AE Innovation: Agricultural Engineering Innovation Journal
Vol. 3, No. 01, Januari 2025
Journal home page : https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AEI
Page 43-53
Article history:
Submitted: September 23th, 2024
Accepted : November 17th, 2026
DOI: 10.55180/aei.v3i1.1496

Rancang Bangun Model Alat Prototype Pintu Otomatis pada Loading Ramp dengan Menggunakan Sensor Load Cell Sebagai Pendeteksi Berat Buah pada Pabrik Kelapa Sawit

Juan Natanael PC Tampubolon*), Arief Ika Uktoro, Suparman.
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian STIPER Yogyakarta
*)Email : Juantampubolon504@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi dalam bidang pertanian semakin ramai dikembangankan, salah satunya pengguaan teknologi dalam Pabrik Kelapa Sawit. Penelitian ini bertujuan Merancang dan mendisain Model alat pendeteksi Berat Buah Pada Loading Ramp pada Pabrik Kelapa Sawit, Melakukan kalibrasi menggunakan beban yang sudah ditentukan untuk model alat prototype, serta menguji sensor load cell pada model alat prototype. Alat ini dilengkapi dengan Sensor Load Cell digunakan untuk mendeteksi Berat buah kelapa sawit, sementara HX711 berfungsi untuk membantu sensor load cell dalam mengukur beban. Alat ini juga menggunakan komponen terpenting yaitu Mikrokontroler sebagai pengontrol sistem dan perangkat yang sudah di program. Sensor ini dirancang dan di design untuk bisa mengukur berat buah dengan baik dan sudah diukur akurasinya, alat ini berupa prototype loading ramp yang dikalibrasi dengan sensor load cell lalu diberi beban untuk menguji akurasi dari alat ini, dimana ketika beban yang diterima oleh sensor akan menggerakan motor servo terbuka apabila beban sudah mencukupi dan motor servo akan tetap diam apabila beban belum mencukupi. Alat ini juga dapat membantu mempercepat pengerjaan pada pintu loading ramp dan mengurangi kecelakaan kerja hingga mengurangi kerusakan komponen pada loading ramp apabila beban yang diterima tidak melebihi kapasitas loading ramp.

Kata kunci : Load cell; Loading Ramp; Teknologi

PENDAHULUAN

Selain mampu menciptakan kesempatan kerja yang luas, industri sawit menjadi salah satu sumber devisa terbesar bagi Indonesia(Dan Budaya et al., 2017). Pabrik buah kelapa sawit semakin banyak dan lahan perkebunan lain beralih menjadi lahan perkebunan buah kelapa sawit, Selain dapat menyerap tenaga kerja baru, usaha perkebunan kelapa sawit juga berkontribusi pada pendapatan negara melalui pungutan ekspor minyak sawit mentah (CPO), yang permintaannya terus meningkat setiap tahun(Alamanda, 2023). Direktorat Jenderal Perekebunan merilis dari total luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2015 sebesar 11.260.277 Ha, sekitar 62,46% berada di pulau sumatera, pulau Kalimantan sebesar 32,98%, pulau Sulawesi sebesar 3,27%, selanjutnya pulau jawa dan maluku dengan papua sebesar 1,29%. (Andrianto & Irawan, 2023)Berdasarkan data tersebut pulau sumatera menjadi daerah penghasil kelapa sawit dan produk CPO terbesar di Indonesia. Pulau Sumatera pengembangan perkebunan kelapa sawit terluas adalah di Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Riau.

