

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait Sebelumnya

1. Alhamidi dan Rini Asmara. 2017. Rancang bangun Timbangan Badan Output Suara Berbasis Arduino uno R 3. Jurnal Sain dan Infomatika. Program Studi Sistem Informasi, STMIK Jayanusa, Jl. Damar No. 69E Padang.
Hasil dari penelitian: timbangan digital *output* suara buzzer di mini *lcd Arduino*.
2. Sayeda Suraya Akter dan Anannya Ekram. 2016. *Microcontroller Based Continuous Weight Measurement & Automatic Data Log System for a Vehicle*. East West University. USA.
Hasil dari penelitian : Pengukuran Berat Berlanjut Berbasis Mikrokontroler & Sistem Log Data Micro SD Otomatis untuk Kendaraan di tampilkan di lcd mini Arduino, alat berupa timbangan digital dengan data pengunci memori mikro SD.
3. Florus Herman Somari. 2017. *Data Logger System For Eletronik Appliance Base on Android*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Sanata Dharma. Dyogyakarta.
Hasil dari penelitian : *data logger sensor* arus dan volt dengan modul SD dan RTC, *data logger* di simpan di Mikro SD terus di buka di Microsoft excel secara manual.

2.2. Teori Pendukung Penelitian

2.2.1. Rancang Bangun dan rancangan sistem

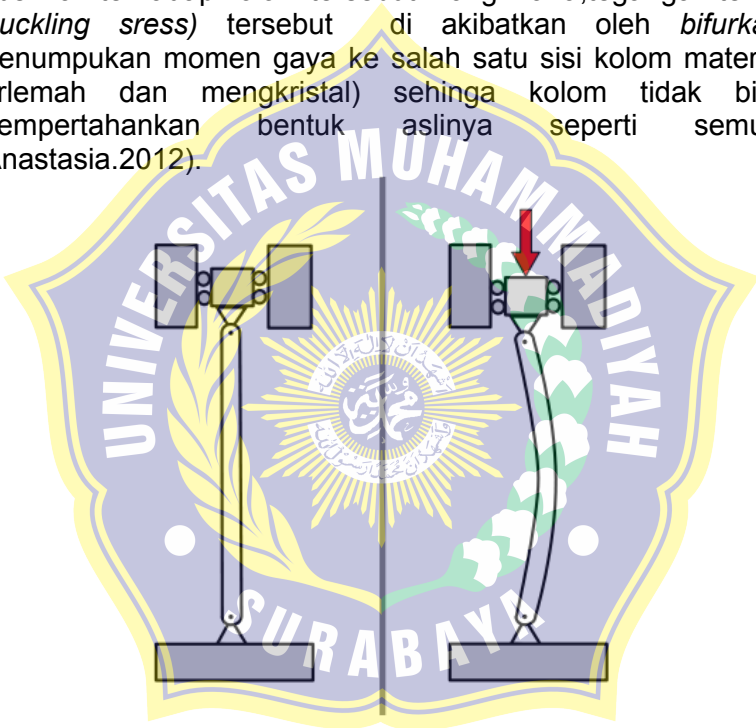
Rancang bangun adalah serangkaian prosedur pemikiran untuk mewujudkan hasil analisa dari sebuah alat yang sudah ada atau belum ada, ke dalam desain produk dengan model tertentu yang bertujuan untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan menjadi satu ke satuan hingga menghasilkan suatu produk nyata dan dapat di fungsikan sebagaimana kegunaan alat tersebut.

Rancangan sistem merupakan penentuan proses dan data yang diperlukan oleh sistem baru. Perancangan adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain/membuat sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan / kebutuhan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik. Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki (memodifikasi) sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian. Bangun sistem adalah membangun sistem informasi dan komponen yang didasarkan pada spesifikasi desain. Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut ataupun memperbaiki sistem yang sudah ada. (Furqan, 2016).

