



RANCANG BANGUN MINIATUR ESKALATOR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR BERAT (LOAD CELL) BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 2560

Ferry Oliver Siregar, Khairul Amdani dan Juniastel Rajagukguk

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan

olivierfery26@gmail.com, Juniastel@unimed.ac.id

Diterima: April 2020. Disetujui: Mei 2020. Dipublikasikan: Juni 2020

ABSTRAK

Miniatur eskalator otomatis ini dirancang dengan tujuan untuk memberikan gambaran bagaimana eskalator otomatis beroperasi dengan menggunakan sensor berat (load cell) sebagai pendeteksi objek dan sensor arus yang berfungsi sebagai pendeteksi arus untuk menggerakkan dan menghentikan motor, miniatur eskalator otomatis ini memiliki dua indikator yaitu buzzer akan menghasilkan bunyi ketika sensor berat mendeteksi adanya beban dan LCD 16x2 yang menampilkan massa beban yang terdeteksi serta arus pada sensor arus ACS712 sebagai penggerak motor servo. Hasil pengukuran sensor berat (load cell) dengan variasi 20 beban yang berbeda dan tiga kali percobaan untuk setiap beban menghasilkan nilai presisi yang tinggi sebesar 99.670% yang mana membuktikan bahwa sensor bekerja dengan baik. Beban terendah yang dapat dideteksi oleh sensor adalah 90 gram dan beban maksimal 5 kg Sumber tegangan berasal dari power supply (PLN) yang dihubungkan dengan adaptor.

Kata Kunci: Eskalator, Sensor Load Cell, Sensor Arus ACS712, Mikrokontroler ATmega 2560, LCD 16x2

ABSTRACT

Automatic escalator miniature is designed to give an overview of how the escalator automatically operates by using a weight sensor (load cell) as the detector object and the current sensor that functions as a detector of current to drive and stop the motor, automatic miniature escalators has two indicators that are buzzer, who will generate sound when the weight sensor detects the object and 16x2 LCD which displays the detected mass and ACS712 current sensor as servo motor drive. The results of the measurement weight sensor (load cell) with a variety of 20 different loads and three attempts for each load produce high precision value that is 99,670% which proves that the weight sensor is working properly. Lowest load that can be detected by the wight sensor is 90 grams and a maximum load is 5 kg. Voltage source is derived from the power supply (PLN) which is connected to the adapter.

Keywords: Escalators, Load Cell Sensors, Flow Sensors ACS712, mikrokontroler ATmega 2560, LCD 16x2

PENDAHULUAN

Eskalator adalah salah satu alat transportasi vertikal berupa konveyor untuk mengangkut orang, yang dapat bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti jalur yang berupa rail atau rantai yang digerakkan oleh

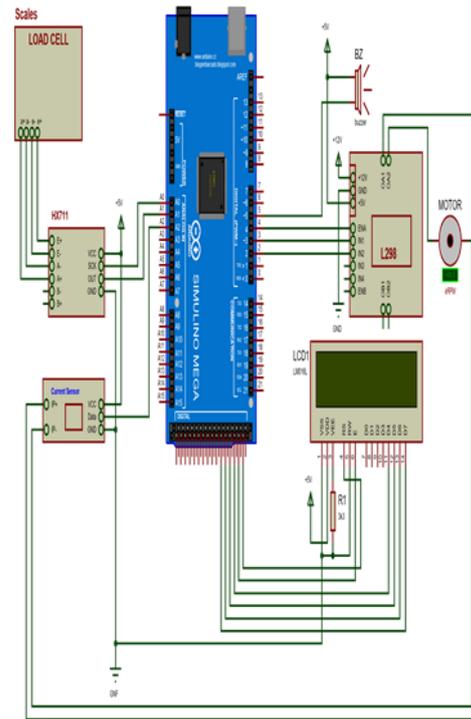
driver (Sadi S, 2015). Eskalator atau tangga berjalan banyak diaplikasikan pada pusat perbelanjaan, bandara, sistem transit, pusat perdagangan, hotel, dan bangunan publik lainnya yang digunakan sebagai sistem transportasi antar lantai.

