RANCANG BANGUN ALAT UJI BUCKLING PORTABLE BERBASIS ARDUINO UNO

Hadi Kusnanto[1], Pardono[2]
[1,2] Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya
Alamat kampus Penulis pertama dan kedua, kota kode pos
Jl. Sutorejo no. 59 Surabaya 60113
e-mail: hadikusnanto@ft.um-surabaya.ac.id

***Abstrak* — Alat Uji Buckling Portable (AUBP) berbasis arduino uno adalah alat yang dirancang secara murah, modern, praktis, berbasis mikrokontroler Arduino uno R3, dapat memberi data pengujian secara lagsung dengan Plx-daq di Excel yang dilengkapi realtime clock sesuai waktu di laptop/komputer, yang dapat difungsikan untuk pembelajaran fenomena buckling di Laboratorium. Data berupa bacaan sensor loadcell dalam kg, dan sensor jarak ultrasonik dalam satuan cm, Realtime Clock : hari, tanggal, tahun, bulan, dan waktu proses (delay) data permillis (millidetik), dengan tampilan di excel berupa grafik fenomena tegangan buckling secara nyata sesuai perilaku pembebanan material uji. Kapasitas beban uji pada alat ini sebesar 1 ton.**
Kata kunci: ***AUBP, Arduino uno, Sensor, Plx-daq***

***Abstract* — Arduino uno-based Portable Buckling Test Tool (AUBP) is an inexpensive, modern, practical, Arduino uno R3-based microcontroller tool that can provide test data directly with Plx-daq in Excel which is equipped with realtime clock according to time on the laptop / computer, which can be used for learning the phenomenon of buckling in the laboratory. Data in the form of loadcell sensor readings in kg, and ultrasonic proximity sensors in cm units, Realtime Clock: day, date, year, month, and processing time (delay) permillis data (milliseconds), with a display in excel in the form of graphs of buckling voltage phenomena in real terms according to the loading behavior of the test material. Test load capacity on this tool is 1 ton.**

Keywords: ***AUBP, Arduino uno, Sensor, Plx-daq***

I. PENDAHULUAN

Buckling stress (Tegangan Tekuk) adalah ketidakstabilan yang mengarah ke modus kegagalan suatu material. Tegangan tekuk disebabkan oleh *bifurkasi* (momen yang mengkristal di titik sumbu terlemah) dalam solusi untuk persamaan keseimbangan statis. Tegangan tekuk bisa disebut juga sebagai suatu proses dimana suatu struktur tidak mampu mempertahankan bentuk aslinya (Anastas Chellisa. 2012).

Fenomena tekuk atau *buckling* dapat terjadi pada sebuah kolom, dan dapat diuji dengan alat uji *buckling.* Rancang bangun alat uji *buckling* berbasis *Arduino Uno* dengan *Sesor loadcell Tipe "S"* dengan kapasitas 1 ton, diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi mahasiswa Teknik Mesin UMSurabaya untuk mempelajari fenomena *buckling* suatu material.

Penggunaan *Engine Menagement System - Eletronic Control UNIT (EMS – ECU)* sudah tidak asing lagi di dunia *system control eletronik*, baik di industri permesinan, di rumahan dan otomotif khususnya. Pada *system control eletronik* ini memanfaatkan *prosessor computer*, maupun *micro controller* berupa *micro prossesor* yang berupa *ECU/ECM, Arduino, atmega dll* (Nurhadi.2018). Dalam *system control* elektronik ini masukan *(input)* utama *ECU* adalah dari *sensor – sensor* lingkungan sekitar baik berupa *sensor* tekan, *sensor* temperatur, *sensor* jarak, *sensor* oksigen dan lain-lain, yang berupa signal listrik yang diperkuat oleh *amplifier* sebelum dimasukan ke *ECU* dan diproses oleh *ECU* untuk menjadi signal luaran *(output),* berupa signal listrik untuk menjalankan *actuator* untuk menghasilkan kerja tertentu secara berkesinambungan secara otomatis.

