

## PENERAPAN LOAD CELL PADA MESIN PENGGORENG KERUPUK OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO & PLC

Eva Damayanti<sup>1)</sup>, Aji Saptaji<sup>2)</sup>  
Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung<sup>1),2)</sup>  
Email: evadamayanti@poltektedc.ac.id<sup>1)</sup>, saptajaji153@gmail.com<sup>2)</sup>

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat penakar kerupuk otomatis dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat pengendaliannya yang telah berisi program yang dibuat di *software* Arduino IDE. Alat ini syarat untuk menjalankan sebuah *conveyor* yang dimana jika sebuah kerupuk sudah di takar atau di timbang sesuai setpoint 20 gram yang di tentukan di dalam program maka sebuah *conveyor* akan berjalan secara otomatis. Disini sensor berat menggunakan *Load cell* sebagai sensor berat dan *output* berupa modul *relay*, motor DC, LCD, untuk memonitor dan menjalankan sebuah *conveyor*. Berdasarkan tabel hasil pengukuran persentase tingkat kesalahan (*error*) adalah *input* data 20 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 10,84%, *input* data 21 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,228%, *input* data 22 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,209%, *input* data 23 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 8,660%, *input* data 24 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,908%, dan *input* data 25 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,44%. Hasil analisis memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 8,660%, *input* data 24gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,908%, dan *input* data 25 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,44%. Maka dapat disimpulkan bahwa presentase tingkat kesalahan (*error*) dapat disebabkan oleh adanya *human error* pada saat pengukuran sehingga keakuratan pengukuran sensor *load cell*. Disimpulkan dari tabel diatas bahwa ketika berat bahan baku kerupuk yang diberikan pada proses penimbangan yang dilakukan *load cell* berada dibawah 23 gram, maka proses kerupuk yang digoreng dalam saringan akan kurang dari kapasitas. Hal ini berkaitan dengan proses pengembangan kerupuk yang digoreng. Ketika kerupuk yang matang dengan mengembang didalam saringan kurang dari kapasitas akan dikatakan bagus karena kerupuk tidak akan berjatuhan atau melebihi kapasitas. Sehingga mesin dapat menampung proses penggorengan bahan kerupuk tidak lebih dari 23 gram karena menyesuaikan dengan bentuk wajan dengan diameter 30 cm dan saringan yang digunakan.

**Kata Kunci:** Motor Conveyor, Arduino Uno, Relay, Load Cell, LCD.

### Abstract

*The purpose of this research is to make an automatic cracker measuring device using Arduino Uno as its control center which contains a program made in the Arduino IDE software. This tool is required to run a conveyor where if a cracker has been measured or weighed according to the 20gram setpoint specified in the program, a conveyor will run automatically. Here the weight sensor uses Load cell as a weight sensor and output in the form of a relay module, DC motor, LCD, to monitor and run a conveyor. Based on the measurement results table, the percentage error rate is input data 20 grams has a percentage error rate of 10.84%, input data 21 grams has a percentage error rate of 7.228%, input data 22 grams has a percentage error rate of 6.209%, input data 23 grams has a percentage error rate of 8.660%, input data 24 grams has a percentage error rate of 6.908%, and input data 25 grams has a percentage error rate of 7.44%. The analysis results have a percentage error rate of 8.660%, 24gram input data has a percentage error rate of 6.908%, and 25gram input data has a percentage error rate of 7.44%. So it can be concluded that the percentage of error rate can be caused by human error during measurement so that the accuracy of the load cell sensor measurement. It is concluded from the table above that when the weight of the cracker raw material given in the weighing process carried out by the load cell is below 23 grams, the process of frying crackers in the sieve will be less than the capacity. This is related to the process of developing fried crackers. When the crackers that are cooked by expanding in the sieve are less than the capacity, it will be said to be good because the crackers will not fall or exceed the capacity. So that the machine can accommodate the frying process of cracker material of no more than 23 grams because it adjusts to the shape of the pan with a diameter of 30 cm and the sieve used.*

**Keywords:** Conveyor Motor, Arduino Uno, Relay, Load Cell, LCD.

### I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi dan semakin banyaknya kesibukan manusia membuat orang berpikir untuk dapat bekerja lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu semua peralatan manusia telah dikembangkan untuk dapat membuat pekerjaan manusia lebih ringan dan mudah. Salah satu cara mempermudah pekerjaan adalah

menjadikan suatu alat mekanik menjadi piranti otomatis. Piranti otomatis dapat membuat pekerjaan lebih efektif dan efisien, selain itu sistem otomatis akan menekan biaya tenaga kerja. Peralatan otomatis yang digunakan sekarang ini tidak hanya terbatas pada mesin-mesin perusahaan, namun hampir semua alat yang digunakan manusia adalah suatu peralatan otomatis yang siap pakai.