Pada umumnya eskalator bekerja secara kontinyu (terus-menerus), sehingga daya yang diperlukan cukup besar, dalam keadaan ini penggunaan daya menjadi kurang efisien. Hal ini dikarenakan tidak setiap saat orang menggunakan eskalator, sehingga sering dijumpai eskalator tetap beroperasi tanpa ada orang yang menggunakannya. Oleh karena itu akan dirancang eskalator otomatis yang dapat menghemat pemakaian daya.

Suatu eskalator dapat bekerja lebih efisien dengan adanya suatu sistem kontrol atau pengendali yang dapat menghidupkan dan mematikan eskalator secara otomatis. Dengan kata lain, eskalator akan mati pada saat tidak ada objek. Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah eskalator otomatis dengan mengatur kecepatan motor, sensor load cell sebagai pendeteksi objek dan sensor arus untuk proses switching. Eskalator otomatis ini bekerja apabila ada suatu objek yang terdeteksi oleh sensor load cell dan akan berhenti secara otomatis di saat tidak ada objek yang terdeteksi oleh sensor. Perancangan eskalator melalui perancangan perangkat elektronik, perancangan mekanik dan perancangan perangkat lunak (software). Sebagai pengendali utama alat ini digunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang terhubung dengan rangkaian driver motor servo.

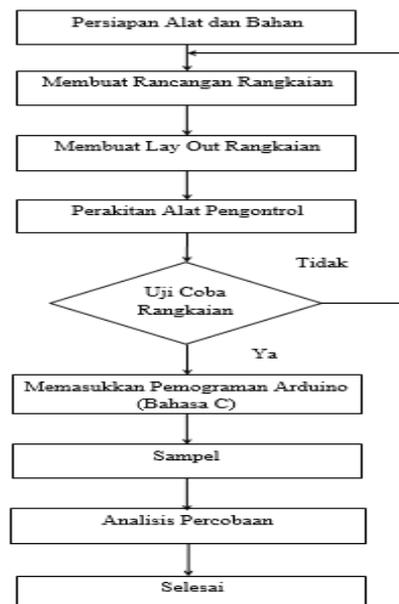
METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini bersifat eksperimen dan melakukan pengamatan terhadap pengujian rancangan untuk dianalisis. Berikut merupakan rancangan rangkaian penelitian.



Gambar 1. Rancangan Rangkaian

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara. Pada penelitian ini data yang diperoleh dari pengujian yang divariasikan akan dianalisa dan disajikan dalam bentuk deskriptif, tabel, dan grafik. Dibawah ni merupakan gambar diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Alat

Miniatur sistem eskalator otomatis ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang berbasis pada modul mikrokontroler ATmega 2560. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari sensor berat (load cell), HX711, sensor arus, motor DC, IC L298, Buzzer, dan tampilan LCD. Sedangkan perangkat lunak (software) yang digunakan adalah processing program dan writing platform dengan menggunakan bahasa C. Bahasa pemrograman tersebut berfungsi sebagai jalur komunikasi antar perangkat keras sehingga antar perangkat mampu memberikan informasi yang dapat dikenali oleh perangkat lainnya.

Pengoperasian alat dimulai dengan menghubungkan kabel port ke sumber daya (power supply) untuk mengaktifkan prototipe eskalator. Alat akan menampilkan notifikasi pada LCD bahwa eskalator siap digunakan. Miniatur eskalator otomatis ini memiliki dua indikator:

1. Indikator berupa tampilan LCD
 - a. Pada saat eskalator diberi daya, eskalator akan aktif dan memberikan notifikasi berupa tulisan 'eskalator ready' pada tampilan LCD yang berarti eskalator siap dioperasikan.
 - b. Pada saat eskalator diberi beban yang terdeteksi oleh sensor berat, maka eskalator akan beroperasi dan LCD akan menampilkan massa (g) beban tersebut.
 - c. Pada saat eskalator beroperasi, LCD juga akan menampilkan arus (mA) yang keluar dari sensor arus Acs712.
2. Indikator berupa bunyi
 - a. Pada saat eskalator diberi beban yang terdeteksi oleh sensor berat, maka buzzer akan menghasilkan bunyi dan eskalator akan bergerak.

