

Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor *Load Cell*

Femilia Putri, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel	ABSTRAK
<p>Histori Artikel:</p> <p>Diajukan: 29 November 2019 Direvisi: 3 Desember 2019 Diterima: 6 Desember 2019</p>	<p>Telah dirancang alat pendeteksi beban berlebih pada tas ransel berbasis Arduino Uno dengan sensor <i>load cell</i> dengan kapasitas maksimum 5 kg. Mikrokontroler pada Arduino Uno R3 akan memproses data dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE. Input dari sistem adalah berat badan yang diinput dari <i>keypad</i> dan beban tas yang diukur langsung oleh sensor <i>load cell</i>. Sensor <i>load cell</i> akan mengalami perubahan resistansi saat diberi beban. Selanjutnya perubahan resistansi dikonversi ke tegangan oleh modul HX711. Tegangan kemudian diubah menjadi massa yang ditampilkan pada LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>). Ketika beban tas melebihi berat 10% dari massa pengguna maka LCD akan menampilkan keterangan "Beban Berlebih" dan <i>buzzer</i> akan berbunyi sebagai peringatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang memiliki akurasi sebesar 99,79% dibandingkan dengan timbangan digital. Nilai tersebut diperoleh dengan kondisi beban yang diberikan bervariasi dari 500 g sampai 5000 g.</p>
<p>Kata kunci:</p> <p>HX711 massa sensor <i>load cell</i> tas ransel</p>	
<p>Keywords:</p> <p>HX711 mass load cell sensor backpack</p>	
<p>Penulis Korespondensi:</p> <p>Femilia Putri Email: femiliaputri50@gmail.com</p>	<p><i>Overload detector for backpack based on Arduino Uno with load cell sensor has been designed with a maximum capacity of 5 kg. The microcontroller on Arduino Uno R3 will process data using the Arduino IDE programming language. The input of the system is the weight input from the keypad and the bag load which is measured directly by the load cell sensor. Load cell sensors will experience resistance changes when under load. Then the change in resistance is converted to voltage by the HX711 module. The voltage is then converted to the mass displayed on the LCD (Liquid Crystal Display). When the bag load exceeds the weight of 10% of the mass of the user, the LCD will display the statement "Beban Berlebih" and the buzzer will sound as a warning. The results showed that the system designed had an accuracy of 99.79% compared to digital scales. This value is obtained with the given load conditions varying from 500 g to 5000 g.</i></p>

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Ruas tulang belakang anak-anak pada masa pertumbuhan tidak dapat membawa beban yang terlalu berat. Masalah tersebut dikarenakan tulang anak-anak masih sangat rentan dan tidak sekuat tulang orang dewasa. Menurut *The Health Site* ketika beranjak dewasa, anak-anak akan mudah sakit punggung dan kejang otot. Nyeri punggung pada anak sekolah dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara

lain faktor aktivitas fisik, nutrisi, psikologis dan gangguan patologis. *American Physical Therapy Association* (APTA) dan *American Chiropractic Asspciation* (ACA) menyarankan berat tas ransel anak tidak melebihi 10% dari berat badan anak karena akan berdampak pada pematangan tulang belakang anak (Rambe, 2016).

Tingkat aktivitas fisik anak sering dihubungkan dengan kejadian nyeri punggung. Anak dengan aktivitas fisik yang berat memiliki resiko nyeri punggung yang lebih besar yang disebabkan adanya peningkatan beban yang harus di topang oleh tulang belakang. Faktor lain seperti kondisi patologis, contohnya kecemasan, stress dan depresi yang dapat meningkatkan kerentanan anak mengalami nyeri punggung. Penyebab lain sakit punggung adalah beban tas ransel yang dipikul terlalu berat. Beban tas ransel yang terlalu berat dapat menghambat pertumbuhannya bahkan dapat merusak postur tubuh dari anak di masa mendatang. Anak yang memanggul tas ransel sekolah terlalu berat dapat berisiko mengalami cacat tulang belakang permanen.