Masyarakat dalam membeli sebuah kerupuk goreng ataupun yang lainnya masih dalam takaran Kilogram. Saat ini agen-agen kerupuk goreng yang tersebar di Indonesia dalam memenuhi kebutuhan kerupuk goreng kepada pelanggan masih menggunakan alat penakar kerupuk goreng manual. Sehingga dibutuhkan tenaga kerja manusia yang ekstra untuk mengisi kerupuk goreng ke dalam kemasan. Selain itu terdapat beberapa kelemahan dalam metode ini misalnya, banyak kerupuk yang berserakan saat penimbangan, penjual sering lupa dalam menghitung berat takaran yang ditimbang, penjual sering kekurangan atau kelebihan saat penimbangan, dan lain-lain.

Oleh karena itu, dikembangkan suatu cara yang mampu mengatasi masalah tersebut. Seiring dengan perkembangan peradaban teknologi saat ini. Cara konvensional yang menggunakan tenaga ekstra manusia untuk mengisi kerupuk goreng ke dalam plastik atau wadah sebuah kemasan dapat diganti dengan menggunakan alat penakar atau penimbang kerupuk otomatis. Dalam perencanaan alat ini terdapat intruksi dari sebuah program nantinya yang digunakan sebagai masukan untuk jumlah takaran atau penimbangan kerupuk goreng seberat 20 gram. Sehingga alat ini diharapkan dapat memudahkan penjual dalam melakukan pengemasan pada sebuah kerupuk goreng.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Mesin penggoreng

Mesin Penggoreng merupakan sebuah alat yang didesain untuk menggoreng suatu produk. Mesin ini biasanya banyak digunakan pada *industry*, hotel, dan restoran dikarenakan mudah dalam pengorpasiannya serta kapasitas penggorengan yang mampu menggoreng dalam jumlah besar. Pada mesin penggoreng ini, saat proses penggorengan pengguna dapat mengukur beberapa parameter dalam proses penggorengannya yang dapat menghasilkan produk hasil goreng yang lebih rata matangnya dan lebih rata warnanya.

### B. Pengertian Motor DC



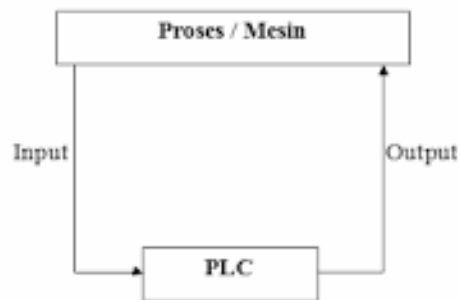
**Gambar 1.** Contoh Motor DC

Motor DC merupakan mesin listrik yang mengkonsumsi daya listrik DC sehingga menghasilkan energi mekanik. Dalam motor dc terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat

terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet maka akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor.

### 1. Programmable Logic Controller (PLC)

*Programmable Logic Controller* (PLC) pada dasarnya adalah sebuah computer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variable secara kontinu seperti pada *system*-*system* servo, atau hanya melibatkan control dua keadaan (*On/Off*) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin *industry*.



**Gambar 2.** Proses Kerja PLC

PLC secara bahasa berarti pengontrolan logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang *relative* kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi, dan lain sebagainya.

### 2. Software GX Works

Pada dasarnya, PLC merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengontrol perangkat lain. PLC dapat disebut sebagai mikrokontroler yang sesuai dengan kebutuhan *industry*. Untuk penggunaan PLC ini tidak lepas dari proses pemrograman, dalam membuat pemrograman dibantu oleh suatu *software*. GX Works adalah *software* yang digunakan untuk memprogram PLC Mitsubishi. Pemrograman menggunakan *software* GX Works dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu menggunakan Ladder Diagram, SFC (*Sequential Flow Chart*), dan *Intelligent Function*. Ketiga cara tersebut memiliki fungsi untuk mempermudah user terhubung dengan PLC melalui PC.

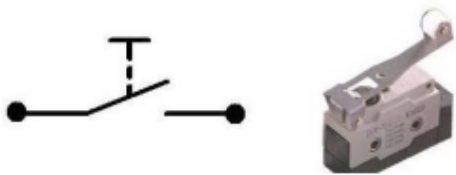
### 3. Temperatur control



**Gambar 3.** Temperatur Control

Temperatur *control* adalah salah satu perangkat elektronik yang paling banyak digunakan sebagai regulator *temperature* suatu proses baik proses pemanasan maupun pendinginan. Cara kerjanya yaitu dengan cara membandingkan sinyal dari sensor dengan sinyal referensi lalu melakukan perhitungan sesuai besar deviasi dari keduanya. Data hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan untuk mengatur kerja peralatan pemanas atau pendingin.