Kedua jenis indikator bekerja secara bersamaan dan disertai keterangan notifikasi pada tampilan LCD. Berikut Gambar 3 adalah bentuk fisik miniatur eskalator otomatis telah dibuat.

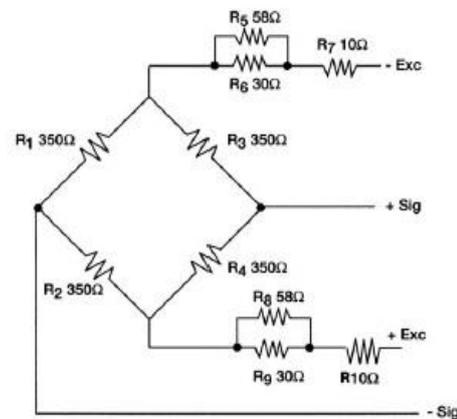


Gambar 3. Bentuk Fisik Miniatur Eskalator

Miniatur eskalator ini memiliki berat ± 1.5 kg dengan tinggi 30 cm, lebar 25 cm dan panjang 80 cm. sudut kemiringan eskalator ini 40°

2. Pengujian Sensor Berat (*Load Cell*)

Secara teori, prinsip kerja load cell berdasarkan pada jembatan Wheatstone dimana saat load cell diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi R1 dan R3 akan turun sedangkan nilai resistansi R2 dan R4 akan naik. Ketika posisi seimbang, V_{out} load cell = 0 volt. Ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada *load cell*.

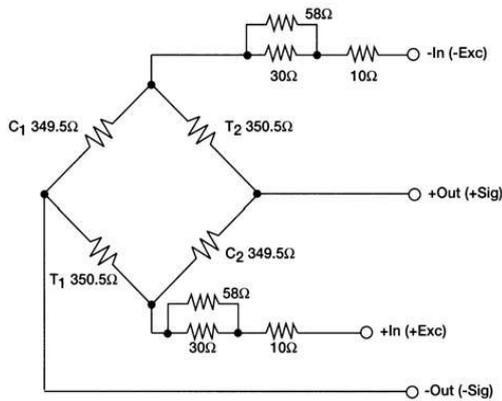


Gambar 4. *Load Cell* Pada Titik Seimbang

Gambar 4 merupakan gambar rangkaian load cell pada titik setimbang. Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada load cell yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terpasang pada load cell. Jika rangkaian jembatan Wheatstone diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai $R1 = R4$ dan $R2 = R3$. Sehingga membuat sensor load cell tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat

beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya.

Dapat dilihat pada gambar 5 merupakan rangkaian load cell pada kondisi tidak seimbang.



Gambar 5. Load Cell Pada Kondisi Tidak Seimbang

Untuk menghitung V_{out} atau A seperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V_o = \left(V_s \times \left(\frac{R_1}{R_1 + R_4} \right) \right) - \left(V_s \times \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) \right)$$

$$V_o = \left(10 \times \left(\frac{349.5}{349.5 + 350.5} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350.5}{350.5 + 349.5} \right) \right)$$

$$V_o = (10 \times (0.499)) - (10 \times (0.501))$$

$$V_o = 4.99 - 5.01$$

$$V_o = 4.99 - 5.01$$

$$V_o = -0.02 \times 10 = 2 \text{ mV}$$

Hasil dari V_{out} di atas akan diterima oleh penguat modul HX711 dan diubah kedalam bentuk heksadesimal, untuk kemudian dikonversi oleh mikrokontroler ke dalam satuan berat.

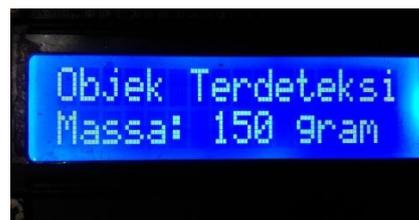
Pengujian Ketelitian alat Untuk mengetahui ketelitian pengujian suatu alat diperlukan sebuah metode perhitungan khusus untuk mengetahuinya. Berikut ini telah dibuat metode perhitungan pengujian

ketelitian alat yang telah direalisasikan. Setelah diperoleh data dari hasil pengujian oleh sensor load cell, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data tersebut untuk dilakukan perhitungan analisis nilai persentase (%) keberhasilan dan nilai persentase (%) kesalahan (error).