Beratnya kurikulum di Indonesia membuat jumlah mata pelajaran yang harus digapai setiap siswa pun menjadi berat. Masalah tersebut juga berefek pada jumlah buku yang harus dibawa setiap hari. Dewi dan Widyastuti (2016) melakukan penelitian terhadap sepuluh siswa SMPN 7 Denpasar. Hasil dari penelitian tersebut adalah tujuh dari sepuluh siswa tersebut mengeluh nyeri pada bagian pundak dan punggung bawah setelah menggunakan tas ransel selama lebih kurang 15 menit. Hal tersebut menunjukkan masalah yang nyata terhadap penggunaan tas ransel yang terlalu berat. Penelitian lain yang dilakukan Fathoni (2013) mengatakan bahwa adanya hubungan antara pemakaian tas ransel dengan keluhan nyeri karena adanya kerusakan jaringan pada anak usia 8-12 tahun di SDN 2 Bener Sragen.

Tas ransel saat ini telah banyak yang dirancang untuk menunjang posisi tulang belakang agar tetap lurus, tapi otot tetap bekerja terlalu keras untuk menahan beban tersebut. Beratnya beban yang dipikul anak-anak jarang sekali mendapatkan perhatian dari orang tua, padahal hal tersebut menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan anak. Dampak buruk tersebut baru akan dirasakan setelah bertahun-tahun dan sulit untuk diobati.

Syiradjudin (2016) merancang sebuah *prototype* tas ransel anak sekolah yang menggunakan sensor *load cell* 5 kg untuk menghitung beban dari ransel. Sensor ini dilengkapi mikrokontroler Arduino Uno dengan *output* dari *buzzer* dan *Liquid Crystal Display* (LCD) 2×16 karakter. Program pada penelitian ini diatur *buzzer* akan aktif sebagai alarm dan LCD akan menampilkan tulisan “Bahaya” jika beban yang dideteksi oleh sensor melebihi 3000 g. Kelemahan alat tersebut hanya mampu mendeteksi beban yang melebihi 3000 g, sehingga penggunaannya terfokus pada berat badan 30 kg saja padahal pada usia pertumbuhan memiliki berat badan yang bervariasi.

Sensor *load cell* juga diterapkan pada timbangan digital untuk beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh Amin (2016) dan Setianingrum (2017). Penelitian yang dilakukan Amin (2016) adalah membuat timbangan yang mampu mengeluarkan output berupa suara dan juga LCD. Timbangan tersebut bekerja menggunakan sensor *load cell* dan suara yang dihasilkan direkam terlebih dahulu dan diputar kembali menggunakan *Mp3 player shield*. Setianingrum (2017) membuat hampir sama dengan Amin (2016) namun lebih spesifik pada buah. Alat yang dibuat bisa digunakan untuk jenis buah yang berbeda-beda.

Berdasarkan permasalahan yang ada dan dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya, maka penulis merancang suatu sistem dengan judul “Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor *Load Cell*”. Alat ini dirancang untuk bisa digunakan oleh banyak orang dengan berat badan yang berbeda karena menggunakan *keypad* sebagai masukan untuk berat badan penggunaannya. Apabila beban dari tas ransel telah melebihi 10% dari berat badan pengguna tas ransel tersebut, maka *buzzer* akan berbunyi dan LCD akan menunjukkan tulisan “Beban Berlebih” sehingga ibu dari anak bisa mengurangi beban tas ransel tersebut.

