



Rancang Bangun Sistem Kontrol Penimbangan Pupuk Berbasis *Web Server* Menggunakan *ESP 32*

Muhammad Taufiqur Rahman*¹, Denny Irawan²

^{*1,2}Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Gresik, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: rahmant465@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin pesat saat ini, menyebabkan industri juga mengikuti perkembangan teknologi dan informasi yang dapat membantu proses produksi yang ada. Perkembangan teknologi dan informasi tersebut ialah Internet of Things (IoT) dimana terhubungnya antara gadget dan mikrokontroler melalui router internet. Penelitian ini fokus dalam pembuatan alat penimbangan pupuk otomatis yang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dapat mengontrol pengisian pupuk yang di timbang dengan sensor load cell dan motor servo untuk menghentikan proses pengisian. Hasil dari penelitian ini memiliki nilai error 0,028% dengan kesesuaian program. Penimbangan pupuk berjalan sangat efektif di bandingkan menggunakan penimbangan secara manual. Penelitian ini masih memerlukan pengembangan untuk penambahan sensor – sensor yang dapat menunjang keakuratan dan informasi yang di dapat.

Kata kunci—*Web server, bagging machine, ESP32, pupuk.*

Abstract

The rapid development of technology and information today, causes the industry to also follow the development of technology and information that can help the existing production process. The development of technology and information is the Internet of Things (IoT) where the gadget and microcontroller are connected via an internet router. This research focuses on making an automatic fertilizer weighing tool that uses an ESP32 microcontroller that can control the filling of fertilizer that is weighed with a load cell sensor and servo motor to stop the filling process. The results of this study have an error value of 0.028% with program compliance. Fertilizer weighing is very effective compared to using manual weighing. This research still requires development to add sensors that can support the accuracy and information obtained.

Keywords—*Web server, bagging machine, ESP32, fertilizer*

1. PENDAHULUAN

Mengikuti perkembangan teknologi yang sekarang membawa perubahan yang signifikan, dimana informasi yang bisa di dapat secara *online* seperti halnya berita, harga barang, tiket masuk, dan sebagainya. Demikian halnya pengukuran kalori yang sudah di keluarkan setelah berolahraga menggunakan *handphone*. Jika sistem tersebut di terapkan pada proses penimbangan pupuk maka akan berdampak positif kepada perusahaan, pekerja, dan manajemen. Hal ini dikarenakan dengan sistem berbasis *online* proses produksi dapat di pantau dari jarak jauh menggunakan gadget, mengurangi resiko objek kurang timbang atau objek lebih timbang, manajemen dapat mendata hasil produksi secara *real time*.

Pupuk merupakan suatu bahan kimia / organisme yang mempunyai fungsi dalam penyediaan unsur hara untuk kebutuhan tumbuhan secara langsung maupun tidak langsung. Pertumbuhan tanaman ini sangat memerlukan unsur hara yang berada di dalam tanah. Dengan adanya pupuk maka unsur hara pada tanah akan tercukupi jika pada tanah tersebut tidak memiliki atau kurang adanya unsur hara [1].

Para petani kesulitan mencari pupuk bersubsidi. Pupuk bersubsidi menjadi langka atau susah di cari karena adanya ke tidak cocokan antara data permintaan pupuk bersubsidi dari para petani dengan apa yang di realisasikan oleh pemerintahan, yang mengakibatkan petani rela membeli pupuk non subsidi yang bisa di bilang cukup mahal dari pupuk bersubsidi. Dengan permasalahan tersebut hasil produksi yang di hasil kan turun dari 1.567 kg/musim menjadi 1.527 kg/musim [2].

Peran pupuk dalam sektor pertanian di Indonesia ini sangat di perlukan untuk mengembangkan proses produksi agar lebih baik dan cepat. Dengan itu peranan pemerintah adalah mensupport para petani dengan cara memberikan arahan tentang cara pemakaian pupuk dengan baik dan benar, serta memberikan subsidi pupuk. keberadaan perusahaan BUMN yang memproduksi pupuk ikut andil dalam membantu pengembangan untuk sektor pertanian. Perusahaan BUMN tersebut di tugaskan untuk memproduksi sebanyak – banyaknya untuk membantu sektor pertanian[3].

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya sistem kontrol dan sistem monitoring penimbangan ini yang sudah di bahas, Oleh [4] dari penelitian ini tampilan hasil timbangan menggunakan modul *HMI nexton display* dan *Arduino uno* untuk mikrokontrolernya, tidak menggunakan *ESP32* dan tampilan *web server*.