4. Limit Switch



Gambar 4. Limit Switch

Limit Switch adalah salah satu sensor yang akan bekerja jika pada bagian *actuator* nya tertekan suatu benda, baik dari samping kiri ataupun kanan, mempunyai *micro switch* dibagian dalamnya yang berfungsi untuk mengontakkan atau sebagai pengontak, gambar batang yang mempunyai roda itu namanya *actuator* lalu diikat dengan sebuah baut, berfungsi untuk menerima tekanan dari luar, roda berfungsi agar pada saat limit *switch* menerima tekanan bisa bergerak bebas, kemudian mempunyai tiga lubang ada *bodinya* berfungsi untuk tempat duduk baut pada saat pemasangan di mesin, ketika *actuator* dari limit *switch* tertekan suatu benda maka *actuator* akan bergerak dan diteruskan ke bagian dalam dari limit *switch*, sehingga mengenai *micro switch* dan menghubungkan kontak-kontaknya, pada *micro switch* terdapat kontak jenis NO dan NC.

5. Arduino IDE

*Arduino Integrated Development Environment* (IDE) merupakan *software* Arduino yang berisi editor teks untuk menulis kode, area pesan, konsol teks, *toolbar* dengan tombol untuk fungsi-fungsi umum, serangkaian menu, menghubungkan perangkat keras Arduino dan Genuino untuk meng-*upload* program dan berkomunikasi dengan mikrokontroler.

Arduino IDE ini merupakan *software* yang penggunaannya ditunjukkan untuk *board* atau mikrokontroler produk Arduino (Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Pro Mini, dan lain-lain). Dalam perkembangannya, Arduino IDE ini juga dapat ditambahkan *board* yang tersedia pada menu *tools*.

Program yang ditulis menggunakan Arduino IDE disebut sketsa. Sketsa ini ditulis dalam bahasa C berupa editor teks dan disimpan dengan *file* dengan ekstensi INO. Editor memiliki fitur untuk memotong/menempel dan untuk mencari/mengganti teks. Konsol menampilkan keluaran teks dengan Arduino IDE, termasuk pesan kesalahan yang lengkap dan informasi lainnya. Pojok kanan atas jendela menampilkan papan dikonfigurasi dan port serial. Tombol *toolbar* memungkinkan untuk memverifikasi dan meng-*upload* program, membuat, membuka, dan menyimpan sketsa, dan membuka monitor serial.



Gambar 5. Tampilan Arduino IDE

6. Arduino UNO

Menurut Abdul Kadir (2013), Arduino UNO adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien dirumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

7. Sensor Load Cell

Sensor *load cell* merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mengubah ukuran beban menjadi sebuah tegangan listrik perubahan tegangan listrik. Perubahan yang terjadi pada tegangan listrik akan bergantung dari besarnya tekanan yang dirasakan atau yang diberikan beban. Untuk sensor *load cell* terdapat komponen bernama *Strain Gauge* didalamnya yang dimana *strain gauge* adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengukur sebuah tekanan. *Strain gauge* menggunakan konfigurasi dari rangkaian jembatan *wheatstone*. *Wheatstone* terangkai dari 4 buah resistor yang dirangkai dengan jenis rangkain kombinasi yaitu paralel dan seri. Bahan sensor loadcell ini terbuat dari banyak variasi bahan antara lain seperti aluminium, stainless steel dan baja *Load Cell* adalah alat elektromekanik yang biasa disebut *Transducer*, yaitu yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja. Kemudian merubah gaya menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material

sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau *Strain Gauge*.



**Gambar 6.** Sensor Load Cell

8. Modul Penguat HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari "AVIA SEMICONDUCTOR", HX711 presisi 24-bit analog to digital *converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dalam industrial *control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan *computer* /mikrokontroler melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

9. Modul Relay

5V Relay Terminals and Pins



**Gambar 7.** Modul Relay

*Relay* adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya, ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 volt DC). *Relay* adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik

TERDC Vol. 18 No. 1, Januari 2024

tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam *ferromagnetis*. Penemu *relay* pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835 (Elangasaki, 2013).

10. LCD (*Liquid Crystal Display*) 20\*4



**Gambar 8.** LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data yang dapat berupa karakter, huruf, *symbol* maupun grafik. Karena ukurannya yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan Mikrokontroler. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, *control* catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

11. *Power Supply*

*Power supply* adalah sebuah perangkat yang berisi rangkaian elektronika yang dapat digunakan untuk mengalirkan daya listrik ke rangkaian ataupun perangkat listrik dan elektronika lainnya. Dengan menggunakan sebuah *power supply*, perangkat listrik dan elektronik dapat beroperasi secara maksimal karena pasokan daya listrik yang dialirkan oleh *power supply* stabil sehingga dengan menggunakan *power supply* juga dapat mengurangi tingkat resiko kerusakan perangkat akibat perubahan tegangan listrik yang ekstrem. *Power supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan catu daya sering digunakan sebagai penyedia tegangan dan arus listrik untuk perangkat-perangkat listrik lainnya. Pada dasarnya *power supply* atau satu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh rangkaian atau perangkat listrik lainnya. Dengan begitu *power supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter*.