2.2.2. Pengertian buckling

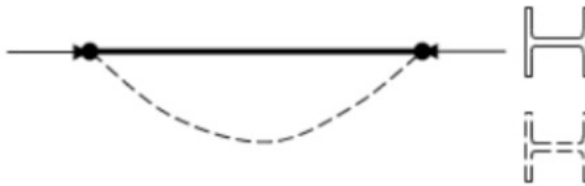
Tegangan Buckling atau Tekuk (lendutan)

Dapat kita definisikan ketidakstabilan yang mengarah ke arah modus kegagalan kolom material tertentu baik berupa plat, atau silindris akibat gaya tekan / pembebanan yang diberikan terhadap kolom tersebut. Yang mana, tegangan tekuk (*buckling stress*) tersebut di akibatkan oleh *bifurkasi* (penumpukan momen gaya ke salah satu sisi kolom material terlemah dan mengkilat) sehingga kolom tidak bisa mempertahankan bentuk aslinya seperti semula (Anastasia.2012).



Gambar 2.1 Tegangan Tekuk

(*Mechanical Design in Optical Engineering*)



Macam-macam tekuk (*buckling*) :

- Lentur tekuk

Gambar. 2.2 Tekuk Lentur
Tekuk lentur. Dapat terjadi pada semua penampang kolom.

- Tekuk Torsi (*Torsional buckling*)

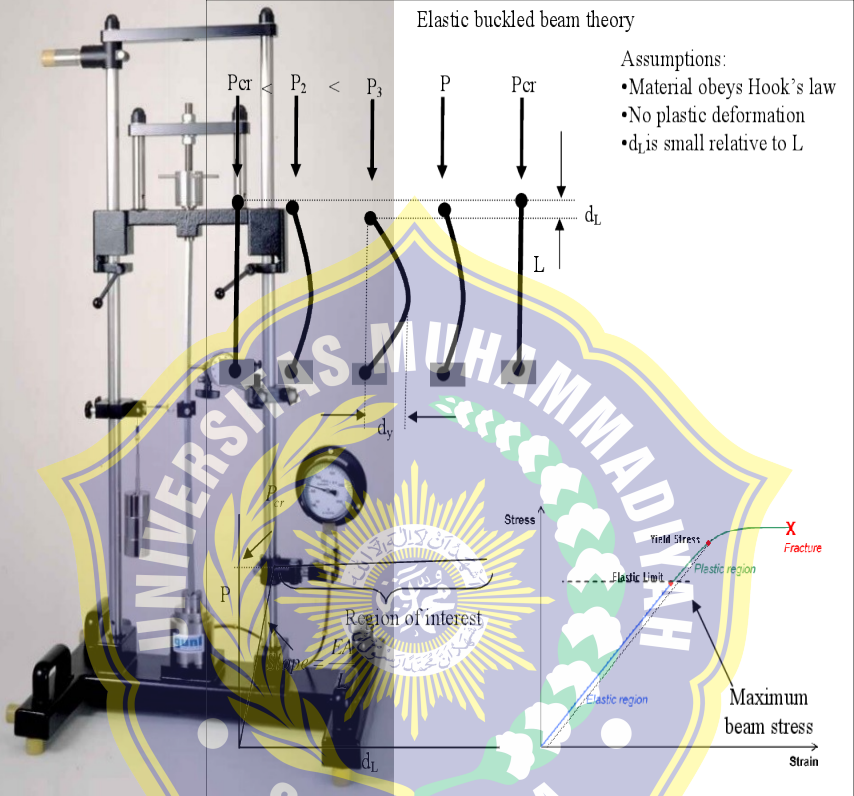
Gambar 2.3 Tekuk torsi
Tekuk torsi hanya terjadi pada elemen-elemen yang langsing dengan sumbu simetri ganda. Contoh : penampang cruciform

- Tekuk Lentur Torsi

Gambar 2.4 Tekuk lentur torsi

Tekuk lentur torsi dapat terjadi pada penampang – penampang dengan satu sumbu simetri saja seperti profil kanal, T, siku ganda dan siku tunggal sama kaki.

2.2.3. Cara Kerja Alat Uji *Buckling* (lendutan)



Gambar 2.5 Contoh Alat Uji *buckling* dan cara kerjanya
(*Buckling Behaviour of Bars. 2019*)

Suatu bahan material uji berbentuk batang / plat dengan lebar, tebal dan panjang tertentu di letakan di tengah - tengah alat uji *buckling* tepat pada tumpuan atas dan bawah, kemudian di berikan gaya oleh dongkrak *hydraulic / pneumatic* silinder secara perlahan lahan sampai terjadi tekukan maksimal dan di berhentikan gaya tekan dari dongkrak dan dikendorkan katup balik *hydraulic* secara perlahan jika benda uji / material mampu menahan gaya maka material bisa kembali bentuk semula dan jika material uji tidak mampu menahan gaya atau gaya lebih besar maka akan terjadi tekuk permanen karena bifurkasi pada salah satu titik material tersebut. Pada batang yang yang lebih panjang kemungkinan terjadi nya tekukan semakin besar, dengan kata lain apabila perbandingan antara Panjang dan luas penampang batang semakin besar maka kemungkinan tekuknya juga semakin besar.