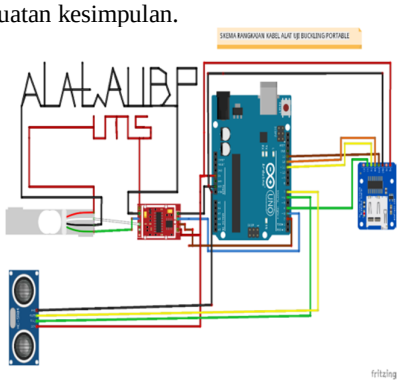
II. STUDI PUSTAKA

Beberapa penelitan rancang bangun alat sejenis yang sudah dilakukan adalah : (Alhamidi dan Rini Asmara. 2017.) merancang *"Timbangan Badan Output Suara Berbasis Arduino uno R3".* Dengan hasil berupa alat timbangan digital dengan *output* suara buzzer pada mini *Lcd Arduino. (*Sayeda Suraya Akter dan Anannya Ekram*. 2016.)* dengan penelitian yang berjudul *"Microcontroller Based Continuous Weight Measurement & Automatic Data Log System for a Vehicle". East West University. USA. Dengan hasil penelitian berupa Alat ukur Berat Berlanjut Berbasis Mikrokontroler & Sistem Log Data Micro SD Otomatis untuk Kendaraan yang ditampilkan di lcd mini Arduino, alat berupa timbangan digital dengan data*

pengunci memori mikro SD. (Florus Herman Somari. 2017.) mengerjakan Tugas Akhir yang berjudul "*Data Logger System For Eletronik Appliance Base on Android*". Dengan hasil penelitian berupa : *data logger sensor* arus dan *volt* dengan *modul SD* dan *RTC, data logger* disimpan *di* Mikro SD yang dapat dibuka *di Microsoft Excel* secara manual.

III. METODE

Proses rancang bangun alat uji *buckling portable* (AUBP) ini diawali dengan proses identifikasi dan permasalahan terkait, study literatur, pengumpulan data, pembuatan konsep rancangan, penggambaran model konsep, penetuan bahan, pengukuran bahan, pembelian bahan, pembuatan wiring, proses pembuatan, proses perakitan Arduino uno dan sensor *loadcell* serta kelengkapan lain, pengujian alat, analisa kesesuaian alat, dan pembuatan kesimpulan.

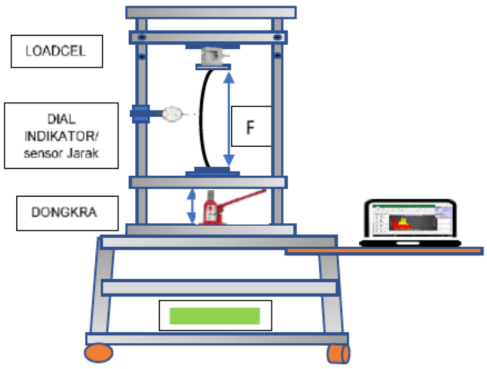


Gambar 1. *Wiring Board Fritzing* AUBP.
Sumber: Pribadi (2019)

Tahapan Perancangan

A. *Perancangan hardware.*

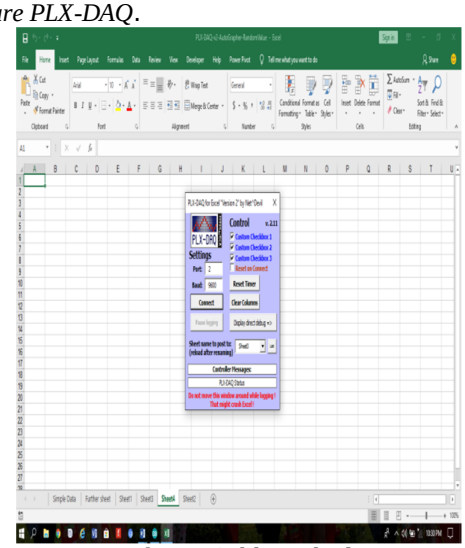
Adapun perancangan perangkat keras terdiri dari penggunaan sensor *loadcell* sebagai sensor tekan dengan modul HX711 sebagai penguat sinyal output yang dihubungkan dengan *Arduino Uno yang* ditambah dengan sensor jarak *ultrasonic*. Data berupa tekanan ditampilkan pada serial monitor Laptop. Proses lainnya adalah pembuatan dudukan sensor serta pencekam benda kerja atau specimen material uji pada rangka AUBP. Skema perancangan *hardware* AUBP *Arduino uno R 3 sebagai berikut.*