**Gambar 9. Power Supply**

*Power supply* sendiri dapat kita temukan dengan mudah di pasaran dengan berbagai spesifikasi menyesuaikan kebutuhan perangkat dan pengguna. Mulai dari *power supply* yang dibutuhkan berdasarkan kemampuan daya listrik dan tegangan yang di hasilkan hingga penggunaan *power supply* itu sendiri. Beberapa *power supply* diantaranya seperti *power supply* 12 volt, *power supply* 450 watt, *power supply* 24 volt, *power supply* laptop, *power supply* 5 volt yang digunakan sebagai *power supply* hp, *power supply* 600 watt, *power supply* 650 watt hingga *power supply* 800 watt.

12. Konveyor

Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, Konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar *system conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Banyak sekali macam jenis dan kateristik *conveyor* untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu *conveyor*. Sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati *conveyor*, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati Konveyor.

13. MCB (*Mini Circuit Breaker*)

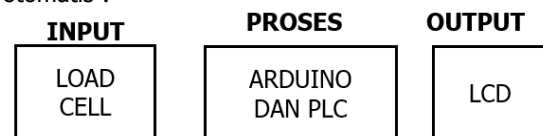
MCB (*Mini Circuit Breaker*) yang memiliki fungsi sebagai alat pengaman arus lebih. MCB ini memproteksi arus lebih yang disebabkan oleh terjadinya beban yang berlebih dan arus lebih karena adanya hubungan pendek. Dengan demikian prinsip dasar bekerjanya yaitu untuk memutuskan hubungan yang disebabkan beban lebih dengan *relay* arus lebih seketika digunakan elektromagnet.



**Gambar 10. MCB**

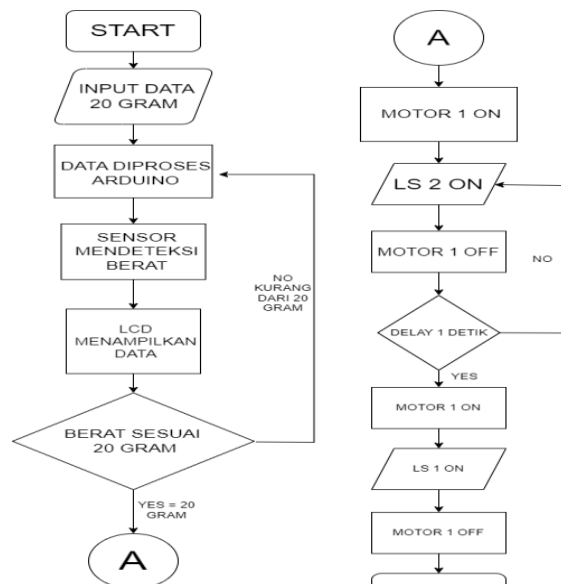
**III. METODE PENELITIAN**

Berikut adalah *block* diagram dari bagian *load cell* dan motor konveyor pada mesin penggoreng otomatis :



**Gambar 11. Block Diagram**

Pada *block* diagram diatas terlihat bahwa *input* terdiri dari tombol *push button*, *load cell*, dan modul HX711. *Input push button* diberikan pada saat mesin pertama kali dinyalakan, sedangkan *input* untuk *load cell* dan HX711 diberikan pada saat mesin sedang berjalan. *Input* yang diberikan akan diterima oleh suatu proses yaitu adanya proses penimbangan berat. Kemudian dari hasil penimbangan tersebut akan menjalankan *output* yakni motor *power window*, LCD *i2c*, *relay*.



**Gambar 12. Flowchart Cara Kerja Alat**

*Flowchart* di atas menjelaskan prinsip kerja bagian mesin penggoreng otomatis yang menggunakan sensor *load cell* dan motor DC sebagai aktuaternya. Pada saat *button start* ditekan input data timbangan 20gram, kemudian data akan di proses oleh Arduino, sensor *load cell* mendeteksi, dan LCD menampilkan berat 20g akan aktif apabila

memenuhi syarat B =20g, motor tersebut akan menggerakkan conveyor untuk mengantarkan bahan baku menuju wajan penggorengan. Apabila limit switch 2 aktif maka motor akan berhenti dan timer aktif. Apabila timer sudah terpenuhi maka motor 1 akan aktif dengan putaran reverse apabila limit switch 1 aktif maka motor 1 akan mati.

