

SISTEM MEMORI EEPROM PADA ARDUINO DAN PENERAPAANNYA PADA ROBOT ARM

Ari Fahrezi^{1*}, Lela Nurpulaela²

1 Program Studi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

2 Program Studi Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

*e-mail: arifahrezi12@gmail.com

ABSTRAK

CV. Karya Anugerah Jaya, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang Mekanikal Elektrikal serta Kontraktor & Supplier, menekankan kerjasama dengan pabrik-pabrik untuk menyediakan barang dengan harga kompetitif dan waktu efektif. Di era teknologi yang pesat saat ini, pentingnya sumber daya manusia yang mampu memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas usaha tidak dapat diabaikan. Penggunaan Integrated Circuit (IC) EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) menjadi fokus dalam konteks kemajuan teknologi. Diterapkan pada Robot ARM, EEPROM berperan sebagai pengontrol gerakan motor pada setiap engsel, dengan proses penyimpanan dan pengambilan data yang sepenuhnya dikendalikan oleh mikrokontroler. pemanfaatan EEPROM pada Robot ARM memberikan kemudahan dalam pengawasan level byte dan penggunaan yang hemat. Ini memberikan manfaat besar terutama dalam industri yang memanfaatkan Robot ARM, dengan kemampuan untuk menyimpan dan mengambil data posisi servo motor untuk mengontrol robot arm secara otomatis, serta penggerakan manual sesuai kebutuhan menggunakan potensiometer.

Kata Kunci: *Teknologi, IC, EEPROM, Robot ARM*

EEPROM MEMORY SYSTEM ON ARDUINO AND ITS APPLICATION ON ROBOT ARM

ABSTRACT

CV. Karya Anugerah Jaya is a company operating in the field of Mechanical Electrical and Contractor & Supplier services, emphasizing collaboration with factories to provide goods at competitive prices and within effective timeframes. In today's rapidly advancing technological era, the importance of human resources capable of harnessing technology to enhance business quality and productivity cannot be overstated. The utilization of Integrated Circuit (IC) EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) takes center stage in technological advancement. Implemented in Robot ARM, EEPROM acts as a motor movement controller on each hinge, with the storage and retrieval process entirely controlled by the microcontroller. The utilization of EEPROM in Robot ARM provides ease in byte-level monitoring and cost-effective utilization. This provides significant benefits, particularly in industries utilizing Robot ARM, with the ability to store and retrieve servo motor position data for automatic arm control, as well as manual manipulation as needed using potentiometers.

Keywords: *Technology, IC, EEPROM, Robot ARM*

I. PENDAHULUAN

CV. Karya Anugerah Jaya bergerak dibidang Mekanikal Elektrikal serta Kontraktor & Supplier dengan bekerjasama dengan pabrik-pabrik sehingga dapat mengadakan barang dengan harga yang kompetitif, serta waktu yang efektif, baik import maupun export untuk barang-barang yang bersifat teknik yang berhubungan dengan bidang Mekanikal Elektrikal maupun barang barang yang bersifat umum.

Saat ini, teknologi terus berkembang dengan cepat dan memunculkan kebutuhan yang semakin meningkat untuk solusi yang cepat, efektif, dan efisien. Dalam lingkungan bisnis, perusahaan memerlukan tenaga kerja yang dapat menggunakan teknologi sebagai alat untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas operasional. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan kualitas tenaga kerja melalui praktik lapangan, di mana mahasiswa dapat memperluas pengetahuan mereka di luar ruang kelas, serta mengasah keterampilan dan memahami norma-norma etika profesional melalui pengalaman langsung. Ini memberikan modal yang berharga bagi mahasiswa saat mereka memasuki dunia kerja dengan harapan dapat bersaing secara efektif.

Dengan kemajuan teknologi, telah muncul sebuah Integrated Circuit (IC) yang dikenal sebagai EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). Pada dasarnya, EEPROM adalah jenis IC ROM yang memungkinkan penghapusan dan pengisian ulang sesuai kebutuhan. Sebagai bentuk ROM, IC ini mampu menyimpan data bahkan ketika daya catunnya dimatikan. Keunggulan ini menjadi nilai tambah karena EEPROM dapat digunakan sebagai media penyimpanan data permanen [1].

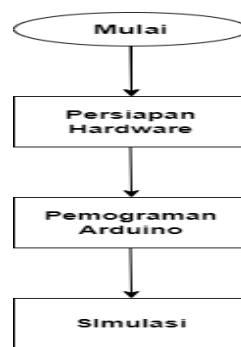
EEPROM diterapkan pada Robot ARM, Dimana EEPROM sebagai pengontrol gerakan motor yang ada pada setiap engsel di Robot ARM tersebut. Dimana EEPROM sebagai media penyimpanan data, sedangkan proses pengisian, penghapusan dan pembacaan data sepenuhnya dilakukan oleh mikrokontroler.