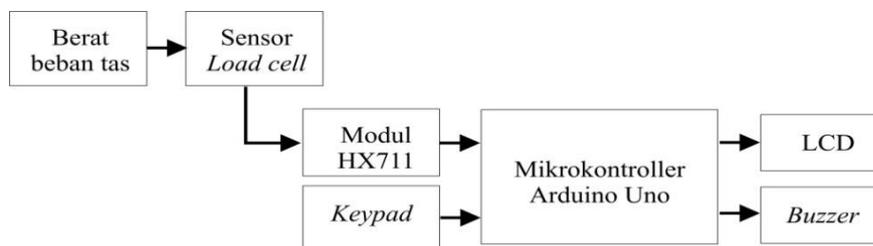
2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perancangan ini meliputi Mikrokontroler Arduino Uno R3, modul sensor *load cell*, *keypad*, modul HX711, LCD, dan *buzzer*

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

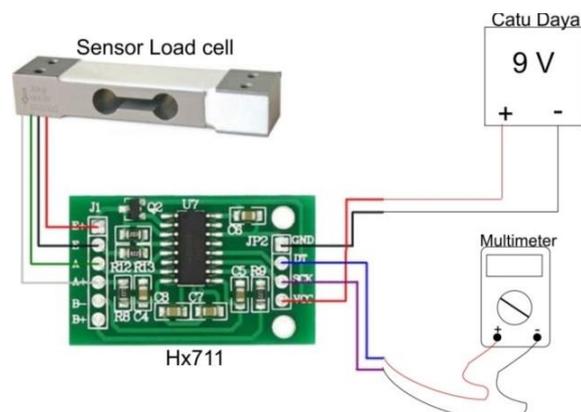
Perancangan diagram blok sistem bertujuan untuk memudahkan dalam memahami hubungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Diagram blok penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Perangkat keras ini bekerja diawali dengan memasukkan berat badan dari siswa yang akan menggunakan tas ransel sekolah dengan *keypad*. Sensor berat selanjutnya bekerja saat tas ransel diberikan beban kemudian modul HX711 akan mentransmisikan sensor *load cell* pada mikrokontroler Arduino Uno. Kemudian nilai yang dimasukkan melalui *keypad* dan nilai pada sensor *load cell* akan diproses pada Arduino. Jika beban tas ransel melebihi dari 10% berat badan, maka pada LCD akan tertulis “Beban berlebih” dan *buzzer* akan berbunyi.



Gambar 1 Perancangan diagram blok sistem

2.3 Perancangan dan Karakterisasi Sensor *Load Cell*

Pengujian sensor *load cell* dilakukan dengan menghubungkan sensor *load cell* dan modul HX711 yang kemudian disambungkan dengan Arduino Uno. Rangkaian ini berguna untuk melihat nilai tegangan keluaran dari sensor. Modul HX711 memiliki delapan buah pin, empat pin untuk dihubungkan dengan sensor *load cell* dan empat pin lainnya dihubungkan ke catu daya dan multimeter. Empat pin untuk dihubungkan ke *load cell* dihubungkan dengan empat kabel pada *load cell* dengan warna yang berbeda, yakni pin E+ dengan kabel warna merah, pin E- dengan kabel warna hitam, pin A- dengan kabel warna putih, dan pin A+ dengan kabel warna hijau. Sedangkan empat pin lainnya dihubungkan ke positif dan negatif catudaya dan positif dan negatif multimeter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema karakterisasi sensor *load cell*