Perancangan sensor load cell ke HX711 ke Arduino Uno menghubungkan 4 kabel pada sensor load cell pada sisi HX711 yang berjumlah 6 pin, namun disini hanya 4 pin saja yaitu pin E+, pin E-, pin A-, pin A+. disini kabel berwarna merah dan hitam adalah kabel input dari sensor load cell dan yang putih dan hijau adalah kabel output dari sensor load cell. Disini kabel input sensor load cell yang berwarna merah dihubungkan dengan pin E+ pada HX711 sedangkan kabel input load cell yang berwarna hitam dihubungkan dengan pin E- pada HX711. Lalu pada kabel output sensor load cell yang berwarna putih dihubungkan dengan pin A- pada HX711, sedangkan kabel output sensor load cell yang berwarna hijau dihubungkan dengan pin A+ pada HX711. Pada sisi HX711 yang berjumlah 4 pin akan langsung terhubung pada arduino. Kabel yang berwarna hijau akan menghubungkan pin GND pada HX711 dengan pin GND yang ada pada Arduino Uno yang berfungsi sebagai grounding, kabel yang berwarna hitam akan menghubungkan pin DT data pada HX711 dengan pin 13 digital pada arduino uno, kabel yang berwarna putih akan menghubungkan pin SCK (serial clock sync) pada HX 711 dengan pin 12 digital pada arduino uno, dan kabel yang berwarna hijau akan menghubungkan pin VCC pada HX 711 dengan pin 5v pada arduino uno sebagai sumber.

Perancangan LCD display 20\*4 penulis menggunakan modul tambahan atau modul i2c. Modul i2c ini adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Dalam perancangan ini modul i2c berfungsi sebagai decoder dari LCD display agar pin yang digunakan dalam Arduino Uno lebih sedikit atau simpel, yaitu hanya menggunakan pin SCL dan pin SDA. Pin SCL dihubungkan ke arduino pada A4 dan SDA ke pin A5 pada posisi analog di arduino.

#### IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Setelah melakukan perancangan dan pemasangan komponen, selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap alat yang dibuat yang bertujuan untuk mendapatkan hasil pengujian yang selanjutnya akan di analisa. Pengujian yang dilakukan berupa pengukuran pada sensor load cell di mesin penggorengan kerupuk otomatis.

##### A. Hasil Penguji

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan tingkat keakurasian pembacaan sensor load cell serta persentase nilai kesalahan (error) yang terjadi pada pengukuran dengan berat 20 gram, 21 gram, 22 gram, 23 gram, 24 gram, dan 25 gram dengan cara membandingkannya dengan timbangan manual

berstandar nasional sebagai acuan berat yang sebenarnya.

##### 1. Hasil pengukuran 20 gram

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran 20 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	20 gram	22,78 gram	2,78 gram
2	20 gram	21,97 gram	1,97 gram
3	20 gram	22,75 gram	2,75 gram
4	20 gram	22,15 gram	2,15 gram
5	20 gram	21,19 gram	1,19 gram

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 1 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian input 20 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\text{Kesalahan rata-rata} = \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} = \frac{10,84}{5} = 2,168$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian input data 20 gram adalah 2,168. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (error) dari input data 20gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (error):

$$\text{Persentase tingkat kesalahan} = \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% = \frac{2,168}{20} \times 100 = 10,84\%$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (error) dari input 20gram adalah 10,84%.

##### 2. Hasil pengukuran 21 gram

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran 21 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	21 gram	23,03 gram	2,03 gram
2	21 gram	21,98 gram	0,98 gram
3	21 gram	22,38 gram	1,38 gram
4	21 gram	22,15 gram	1,15 gram
5	21 gram	23,05 gram	2,05 gram

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 2 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian input 21 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\text{Kesalahan rata-rata} = \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} = \frac{7,59}{5} = 1,518$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian input data 21 gram adalah 1,518. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* data 21 gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*):

$$\begin{aligned} \text{Persentase tingkat kesalahan} &= \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% \\ &= \frac{1,518}{21} \times 100 \\ &= 7,228\% \end{aligned}$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (*error*) dari input 21 gram adalah 7,228%

3. Hasil pengukuran 22 gram

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran 22 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	22 gram	24,09 gram	2,09 gram
2	22 gram	23,98 gram	1,98 gram
3	22 gram	22,38 gram	0,38 gram
4	22 gram	23,27 gram	1,27 gram
5	22 gram	23,11 gram	1,11 gram

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 3 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian *input* 22 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan rata-rata} &= \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{6,83}{5} \\ &= 1,366 \end{aligned}$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian *input* data 22 gram adalah 1,366. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* data 22 gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*):

$$\begin{aligned} \text{Persentase tingkat kesalahan} &= \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% \\ &= \frac{1,366}{22} \times 100 \\ &= 6,209\% \end{aligned}$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* 22 gram adalah 6,209%

4. Hasil pengukuran 23 gram

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran 23 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	23 gram	26,02 gram	3,02 gram
2	23 gram	24,87 gram	1,87 gram
3	23 gram	25,38 gram	2,38 gram
4	23 gram	24,45 gram	1,45 gram

5	23 gram	24,24 gram	1,24 gram
---	---------	------------	-----------

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 4 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian *input* 23 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan rata-rata} &= \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{9,96}{5} \\ &= 1,992 \end{aligned}$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian *input* data 23 gram adalah 1,992. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*) dari input data 23 gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*):

$$\begin{aligned} \text{Persentase tingkat kesalahan} &= \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% \\ &= \frac{1,992}{23} \times 100 \\ &= 8,660\% \end{aligned}$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* 23 gram adalah 8,660%