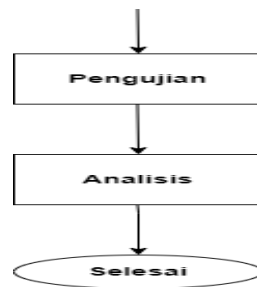
Robot ARM berbasis kendaraan, yang juga dikenal sebagai *Robotic ARM Vehicle* merupakan jenis lengan mekanik yang diprogram untuk memiliki fungsi serupa dengan lengan manusia. Fungsi utama dari Robot Arm ini adalah untuk mengangkat barang dari satu lokasi ke lokasi lain dengan kemampuan mobilitas yang optimal. Robot ini memiliki potensi untuk membantu dalam pekerjaan manusia, dan kemampuan mobilitas yang baik membuatnya dapat diandalkan dalam berbagai industri dan proyek konstruksi. Selain itu, robot ini dapat dikontrol dan dipantau dari jarak jauh, memungkinkan pengawasan dan pengendalian yang efisien di berbagai situasi. [2].

Penggunaan EEPROM disini adalah untuk menyimpan gerakan yang sudah di program sebelumnya dan robot bisa kita monitoring dari kejauhan, kita juga bisa memprogram ulang sesuai dengan kebutuhan yang kita butuhkan dari gerakan Robot Arm ini.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Flowchart





Gambar 1. Flowchart Penerapan EEPROM pada Robot ARM

- **Persiapan Hardware**
Siapkan Arduino Uno dan komponen-komponen lain yang dibutuhkan. Lakukan wiring dengan breadboard dengan skema sesuai yang dirancang.
- **Pemrograman Arduino**
Membuat Pemrograman di Arduino IDE untuk mengontrol Robot ARM .
- **Simulasi**
Melakukan simulasi pada Robot ARM menghubungkan 5 Potensiometer ke Arduino dengan desain yang sudah dibuat. Memastikan semua komponen terhubung lalu uji secara manual dengan potensiometer.
- **Pengujian**
Setelah melakukan beberapa pengaturan posisi dengan potensiometer, pastikan data posisi motor servo tersimpan di dalam memori EEPROM. Lalu matikan Arduino dan hidupkan kembali untuk memastikan data yang disimpan dapat dipulihkan dengan benar. Dan terakhir uji data dari EEPROM untuk menggerakkan Robot ARM ke posisi yang telah disimpan sebelumnya.
- **Analisi**
Evaluasi kerja Robot saat dikendalikan menggunakan Potensiometer, tinjau kehandalan penyimpanannya dan pengambilan data.

2.2 Arduino

Massimo Banzhi dan David Cuartielles menciptakan Arduino dengan tujuan mendukung para siswa dalam merancang perangkat dan berinteraksi dengan biaya yang terjangkau. Nama "Arduino" berasal dari bahasa Italia yang berarti "teman yang berani". Arduino adalah platform mikrokontroler *single-board* sumber terbuka yang berasal dari platform Wiring, dirancang untuk menyederhanakan penggunaan elektronik dalam berbagai aplikasi. Perangkat keras Arduino menggunakan prosesor Atmel AVR, sementara perangkat lunak Arduino menggunakan bahasa pemrograman C. [3].

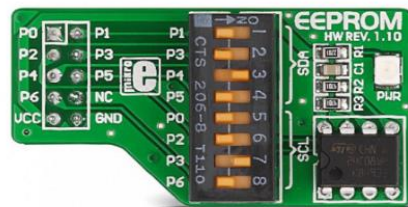
Arduino Uno adalah salah satu varian yang paling umum digunakan, terutama direkomendasikan bagi pemula. Terdapat berbagai sumber yang membahas Arduino Uno secara mendalam. Edisi terbaru, Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai mikrokontroler utamanya. Arduino Uno dilengkapi dengan 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk melakukan pemrograman, cukup menggunakan kabel USB *type A to type B*, mirip dengan yang digunakan pada printer USB. Detail spesifikasi Arduino Uno R3 dapat ditemukan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino

NAMA	KETERANGAN
Mikrokontroler	ATmega328
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan clock	16 MHz
Input Tegangan	7-12 Volt
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori flash	32 KB
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Operasi Tegangan	5 Volt

2.3 Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM)

EEPROM, yang juga disebut E²PROM adalah jenis chip memori semikonduktor yang memiliki sifat non-volatile, yang berarti data dapat ditulis dan dihapus tanpa memerlukan catu daya. Data yang disimpan dalam EEPROM akan tetap ada bahkan saat daya dimatikan. Chip EEPROM digunakan dalam komputer dan berbagai peralatan elektronik lainnya untuk menyimpan konfigurasi data yang diperlukan. Kemajuan teknologi menghasilkan perkembangan lebih lanjut dalam bentuk memori kilat, yang lebih spesifik, seperti flash memory. Flash memory menjadi pilihan yang lebih ekonomis daripada EEPROM tradisional, sehingga banyak digunakan dalam perangkat keras yang memerlukan kapasitas penyimpanan data statik yang lebih besar, seperti USB flash drive [4].