Gambar 2. Skema perancangan *hardware* AUBP
Sumber: Pribadi (2019)

B. *Perancangan Software dan Program*

Perancangan *software* program AUBP ini, dimulai menginstall *driver software IDE (Integrated Developtment Enviroenment)* atau yang lebih familier dengan Program *sketch* Bahasa C++ *Arduino*. Bahasa c++ merupakan Bahasa yang banyak digunakan dalam pemrograman lingkungan *micro controller* komputer yang terintegrasi. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino melalakukan pemrograman untuk semua fungsi-fungsi pengendalian yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Sebelum dijual ke pasaran, *IC* mikrokontroler *Arduino* telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler Arduino* dengan mikrokontroler. 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. *Arduino IDE* ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi *Arduino IDE* khusus untuk pemrograman dengan *Arduino (*Jimmi Sitepu.2018). Setelah *software IDE* terinstall pemerograman difokuskan pada sensor utama yaitu *sensor loadcell + amplifier hx 711* ke dalam satuan kilogram. Dilanjutkan pemrograman *plx-daq* sebagai data *logger* otomatis dengan menginstall *software PLX-DAQ*.



Gambar 3. *Aplikasi plx-daq*
Sumber: Pribadi (2019)

Gambar 4. Sensor jarak *ultrasonic HC-SR04*

C. Pengujian Sensor Program AUBP

Pengujian program AUBP bertujuan untuk mengetahui apakah program berjalan dengan sesuai keinginan atau tidak, menguji sensitifitas bacaan sensor *loadcell* dan sensor jarak *ultrasonic*, serta simulasi *plx-daq* di komputer/laptop.

D. Pengujian Alat AUBP berbasis mikrokontoler Arduino R3.

Pengujian alat AUBP berbasis mikrokontroler dengan mencoba specimen material berbentuk plat strip yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan AUBP, mensimulasikan keberhasilan program dan menganalisa kekurangan program AUBP berbasis *Arduino uno.*

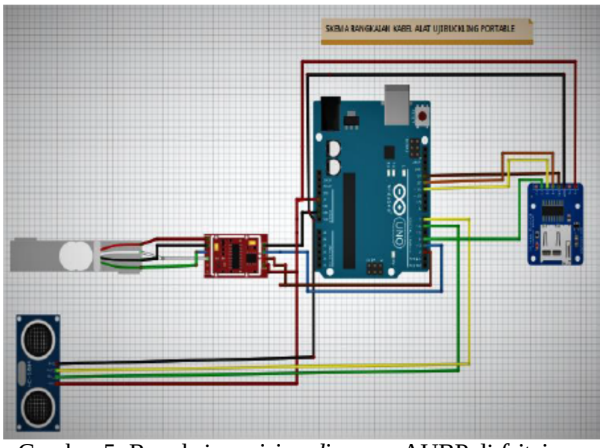
E. Kesimpulan hasil rancang bangun AUBP berbasis mikrokontroler.

Proses ini berfungsi untuk menyimpulkan hal-hal penting terkait hasil rancangan AUBP, dari segala aspek baik *wiring* AUBP, program, kelebihan dan kekurangan AUBP.

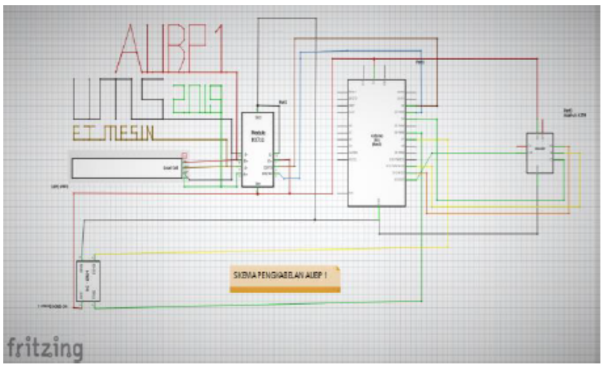
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Wiring diagram* AUBP berbasis mikrokontroler *Arduino uno R3.*