Pada mesin uji *buckling* tumpuan tengah atas bawah biasa di bagi menjadi 3 macam jenis tumpuan berdasarkan gaya tekan aksial yang di berikan yaitu :

➤ **Tumpuan ujung engsel – Jepit**

Pada ujung kolom yang ditumpu dengan tumpuan jepit bekerja 3 buah gaya, sehingga daerah defleksi (lendutan) lebih mendekati tumpuan ujung engsel yang cuma mendapat satu gaya saja.

Rumus :

$$P = \frac{2\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \dots\dots \text{Persamaan (2.1. Leonhard Euler,}$$

1744)

$$K = 0,707$$

Dengan $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$ dan $r_{min} = \frac{\sqrt{I_{min}}}{A}$

Persamaan (2.2. Leonhard Euler, 1744)

➤ **Tumpuan Ujung Engsel – Engsel**

Pada tumpuan ujung engsel – engsel kedua ujung spesimen ditumpu/ditahan oleh engsel. Pada tumpuan ini spesimen / material sangat mudah patah. Karena tegangan kritisnya kecil. Hal ini disebabkan karena pada tumpuan ujung engsel ini, yaitu pada ujung bagian specimen kolom / pada tumpuan hanya bekerja pada gaya yang sejajar dengan sumbu batang dan gaya horizontal (datar).

Rumus :

$$P = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \dots\dots \text{Persamaan (2.3. Leonhard Euler, 1744)}$$

K = 1,0

Dengan $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$ dan $r_{min} = \frac{\sqrt{I_{min}}}{A}$

➤ **Tumpuan ujung Jepit – Jepit**

Pada tumpuan ini spesimen memiliki tegangan kritis yang besar (kemampuan terima beban yang besar) dibandingkan dengan tumpuan engsel – engsel / engsel – jepit. Karena pada kedua ujung spesimen bekerja tiga gaya yaitu gaya yang sejajar dengan sumbu batang, gaya horisontal, dan momen gaya.

$$P = \frac{4\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \dots\dots \text{Persamaan (2.4. Leonhard Euler, 1744)}$$

)

$$K = 0,50$$

Sehingga rumus umum Euler :

Beban tekuk atau beban kritis (P_{cr}) :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{\lambda^2} \dots\dots \text{Persamaan (2.5. Leonhard Euler, 1744)}$$

Tegangan kritis :

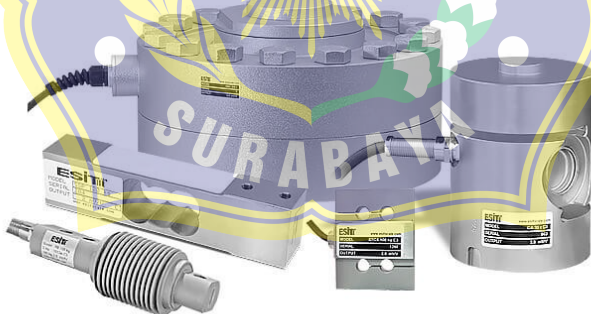
$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \dots\dots \text{Persamaan (2.6. Leonhard Euler, 1744)}$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