Penggunaan loading ramp dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk membongkar TBS hingga 25%(Studi et al., 2018). Selanjutnya efisiensi kerja dapat meningkat hingga 30% dengan adanya sistem loading ramp yang otomatis(*DESKRIPSI_INDUSTRI_PENGOLAHAN_KELAPA_SAWIT_DI_PT_T*, n.d.). (Nugroho, 2019) pada penelitiannya membuktikan bahwa meningkatnya kapasitas produksi pada pabrik juga dipengaruhi oleh loading ramp yang bekerja dengan efisien. (Bangun Sistem PengemasanSaripudin et al., 2024) melakukan penelitian dengan tema Timbangan Digital variabel yang diamati pada penilitian ini Struktur berat, keamanan, timbangan ritel, timbangan laboratorium, timbangan industri. (Detektor Otomatis Pengujian Beban Jembatan Kayu Untuk et al., 2021) juga melakukan penelitian dengan Timbangan variabel variabel yang diamati pada penelitian ini berupa Struktur berat, beban pada mesin, kinerja kendaraan, keamanan, beban analisis struktural. (Indah & Wildian, 2022) juga melakukan penelitian dengan tema Timbangan, variabel – variabel yang diamati dalam menglakukan analisis ini adalah pengukuran beban pada kendaraan dan kinerja,

Rancang bangun ini saya lakukan agar dapat mengoptimalkan kinerja pekerja untuk menyortir buah saja dan tidak melakukan pengerjaan pada pintu *loading ramp*, sehingga kecelakaan kerja yang sering terjadi pada pintu *loading ramp* berkurang dan juga buah yang datang dapat disortir dengan maksimal, sehingga CPO yang dihasilkan dapat memenuhi standar.

Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini antara lain apakah sensor *load cell* dapat menimbang berat dengan tepat, apakah rancangan pintu otomatis *loading ramp* ini efisien dan aman untuk menampung beban yang melebihi kapasitas dari *load cell*, apakah Pemograman Sensor *Load Cell* berjalan dengan baik.

Tujuan penelitian ini dillakukan untuk merancang model alat prototype pintu otomatis *loading ramp* dengan menggunakan sensor *load cell*, mengkalibrasi sensor *load cell* dengan beban yang telah ditentukan untuk model alat prototype loading ramp, menguji sensor load cell pada model alat prototype loading ramp.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 10 juni 2024 hingga 8 agustus, dan dilaksanakan di Kampus Instiper Yogyakarta .

Alat dan Bahan

a. Sensor load cell : Sensor load cell merupakan sensor yang dapat mengubah beban menjadi arus listrik yang dapat dianalisis dan diukur. Sensor saya gunakan memiliki berat 1kg,
b. Mikrokonroler Mikrokontroler merupakan komputer kecil yang didesign dalam sebuah chip kecil, yang pada umumnya digunakan untuk mengendalikan perangkat elektronik. Mikrokontroler yang saya gunakan adalah Arduino Uno CH340G.
c. HX711 Amplifier : HX711 Amplifier adalah modul penguat sinyal yang bertujuan sebagai penghubung antara analog dan digital. Modul ini dibuat untuk selalu mendampingi sensor berat atau sensor *load cell.*
d. Kabel Jumper : Kabel jumper merupakan kabel warna warni yang berukuran kecil yang biasa di gunakan pada proyek prototype ataupun pada proses pebelajaran elektronika.
e. Display : Untuk menampilkan data pada Arduino, kita memerlukan Display seperti OLED, LCD, dan lain lain. Pada kali ini kita menggunakan LCD (Liquid Crystal Display)

20 x 4 merupakan Display yang dapat menampilakn data pada Arduino dengan panjang 20 huruf dan 4 baris.

f. Motor Servo : Motor Servo merupakan perangkat elektromagnetis yang tepat secara mengendalikan sudut, linier, percepatan, dan kecepatan. Banyak komponen yang digabungkan pada alat ini seperti sensor umpan balik, motor, rangkaian kontrol dalam satu paket. Singkatnya terkenalnya servo karena mempertahankan posisi seperti akurasi adalah kemampuannya