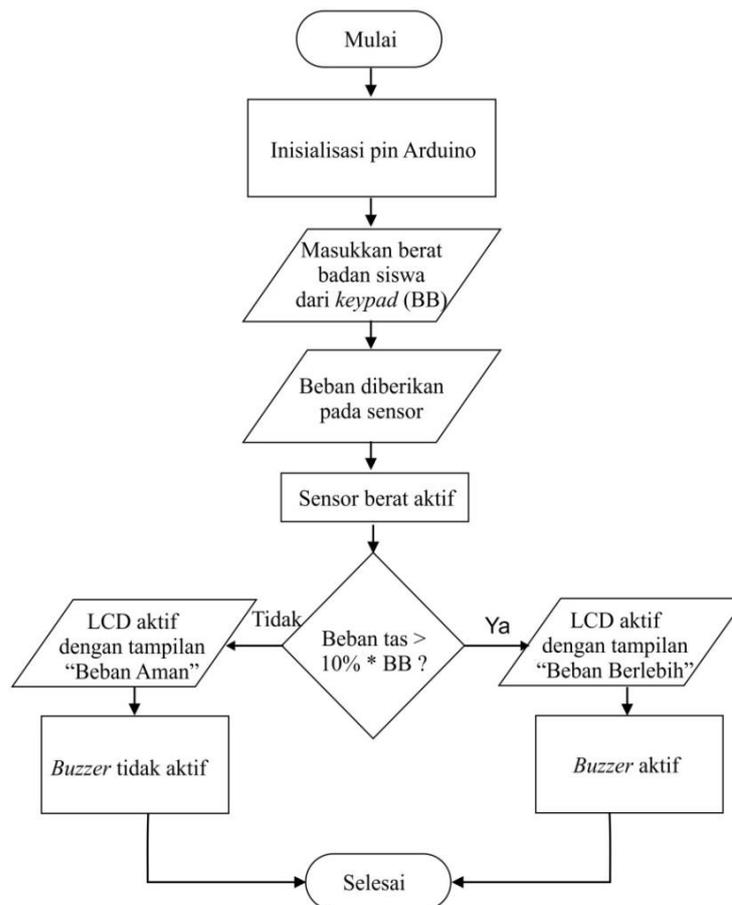
2.4 Perancangan Bentuk Fisik Alat

Perancangan bentuk fisik alat dibuat dalam bentuk *prototype* dengan mempertimbangkan keefisienan dan kemudahan dalam penggunaan kerja alat. Bentuk fisik alat yang dirancang-bangun pada tas ransel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Perancangan bentuk fisik alat

2.5 Perancangan dan Pengujian Perangkat Lunak Sistem



Gambar 4 Diagram alir perangkat lunak

Sistem instrumentasi yang berbasis mikrokontroler memerlukan urutan instruksi yang disebut program. Pemrogram perangkat ini ditulis dalam bahasa pemrograman IDE Arduino. Perancangan perangkat lunak dari alat ini dimulai dari perancangan diagram alir. Masukan dari program ini berupa berat badan yang dimasukkan melalui *keypad* dan beban dari tas ransel yang diperoleh dari sensor *load cell*. Program dibangun berdasarkan prinsip kerja dari masing-masing komponen yang digunakan, yaitu LCD, I2C, dan *buzzer*. Berdasarkan prinsip kerja sistem yang direncanakan maka diagram alir program dapat ditampilkan seperti pada Gambar 4.

2.6 Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing perangkat *input* dan *output*, maka dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan, apakah perangkat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan memasukkan berat badan siswa yang memikul tas ransel melalui *keypad*, kemudian tas ransel dimasukkan beban yang akan dipikul. Selanjutnya mikrokontroler akan memproses *input* dari sensor dan *keypad*. Apabila beban melebihi 10% dari berat badan yang dimasukkan, maka layar LCD akan tampil tulisan “Beban Berlebih” dan *buzzer* akan berbunyi namun jika beban kecil atau sama dengan 10% berat badan yang dimasukkan, maka layar LCD akan tampil tulisan “Beban Aman” dan *buzzer* tidak berbunyi.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dilakukan baik terhadap perangkat keras maupun perangkat lunak. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat bekerja dan berfungsi dengan baik. Proses karakterisasi sensor *load cell* dilakukan menggunakan beban yang diberikan pada sensor.