2.2.4 Timbangan *digital* berbasis elektronik

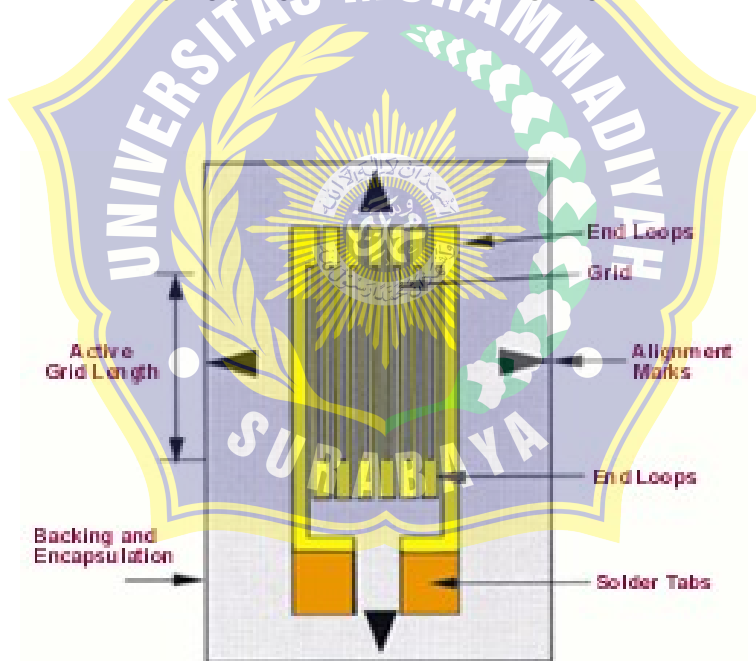
Timbangan digital merupakan peralatan elektronik yang di untuk menimbang suatu benda tertentu. Timbangan digital banyak di produksi industry, dalam bermacam -macam ukuran dan warna serta berasal dari bermacam - macam bahan. Timbangan digital tidak sama dengan timbangan manual/analog karena timbangan ini bekerja berdasarkan prinsip teknologi sel beban (*loadcell*) dimana sel beban elektronik mengukur bobot/berat benda pada keadaan tertentu. Sesudah beban ditimbang, beban dirubah ke sinyal digital atau elektronik dan kemudian dirubah ke bentuk angka digital. Timbangan tersebut tersedia dalam model/tipe, merek/brand, ukuran, dan model yang berbeda, dan biasanya di lengkapi baterai sebagai *power suplay* dan bobot kalibrasi sebagai peyetel, bantalan timbangan (timbel), serta wadah benda timbang. Setiap tipe timbangan digital bermacam-macam dalam harga dan kualitas.

2.2.5 Sensor Perubah Tekanan ke signal listrik (*Load cell*)



Gambar 2.6 *sensor loadcell* (Esit Turki 2019)

Loadcell merupakan suatu sensor (transducer) yang digunakan untuk menghasilkan sinyal listrik yang besarnya berbanding lurus dengan gaya yang diberikan atau yang diukur. Sensor *loadcell* banyak digunakan pada timbangan elektronik (digital), yang mana sensor *loadcell* menggunakan prinsip kerja tekanan yang memanfaatkan *sensor strain gauge* didalamnya. Sensor *loadcell* atau sel beban adalah sensor yang terdiri dari satu *strain gauge* atau lebih, yang ditempelkan/direkatkan pada batang berbahan logam yang berbentuk cincin /lubang. Jumlah *strain gauge* dalam sebuah *loadcell* bisa disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan. *Strain gauge* yang ada pada *loadcell* terbuat dari bahan *foil grid*. *Foil grid* merupakan logam kawat tipis berukuran panjang yang disusun secara zig-zag.



Gambar 2.7 Bentuk fisik elemen *strain gauge*

a) **Strain gage** memiliki dua tipe dasar yaitu :

1. Strain gauge tipe terikat (*bonded*)

Strain gauge tipe terikat (*Bonded strain gauge*) seluruh bagiannya terpasang pada elemen gaya/tekanan (*force member*) dengan menggunakan semacam bahan perekat khusus. Selama elemen gaya tersebut menghasilkan regangan, *strain gage* juga dapat menyesuaikan sesuai panjang regangan tersebut.

2. Strain gauge tipe tidak terikat (*unbonded strain gauge*).

Strain gauge tipe tidak terikat (*Unbonded strain gauge*) memiliki salah satu sudut akhir yang direkatkan pada elemen gaya (F) dan sudut akhir satunya lagi direkatkan pada penampung gaya-gaya (*force collector*). Kedua persyaratan tersebut dipakai untuk menguji kelayakan system sensor *strain gage* untuk aplikasi tertentu dimanapun, dengan nilai konstanta kalibrasi strain gage harus selalu stabil, yang dapat di artikan tidak bisa berubah terhadap waktu (pengunaan), *temperature* (*panas,dingin*) dan faktor lingkungan lain.