5. Hasil pengukuran 24 gram

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran 24 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	24 gram	26,86 gram	2,86 gram
2	24 gram	25,76 gram	1,76 gram
3	24 gram	25,78 gram	1,78 gram
4	24 gram	24,95 gram	0,95 gram
5	24 gram	24,94 gram	0,94 gram

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 5 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian *input* 24 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan rata-rata} &= \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{8,29}{5} \\ &= 1,658 \end{aligned}$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian *input* data 24 gram adalah 1,658. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* data 24 gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*):

$$\begin{aligned} \text{Persentase tingkat kesalahan} &= \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% \\ &= \frac{1,658}{24} \times 100 \\ &= 6,908\% \end{aligned}$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* 24 gram adalah 6,908%.

6. Hasil pengukuran 25 gram  
Tabel 6. Hasil Pengukuran 25 gram

NO	Nilai Sesungguhnya (X)	Hasil Pengukuran (Y)	Error
1	25 gram	26,98 gram	1,98 gram
2	25 gram	26,65 gram	1,65 gram
3	25 gram	26,58 gram	1,58 gram
4	25 gram	27,15 gram	2,15 gram
5	25 gram	26,94 gram	1,94 gram

Setelah melakukan pengukuran pada tabel 6 lalu mencari kesalahan rata-rata dari pengujian *input* 25 gram, berikut cara menghitung kesalahan rata-rata:

$$\text{Kesalahan rata-rata} = \frac{\text{total error}}{\text{jumlah pengukuran}} = \frac{9,3}{5} = 1,86$$

Jadi kesalahan rata-rata dari pengujian *input* data 25 gram adalah 1,86. Setelah menghitung kesalahan rata-rata, selanjutnya adalah menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* data 25 gram, berikut cara menghitung persentase tingkat kesalahan (*error*):

$$\begin{aligned} \text{Persentase tingkat kesalahan} &= \frac{\text{kesalahan rata-rata}}{\text{nilai sesungguhnya}} \times 100\% \\ &= \frac{1,86}{25} \times 100 \\ &= 7,44\% \end{aligned}$$

Jadi persentase tingkat kesalahan (*error*) dari *input* 25 gram adalah 7,44%

7. Pengukuran Tegangan Output Sensor Load Cell  
Pengukuran tegangan *output* dilakukan dengan sumber tegangan sebesar 5 VDC dengan menggunakan multimeter digital.

Tabel 7. Hasil pengukuran tegangan *output* sensor *load cell*

Load cell	Tegangan <i>output load cell</i> (mV)
20 gram	0,015mV
21 gram	0,020mV
22 gram	0,030mV
23 gram	0,040mV
24 gram	0,050mV
25 gram	0,060mV

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa semakin berat beban yang diberikan pada sensor *load cell* maka tegangan *output* yang dihasilkan akan semakin besar.

8. Analisis

Berdasarkan hasil pengukuran pada alat penakar tersebut didapat persentase tingkat kesalahan (*error*) yang berbeda beda dari tiap *input* data, *input* data 20 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 10,84%, *input* data 21 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,228%, *input* data 22 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,209%, *input* data 23 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 8,660%, *input* data 24 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,908%, dan *input* data 25 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,44%. Maka dapat disimpulkan bahwa persentase tingkat kesalahan (*error*) dapat disebabkan oleh adanya *human error* pada saat pengukuran sehingga keakuratan pengukuran sensor *load cell*.

B. Analisis Berat Kerupuk

Tabel 8. Analisis Berat Kerupuk

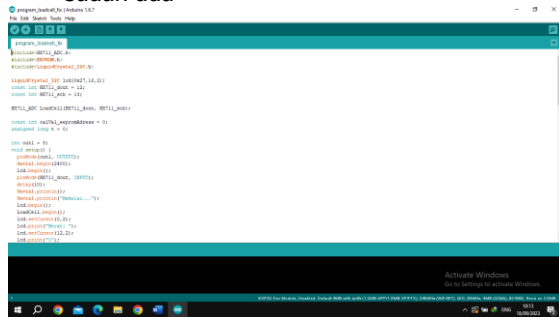
Percobaan ke	Variasi beban	Hasil pengukuran	Keterangan penggorengan
1	23 gram	23,34 gram	Pas dari kapasitas
2	20 gram	21,19 gram	Kurang dari kapasitas
3	21 gram	21,98 gram	Kurang dari kapasitas
4	22 gram	23,98 gram	Pas dari kapasitas
5	24 gram	26,86 gram	Melebihi kapasitas
6	25 gram	26,98 gram	Melebihi kapasitas
7	26 gram	27,26 gram	Melebihi kapasitas
8	27 gram	28,50 gram	Melebihi kapasitas
9	28 gram	29,67 gram	Melebihi kapasitas
10	29 gram	30,46 gram	Melebihi kapasitas