PEMBAHASAN

Gambaran Metode Hasil Perakitan Alat

1. Hubungan Antara Sensor Load Cell dengan Arduino
   Sensor Load Cell dengan Arduino terhubung melalui jalur sinyal yang memungkinkan transfer data berat dari sensor ke mikrokontroler. Informasi berat akan diterima oleh Arduino melalui sensor, kemudian akan diolah menggunakan program yang telah diprogram sebelumnya. Hasilnya, Arduino akan mengambil keputusan terkait berat beban yang diterima.
2. Kerja sama antara Sensor Load Cell dengan Motor Servo
   Sensor Load Cell berperan sebagai pendeteksi berat beban, sedangkan Motor Servo berupa Switch atau Saklar yang dapat bergerak karena adanya arus listrik. Ketika beban yang diterima oleh Load Cell memiliki berat yang sesuai dengan coding yang telah di atur Motor Servo akan bergerak untuk membuka pintu pada prototype loading ramp sedangkan apabila beban belum mencukupi dengan yang tertera pada coding maka motor servo akan tetap diam dan menunggu beban tambahan. Motor bergerak adalah ketika beban telah melebihi 15 gram, begitupun sebaliknya apabila motor diam adalah ketika beban masih dibawah 15 gram.

Peran HX 711 dalam membantu proses penimbangan

Modul ini dilengkapi dengan fitur Anti-Aliasing Filter yang membantu mereduksi noise dan interfensi dari sinyal yang diterima (“Jm_elektro,+29220-60845-1-ED,” 2020).

1. Tampilan Hasil Deteksi Melalui LCD
   Informasi hasil deteksi, seperti data tentang beban yang menyebabkan motor servo bergerak dan beban yang menyebabkan motor servo diam, akan ditampilkan pada layar LCD. Arduino akan mengirimkan informasi tersebut ke LCD untuk memungkinkan pengguna bersatu secara langsung..
2. Keterkaitan Antara Baterai 9V, Kabel Jumper, dan Seluruh Komponen
   Kabel USB terhubung dengan laptop yang menyalur kan daya dan menampilkan coding, meskipun kurang memberikan mobilitas pada alat tapi saya yakin bahwa ini masih dapat dikembangkan.

Hasil Prototype

Prototype sistem pendeteksi berat buah pada loading ramp berhasil dibuat dan dapat beroperasi dengan baik. Sensor load cell dapat berat buah dengan akurat, dan Arduino dapat memproses data dari sensor tersebut dengan tingkat keberhasil.

Spesifikasi alat yang digunakan dalam prototype adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Komponen

Komponen	Spesifikasi
Sensor Load cell	• Digunakan untuk mengukur beban • Rentang beban : 1 kg
HX 711 Amplifier	• Digunakan untuk penguat sinyal. • Konversi Analog ke digital. • Resolusi Tinggi. • Filter Noise
Mikrokontroler	• Arduino Uno CH340G
Motor Servo	• Digunakan sebagai penggerak pintu prototype loading ramp. • Pintu naik pada beban 15 gram • Pintu turun pada beban di bawah 15 gram
LCD	• LCD 20 x 4 • Digunakan sebagai penampil data beban yang sudah mencukupi dan yang belum mencukupi.
Kabel USB	• Digunakan untuk penghubung daya dan coding dari laptop ke Arduino.
Kabel Juamper	• Digunkan untuk menyalurkan sinyal atau daya antar komponen.

Agar mendapatkan code sensor untuk setiap beban yang ditimbang dan juga untuk mengkalibrasi sensor dengan beban yang telah ditentukan saya menggunakan 2 coding terpisah untuk mengkalibrasi dan mengukur beban pada model alat prototype berikut coding dengan penjelasan:

a. Coding Kalibrasi
   Coding kalibrasi dapat teman teman perhatikan pada Software Arduino Uno yang berada ada laptop ataupun komputer teman teman sekalian. Dengan cara menginclude library HX711_ADC dan membuka Coding Calibration yang berada pada library tersebut.
b. Bagian pertama (#include dan deklarasi pin)
   Pada awalan koding kalibrasi sensor load cell ini saya menginclude sensor HX 711 sebagai perubah nilai analog pada sensor load cel menjadi digital yang akan ditampilkan pada serial monitor. Selain itu saya juga mendeklarasikan pin DT dan pin SCK pada HX 711 dengan Arduino, agar Arduino dapat menampilkan hasil kalibrasi pada serial monitor saat proses kalibrasi. Include EEMPROM berguna untuk menyimpan data hasil kalibrasi pada sensor load cell yang ditampilkan pada serial monitor.
c. Pengertian dan fungsi void setup
   Void setup merupakan perintah yang hanya dilakukan sekali ataupun tidak berulang ulang. Perintah yang dilakakukan pada void setup berupa strarting, penulisan prosedur pada serial monitor, dan update.
d. Pertian dan fungsi void loop
   Void loop pada koding kalibrasi berfungsi untuk melakukan perintah secara berulang ulang. Perintah yang dilakukan void loop diantara lain menampilakn perintah pada serial monitor, melakukan pengukuran.

