

Perancangan *Prototype* Mesin Pengisi Botol Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 dengan *Interface* LCD 20x4

Iskandar Muda¹, Saripudin², Erwin Yusuf³

^{1,2,3}Teknik Otomasi, Politeknik TEDC¹

Jl. Politeknik-Pesantren KM2 Cibabat Cimahi Utara – Cimahi Jawa Barat - Indonesia

ismudofficial2@gmail.com¹, saripudin@poltektedc.ac.id², erwin.yusuf@polban.ac.id³

Asbtrak - Kemajuan industri di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat terutama dalam industri air minum dalam kemasan (AMDK). Pengisian botol pada proses AMDK pada depot air minum masih menggunakan tenaga manusia, sehingga operator harus memperhatikan volume air pada botol atau galon pada saat pengisian botol atau galon yang tersedia. *Prototype* ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui sistem kerja mesin filling yang sederhana, konsistensi volume pengisian botol otomatis dengan set point Arduino 330 mL dan 180 mL dan respon keseluruhan sistem. Dalam rangka pembuatan *prototype filling machine* ini dilakukan beberapa tahapan meliputi konsultasi, studi literatur, perancangan, pembuatan dan pengujian sistem serta analisis terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian *prototype* tersebut. Dalam proses pengujian 20 botol (dengan syarat 2 botol tiap satu kali jalan dengan jarak antar botol 20,5 cm sesuai penanda peletakan botol pada konveyor mulai dari awal, pengisian hingga penutupan selesai) diperoleh hasil sebagai berikut: Untuk set point 330 mL (standard pasar) yang diprogram di Arduino memiliki volume netto rata-rata 327,55 mL dan total waktu keseluruhan rata-rata 57,195 detik, sedangkan pada pengujian dengan set point 180 mL yang diprogram Arduino memiliki volume netto rata-rata 180,25 mL dengan total waktu keseluruhan rata-rata 47,638 detik.

Kata kunci— *Prototype, Filling Machine, Otomatis, Arduino, Set point*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara Indonesia mengalami perkembangan yang pesat terutama dalam industri air minum dalam kemasan (AMDK) dan pengisian botol. Proses pengisian AMDK pada depot air minum masih menggunakan tenaga manusia, sehingga operator harus memperhatikan volume air pada botol atau galon pada saat pengisian pada botol atau galon yang tersedia [6]

Salah satu bentuk implementasi sistem otomatisasi industri yaitu dalam pengisian air pada botol skala besar dan galon di depot air minum. Penelitian mengenai sistem pengisian botol otomatis berbasis Arduino juga telah banyak berkembang. Namun perlu adanya

penyederhanaan alat dan sistem terutama untuk pelaku industri kecil yang baru memulai usaha.

Mesin *filling* botol merupakan mesin filling yang digunakan untuk mengisi produk ke dalam kemasan botol berupa produk: kecap, minyak, madu dan produk cair lainnya. Mesin ini bekerja secara otomatis dengan volume pengisian *set point* yang telah diprogram sesuai dengan kebutuhan.

Prototype merupakan bentuk dasar dari suatu alat yang akan dikembangkan dan dijual secara komersil yang bertujuan untuk menguji kerja alat agar sesuai dengan yang diinginkan. *Prototype filling machine* botol ini merupakan bentuk sederhana dari versi skala besarnya untuk diuji cara kerjanya dalam skala kecil.

Mesin ini dapat bekerja secara otomatis ketika peran manusia menjadi sangat kecil dalam prosesnya. Pengisian cairan ke dalam botol dilakukan oleh mesin ketika botol dideteksi keberadaannya oleh komponen seperti sensor. Kuantitas pengisian seperti berat atau volume cairan juga tidak lagi dikendalikan manual oleh manusia, melainkan sesuai dengan *set point* yang telah diatur atau diprogram pada *main control* nya atau juga bisa diatur ukurannya dengan flow meter sensor [8]