Pada penelitian kedua oleh [5] dari menggunakan sistem *control relay* dengan output *actuator* yaitu *pneumatic* dan hasil pengisian kelipatan 250 ml dan 500 ml. dari penelitian ini tidak menggunakan *ESP32* sebagai mikrokontrolernya dan tidak menggunakan *sensor load cell*.

Pada penelitian ketiga oleh [6] dari penelitian ini hasil timbangan di tampilkan pada LCD dan aplikasi *Blynk* secara *online*. Mikrokontroler yang di gunakan *ESP8266*. Dari penelitian ini tidak menggunakan *ESP32* sebagai mikrokontroler dan tidak di tampilkan menggunakan *web sever* dan data *log*-nya tidak tersimpan pada *google spreadsheet*.

Pada penelitian keempat oleh [7] dari penelitian ini hasil timbangan di tampilkan pada layar komputer menggunakan *RS-323* dan menggunakan *PLC Omron CSIGH* untuk sistem kontrolnya. Dari penelitian ini tidak menggunakan *ESP32* untuk sistem kontrolnya dan tidak di tampilkan pada *web server*.

Pada penelitian kelima oleh [8] dari penelitian ini hasil timbangannya di tampilkan pada aplikasi *MIT Apps* dan *ESP32* untuk mikrokontrolernya dan *spreadsheet* sebagai data lognya. Dari penelitian ini tidak menggunakan *web server* sebagai tampilan hasil penimbangan dan tidak ada sistem control pengisian.

Pada penelitian keenam oleh [9] dari penelitian ini memiliki hasil penimbangan dengan akurasi 93,981% dari 20 percobaan. Pada alat penimbangan ini menggunakan mikrokontroler *arduino uno R3* dan menggunakan *sensor loadcell* yang di *support* dengan modul *HX711*. Dalam penelitian ini tidak menggunakan *web server* untuk di tampilkan hasil dari penimbangan.

Dari latar belakang dan permasalahan diatas penulis ingin membuat rancang bangun sistem kontrol pengisian pupuk dan sistem *monitoring* penimbangan secara *online* menggunakan

web server yang data nya akan di simpan pada *google spreadsheet* setiap jamnya yang bisa di lihat oleh siapapun yang memiliki link tersebut. Motor servo yang akan digunakan sebagai buka tutup lubang keluaran *hopper* untuk pengisian pupuk pada wadahnya dan penimbangannya menggunakan sensor *load cell* yang di-convert dari *data analog to digital* menggunakan modul HX711. Berat yang akan di timbang bisa di setting sesuai dengan kebutuhan yang ditampilkan pada LCD 16x2. Setelah penimbangannya sudah terpenuhi maka *conveyor* akan jalan dan akan melewati infrared sensor untuk penghitungan hasil pengemasan.

2. METODE PENELITIAN

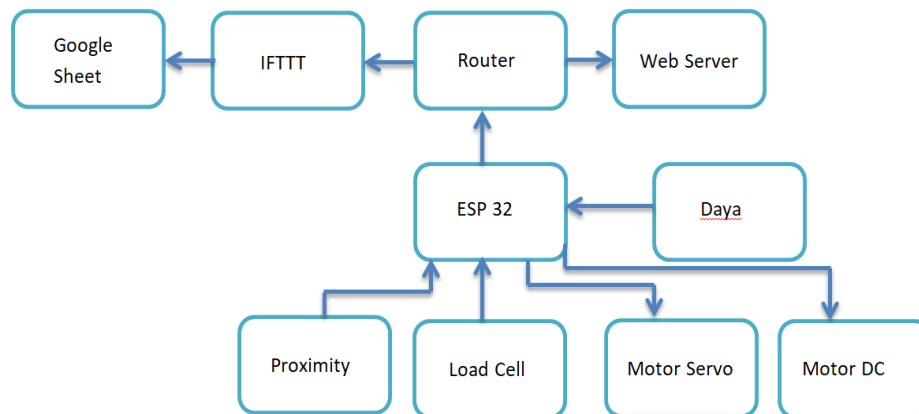
Metode penelitian berikut yang berisi tentang perencanaan untuk pembuatan alat penimbangan pupuk ini yang bertujuan agar berjalan dengan lancar. Dalam proses ada beberapa bagian dalam yang terdiri dari studi literatur, perancangan sistem, perancangan *software*, desain alat dan tampilan *webservice* yang akan di buat.