Tabel 1. Pengujian Load Cell

Beban Sampel (g)	Beban Terukur Load Cell (g)			Rata-Rata (g)	Keberhasilan n (%)	Error (%)
	I	II	III			
90	90	90	90	90	100	0
100	99	99	99	99	99	1
150	150	150	150	150	100	0
200	198	198	198	198	99	1
250	250	250	250	250	100	0
300	299	299	298	298.6	99.53	0.47
350	350	350	350	350	100	0
400	401	401	401	401	99.75	0.25
450	452	452	452	452	99.55	0.45
500	502	502	502	502	99.60	0.40
550	554	553	553	553.3	99.45	0.55
600	602	602	602	602	99.66	0.34
650	653	653	653	653	99.54	0.46
700	700	700	700	700	100	0
750	752	752	752	752	99.73	0.27
800	802	801	801	801.3	99.83	0.17
850	853	853	853	853	99.64	0.36
900	903	903	903	903	99.66	0.34
950	954	954	954	954	99.58	0.42
1000	1002	1002	1002	1002	99.80	0.20

Pengujian sistem eskalator otomatis menggunakan sensor load cell ini dilakukan dengan cara memberikan objek berupa beban pada sensor load cell. Beban divariasikan dengan mulai dari 90 g sampai dengan 1000 g dengan range 50 dan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap beban. LCD akan menampilkan massa beban (g) yang terdeteksi seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Tampilan Massa pada LCD

Untuk menentukan besar persentasi presisi sensor dihitung menggunakan persamaan berikut (Frade, 2010).

$$Presisi = 100\% - e$$

dimana, error presisi (e) adalah ketiadmampuan sensor dalam menunjukkan nilai yang sama pada kondisi yang serupa. Dari data tabel di atas nilai e dapat dicari dengan membagikan perhitungan jumlah error dengan jumlah pengukuran (range).

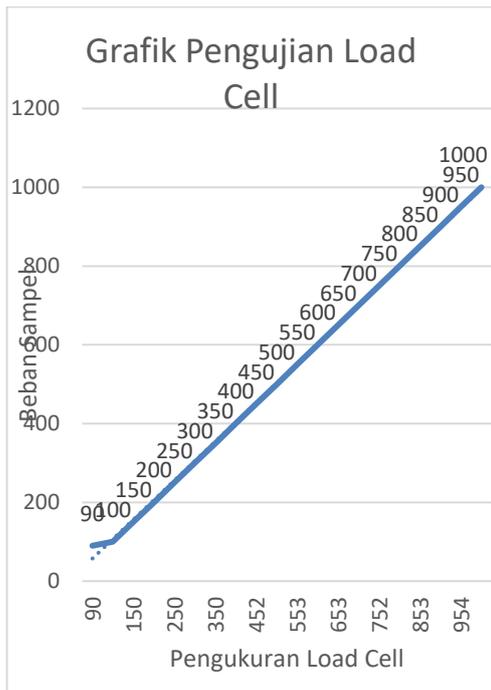
$$\bar{e} = \frac{\sum e}{n}$$

$$e = \frac{6.68}{19} = 0.334\%$$

Maka, nilai persentase presisi sensor adalah

$$Presisi = 100\% - 0.334\% = 99.670\%$$

Hasil pengukuran yang telah dilakukan dan menunjukkan persentasi presisi sensor berat (load cell) yakni sebesar 99.670%. Nilai presisi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa dalam pengukuran berulang, sensor Load Cell mampu menampilkan hasil yang sama untuk setiap pengukuran. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor berat memiliki presisi yang tinggi dan bekerja dengan baik. Berikut merupakan grafik pengujian sensor berat.