b) **Jenis – jenis Load Cell :**

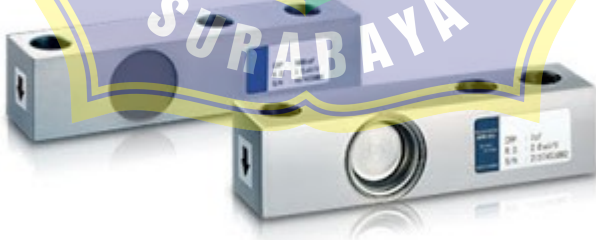
1. *jenis Loadcell tipe Single Point*



Gambar 2.8 Jenis *loadcell tipe single point* (Anakristi.2017)

Loadcell tipe ini banyak digunakan di timbangan *skala meja*. Loadcell jenis ini di gunakan pada bagian tengah *platform* timbangan seperti pada gambar 2.5 diatas.

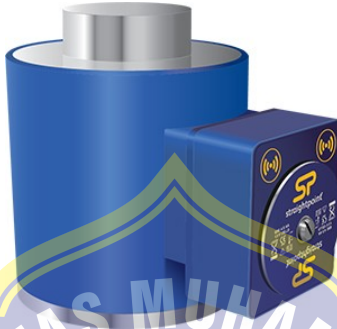
2. jenis *Loadcell tipe Shear Beam*



Gambar 2.9 Jenis *loadcell tipe shear beam* (Anakristi.2017)

Load cell ini dipakai untuk *floor scale*.

3. Jenis *Loadcell* tipe *Compress*



Gambar 2.10 *loadcell* jenis *compress* (Anakristi.2017)

Cara penggunaan *Loadcell* jenis ini adalah dengan menekan bagian atas dari *loadcell*. Biasanya *load cell* jenis ini di pakai Untuk penimbangan mobil truk atau kendaraan niaga berat muat barang.

4. Jenis *Loadcell* Tipe S



Gambar 2.11 *Loadcell* jenis tipe "S" (Anakristi.2017)

Dinamakan *Load cell* S karena bentuknya menyerupai huruf "S" dengan kedua lubang atas dan bawah. cara kerja dari *Loadcell* ini di tekan dan juga bisa ditarik sisi atas dan bawahnya. Sisi atas di ikat dengan baut pengikat gantungan sedangkan bagian bawahnya di ikat dengan baut pengait barang / cekam yang akan digunakan untuk penimbang,atau barang di letakan di atas lengan sensor tersebut.

5. Jenis *LoadCell* tipe *Double Ended*



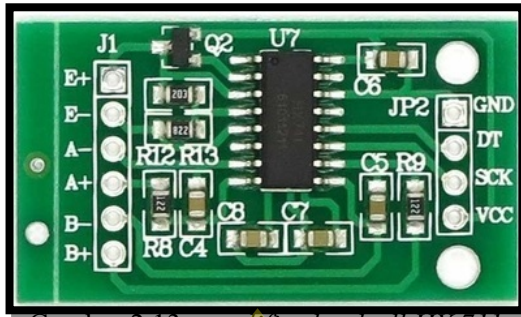
Gambar 2.12 jenis *loadcell double ended* (Anakristi.2017)

Loadcell tipe ini dapat bekerja dengan cara menekan sisi tengah sensor *loadcell* dengan di tekan ditengah maka akan menggerakkan *strain gauge* yang ada di dalamnya dan menghasilkan signal listrik untuk *hx 711*. *Loadcell* tipe ini dipakai untuk penimbangan mobil truck juga di dishub dll.

c) Prinsip Kerja *sensor Loadcell secara sederhana*

Cara kerja *loadcell* mirip dengan *sensor* tekanan yaitu untuk mengukur tekanan suatu zat. beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen-elemen logam pada *loadcell* yang mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya/tekanan yang ditimbulkan oleh regangan ini (positif dan negatif) di conversikan kedalam sinyal listrik oleh *strain gauge*.

2.2.6 Amplifier modul HX711



Gambar 2.13. *amplifier loadcell HX 711*
(*Hx711.library Arduino*.2019)

Modul penguat signal (Amplifier) HX711 merupakan sebuah komponen terintegrasi presisi 24-bit *analog to digital (ADC)* yang didesain untuk sensor timbangan digital dalam industri kontrol aplikasi yang terkoneksi ke sensor tekan *loadcell*.

Prinsip kerja dari *HX711* adalah mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.

Spesifikasi modul HX711 :

Tegangan input diferensial : $\pm 40\text{mV}$ (Tegangan input diferensial skala penuh adalah $\pm 40\text{mV}$).