e. Pengertian dan fungsi void kalibrasi
Void kalibrasi berfungsi untuk melakukan perintah kalibrasi pada serial monitor. Saat koding telah di upload dan kita membuka serial monitor untuk mendapatkan hasil kalibrasi

f. Pengerian dan fungsi void changeSavedCalFactor
Void changeSavedCalFactor berfungsi untuk menyimpan hasil kalibrasi pada EEPROM untuk digunakan pada koding pengukuran beban model alat prototype. Setelah beban diletakan pada load cell saat kalibrasi, akan muncul sejumlah angka yang nantinya akan disimpan pada EEPROM untuk digunakan pada koding model alat prototype.

A. Coding Pengukuran beban pada Model Alat Prototype

1. Bagian pertama (#include dan daklarasi pin)

```
#include<HX711_ADC.h>
#include<EEPROM.h>
#include<LiquidCrystal_I2C.h>
#include<Servo.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
Servo servo;
const int HX711_dout = 2;
const int HX711_sck = 3;
const int PWN = 4
HX711_ADC LoadCell(HX711_dout, HX711_sck);
const int calVal_eepromAdress = 0;
long t;
```

Bagian program ini berfungsi sebagai awal ataupun pendahuluan program, dimana kita mendeklarasikan variabel-variabel dan pustaka-pustaka yang akan digunakan pada seluruh program.

2. Pengertian dan fungsi dari void setup

```
void setup() {
Serial.begin(9600);
lcd.begin();
pinMode(HX711_dout, INPUT);
delay(10);
servo.attach(4);
pinMode(PWM_PIN, OUTPUT);
Serial.println();
Serial.println("Memulai...");
lcd.begin();
LoadCell.begin();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Brt: ");
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print("0");
lcd.setCursor(14,0);
lcd.print("gr");
float calibrationValue;
```

```
calibrationValue = 696.0;
EEPROM.get(calVal_eepromAdress, calibrationValue);
long stabilizingtime = 2000;
boolean _tare = true;
LoadCell.start(stabilizingtime, _tare);
if (LoadCell.getTareTimeoutFlag()) {
Serial.println("Timeout, cek kabel MCU>HX711 pastikan sudah
tepat");
while (1);
}
else {
LoadCell.setCalFactor(calibrationValue);
Serial.println("Startup selesai");
      }
}
```

Bagian void setup merupakan bagian setup awal bagi pin pin yang akan dihubungkan, termasuk konfigurasi sensor load cell pada model alat prototype dan pengaturan mode pin.

3. Pengertian dan fungsi void loop

```
void loop() {
static boolean newDataReady = 0;
const int serialPrintInterval = 0;
if (LoadCell.update()) newDataReady = true;
if (newDataReady) {
if (millis() > t + serialPrintInterval) {
int i = LoadCell.getData();
if(i<0){
i=0;
   }
tampil(i);
if(i>=30){
servo.write(90);
Serial.println("Servo terbuka!");
   }
else{
 servo.write(0);
       Serial.println("Servo tertutup");
    }
    newDataReady = 0;
    t = millis();
  }
 }
  if(Serial.available() > 0){
   float i;
   char inByte = Serial.read();
   if (inByte == 't') LoadCell.tareNoDelay();
  }
  if (LoadCell.getTareStatus() == true) {
```

```
      Serial.println("Tara selesai");
    }
  }
```

Inti dari pemograman ini ada pada void loop. Di dalamnya, sensor load cell membaca, dan mengukur beban untuk dideteksi beban sudah mencukupi atau belum.