2.1 Studi Literatur

Metode penelitian dimulai dengan studi literatur, yaitu mencari informasi melalui buku-buku, jurnal, artikel, dan internet yang berhubungan dengan elemen-elemen yang dipakai dalam penelitian ini. Sumber langsung didapatkan dari hasil diskusi maupun konsultasi dengan dosen atau orang yang mempunyai kompetensi di bidang ini. Adapun literatur-literatur yang dipelajari seperti konfigurasi *ESP32*, Penggunaan platform *IFTTT*.

2.2 Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan alat monitoring penimbangan pupuk dengan sumber tegangan DC 5V. Sumber tegang DC 5V ini berasal dari adaptor maupun baterai 5V.

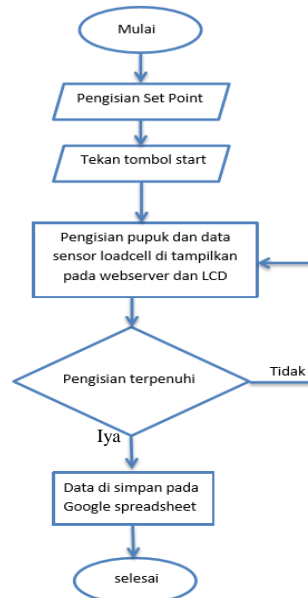


Gambar 1 Diagram blok sistem

Pada Gambar 1 merupakan diagram blok sistem, yang berawal pada daya power DC masuk pada *ESP32* melalui kabel data untuk mengaktifkan *ESP32* sebagai mikrokontroler untuk pembacaan sensor yang di program menggunakan arduino IDE. Sensor *load cell* dan infrared sensor / proximity sensor sebagai komponen input pengambilan data berat dan *counter*, lalu motor servo sebagai komponen output yang berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup *hopper*, motor DC sebagai komponen output yang berfungsi sebagai penggerak *conveyor*. *ESP32* yang terkoneksi pada *router* internet ini yang berfungsi untuk menyambungkan *web server* dan *google spreadsheet*, *web server* sendiri ini berfungsi untuk pemantauan data yang di baca oleh sensor *load cell* dan *proximity / infrared* sensor secara *real time*, sedangkan *google spreadsheet* sendiri berfungsi sebagai penyimpanan data sensor *load cell* dan *proximity / infrared* sensor secara *online*.

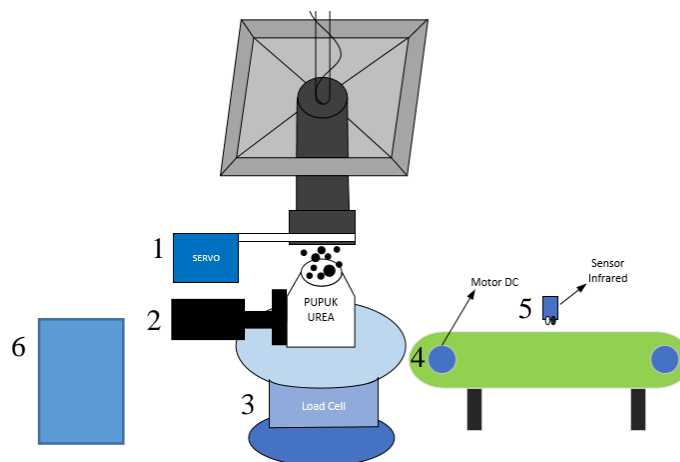
2.3 Perancangan Software

Perencanaan sistem ini adalah sebuah prinsip kerja alat penimbangan otomatis dari awal mulai sampai selesai. Prinsip kerja ini dibuat dengan sistem *flowchart* yang berurutan bagaimana prinsip kerja alat penimbangan otomatis ini berkerja dengan baik dan benar. Berikut flowchart software pada Gambar 2.