Mesin filling pada dasarnya menggunakan pompa sebagai komponen utama untuk memindahkan cairan dari sumber atau supply ke botol yang akan diisi. Dalam skala kecil, mesin filling dapat menggunakan pompa dc mini sebagai komponen utama [7]



Gbr. 1 Mini Pump DC

Komponen dalam mesin *filling* ini disusun dengan berbagai komponen diantaranya adalah:

A. Mini Pump DC

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan sejumlah fluida cair dari satu tempat ke tempat lain. Pada umumnya pompa menggunakan motor sebagai penggerak sehingga energi mekanik motor dikonversi menjadi energi kinetik dalam bentuk kecepatan cairan mengalir. Mini pump DC pada dasarnya menggunakan tegangan 5V DC dan lazim digunakan sebagai pompa galon mini elektrik dan akuarium[1].

B. Motor DC

Motor DC merupakan mesin listrik yang menggunakan arus searah (DC) sebagai sumber energi listrik menjadi energi mekanik atau energi gerak. Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik [2] [10]

C. Driver L298N (Dual H-Bridge)

L298 adalah komponen elektronik yang dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC. Satu buah L298 bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Selain bisa dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, L298 ini pun bisa dipergunakan sebagai driver motor Stepper bipolar. IC driver L298N memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40volt DC untuk satu kanalnya. Pin enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin input 1 sampai 4 digunakan untuk mengendalikan arah putaran. Pin output pada IC L298 13 dihubungkan ke motor DC yang sebelumnya melalui dioda yang disusun secara H-bridge. Pengaturan kecepatan motor digunakan teknik PWM (pulse width modulation) yang diinputkan dari mikrokontroler melalui pin Enable. PWM untuk kecepatan rotasi yang bervariasi level highnya[3] [9].

D. Sensor Proximity

Sensor Jarak Induktif atau Inductive Proximity Sensor adalah Sensor Jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam baik logam jenis Ferrous maupun logam jenis non-ferrous. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan (ada atau tidak adanya objek logam), menghitung objek logam dan aplikasi pemosisian. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau arus (4 – 20mA). Jarak pengukurannya bisa mencapai hingga 2 inci. Sedangkan versi Digital biasanya digunakan pada rangkaian DC saja ataupun rangkaian AC/DC. Sebagian besar Sensor Induktif Digital dikonfigurasi dengan Output “NORMALLY – OPEN” namun ada juga yang dikonfigurasi dengan Output

“NORMALLY – CLOSE”. Sensor Induktif ini sangat cocok untuk mendeteksi benda-benda logam di mesin dan di peralatan otomatisasi[4].

E. Arduino Mega

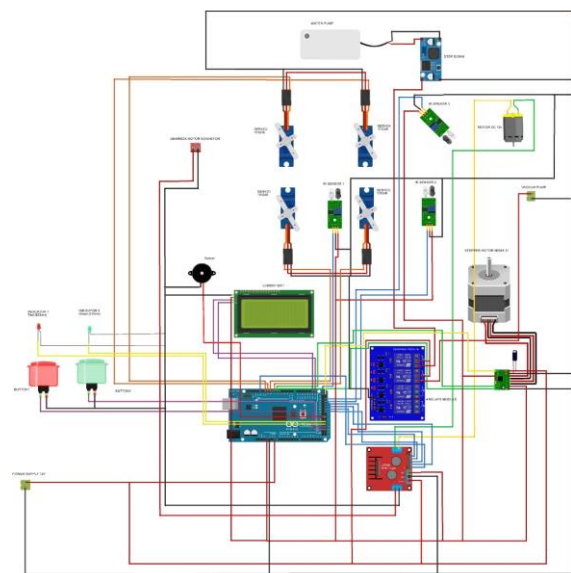
Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (datasheet). Mempunyai 54 pin digital input/output (dimana 14 pin dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin input analog, 2 UARTs (Hardware serial ports), sebuah crystal oscillator 16 MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, ICSP header, dan tombol kembali. Setiap isi dari Arduino Mega 2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler, koneksi mudah antara Arduino mega 2560 ke komputer dengan sebuah kabel USB atau daya dengan AC to DC Power Supply atau baterai untuk memulai [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis dalam penelitian ini menyederhanakan komponen dan sistem pengisian dengan memaksimalkan program Arduino untuk mencapai volume yang diinginkan guna memperoleh biaya yang lebih ekonomis namun dengan kecepatan sistem atau respon waktu yang baik.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