Pembuatan *Wiring* diagram dilakukan pertama kali karena merupakan proses penting dalam rancang bangun AUBP ini, dengan memahami *wiring* diagram perancangan akan mudah untuk merakit/menghubungkan kabel – kabel sensor ke mikrokontroler *Arduino uno R3* secara benar tanpa melakukan kesalahan besar yang dapat mengakibatkan kerusakan komponen, karena *wiring* diagram ini dibuat melalui aplikasi *fritzing* yang bisa diprogram seperti *driver IDE Arduino* dan disimulasikan. Berikut ini hasil dari sket *wiring diagram* AUBP di *fritzing* :



Gambar 5. Rangkaian *wiring diagram* AUBP di *fritzing.* Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 6. Skematik *wiring diagram* AUBP berbassis *Arduino R3.* Sumber Pribadi (2019)

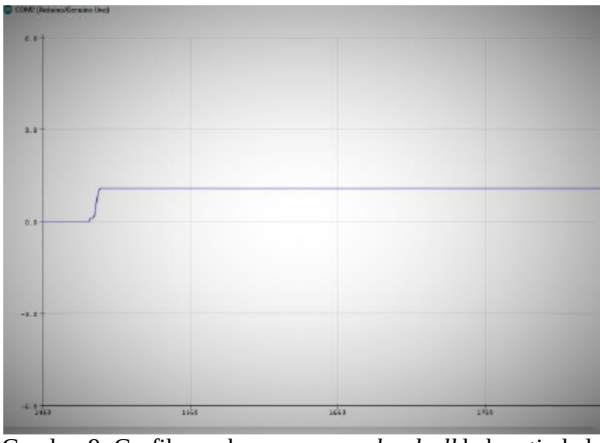
2. Hasil Pemrograman Sensor *Loadcell* dan Sensor Jarak (*Arduino library*. 2019)

```
#include "HX711.h" //memasukan library HX711

#define DOUT  3 //mendefinisikan pin arduino yang terhubung dengan pin DT module HX711
#define CLK  2 //mendefinisikan pin arduino yang terhubung dengan pin SCK module HX711

HX711 scale(DOUT, CLK);

float calibration_factor = 4850; //nilai kalibrasi ( sesuaikan dari hasil floating calibrasi)

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Memulai program kalibrasi pada sensor AUBP");
  Serial.println("Pastikan tidak ada beban diatas sensor LOADCELL AUBP");
  delay(1000);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); // auto zero / mengenolkan pembacaan berat

  long zero_factor = scale.read_average(); //membaca nilai output sensor saat tidak ada beban
  Serial.print("Zero factor: ");
  Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

  scale.set_scale(calibration_factor); //sesuaikan hasil pembacaan dengan nilai kalibrasi

  Serial.print("GAYA TEKAN(F)PADA LOADCELL: ");
  Serial.print(scale.get_units(), 1);
  Serial.println(" kg");
```

Gambar 7. Skecth Bahasa pemrograman *Sensor loadcell* dalam kg. Sumber: Pribadi (2019)

```
07:50:18.535 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:18.629 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:18.723 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:18.816 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:18.910 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.004 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.098 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.191 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.285 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.379 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.473 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.566 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.660 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.754 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
07:50:19.848 ->  TEKANAN/BEBAN YANG DI TERIMA SENSOR LOADCELL: 1.0 kg
Autoscroll  Show timestamp
```

Gambar 8. hasil bacaan *loadcell* dengan pemberat timbel 1 kg. Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 9. Grafik pembacaan *sensor loadcell* beban timbel 1 kg. Sumber: Pribadi (2019)

3. Hasil Pemrograman Sensor jarak *ultrasonic HC-SR04 (*Ajang Rahmat.2016)

```
int trig= 6;            // membuat varibel trig yang di set ke-pin 3
int echo= 7;            // membuat variabel echo yang di set ke-pin 2
long durasi, jarak;     // membuat variabel durasi dan jarak


void setup() {
pinMode(trig, OUTPUT);    // set pin trig menjadi OUTPUT
pinMode(echo, INPUT);     // set pin echo menjadi INPUT
Serial.begin(9600);       // digunakan untuk komunikasi Serial dengan komputer
}

void loop() {

// program dibawah ini agar trigger memancarakan suara ultrasonic
digitalWrite(trig, LOW);
delayMicroseconds(8);
digitalWrite(trig, HIGH);
delayMicroseconds(8);
digitalWrite(trig, LOW);
delayMicroseconds(8);

durasi= pulseIn(echo, HIGH);  // menerima suara ultrasonic
jarak= (durasi/2) / 29.1;     // mengubah durasi menjadi jarak (cm)
Serial.println(jarak);        // menampilkan jarak pada Serial Monitor

 delay(500);
}
```