Akurasi data : 24 bit (chip konverter A / D 24 bit.)

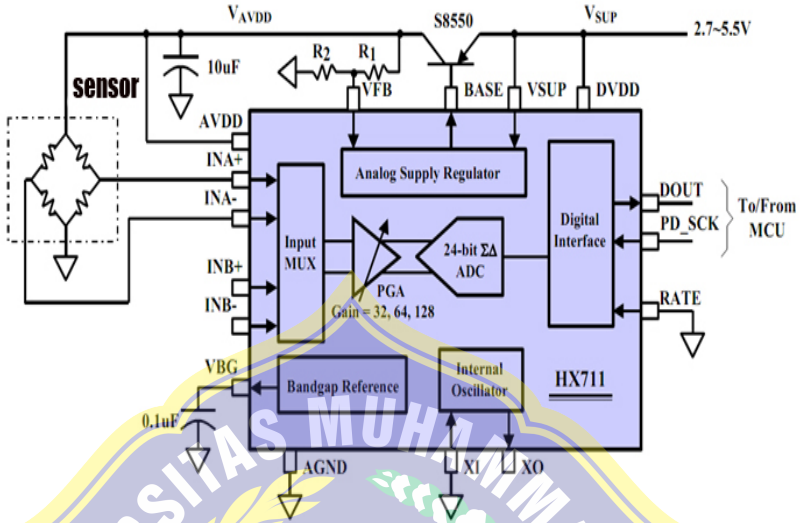
Segarkan frekuensi : 10/80 Hz.

Tegangan Pengoperasian : 2.7V hingga 5VDC

Operasi saat ini : <10 mA

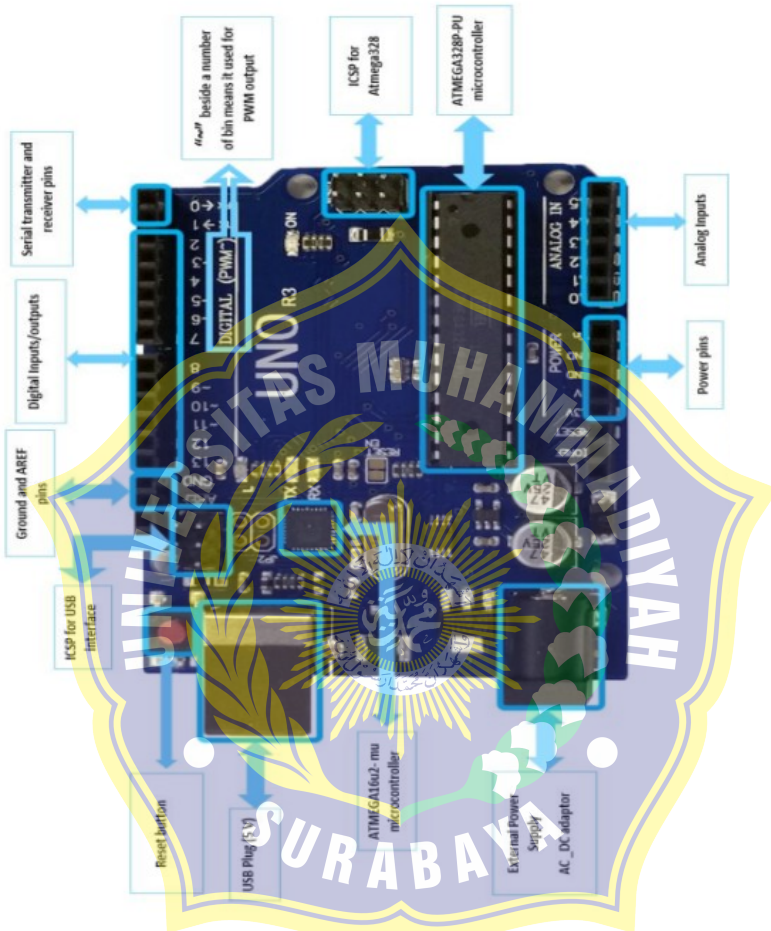
Ukuran : 24x16mm

Wiring diagram :