Gambar 7. Grafik Pengujian Load Cell

3. Tegangan Pada Load Cell

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang keluar dari load cell pada saat diberi beban dengan variasi yang berbeda, dan dibuktikan secara teori dan dibandingkan dengan hasil yang terukur. Untuk mengukur tegangan output pada load cell, hal yang perlu diketahui adalah tegangan eksitasi dan kapasitas load cell (V_o).

$$V_o = \left(V_s \times \left(\frac{R_1}{R_1 + R_4} \right) \right) - \left(V_s \times \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) \right)$$

$$V_o = \left(10 \times \left(\frac{349.5}{349.5 + 350.5} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350.5}{350.5 + 349.5} \right) \right)$$

$$V_o = (10 \times (0.499)) - (10 \times (0.501))$$

$$V_o = 4.99 - 5.01$$

$$V_o = 4.99 - 5.01$$

$$V_o = -0.02 \times 10 = 2 \text{ mV}$$

Tegangan eksitasi pada load cell 5 kg adalah 5 VDC. Pada saat sensor berat diberi beban maksimal 5 kg dengan $V_o=2\text{mv}$ dan tegangan eksitasi 5 V.

$$V_{out} = 5 \text{ V} \times 2 \text{ mV}$$

$$= 10 \text{ V}$$

Maka pada beban 1 kg $V_{out} = 2 \text{ V}$, beban 500 g $V_{out} = 1 \text{ V}$, beban 100 g $V_{out} = 0.2 \text{ V}$

Tabel 2. Tegangan Pada Load Cell

Beban (g)	Tegangan Load Cell (V)	Tegangan Terukur (V)
1000	2	2
500	1	1
300	0.6	0.6
100	0.2	0.2

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan terukur pada load cell pada saat diberi variasi beban sesuai dengan tegangan yang dihitung secara teori.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa miniatur eskalator yang mana menggunakan sensor berat ini mampu beroperasi secara

otomatis, dimana eskalator ini dapat mendeteksi objek berupa beban dengan range 90 g sampai 1000 g dengan indikator berupa bunyi dari Buzzer dan tampilan massa objek pada LCD. Hasil pengukuran sensor berat (load cell) menunjukkan bahwa nilai presisi yang tinggi sebesar 99.670 % dikarenakan pengukuran yang berulang-ulang sehingga sensor bekerja dengan baik. Hasil uji coba miniatur eskalator otomatis berhasil dibuat dengan sumber tegangan berasal dari power supply (PLN) dengan nilai tegangan output 10-12 V.

Indikator yang terdapat pada alat bekerja bersamaan dengan notifikasi yang ditampilkan pada Buzzer berupa bunyi ketika ada objek yang terdeteksi oleh sensor berat dan pada LCD yang menampilkan massa objek beban (g) serta arus yang terdeteksi oleh sensor arus. Pada saat sensor berat diberi beban kurang dari 90 g, eskalator tidak bergerak yang berarti beban tidak terdeteksi oleh sensor berat. Eskalator dapat beroperasi ketika diberi beban mulai dari range 90 g sampai 1000 g. sensor berat sebagai pendeteksi objek dan sensor arus ACS712 sebagai pendeteksi arus yang berfungsi sebagai penggerak motor. Secara keseluruhan eskalator bekerja dengan baik, dimana sensor berat memiliki nilai presisi yang tinggi, serta dari tampilan miniatur eskalator sudah hampir menyerupai eskalator pada umumnya.

Tegangan eksitasi pada load cell 5 kg adalah 5 VDC. Pada saat sensor berat diberi beban maksimal 5 kg dengan $V_o=2\text{mv}$ dan tegangan eksitasi 5 V.