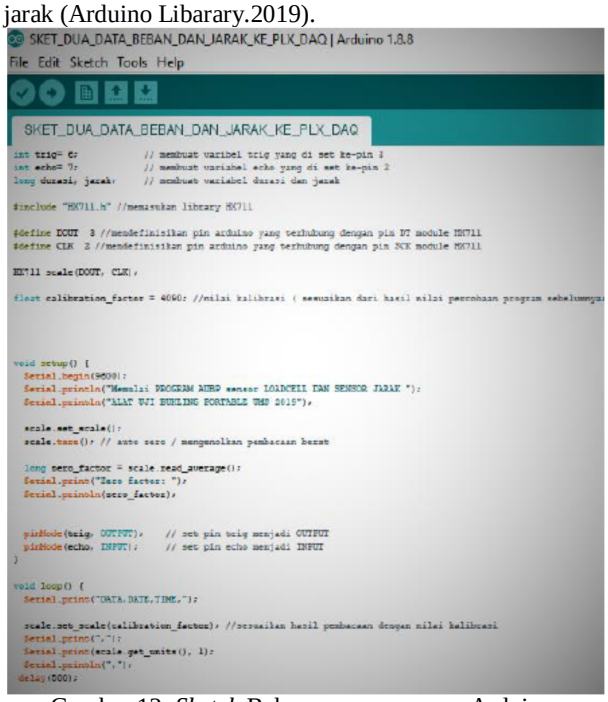
Gambar 10. *Sketch* program sensor jarak satuan cm. Sumber: Pribadi (2019)

Gambar 11. hasil bacaan *upload sketch* program sensor jarak *ultrasonic HC-SR 04*

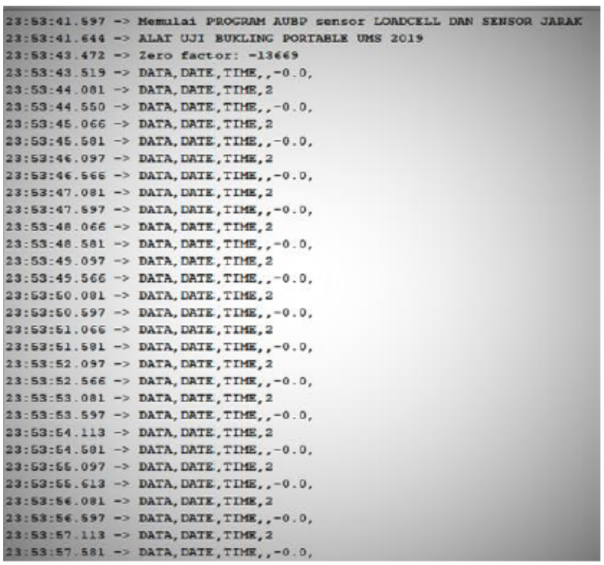
Sumber: Pribadi (2019)

4. Hasil Pemrograman Data Logger *Parallax*

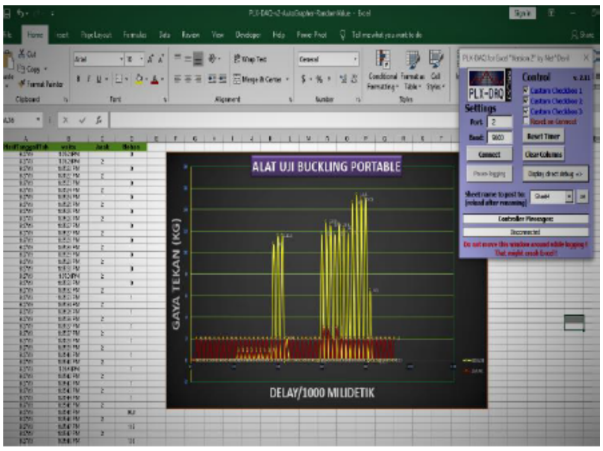
Data Akuisisi (*PLX-DAQ*) *sensor loadcell* dan sensor jarak (Arduino Libarary.2019).