Gambar 2 *Flowchart Software*

2.4 Desain Alat



Gambar 3 *Desain Alat*

Pada Gambar 3 merupakan desain *prototype* alat penimbangan pupuk yang akan di buat. Alat ini di buat dengan menggunakan bahan akrilik di karena kan bahan tersebut mudah untuk di bentuk dan memiliki harga yang relatif murah. Ukuran dari *hopper* memiliki dengan bentuk menyerupai limas segi empat dengan panjang x lebar yaitu 20 cm x 20 cm yang mengerucut dengan tinggi 15 cm yang ujungnya berlubang 3 cm x 3 cm. *Conveyor* memiliki panjang 25 cm dan lebar 8 cm. Dengan komponen pendukung dari Gambar 3 sebagai berikut:

1. Motor servo

Motor Servo merupakan suatu alat yang dirancang menggunakan sistem kontrol *feedback close loop*, sehingga poros output motor dapat ditentukan posisi sudutnya. Motor servo ini di gunakan oleh peneliti untuk membuka dan menutup *damper hopper* [10].

2. Push Pull Electromagnetic

Push Pull Electromagnetic yang berfungsi sebagai pendorong wadah pupuk jika sudah terisi sesuai program.

3. Load cell

Load Cell merupakan sensor tekanan yang berfungsi untuk mendeteksi berat dari suatu benda yang di tumpu pada *Load Cell*. Dari tekanan pada *Load Cell* mengeluarkan sinyal elektrik berupa data analog [11].

4. Motor DC

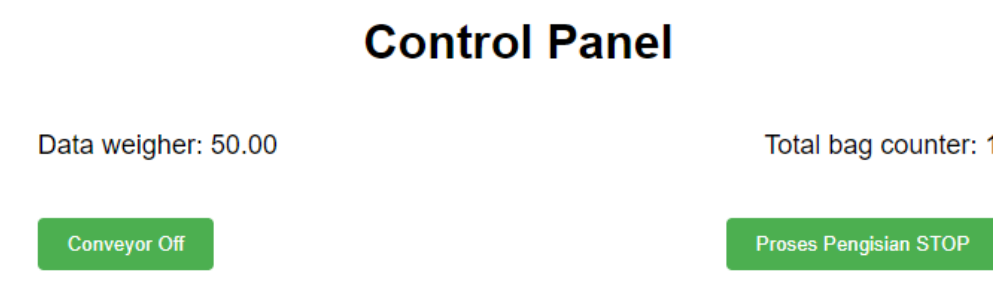
Motor DC adalah jenis motor listrik yang menggunakan arus DC atau arus searah. Saat motor DC diberi arus DC atau tegangan DC yang merubah dari energi listrik menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Motor DC ini di gunakan pada *conveyor* [12].

5. Infrared sensor

Infrared sensor adalah perangkat elektronik, yang memancarkan cahaya *led* dan cahaya yang di terima oleh *photodiode* nilai yang dihasilkan oleh sensor tersebut adalah 1 / 0 yang di artikan *on* atau *off*. Dengan sensor yang ada pada alat yang akan dibuat di gunakan untuk menghitung hasil pengemasan dan akan di ditampilkan pada *lcd* maupun *web server* [13].

6. Box Control

Box Control ini berisi rangkaian sistem yang terdiri dari mikrokontroler *ESP32* dan modul *HX711*. *ESP32* sebagai perangkat yang akan di beri program untuk memerintah dan menerima data. *ESP32* memiliki banyak fitur yang dapat mengelola jaringan *wifi* dan *Bluetooth* [14]. Modul *HX711* adalah komponen pendukung *ESP32* yang berfungsi sebagai *ADC (Analog to Digital Converter)* yang mengkonversi perubahan yang terukur pada resistansi *load cell* / sensor timbangan. Modul ini melakukan komunikasi dengan komputer / mikrokontroler melalui *TTL232* [15].



Gambar 4 Desain *Web Server*

Pada Gambar 4 merupakan desain tampilan *web server* yang dapat di akses menggunakan internet pada *google*. Tampilan itu di program melalui *ESP32* dan juga link akses melalui *ESP32*. *web server* di gunakan untuk memantau hasil produksi secara *real time* dari jarak jauh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini yang membahas hasil dari penelitian ini. Pembahasan kali ini meliputi hasil uji ke akurasi nilai data pada setiap komponen dan hasil uji sistem berjalan. Pengujian ini akan di bandingkan dengan alat konvensional.

3.1 Pengujian sensor *load cell*

Pengujian sensor *load cell* ini membandingkan antara sensor *load cell* yang terhubung dengan *ESP32* dengan batu timbang. Sensor *load cell* sendiri yang di gunakan memiliki kapasitas maksimum 10 kilo gram. Pada Gambar 5 adalah pengujian menggunakan batu timbang yang menggunakan satuan gram dengan berat 250 g, 100 g, dan 50 g. Tabel 1 merupakan hasil

pengujian kesesuaian hasil timbangan *load cell* yang menggunakan batu timbang sebagai perbandingannya.