4. Pengertian dan fungsi void tampil

```
  void tampil(int j){
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("          ");
    if(j<10){
      lcd.setCursor(12,0);
    }else if(j<100 && j>=10){
      lcd.setCursor(11,0);
    }else if(j<1000 && j>=100){
      lcd.setCursor(10,0);
    }else if(j<10000 && j>=1000){
      lcd.setCursor(9,0);
    }else if(j<100000 && j>=10000){
      lcd.setCursor(8,0);
    }else if(j<1000000 && j>=100000){
      lcd.setCursor(7,0);
    }else if(j<10000000 && j>=1000000){
      lcd.setCursor(6,0);
    }else if(j<100000000 && j>=10000000){
      lcd.setCursor(5,0);
    }else{
      lcd.setCursor(4,0);
    }
    lcd.print(j);
  }
```

Void tampil diatur agar dapat menapilkan hasil dari pengukuruan beban pada model alat prototype, pada baris pertama akan menampilkan hasil pengukuran pada model alat prototype, pada baris kedua akan menampilkan hasil servo bergerak dan diam, dan pada baris ketiga akan menapilkan kata.

Hasil Aplikasi Alat



Gambar 12 Alat Rakitan keseluruhan

Pada bagian ini, saya akan mengulas hasil dari perakitan perangkat yang telah saya persiapkan selama 4 bulan. Kelebihan dan kekurangan dari perangkat ini akan menjadi fokus utama pembahasan pada bagian ini.

1. Kekurangan alat
   Perlu banyak pengoptimalan pada alat pendeteksi berat ini karna masih memiliki banyak kekurangan mulai dari
   a. Perancangan Desain
      Perancangan Desain pada alat pendeteksi berat ini perlu di pelajari dengan sangat baik dan sangat teliti, karna apabila kita salah meletakan sensor load cell, maka sensor load cell tidak akan menimbang beban dengan sempurna.
   b. Sangat Mudah Dipengaruhi Oleh Kondisi Lingkungan
      Sensor load cell sangat mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu ekstrim, kelembapan, efek getaran, sensitivitas terhadap overload. Ganguan elektromagnetik atau bisa disebut dengan petir yang sangat besar sehingga mengganggu sinyal yang mengakibatkan tidak tepatnya pengukuran.
   c. Memerlukan Kalibrasi Rutin
      Sensor load cell merupakan sensor yang dapat stabil dalam jangka waktu yang sangat panjang, akan tetapi justru karna stabil sensor load cell sangat memerlukan kalibrasi rutin agar akurasi penimbangan dapat dijaga.
   d. Adanya Keterbatasan Pada Beban Berlebih
      Meskipun tahan lama, sensor load cell maksimum batasan beban kerusakan permanen atau ketidak akuratan pengukuran sensor load cell sering terjadi karna kelebihannya beban yang diteriman oleh sensor load cell tersebut.
   e. Memerlukan Tambahan Peralatan
      Sensor load cell memerlukan HX 711 sebagai penguat sinyal dan pengubah Analog menjadi Digital.
2. Kelebihan alat
   Selain kekurangan yang berada di atas alat pendetekti berat ini juga memiliki kelebihan antara lain sebagai berikut :
   a. Pengurangan Kerusakan dan Kecelakaan Kerja
      Dengan adanya alat ini dapat mengetahui beban melebihi kapasitas atau tidak dan dapat mencegah kecelakan kerja bagi karyawan yg bertugas pada pintu loading ramp.
   b. Efisiensi Proses Penyortiran TBS dan Pengolahan CPO
      Penggunaan alat ini pada loading ramp mengakibatkan pengurangan

pekerja sebagai operator yang bertugas menjaga pintu loading ramp, sehingga pekerja yang bertanggungjawab pada pintu loading ramp dapat ikut membantu penyortiran TBS ataupun membantu proses pengolahan CPO.