Dapat disimpulkan dari tabel diatas bahwa ketika berat bahan baku kerupuk yang diberikan pada proses penimbangan yang dilakukan *load cell* berada dibawah 23 gram, maka proses kerupuk yang digoreng dalam saringan akan kurang dari kapasitas. hal ini berkaitan dengan proses pengembangan kerupuk yang digoreng. ketika kerupuk yang matang dengan mengembang didalam saringan kurang dari kapasitas akan dikatakan bagus karena kerupuk tidak akan berjatuhan atau melebihi kapasitas. sehingga mesin dapat menampung proses penggorengan bahan kerupuk tidak lebih dari 23 gram karena menyesuaikan dengan bentuk wajan dengan diameter 30 cm dan saringan yang digunakan.

C. Kalibrasi load cell

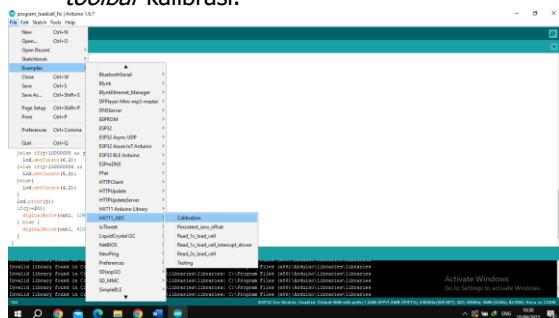
Cara menentukan kalibrasi sensor *load cell* memiliki beberapa tahap di *software* Arduino Uno.

1. Buka terlebih dahulu program *load cell* yang sudah ada



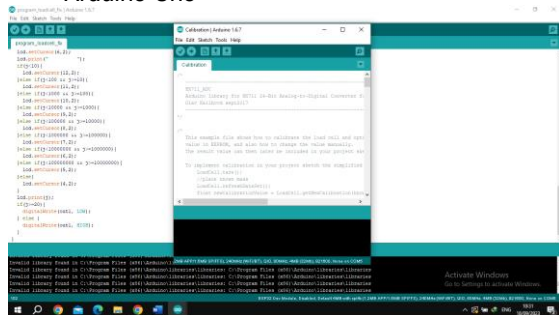
Gambar 13. Awal Program

2. Kemudian masuk ke *toolbar file* dan cari *example*, setelah masuk ke *example* cari *library HX711 ADC* kemudian akan muncul *toolbar kalibrasi*.



Gambar 14. Memilih File Example

3. Setelah masuk pada *toolbar kalibrasi* maka akan muncul program kalibrasinya di *software Arduino Uno*

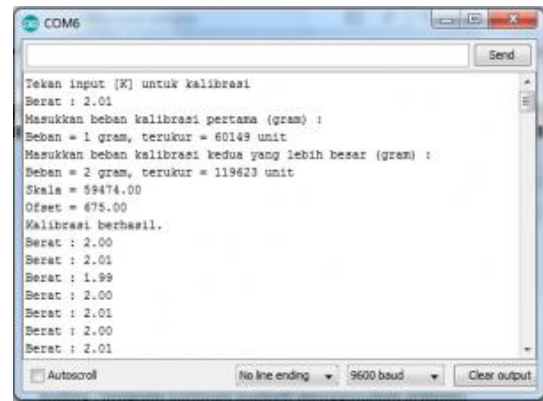


Gambar 15. Program Kalibrasi

4. Setelah keluar program kalibrasi, langkah selanjutnya *upload program*.

Setelah program *done uploading*, masukan beban kalibrasi pertama (gram) contohnya beban yang di masukan 1 gram terukur nilai pada serial monitor 60149 unit, masukan beban kalibrasi kedua lebih besar contohnya 2gram terukur nilai 119623. 1gram skala = 59474,00 dan 2gram skala =675,00, setelah itu tekan input K atau T untuk memulai kalibrasi.

Setelah kalibrasi berhasil maka nilai-nilai akan terus bermunculan pada serial monitor.



Gambar 16. Hasil Luaran Kalibrasi

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan tabel hasil pengukuran persentase tingkat kesalahan (*error*) tertinggi adalah *input* data 20 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 10,84%, *input* data 21 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,228%, *input* data 22 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,209%, *input* data 23 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 8,660%, *input* data 24 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 6,908%, dan *input* data 25 gram memiliki persentase tingkat kesalahan *error* sebesar 7,44%.
2. Dapat disimpulkan dari tabel analisis berat kerupuk bahwa ketika berat bahan baku kerupuk yang diberikan pada proses penimbangan yang dilakukan *load cell* berada dibawah 23 gram, maka proses kerupuk yang digoreng dalam saringan akan kurang dari kapasitas. Hal ini berkaitan dengan proses pengembangan kerupuk yang digoreng. ketika kerupuk yang matang dengan mengembang didalam saringan kurang dari kapasitas akan dikatakan bagus karena kerupuk tidak akan berjatuhan atau melebihi kapasitas. Sehingga mesin dapat menampung proses penggorengan bahan kerupuk tidak lebih dari 23 gram karena menyesuaikan dengan bentuk wajan dengan diameter 30 cm dan saringan yang digunakan.
3. Letak dan kondisi pengukuran pada alas timbangan mempengaruhi keakuratan sensor *load cell* dalam pengukuran.
4. Presentase tingkat kesalahan (*error*) dapat disebabkan oleh adanya *human error* pada saat pengukuran sehingga keakuratan pengukuran sensor *load cell*.