$$V_{out} = 5 \text{ V} \times 2 \text{ mV} \\ = 10 \text{ V}$$

Maka pada beban 1 kg $V_{out} = 2 \text{ V}$, beban 500g $V_{out} = 1 \text{ V}$, beban 100 g $V_{out} = 0.2 \text{ V}$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu Telah dilakukan pembuatan rancang bangun miniatur sistem eskalator otomatis berbasis mikrokontroler ATMEGA 2560. Miniatur eskalator yang telah dirancang bekerja dengan baik sesuai dengan bahasa yang disusun. Sistem kerja miniatur

eskalator ini adalah dengan sensor berat sebagai pendeteksi suatu objek, yang mana akan memberikan informasi kepada mikrokontroler ATMEGA 2560 yang telah diprogram dan sensor arus yang berfungsi sebagai pendeteksi ada tidaknya arus yang masuk sebagai pemberi informasi kepada motor servo, dimana motor servo berfungsi sebagai penggerak eskalator. Sebagai indikator tampilan LCD berfungsi menunjukkan massa yang terdeteksi oleh load cell dan juga menampilkan arus yang keluar dari sensor arus ACS712, dan terakhir Buzzer sebagai indikator berupa bunyi ketika ada beban yang terdeteksi dan eskalator beroperasi dan dari pengujian sensor Load Cell dengan variasi objek yang berbeda-beda dapat disimpulkan sensor telah bekerja dengan akurasi yang tinggi. Indikator dari LCD dapat menampilkan massa (g) yang terukur oleh sensor berat dan arus pada sensor ACS712. Dari hasil pengujian sensor berat, beban minimum yang dapat terdeteksi oleh sensor adalah 90 g dan maksimum adalah 5 kg. Karakteristik sensor Load Cell memiliki hasil pengukuran persentase ripibilitas sebesar 99.670%. hal ini menandakan bahwa sensor dapat memberikan hasil yang hampir sama dalam pengukuran. Tegangan eksitasi pada load cell 5 kg adalah 5 VDC. Pada saat sensor berat diberi beban maksimal 5 kg dengan $V_o=2\text{mv}$ dan tegangan eksitasi 5 V. $V_{out} = 5 \text{ V} \times 2 \text{ mV} = 10 \text{ V}$. Maka pada beban 1 kg $V_{out} = 2 \text{ V}$, beban 500g $V_{out}=1 \text{ V}$, beban 100 g $V_{out} =0.2 \text{ V}$.

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian, maka penulis menyarankan hal-hal berikut: Untuk perancangan miniatur eskalator otomatis ini lebih baik kedepannya, diharapkan ada perbaikan dan pengembangan untuk mendapatkan miniatur eskalator yang lebih baik yaitu Perancangan miniatur eskalator diperbaiki dengan sudut eskalator yang lebih kecil agar eskalator memiliki tingkat keamanan yang baik dan Perancangan miniatur eskalator otomatis ini dapat dikembangkan dalam dua mode yaitu manual dan otomatis, agar dapat membandingkan nilai daya yang keluar pada saat beroperasi manual

dan otomatis. Sehingga dapat dilihat keefesienan eskalator.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino, (2011), Arduino Manual Documentation and Product Specification, Arduino Official Site
- Arifianto, D., (2011), Kamus Komponen Elektronika, PT.Kawan Pustaka, Surabaya
- Nutranta, Ruli. dan Ariswan, (2014), Analisa Perencanaan Eskalator Pada Gedung C Universitas Mercu Buana, Skripsi, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Prihono., (2009), Jago Elektronika Secara Otodidak, Kawan Pustaka, Jakarta
- Rebby Fudi. Alexander, (2013)
Aplikasi Sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengering Herbal. Skripsi,
- Sadi, S., (2015), Rancang Bangun Sistem Eskalator Otomatis Menggunakan Sensor Photodiode Dan Infrared (IR) Berbasis Mikrokontroler ATmega32, Jurnal Teknik Elektro UMT Vol.1 Hal 71-90
- Setiawan, D., (2017), Sistem Kontrol Motor DC Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System, Jurnal Sains ULK 15(1) : 2407-0939
- Sumadikarta, I., dan Setiyawan, E.P.; Rancang Bangun Prototype Kendali Pintu Gerbang Menggunakan Mikrokontroler Atmega 2560, Prosiding Mei 2017
- Syofian, A., (2016), Pengendali Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android dan Mikrokontroler Arduino Melalui Bluetooth, Jurnal Teknik Elektro ITP 5(1): 2252-3472
- Tooley, M., (2003), Rangkaian Elktronika Prinsip dan Aplikasi Edisi kedua, Erlangga, Jakarta