A. PERANCANGAN KONTROL



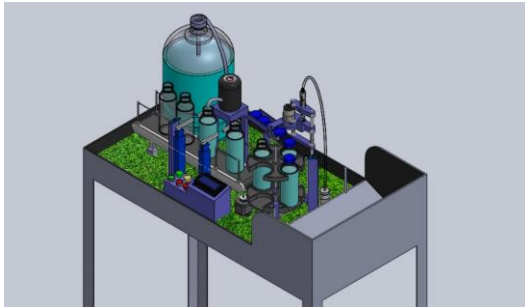
Gbr 2. Skematik Control

Pada perancangan kontrol utama dan kelistrikan dapat dilihat bahwa Arduino menjadi pusat kendali sistem.

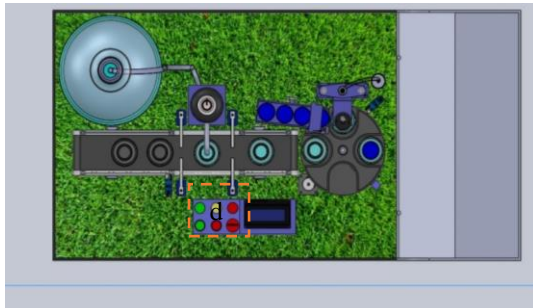
1. LCD 20x4 melalui I2C: ke pin SDA dan SCL Arduino.
2. Motor DC Gearbox 12V dikendalikan melalui driver L298N (H-Bridge) lalu menuju pin Arduino 31 dan 33.

3. Pompa Air melalui modul relay: ke pin 49 Arduino.
4. Servo: langsung menuju pin 7,8,9,10 Arduino.
5. Sensor infrared: pin 25 dan 27 Arduino.
6. Motor DC12V melalui driver L298N (H-Bridge): pin 35 dan 37.
7. Motor Stepper melalui driver A4998, dir: pin 5, step: pin 6, enable: pin 22 Arduino.
8. Pompa Udara melalui modul relay: pin 47 Arduino.
9. Lampu Hijau dan Merah: langsung ke sumber 12 V DC.

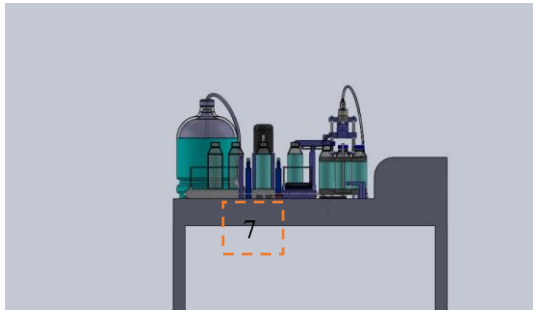
B. PERANCANGAN MEKANIK



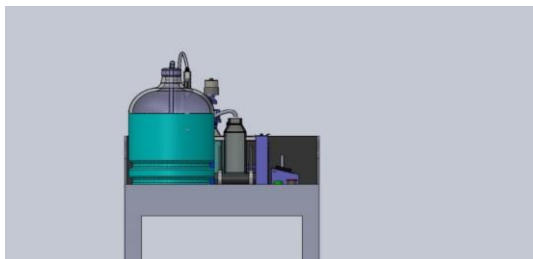
Gbr. 2 Tampak 3D



Gbr. 3 Tampak Atas



Gbr. 4 Tampak Depan



Gbr. 5 Tampak Samping

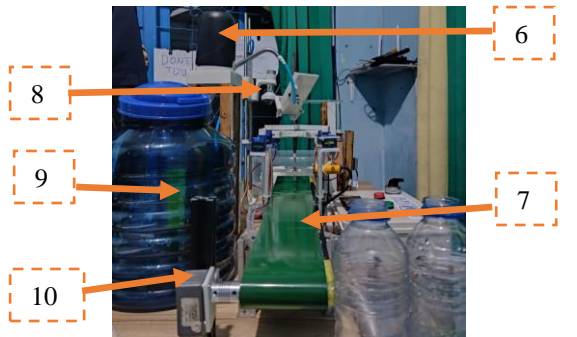
Pada tahap perancangan mekanik atau hardware ini ada beberapa tahapan perancangan yaitu desain hardware sebagai berikut:

1. Desain Botol dan gallon
2. Desain Pompa Galon dan tiang pompa.
3. Desain konveyor (3D print dan aluminium profile) dan palang servo (3D print).
4. Desain komponen elektronika berupa: motor dc, motor stepper, servo, pompa udara, LCD dan panel, sensor.
5. Desain tiang penutup botol.
6. Desain Meja.

Berikut bagian-bagian dari *prototype* filling machine dalam penelitian ini:



Gbr. 6 Prototype Interface dan Box Control



Gbr. 7 Prototype Tampak Samping Kiri



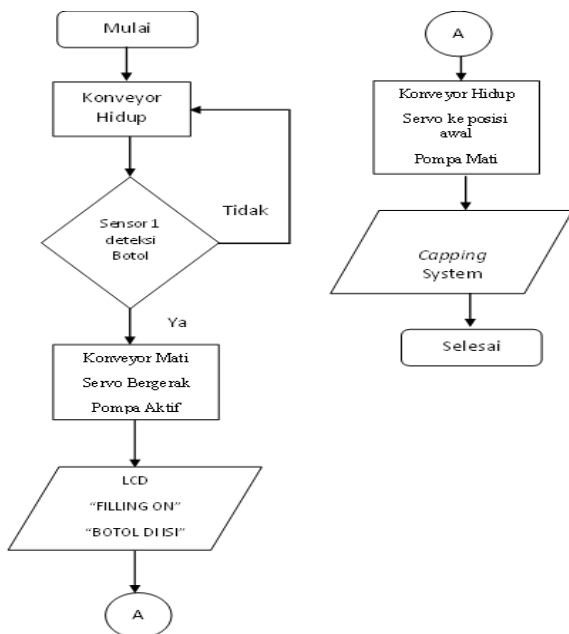
Gbr. 8 Prototype Tampak Atas

Keterangan:

1. Palang pembatas (servo 1 dan 2)
2. Palang pembatas (servo 3 dan 4)
3. Lampu indikator
4. LCD 20x4
5. Sensor Proximity 1
6. Mini Pump DC

7. Belt Konveyor
8. Mesin Pemutar Tutup Botol
9. Galon suplai air
10. Motor DC Gearbox Konveyor
11. Neraca Digital
12. Part suplai tutup botol
13. Suntikan 20mL sebagai silinder pneumatic
14. Selang pneumatic
15. Pompa Udara Vaccum DC (sebagai pengganti kompresor)
16. Sensor proximity 2
17. Motor DC pemutar tutup botol

C. FLOWCHART

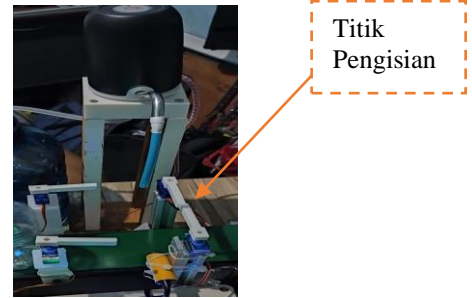


Gbr. 9 FlowChart Cara Kerja Sistem

Berdasarkan flowchart diatas diketahui bahwa ketika pertama kali sistem dijalankan (start) maka konveyor akan selalu hidup. Konveyor kemudian menggerakkan botol hingga terdeteksi oleh sensor 1. Ketika botol telah terdeteksi maka secara otomatis servo akan bergerak sebagai palang untuk menutup area pengisian sebab hanya bisa melakukan pengisian tunggal. Pompa air aktif dan LCD menampilkan status atau keadaan yang sedang terjadi. Ketika botol telah di isi maka palang penutup akan kembali terbuka dan konveyor hidup untuk mengeluarkan botol yang telah di isi keluar dari area filling. Kemudian proses selanjutnya botol tersebut akan ditutup pada sistem capping.