c. Tingginya Akurasi yang Dimiliki
   Sensor load cell memberikan akurasi pengukuran yang sangat tinggi atau sangat baik dalam hal pengukuran beban menjadikannya aplikasi terbaik jika kita memerlukan pengukurang yang sangat presisi.
d. Responsif
   Sensor load cell mampu merespon perubahan beban secara cepat dan tepat memungkinkan pengukuran yang real-time dan dinamis.
e. Luasnya Rangkaian Pengukuran
   Sensor load cell memiliki berbagai macam ukuran beban dari yang 5 kg, 10kg, 20kg, 100kg, 200kg, hingga 50 ton. Sedangkan yang kita gunakan berukuran 1kg.
f. Durabilitas
   Sensor load cell terbuat dari bahan baja ataupun alumunium yang memiliki sifat kuat sehingga memiliki durabilitas atau ketahan terhadap cuaca ekstrim dan ketahanan terhadap beban berat yang sesuai dengan ukuran load cell tersebut.
g. Stabil Dalam Kurun Waktu yang Lama
   Contoh dasar adalah kalibrasi yang dilakukan pada jembatan timbang, dimana kalibrasi dilakukan setiap pagi, itu membuktikan bahwa selama 1 hari kalibrasi hanya diperlukan sebanyak 1 kali saja.
h. Fleksibel dan Kompak
   Sensor load cell berukuran beragam tergantung ukuran bebannya, peletakan yang dapat dilakukan dimana saja merupakan keuntungan dari penggunaan sensor ini. Sensor load cell juga sangat fleksibel untuk dikonfigurasikan dengan berbagai aplikasi lain, contohnya pada kali ini saya mengaplikasikannya dengan Motor Servo.

Hasil Kalibrasi Alat

Hasil dari penggunaan sensor load cell dalam mengukur berat buah ataupun berat beban. kita akan membahas hasil akurasi yang dihasilkan oleh penggunaan teknologi ini.

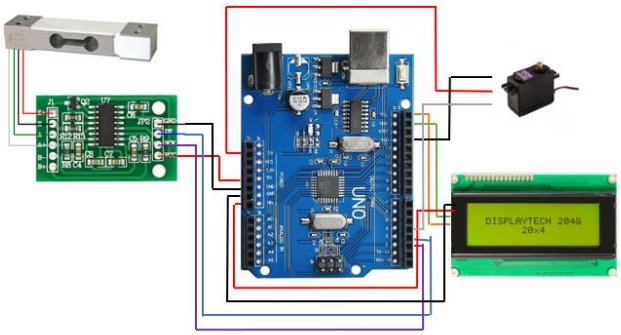
Tabel 2 Hasil Efesiensi Alat

No	Alat Standar	Prototype	Akurasi
1	102 gr	97 gr	95,09 %
2	152 gr	150 gr	98,68 %
3	180 gr	177 gr	98,33 %
4	224 gr	211 gr	94,19 %
5	229 gr	220 gr	96,09 %
6	239 gr	231 gr	96,65 %
7	303 gr	282 gr	93,06 %
8	312 gr	293 gr	93,91 %
9	413 gr	377 gr	91,28 %
10	542 gr	419 gr	77,30 %

Setelah melakukan pengujian timbangan terhadap 10 benda yang

diambil secara acak tersebut, ternyata sensor dapat menimbang dengan tepat 6 benda sehingga didapat hasil rata rata akurasi sebesar 93,455% . Relay on/off dapat membaca sinyal yang dikirimkan sensor load cell melalui Arduino dengan hasil rata rata akurasi 93,455%. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengambilan hasil efisiensi ini diantaranya adalah, peletakan beban yang sesuai dengan ukuran beban sensor load cell, peletakan sensor yang tepat, penggunaan HX 711 sebagai penguat sinyal. Banyak hal yang mempengaruhi perubahan akurasi ini seperti posisi load cell yang masih dipengaruhi oleh adanya getaran, posisi beban yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi beban, serta penggunaan plat untuk beban juga dapat mempengaruhi proses penimbangan, dan masih banyak hal lainnya yang mempengaruhi proses penimbangan ini.