- B. Saran
1. Jika pedagang ingin mengubah nilai takaran timbangan dari satuan kilogram menjadi liter maka menggunakan *water flow sensor*.
  2. Jika penimbangan berkapasitas kecil mending menggunakan sensor yang digunakan adalah sensor *load cell* kapasitas 1Kg.
  3. *Input data* pada alat diganti dengan *smartphone* Android supaya efisiensi dalam merubah nilai takaran timbangan sesuai yang diinginkan.
  4. Komponen dan alat untuk mekanisme pembuatan harus benar-benar komplit.
  5. Harus tau titik kelemahan dan kekurangan sebuah sensor *load cell*.
  6. Program pengkalibrasian harus benar-benar teliti.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Anonim. (2013, Oktober 09) pengertian *Relay*. Retrieved Agustus 02, 2018, from <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi--relay/>
- Arduino. (2015). *Arduino software (IDE)*. Retrived Januari 3, 2018 from <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>
- Belajar online. (2020, 7). pengertian power supply dan cara kerja power supply. pp.
- Cipta Arif Indra Rukmana, &. A. (2014). Aplikasi sensor load cell pada purwarupa sistem sortir barang. *Jurnal Ilmu Komputer dan Elektronika*, 4, 35-44.
- Dedy Atmaja. (2018). sistem kontrol timbangan sampah non organik berbasis *load cell dan esp32*,
- EL ANWAR, Yogie; SOEDJARWANTO, Noer; REPELIANTO, Ageng Sadnowo. Prototype penggerak pintu pagar otomatis berbasis arduino uno Atmega 328p dengan sensor sidik jari. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 2015, 9.1: 30-41.
- Hendra. (2004). *C/C++ Programming*. . Medan.
- Hurantri, W. (2016). SISTEM PENDETEKSI WARNA DAN NOMINAL UANG UNTUK PENYANDANG TUNA NETRA BERBASIS ARDUINO UNO. Palembang.
- IBRAHIM, Arifin Wahid; WIDODO, Triyogatama Wahyu; SUPARDI, Tri Wahyu. Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC. *IJEIS*, 2016, 6.1: 93-104.
- Muhammad Sa'ad Rosyidi . (2019). Rancang bangun alat pembersih dan penyortir ukuran telur asin berbasis arduino mega 2560, SANIMAN, Saniman; RAMADHAN, Mukhlis; ZULKARNAIN, Iskandar. Rancang Bangun Smart Glass Telemetry Tegangan Menggunakan Teknik Simplex Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, 2020, 3.1: 12-18.
- NUGROHO, Aditya Wahyu. Rancang Bangun Mesin PC Based CNC Milling Tiga Sumbu (Sistem Kontroler dan Analisa Torsi Motor Stepper). 2015.
- Priyanto, R. (2008). RANCANG BANGUN SISTEM PENTAKARAN MINYAK TANAH KELIPATAN 1 LITER BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN PENAMPIL HARGA MENGGUNAKAN LCD. Semarang.
- Putra, M. R. (2016) APLIKASI SENSOR LOAD CELL SEBAGAI PENGUKUR BERAT SERPIHAN CANGKIR PLASTIK AIR MINERAL UNTUK MENONAKTIFKAN MOTOR AC PADA RANCANG BANGUN MESIN PENGHANCUR PLASTIK. Palembang.
- Riyanto, A. (2017) RANCANG BANGUN TIMBANGAN DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DENGAN SENSOR LOAD CELL. Cimahi.
- SAPTONO, Hery; PRAMONO, Gatot Eka; AL KHINDI, Hablinur. Analisa daya dan kontrol kecepatan motor pada alat bantu las rotary positioner table. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2018, 4.1: 23-33.
- Saleh, M. (2017). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, 8, 181-186.
- Santoso, A. P. (2017). *Prototype* Pengisi Biji Kakao Dalam Karung Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno. Jember.
- WIDHARMA, I. Gede Suputra, et al. SISTEM KENDALI ANALOG SENSOR SUHU DALAM PROTOTYPE SISTEM TELE.
- Z., Y. (2011, Juni 22). Tutorial Singkat Bahasa Pemmrograman Arduino Uno. Retrieved 08 02, 2018, from <http://blog.famosastudio.com/2011/06/tutorial/tutorial-singkat-bahasa-pemrograman-arduino/82>