Pengujian prototype *filling machine* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pastikan posisi pipa filling machine tepat dititik pengisian.



Gambar. 10 Posisi Titik Pengisian

2. Hidupkan Power Supply.
3. Konveyor hidup, letakkan botol dengan baik diatas konveyor, hanya ada 2 botol yang bisa diletakkan diatas konveyor pada waktu yang bersamaan dengan jarak kurang lebih 20,5 cm satu sama lain dari ujung konveyor dan sesuai dengan tanda /indikator peletakan botol.



Gbr. 11 Posisi Peletakan Botol

4. Konveyor akan berjalan hingga botol terdeteksi sensor 1. Pastikan botol kedua tidak menabrak palang pembatas. Ketika botol terdeteksi sensor maka konveyor akan mati, palang pembatas akan menutup dan botol diisi



Gbr. 12 Botol Diisi

5. Setelah botol di isi, palang pembatas akan terbuka dan konveyor enggerakkan botol menuju sistem capping. Pada saat yang sama botol kedua menuju area pengisian, pada saat botol pertama yang telah terisi terdeteksi sensor 2 maka sistem pengisian dan konveyor akan berhenti bekerja, dan botol pertama ditutup oleh mesin capping.
6. Harap berhati-hati untuk memperhatikan masing-masing botol agar tidak terjadi kecelakaan! Diantaranya seperti salah satu botol terjatuh atau

tumpah atau bahkan bertabrakan. Maka dari itu jika salah satu sistem aktif maka sistem lain akan berhenti. Dengan demikian ketika botol ditutup, maka konveyor dan sistem pengisian tidak akan berjalan hingga sistem capping selesai dan sebaliknya.



Gbr. 13 Botol Ditutup

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *filling machine* dapat di lihat pada table 1 dan table 2 di bawah ini;

Hasil pengujian Volume Botol dengan Set point Arduino 330mL dan Waktu dapat di lihat pada tabel 1 di bawah ini:

TABEL I
PENGUJIAN VOLUME BOTOL SET POINT ARDUINO 330ML DAN WAKTU

Percobaan	Botol ke -	Volume Brutto (mL)	Volume Netto (mL)	Waktu Keseluruhan Sistem(detik)
1	1	337	326	57,16
	2	339	328	
2	3	335	324	57,25
	4	335	324	
3	5	335	324	57,10
	6	341	330	
4	7	341	330	57,44
	8	338	327	
5	9	338	327	57,25
	10	341	330	
6	11	337	326	57,12
	12	337	326	
7	13	339	328	56,99
	14	339	328	
8	15	338	327	57,15
	16	339	328	
9	17	341	330	57,32
	18	341	330	
10	19	341	330	57,17
	20	339	328	
Total			655100	571,95
Rata			327,55	57,20

Berdasarkan data pada tabel 1 di atas, bahwa hasil pengujian volume air yang di isi pada botol dengan *set point* di program Arduino sebesar 330 mL (standard pasar) pada *filling machine*. Rata-rata volume air yang di hasilkan adalah 327,55 mL dengan rata-rata total waktu sebesar 57,20 detik

Hasil pengujian Pengujian Volume Botol *Set point* Arduino 180mL dan Waktu dapat di lihat pada tabel 2 berikut ini:

TABEL II
TABEL PENGUJIAN VOLUME BOTOL SET POINT ARDUINO 180ML DAN WAKTU

Percobaan	Botol ke -	Volume Brutto (mL)	Volume Netto (mL)	Waktu Keseluruhan Sistem (detik)
1	1	188	177	47,15
	2	193	182	
2	3	192	181	47,42
	4	191	180	
3	5	192	181	47,87
	6	190	179	
4	7	190	179	47,72
	8	190	179	
5	9	191	180	47,98
	10	191	180	
6	11	191	180	47,52
	12	191	180	
7	13	192	181	47,63
	14	192	181	
8	15	193	182	47,63
	16	193	182	
9	17	191	180	47,75
	18	191	180	
10	19	191	180	47,71
	20	192	181	
Total			3605	476,38
Rata			180,25	47,64