Rangkaian Elektronika



Gambat 13 Rangkaian Elektronika

1. Sensor Load Cell
    a. Kabel jumper merah : PIN E +
    b. Kabel jumper hitam : PIN E -
    c. Kabel Jumper putih : PIN A -
    d. Kabel jumper hijau : PIN A +
2. HX 711 Ampilifier
    a. PIN DT : D 2
    b. PIN SCK : D 3
    c. VCC : 5V
    d. GND : GND
3. Motor Servo
    a. PIN PWM : D 4
    b. VCC : 5 V
    c. GND : GND
4. LCD
    a. SCL : SCL/D21
    b. SDA : SDA/D20
    c. GND : GND
    d. VCC : VIN

KESIMPULAN

1. Telah berhasil Merakit alat prototype dengan sensor pengukur berat buah menggunakan sensor load cell dan motor servo bertujuan untuk menciptakan suatu kesatuan yang mampu mengukur dengan akurat berat buah.
2. Hasil kalibrasi dari sensor ini sesuai dengan berat beban yang saya gunakan pada timbangan digital sehingga pengukuran dapat dilanjutkan. Kalibrasi yang saya lakukan menggunakan eeprom sebagai penyimpan hasil data kalibrasi.
3. Menganalisis akurasi yang dimiliki oleh prototype dengan menggunakan Sampel yang dianalisis berupa benda benda yang memiliki berat tidak lebih dari 1000 gram, dimana ada setiap benda yang memiliki beban yang berbeda beda dan menimbang beban sesungguhnya dengan menggunakan timbangan digital, lalu melakukan pengecekan akurasi dengan menggunakan timbangan prototype dan didapat akurasi sebesar 93,455%.

DAFTAR PUSTAKA

Alamanda, A. E. (2023). Peran Pemerintah dalam Optimalisasi Pelaksanaan Peremajaan Tanaman Kelapa Sawit. *Wajah Hukum*, *7*(1), 73. https://doi.org/10.33087/wjh.v7i1.1129

Andrianto, R., & Irawan, F. (2023). Implementasi Metode Regresi Linear Berganda Pada Sistem Prediksi Jumlah Tonase Kelapa Sawit di PT. Paluta Inti Sawit. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *7*(1), 2926–2936.

Bangun Sistem PengemasanSaripudin, R. S., Ahmad Mutaqin, G., Otomasi, T., & TEDC Bandung, P. (2024). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGEMASAN BENDA PADA MESIN PEMILAH BERAT DENGAN SISTEM PNEUMATIK BERBASIS PLC* (Vol. 18, Issue 1).

Dan Budaya, I., Pertumbuhan Ekonomi, P., Dan, K., & Rahman Ibrahim, H. (2017). *Potret Pertumbuhan Ekonomi, Kesenjangan dan Kemiskinan di Indonesia Dalam Tinjauan Ekonomi Politik Pembangunan*.

DESKRIPSI_INDUSTRI_PENGOLAHAN_KELAPA_SAWIT_DI_PT_T. (n.d.).

Detektor Otomatis Pengujian Beban Jembatan Kayu Untuk, P., Paranita Kartika, K., & Nikmatul Lukma, H. (2021). *Introduction of Automatic Wooden Bridge Load Testing Detector For Pedestrians Using Load Cell Sensor Pejalan Kaki Menggunakan Sensor Load Cell*.

Indah, I. P., & Wildian, W. (2022). Prototipe Konveyor Sistem Pemisah Barang Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Sensor Load Cell. *Jurnal Fisika Unand*, *11*(2), 153–159. https://doi.org/10.25077/jfu.11.2.153-159.2022

jm_elektro,+29220-60845-1-ED. (2020). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, *9*(2301–8302), 61–72.

Nugroho, A. (2019). *Buku Teknologi Agroindustri Kelapa Sawit*. https://www.researchgate.net/publication/337315913

Studi, (, Surya, P. T., Nabati, U., Kecamatan, S., Kenanga, W., Tulang, K., & Barat, B. (2018). *ANALISIS PENGARUH TINGKAT PENYERAPAN TENAGA KERJA TERHADAP EKSTERNALITAS MASYARAKAT DESA DALAM PERSPEKTIF EKONOMI ISLAM*.