Gambar 12. *Sketch* Bahasa pemrograman Arduino Data Logger *Parallax* Data Akuisisi dengan *sensor loadcell* dan sensor jarak.
Sumber: Pribadi (2019)

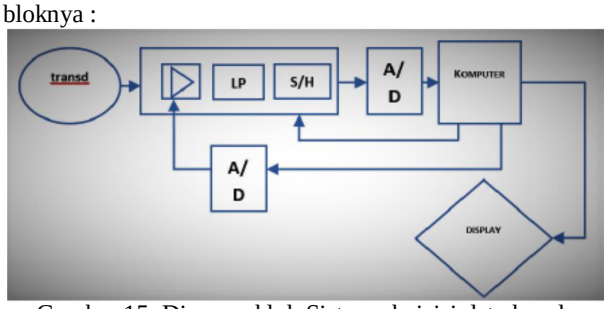


Gambar 13. Hasil *Upload* Bahasa pemrograman di serial *monitor fritzing* dan *Arduino IDE*.
Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 14. Hasil uji coba pemrograman *plx-daq auto graper excel.*
Sumber: Pribadi (2019)

Cara kerja *plx-daq* adalah mengkonversi besaran fisis sumber data ke bentuk sinyal digital dan diolah oleh komputer, untuk dikumpulkan dan disiapkan menjadi data yang dikehendaki di Microsoft excel. Berikut diagram bloknya :

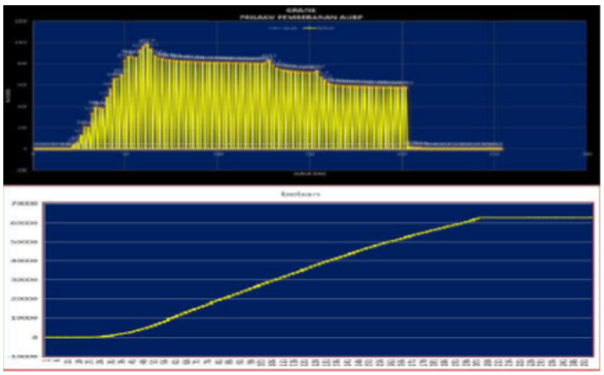


Gambar 15. Diagram blok Sistem akuisisi data kanal tunggal. Sumber: Pribadi (2019)

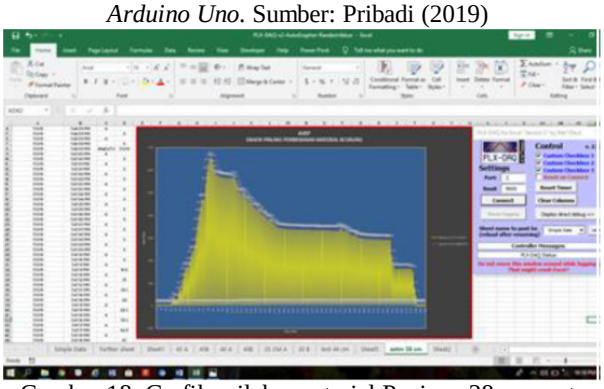
Fungsi masing-masing blok dalam sistem adalah sebagai berikut: Tranduser: berfungsi untuk merubah besaran fisis yang diukur kedalam bentuk sinyal listrik. Amp: berfungsi untuk memperbesar amplitudo dari sinyal yang dihasilkan transduser. LPF (*low-pass filter*) : berfungsi untuk membatasi lebar band frekuensi sinyal listrik dari data yang diukur. S/H (*sample/hold*) : berfungsi untuk menjaga amplitudo sinyal analog tetap konstan selama waktu konversi analog ke digital. A/D : berfungsi untuk merubah besaran analog kedalam bentuk representasi numerik. D/A : berfungsi untuk merubah besaran numerik kedalam sinyal analog. Komputer : berfungsi untuk mengolah data dan mengontrol proses sesuai ke inginan (*Jimmi Sitepu.2018, Arduino Library.2019*).