Berdasarkan data pada tabel 2 di atas, bahwa pengujian volume air yang di isi pada botol dengan set point di program Arduino sebesar 180 mL (standard pasar) pada *filling machine*. Rata-rata volume air yang di hasilkan adalah 180,25 mL dengan rata-rata total waktu sebesar 47,64 detik

III. HASIL DAN KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian mengenai prototype ini diperoleh kesimpulan bahwa pengujian 20 botol dengan volume netto set point 330 mL (standard pasar) yang diprogram di Arduino, prototype ini mampu menghasilkan volume botol yang relatif konsisten dengan rata-rata volume netto 327,55 mL. dengan rata-rata total waktu sebesar 57,20 detik, Sedangkan untuk volume netto set point 180 mL program Arduino yang diuji dalam penelitian ini dihasilkan volume netto rata-rata 180,25 mL. 47,64 detik Pada alat ini berlaku bahwa ketika sistem *filling*(pengisian) bekerja maka sistem *capping* (penutupan) akan mati atau sebaliknya, untuk alasan keamanan proses agar botol tidak bertabrakan atau tumpah.

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan: 1) sistem filling machine mampu menampung lebih banyak botol tanpa harus mengatur jarak antar botol untuk keamanan pengisian. 2) Pengisian botol yang volumenya lebih besar atau fleksibel tergantung kebutuhan. 3) Membuat sistem keamanan yang lebih baik agar ketika terjadi kesalahan pada waktu proses pengisian atau penutupan botol, maka sistem secara otomatis akan berhenti. 5) Membuat part-part hardware atau mekanik alat yang lebih kokoh atau solid agar proses kerja sistem lebih stabil.

REFERENSI

- [1] Bima Setyawan, Penengaruh Perawatan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Kerja Mesin Induk di Kapal MT.Sungai Gerong Dengan Metode Fault Tree Analysis. Diploma thesis, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. 2017
- [2] Siswoyo, Teknik Listrik Industri Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008, pp. 13-16,
- [3] P. Damayanti, Pintu Otomatis Dengan Perintah Suara Berbasis Fast Fourier Transform (FFT) Menggunakan LabView. Undergraduate (S1) thesis. University of Muhammadiyah Malang, pp. 16-17, 2020.
- [4] Hasrullah, Rancang Bangun Instrumen Pengukur Tingkat Warna Putih Garam Industri. Undergraduate (S1) thesis. University of Muhammadiyah Malang, pp. 11-12, 2021.
- [5] J.W. Simatupang, B. Prasetyo, M. Galina and A. Suhartono, Prototipe Mesin Penjual Air Mineral Otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dan RFID-RC522. *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 10, pp. 486, Apr. 2022.
- [6] Rijanto, H. A. RancangBangun Sistem Pengisian Air Minum Dalam Kemasan MenggunakanArduino Uno dengan Sensor Load Cell. *Jurnal Teknik Elektro*, 579-580., 2019.
- [7] Hermawan, P. C.. Perancangan Miniatur Mesin Pengisian Air Otomatis Menggunakan Arduino Nano Berbasis Intenet of Things (IOT). *Jurnal Universitas Pakuan*, 2-8. 2020.
- [8] Ayyubi, M. K. Desain Perancangan Belt Conveyor Untuk Meningkatkan Keergonomian Proses Material Handling. *Jurnal Manajemen Industri dan Manufaktur Industri*, 2. 2020.
- [9] Ardhitamara, R. C., Perancangan Robot Pemotong Rumput Berbasis Android dengan Kontrol PWM dan Variasi Pisau Potong. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, 14. 2021.
- [10] Evalina, A. A., Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3. *Journal of Electrical Technology*, 73-80., 2018.