Gambar 5 Pengujian *Load Cell*

Tabel 1 Perbandingan Sensor *Load Cell* dengan Timbangan Konvensional

NO	Berat Timbangan	Pembacaan Sensor <i>Load Cell</i>
1	50 g	50 g
2	100 g	100 g
3	250 g	250,2 g
4	300 g	300 g
5	400 g	400 g

3.2 Pengujian *Infrared Sensor*

Pengujian *infrared sensor* ini dengan bagaimana pembacaan sensor saat terhalang suatu benda dan tidak terhalang suatu benda di depannya. Jika terhalang suatu objek di depannya lampu indikator sensor akan *ON*, begitu juga sebaliknya jika tidak terhalang suatu objek di depannya lampu indikator sensor akan *OFF*. Pada Gambar 6 merupakan proses pengujian *infrared sensor*.



Gambar 6 pengujian *infrared sensor*

Tabel 2 Pengujian *Infrared Sensor*

NO	Kondisi	Pembacaan
1	Terhalang	ON
2	Terhalang	ON
3	Tidak terhalang	OFF
4	Terhalang	ON
5	Tidak terhalang	OFF

3.3 Pengujian Webservice

Pada Gambar 7 merupakan hasil dari pengujian tampilan *web server* yang menampilkan kondisi berat pada *load cell*, *counter*, kondisi *conveyor*, dan kondisi proses pengisian. Pada Tabel 3 merupakan tabel kesesuaian dengan kondisi real dan kondisi yang di tampilkan pada *web server*, yang meliputi sensor *load cell*, *infrared sensor*, kondisi pengisian, dan kondisi motor *conveyor*.

Control Panel

Data weigher: 50.00

Total bag counter: 1

Conveyor Off

Proses Pengisian STOP

Gambar 7 Tampilan *webserver*

Tabel 3 Kesesuaian kondisi

NO	Kondisi	Kesesuaian
1	Motor <i>conveyor</i>	√
2	<i>Load cell</i>	√
3	<i>Infrared sensor</i>	√
4	Proses pengisian	√

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem alat penimbangan otomatis ini dengan melihat hasil keakuratan dan kesesuaian timbangan yang di hasilkan dan apa yang di dalam program berjalan dengan baik. Pada Gambar 8 merupakan gambar dimana alat yang sudah jadi dan siap untuk pengujian sistem.



Gambar 8 Alat Penimbangan Otomatis

Tabel 4 Pengujian sistem

NO	Tanggal & Waktu	Counter	Terprogram	Hasil	Selisih
1	11/08/2024;10.00	1	500 g	500,2 g	0,2 g
2	11/08/2024;10.05	2	500 g	500 g	0 g
3	11/08/2024;10.10	3	500 g	500 g	0 g
4	11/08/2024;10.15	4	500 g	500,3 g	0,3 g
5	11/08/2024;10.20	5	500 g	500,2 g	0,2 g
			2500 g	2500,7 g	0,7 g

Jadi pada Tabel 4 merupakan hasil pengujian alat penimbangan pupuk otomatis ini menghasilkan nilai eror 0,028 % dari 5 percobaan dimana total dari terprogram dan hasil dengan memiliki selisih 0,7 g.

3.4 Pengujian Google Spreadsheet

Pada Gambar 9 merupakan hasil pengujian *google spreadsheet* ini merupakan data yang tersimpan pada *google spreadsheet* apakah sesuai atau tidak. Data yang tersimpan meliputi tanggal, waktu, data *weigher*, data *counter*.

No	Tanggal	Waktu	Data weigher	Bag counter
1	11/08/2024	9:00:00	50 g	1
2	11/08/2024	9:10:00	50 g	10
3	11/08/2024	9:20:00	50 g	20
4	11/08/2024	9:30:00	50 g	30
5	11/08/2024	9:40:00	50 g	40

Gambar 9 Tampilan *Google Spreadsheet*

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian kali ini yang menghasilkan suatu alat penimbangan pupuk otomatis berbasis *web server* bisa di simpulkan bahwasannya :

1. Pada sistem ini juga memiliki nilai eror 0,028 % dari 5 percobaan dengan berat 500 g.
2. Pada sistem yang dibuat bisa memonitoring timbangan pupuk secara *real time* agar tidak ada objek kurang timbang atau objek lebih timbang pada perusahaan pupuk yang memerlukan penimbangan pupuk otomatis.
3. Dari sistem yang sudah ada ini bisa di konfigurasi dengan perusahaan yang menggunakan penimbangan otomatis untuk menambahkan *web server* jadi bisa di kembangkan lagi agar bisa terhubung dengan proses penimbangan yang sudah ada. Agar mempermudah operator / manajemen untuk pemantauan dan pencatatan hasil produksi pada hari ini.