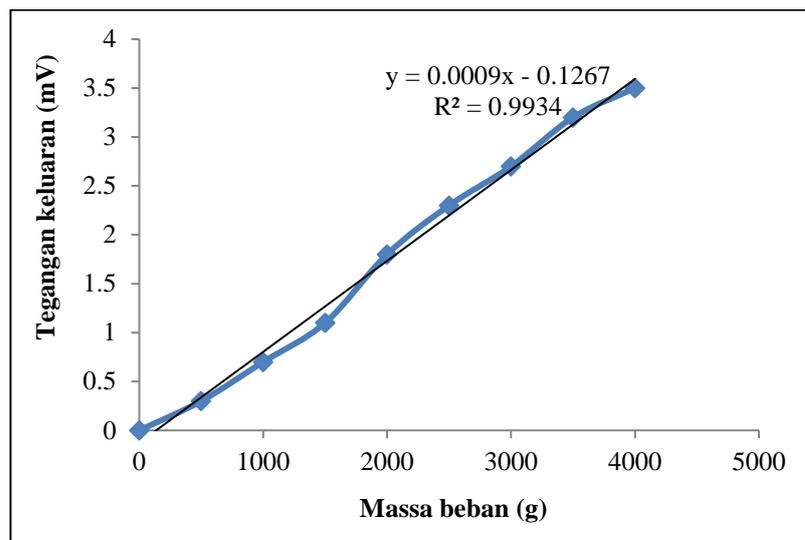
3.1 Hasil Karakterisasi Sensor *Load Cell*

Karakterisasi sensor *load cell* dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari variasi beban yang diberikan terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan. Pengujian sensor *load cell* dilakukan dengan merangkai sensor *load cell* dan modul HX71 dan selanjutnya dihubungkan dengan sumber tegangan. Beban yang diberikan bervariasi dari massa 500 g hingga 5000 g. Tegangan keluaran dari sensor dibaca oleh multimeter yang dihubungkan pada kaki modul HX711. Hasil dari karakterisasi sensor *load cell* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil karakterisasi sensor *load cell*

No	Massa (g)	Tegangan keluaran (mV)
1	500	0,3
2	1000	0,7
3	1500	1,1
4	2000	1,8
5	2500	2,3
6	3000	2,7
7	3500	3,2
8	4000	3,5
9	4500	4,1
10	5000	4,6

Tabel 1 memperlihatkan hasil karakterisasi sensor *load cell* dengan variasi beban dari 500 g sampai 5000 g. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh beban terhadap tegangan keluaran yang dibaca melalui multimeter. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai tegangan keluaran yang diperoleh semakin besar saat bertambahnya massa beban. Hasil ini sesuai dengan prinsip kerja dari *strain gauge* yang terdapat pada sensor *load cell* yaitu semakin besar beban yang diberikan maka kawat atau *metal foilstrain gauge* akan semakin meregang yang mengakibatkan diameter kawat semakin kecil. Sehingga saat diameter mengecil, resistansi akan naik dan berbanding lurus dengan nilai tegangan keluaran yang diperoleh. Plot data tegangan keluaran terhadap massa diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil karakterisasi sensor *load cell*

3.2 Hasil Perbandingan Massa pada Sensor *Load Cell* dengan Timbangan Digital

Perbandingan dilakukan dengan membandingkan antara massa yang dibaca dari sensor yang telah dikalibrasi Massa beban terlebih dahulu ditimbang menggunakan neraca Ohaus untuk menyamakan nilainya dengan timbangan digital agar nilai yang diperoleh lebih akurat. Hasil dari perbandingan massa tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. *Error* rata-rata yang didapatkan dari hasil perbandingan massa pada sensor *load cell* dengan timbangan digital adalah sebesar 0,21 %. Berdasarkan tabel tersebut, hasil pengukurannya memiliki akurasi tertinggi, yaitu 99,794 % yang berarti sensor ini dapat bekerja dengan baik.

Tabel 2 Hasil perbandingan massa pada sensor *load cell* dengan timbangan digital

No	Load Cell (g)	Timbangan Digital (g)	Error (%)
1	499,9	500	0,02
2	999,7	1000	0,03
3	1498,0	1500	0,13
4	1996,1	2000	0,19
5	2491,8	2500	0,33
6	2992,8	3000	0,24
7	3495,5	3500	0,13
8	3990,0	4000	0,25
9	4483,5	4500	0,36
10	4977,6	5000	0,45
Jumlah Error			2,14
Error rata-rata			0,21

3.3 Hasil Pengujian Keseluruhan Rancangan Alat

Pengujian rancangan alat secara keseluruhan dilakukan dengan menggabungkan semua rangkaian alat yang terpisah sebelumnya dan penggabungan *software*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan kerja masing-masing alat difungsikan secara bersamaan. Pengujian diawali dengan meletakkan rangkaian sensor dibagian bawah tas untuk mendeteksi beban dari tas, lalu *keypad*, LCD dan *buzzer* dipasang di bagian depan tas.