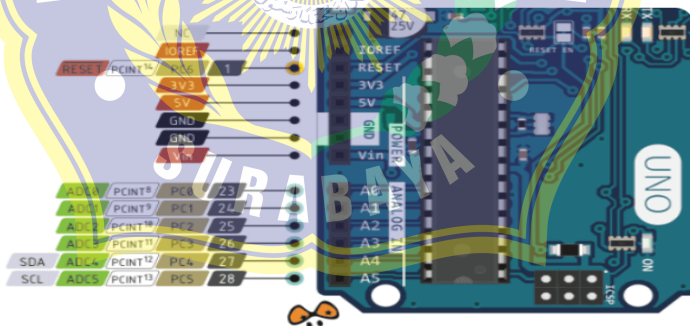
Gambar 2.14 Skema Pengkabelan (*Wiring diagram*)
 Modul amplifier HX711.

2.2.7 Arduino uno R 3



Gambar 2.15. Gambar modul *Arduino Uno R 3*

Arduino bisa dikatakan sebagai sebuah mikroprosesor / mikrokontroler dari *physical* computing yang bersifat open source program (program sumber terbuka). Perlu kita pahami bahwa kata "*mikroprosesor / mikrokontroler*" disini adalah sebuah pilihan kata yang boleh di katakan tepat. Karena *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang sangat canggih. driver *IDE* adalah sebuah *software* yang sangat berperan penting untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori *microcontroller* *Arduino* sehingga *Arduino* bisa menjalankan kerja sesuai program yang kita kendaki. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan untuk industry oleh akademisi dan para profesional dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino*, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor-sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan *Arduino*.
 Bagian dan fungsi part *Arduino* :



Gambar 2.16 Pin AnalogRead Arduino Uno
 (www.mikroavr.com)

Fungsi *analogRead* pada *Arduino board* (*papan arduino*) tidak akan pernah terlepas dengan yang namanya ADC atau *Analog to Digital Converter*. Sebuah data analog yang

akan di konversi menjadi data Digital oleh processor Arduino uno.

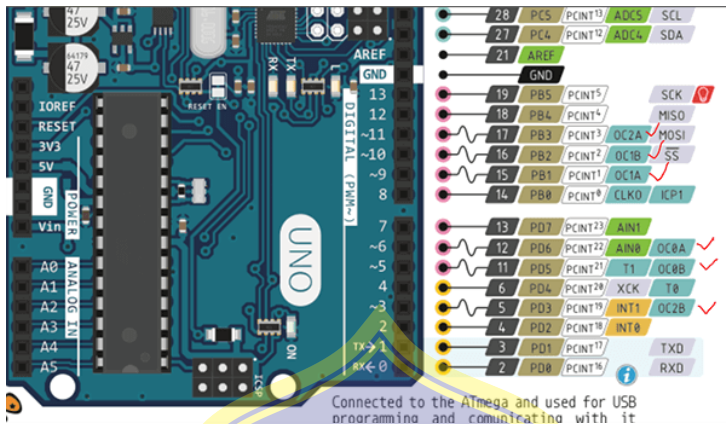
analog itu adalah sebuah tegangan variable variable yang bersifat continue, tegangan berubah ubah. Kalo ingat di pelajaran kuliah dulu ada istilah Sistem Kendali Kontinue, ada Pelajaran Sistem Kendali Diskrit (*Digital*). Kembali Ke Analog dulu. Tegangan *Analog variable* ini bisa saja di hasilkan oleh suatu komponen elektronik seperti Resistor variable atau sebuah sensor. Tegangan output dari sebuah sensor ini berbentuk variable, berubah ubah, jika kita gunakan menggunakan Multimeter, maka tegangan *Analog* ini akan terukur mulai dari 0 volt pada kondisi tertentu sampai berubah ke tegangan yang lain.

Berbeda dengan Digital, Sebuah data Tegangan yang hanya memiliki dua karakter saja, Jika tidak 0 atau 1, jika kita rubah dalam bentuk Tegangan, maka jika tidak 0 volt maka 5 volt atau pada level tegangan lain, jika tidak 0 volt maka 3.3volt.

Cara kerja ADC (analog to digital converter)

Sinyal analog yang di inputkan ke sebuah ADC, adalah sinyal-sinyal analog dari sensor dan akan di sampling, di potong potong, diubah dalam waktu tertentu, kemudian di rubahnya menjadi sinyal digital (diskrit).

