Int. Sib. Conf. Control Commun. SIBCON 2016 - Proc.*, 2016.
- [7] B. Siregar, Seniman, D. Fadhillah, U. Andayani, H. Pranoto, and F. Fahmi, "Simulation of waste transport monitoring based on garbage load capacity using load cell," *2017 Int. Conf. ICT Smart Soc.*, pp. 1–7, 2017.
- [8] R. T. Yunardi, Winarno, and Pujiyanto, "Contour-based object detection in Automatic Sorting System for a parcel boxes," *ICAMIMIA 2015 - Int. Conf. Adv. Mechatronics, Intell. Manuf. Ind. Autom. Proceeding - conjunction with Ind. Mechatronics Autom. Exhib. IMAE*, vol. 2015, no. Icamimia, pp. 38–41, 2016.
- [9] A. C. I. Rukmana and A. Ro'uf, "Aplikasi Sensor Load Cell pada Purwarupa Sistem Sortir Barang 1," *IJEIS, Vol.4, No.1, April 2014, ISSN 2088-3714*, vol. 4, no. 1, p. 35–44, 2014.
- [10] G. A. Smeu, "Automatic conveyor belt driving and sorting using SIEMENS step 7-200 programmable logic controller," *2013 - 8th Int. Symp. Adv. Top. Electr. Eng. ATEE 2013*, pp. 1–4, 2013.
- [11] "ARDUINO UNO REV3," 2018. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. [Accessed: 13-Apr-2018].
- [12] C. Lee, Y. Hsieh, H. Tsai, and Y. Juang, "Integrated Optocoupler Circuit Design in High Voltage Bipolar-CMOS-DMOS Process," *20th Int. Conf. Electr. Mach. Syst.*, 2017.
- [13] H. Xin, M. Pingliang, and W. Xuezhou, "Analysis and Comparison of Various Speed Control Strategies on the Performance of DC Motor," *2017 Int. Conf. Ind. Informatics - Comput. Technol. Intell. Technol. Ind. Inf. Integr.*, pp. 290–293, 2017.
- [14] M. Eriyadi, "Perancangan Prototipe Dasar Kendali Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi SMS," *ELEKTRA*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [15] M. Eriyadi, "Model Komunikasi Data Pada Sistem," *KURVATEK*, vol. 1, no. 1, pp. 24–31, 2016.