5. Pengujian, Pengunaan AUBP berbasis mikrokontroler *Arduino* dan grafik prilaku material uji (specimen).

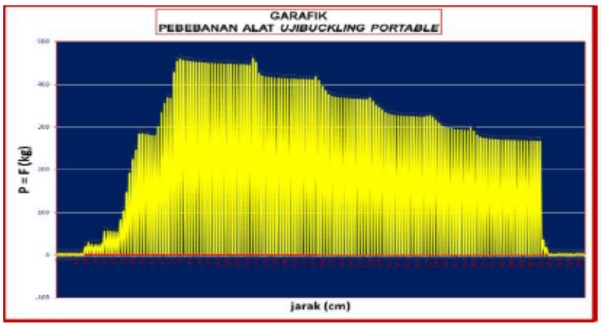
Gambar 16. Pengujian AUBP Dengan *specimen* plat strip ASTM 304 Panjang 30 cm, 38 cm, 44 cm lebar 20 x 4 mm.
Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 17. Grafik prilaku pembebanan material ASTM 304, Panjang 30 cm dalam uji coba AUBP berbasis *Arduino Uno*. Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 18. Grafik prilaku material Panjang 38 cm saat bukling. Sumber: Pribadi (2019)



Gambar 19. Grafik prilaku pembebanan material ASTM 304 Panjang 44 cm dalam uji coba AUBP berbasis *Arduino uno*. Sumber: Pribadi (2019)

Gambar 20. Grafik Hubungan Panjang & Beban kritis Hasil bacaan AUBP berbasis *Arduino Uno*. Sumber: Pribadi (2019)

Gambar 21. Alat jadi AUBP Berbasis Arduino Uno. Sumber: Pribadi (2019)

V. KESIMPULAN

Alat *Uji Buckling Portable* berbasis *mikrokontroler Arduino uno R* 3 ini setelah melakukan serangkaian perkerjaan, pengujian, dan pengamatan AUBP *(alat uji buckling portable)* berbasis *arduino uno* adalah alat untuk pengujian *buckling* yang murah, praktis, efisien, modern dan gampang dipahami mahasiswa untuk dasar pembelajaran fenomena *buckling* material. System pengendali utama adalah Arduino uno dengan program utama adalah *Sensor loadcell* dalam satuan kg untuk nilai kritis material (*Pcr)*, Sensor jarak dalam satauan cm untuk mengetahui besar deformasi material dalam bentuk tekukan. Program koneksi data *logger plx-daq ke excel*. Dengan memanfaatkan bacaan *loadcell sensor hx711*, Sensor jarak ultrasonic HC-SR04, Aplikasi *plx-daq v.11* sebagai data logger otomatis ke *Excel*. Grafik hasil uji AUBP menampilkan grafik perilaku material secara *real time*, data berupa nilai kritis material (*Pcr)* dalam satuan kg dengan kapasitas pembebanan sebesar 1000 kg, data fenomena deformasi berupa perubahan nilai jarak dalam cm, dan data penunjang lainnya berupa data hari, tanggal, tahun, waktu, keakuratan pengukuran secara langsung.

Fungsi utama AUBP berbasis *Arduino uno* ini adalah : Dapat mengetahui data nilai *Pcr* (pembebanan kritis), perilaku *buckling* material uji secara langsung. Data tersebut digunakan untuk mengetahui batas aman material ketika diberi pembebanan. Sehingga pengguna material dapat menentukan beban maksimal yang harus diberikan kepada komponen tersebut tanpa mengakibatkan kerusakan material.

REFERENSI

[1] Anastasia Chellisa. (2012). “Buckling Stress (Tegangan Tekuk) “. Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.

[2] Arduino library. *(2019)*. “Sketch Floating Calibration hx 711.”*www.arduino libarary.com.*

[3] Arduino library. *(2019)*. “Coding Plx-Daq.” *www.arduino libarary.com.*

[4] Ajang Rahmat . (2016).“Cara Mudah Program Sensor Ultrasonic Dengan Arduino”.

[5] Jimmi Sitepu. (2018). “Fungsi digital Write pada Arduino, Contoh Rangkaian dan Programnya”.

[6] Nurhadi. (2018). “Sensors and Aktuators”. Politrknik Negeri Malang.

[7] R. Murray and B. Grunloh. (view Jan. 2013). FAQ: what is steady-state error? [Online]. Available: http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/index.php/FAQ:_What_is_steady_state_error%3F.