Sebenarnya semakin tinggi resolusi dari sebuah ADC maka sampling nya juga semakin cepat, range data yang di dapat kan juga semakin Lebar, sebagai Contoh, sinyal ADC 4 Bit, maka akan di ubah menjadi 16 kemungkinan, jika 8 bit maka akan dirubah sampling 255, jika 10 bit maka akan dirubah menjadi 1023. Jadi makin tinggi sebuah resolusi dari sebuah ADC maka makin banyak kemungkinan, makin bisa kita dapatkan data nya, atau dengan kata lain makin presisi (akurat).



Gambar 2.17 PIN DigitalRead Arduino Uno (www.mikroavr.com)

2.2.8 Arduino IDE

Pengertian *Arduino Software (IDE)*

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler *Arduino* telah ditanamkansuatu program bernama *Bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler *Arduino*.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah/gampang.

2.2.9 Sensor Jarak ultrasonik

Sensor yang bekerja berdasarkan gelombang ultrasonik yang di pantulkan oleh benda di depannya (Ajang Rahmat.2016).

$$\left(v = \frac{s}{t} \right) \dots \dots \dots \text{persamaan 2.7 (fisika dasar 1)}$$

Gelombang ultrasonic = 340

$$\frac{1}{340} = 0,00294 \text{ detik}$$

2.2.10 RTC

Real Time Clock / RTC adalah sebuah papan modul/ kit yang eletronik berfungsi untuk menjalankan fungsi waktu dan kalender secara *realtime* berbasis DS1307 dengan menggunakan backup supply berupa *battery*.

Boarg *RTC* ini dibuat dengan menggunakan *PCB* berbahan fiber dan juga menggunakan lapisan mask solder untuk menjaga agar *PCB* tidak korosi. Selain itu Modul ini sebagian besar menggunakan komponen *SMD*, sehingga modul terlihat minimalis dan menarik (Florus.2017).

2.2.11 Modul SD

Dengan modul SD *card reader and writer* ini memungkinkan *microcontroller* untuk membaca dan menuliskan data ke memori SD card layaknya sebuah *hp android saat ini*.

Cara pemasangan pada *Arduino Uno R3*:

- > *Pin GND GND*
- > *Pin 5V VCC*
- > *Pin 10 CS (SS = Slave Select)*
- > *Pin 11 DI (MOSI = Master Out Slave In)*
- > *Pin 12 DO (MISO = Master In Slave Out)*
- > *Pin 13 CLK (SCK = System Clock)*

2.2.12 Parallax Data Acquisition tool (plx-daq)

Adalah suatu aplikasi *software* untuk pengambilan contoh data yang mengukur fenomena fisik atau elektrik oleh sensor-sensor yang terpasang di mikrokontroler *arduino* atau mikroprosesor mikrokontroler, kemudian mengubahnya ke dalam signal nilai digital yang dapat di simulasikan dengan komputer atau laptop secara langsung di *Microsoft excel plx-daq* melalui kabel *USB*.

Komponen plx-daq meliputi :

- Sensor atau transducers, yang merubah parameter fisik ke sinyal elektrik.
- Perangkat keras dari DAQ
- Komputer dengan perangkat lunak / aplikasi program plx-daq.

Perangkat keras dari plx-daq meliputi :

- 1) *Signal conditioning circuitry* (perubah kondisi sinyal dari sensor sebelum di inputkan ke mikroprosesor mikrokontroler).
- 2) *Analog to digital converter* (perubah sinyal analog ke digital).
- 3) *Computer bus* (pemghubung *plx-daq* ke komputer).

Sistem ini berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang di pilih, pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang siap untuk diproses lebih lanjut (Arduino library.2019).

2.3. Hipotesis

Alat uji buckling *portable* berbasis *Arduino* ini sangat di pengaruhi oleh :

- Rangkaian jalur perkabelan yang benar, jika rangkaian kabel salah satu salah maka system tidak akan bekerja dengan sempurna.
- Pemrograman koding adalah penentu berhasilnya tidaknya program kontroler berbasis *Arduino uno*.
- Kesensitifan **sensor** utama *loadcell* dan *jarak factor* utama ke akuratan data *inputan*, karena inputan *loadcell* merupakan signal utama yang akan di konversi sebagai signal *input* ke *Arduino uno* dan di muculkan ke *LCD* labtop di program aplikasi *PLX-DAQ* melalui *usb ASP*.
- Kinerja prosesor labtop.