5. SARAN

Saran dari sistem yang telah di buat penimbangan otomatis berbasis *web server* ini memiliki beberapa yang mungkin bisa di kembangkan lagi agar alat tersebut lebih optimal:

- Di sistem ini penyimpanan data dan monitoring data terpisah dari *google spreadsheet* dengan *web server*. Dari sini mungkin bisa jadi lebih baik jika penyimpanan datanya jadi satu tampilan dengan *webserver* di bagian bawahnya.
- Di sistem ini akan lebih baik jika menggunakan SCADA untuk skala industri agar tampilan pada SCADA bisa lebih baik dan lebih detail informasinya.
- Perlunya komponen – komponen penunjang monitoring ini lebih detail contohnya *hopper level* bisa menggunakan sensor HCSR04.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA.

- [1] AMTAST, “Pengertian pupuk beserta jenis dan manfaatnya.” Accessed: Nov. 16, 2023. [Online]. Available: <https://amtast.id/pengertian-pupuk-beserta-jenis-dan-manfaatnya/>
- [2] H. Ajina, N. R. Timisela, and E. D. Leatemia, “Dampak Kelangkaan Pupuk Bersubsidi Terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat,” *J. Agrosilvopasture-Tech*, vol. 2, no. 2, pp. 288–296, 2023, doi: 10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2023.2.2.288.
- [3] D. Ruminta, “Analisis Kinerja PT Pupuk Indonesia (Persero) Sebagai Holding Company Sektor Pupuk Di Indonesia,” *J. Adm. Bisnis*, vol. 1, no. 2, pp. 93–102, 2021, doi: 10.31294/jab.v1i2.838.
- [4] Z. Zaenurohman, G. M. Aji, and H. Susanti, “Rancang Bangun Sistem Pengisian Otomatis Merica Bubuk Berbasis Kontroler Arduino Nano,” *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 345–353, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1923.
- [5] Tresna Umar Syamsuri, Rahma Nur Amalia, and Mudjiono, “Rancang dan Bangun Mesin Filling Sari Kedelai dengan Pneumatik,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 134–138, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i3.647.
- [6] H. Hermawan, M. Mawar, and ..., “Rancang Bangun Bagging Machine Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring Online,” ... *Entrep. ...*, pp. 48–55, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/view/280%0Ahttps://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/viewFile/280/135>
- [7] D. Epriyanto *et al.*, “RANCANG BANGUN PENIMBANGAN DAN PENGEPAKAN PADA PRODUKSI GULA MENGGUNAKAN PLC (Sub Judul : Monitoring Pengepakan Pada Produksi Gula),” no. May, 2017.
- [8] W. Indani, “Timbangan Digital Buah Kelapa Sawit berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 8, no. Vol. 8 No. 2 (2022), pp. 145–153, 2022, doi: 10.35143/elementer.v8i2.5777.
- [9] A. Mahfud *et al.*, “Prototype Sistem Penimbangan Otomatis Pada Model,” vol. 15, no. 1, pp. 43–50, 2023.
- [10] “Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo - Arduino Indonesia | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia.” Accessed: Apr. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- [11] Wahyudi, Abdur Rahman, and Muhammad Nawawi, “Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual,” *J. ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 207–220, 2017.
- [12] N. Nugroho and S. Agustina, “Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik,” *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2015.
- [13] Yusniati, “Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Fasa,” *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 90–96, 2018.
- [14] “Apa Itu ESP32, Salah Satu Modul Wi-Fi Poppuler - Krysna Yudha Maulana - anakteknik.co.id.” Accessed: Apr. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-esp32-salah-satu-modul-wi-fi-poppuler>
- [15] Y. Mukhammad, A. Santika, and S. Haryuni, “Analisis Akurasi Modul Amplifier HX711 untuk Timbangan Bayi,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 24–28, 2022, doi: 10.18196/mt.v4i1.15148.