Sensor akan aktif saat diberikan beban pada tas. Massa orang yang diiput melalui *keypad* dan massa beban divariasikan hingga batas maksimum kemampuan sensor. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian keseluruhan alat

Berat Badan (kg)	Berat Tas (gram)	Tampilan LCD	Kondisi Buzzer
20	1750	Beban Aman	Diam
	2250	Beban Berlebih	Bunyi
25	2250	Beban Aman	Diam
	2750	Beban Berlebih	Bunyi
30	2750	Beban Aman	Diam
	3250	Beban Berlebih	Bunyi
35	3250	Beban Aman	Diam
	3750	Beban Berlebih	Bunyi
40	3750	Beban Aman	Diam
	4250	Beban Berlebih	Bunyi
45	4250	Beban Aman	Diam
	4750	Beban Berlebih	Bunyi

Seluruh perintah pada setiap komponen digunakan program gabungan menggunakan *software* Arduino yang telah diuji. Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa dari variasi yang diberikan pada berat badan yang dimasukkan melalui *keypad*, yaitu massa rata-rata anak sekolah dari massa 20 kg sampai 45 kg. Sensor yang digunakan memiliki kapasitas maksimum 5 kg, jadi karena alat yang dirancang itu hanya bisa digunakan oleh orang dengan massa kurang dari 50 kg. *Output* yang dihasilkan pada LCD dan *buzzer* telah sesuai dengan tujuan pembuatan alat ini. LCD akan menampilkan “Beban Berlebih” dan *buzzer* berbunyi saat beban tas melebihi massa 10% dari berat badan pengguna yang telah dimasukkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi beban berlebih pada tas ransel berbasis Arduino Uno dengan sensor *load cell* dan modul HX711 telah berhasil dirancang bangun. Sensor *load cell* bekerja ketika beban diletakkan dibagian atas sensor yang telah dipasangkan aklirik sebagai alasnya agar massa beban dapat ditimbang dengan setimbang. Alat pendeteksi beban dapat mendeteksi beban dengan massa maksimum 5 kg yang memiliki keakuratan sebesar 99,79% sehingga alat dikategorikan dapat bekerja dengan baik. Rancangan alat yang dibuat mampu menampilkan massa beban yang terdeteksi oleh sensor secara *real time* pada LCD dan mengaktifkan *buzzer* saat keadaan beban telah melebihi beban maksimum sebesar 10% dari berat badan yang dimasukkan melalui *keypad*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, F. N., “Timbangan Berbasis Arduino dengan Output LCD dan Suara”, *Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, 2016.
- Dewi, I.G.A.P.A. dan Widyastuti, I.A.P., “Gambaran Perubahan Postur Tubuh pada Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) Akibat Penggunaan Tas Punggung Berat”, *Community of Publishing in Nursing (COPING)* 4(2), 2016.
- Fathoni, F.D., “Hubungan Pemakaian Backpack dengan Terjadinya Nyeri Muskuloskeletal pada Anak Usia 8-12 Tahun di SDN 2 Bener Sragen”, *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2013.
- Rambe, S.R., 2016, “Gambaran Kelelahan Penggunaan Tas Punggung pada Siswa-Siswi SD Islam Terpadu Nurul ‘Azizi Medan”, *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara, 2016.
- Setianingrum, P.C., “Timbangan Buah Digital Berbasis Mikrokontroler dengan *Output* Suara”, *Skripsi*, Universitas Sanata Dharma, 2017.

Putri dan Wildian: Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor *Load Cell*

Syiradjudin, M., "Pembuatan Prototype Tas Ransel Anak Sekolah dengan Mikrokontroler Arduino Uno", *Skripsi*, Universitas Narotama, 2016.