Gambar 2. EEPROM

EEPROM telah menjadi populer karena menyediakan kalibrasi yang unik, memungkinkan pengguna untuk menghapus data secara elektrik dan memprogram ulangannya. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses melalui register I/O khusus, termasuk register Alamat EEPROM, register Data EEPROM, dan register Kontrol EEPROM. Akses ke memori EEPROM ini diperlakukan serupa dengan akses ke data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama dibandingkan dengan akses ke data dari SRAM.

EEPROM bekerja dengan mengirim data dari EEPROM ke sebuah mikroprosesor, memungkinkan pemantauan dan perubahan pada bagian yang diperlukan. Data yang disimpan di EEPROM dapat bertahan lama, bahkan bertahun-tahun, bahkan saat daya dimatikan, sehingga tidak ada kehilangan data. Namun, perubahan yang terlalu sering dapat mempengaruhi lapisan insulated oksida di dalamnya, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam penyimpanan data karena tegangan elektrik yang abnormal. Chip EEPROM dapat dibaca berulang kali dan memiliki batas tertentu untuk operasi penulisan, mirip dengan beberapa jenis EEPROM lainnya seperti Flash Drive dan SSD. EEPROM memiliki komponen penting seperti tegangan gerbang, saluran beton, dan sumber dayanya.

2.4 Robot ARM

Dalam industri, banyak teknologi robot yang digunakan dalam proses produksi. Salah satu teknologi yang umum dipakai adalah Robot ARM (lengan robot). Robot industri menerima input dalam bentuk kumpulan data yang kemudian diproses menjadi informasi. Informasi ini biasanya diperoleh dari sensor yang terpasang pada robot. Teknologi lengan robot mengacu pada robot yang menyerupai tangan manusia sebagai manipulator. Robot ini dapat diatur ulang untuk melakukan berbagai pergerakan sesuai dengan berbagai tugas, serta mengendalikan dan menyinkronkan peralatan dengan tugasnya. Secara umum, robot adalah alat yang dapat meniru perilaku manusia, dengan tujuan untuk menggantikan dan mempermudah kerja dan aktivitas manusia [5].

Dari pengertian tersebut terdapat 3 ciri robot yaitu dapat di program kembali (*reprogrammable*), multifungsi (*multifunction*), dan mendefinisikan tugas manipulator (*move material, part, tools*). Jadi, robot industri diartikan sebagai perangkat serbaguna yang dibuat untuk memanipulasi dan mentransformasikan alat atau perangkat khusus melalui lintasan yang telah diprogram dengan tujuan menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Untuk disebut sebagai sistem robot modern sebuah mesin sedikitnya terdiri dari :

- **Manipulator**

Sebuah perangkat mekanis yang bertanggung jawab atas pergerakan. Dalam konteks robot, manipulator biasanya terdiri dari lengan utama (*main frame*) dan pergelangan (*wrist*). Tujuannya adalah untuk memungkinkan robot mencapai posisi tertentu dengan akurasi yang tinggi.

- **Aktuator**

Berperan sebagai sumber daya untuk menggerakkan manipulator. Dalam robot biasanya menggunakan berbagai sistem, seperti *hidrolic pneumatic*, motor DC, motor AC, motor stepper, motor servo, dan variasi penggerak lainnya.

- **Prosesor**

Merupakan inti dari robot, berperan dalam menyimpan dan memproses setiap gerakan di dalamnya untuk menjalankan berbagai tugas yang telah diprogram.

2.5 Potensiometer

Potensiometer merupakan salah satu varian resistor yang memungkinkan nilai resistansinya dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dalam rangkaian elektronika atau keperluan pengguna. Sebagai bagian dari keluarga resistor, Potensiometer merupakan salah satu varian resistor termasuk dalam jenis resistor variabel. Dari segi struktur, potensiometer terdiri dari tiga terminal dan dilengkapi dengan sebuah poros atau tuas yang berperan sebagai pengatur nilai resistansinya [6].



Gambar 3. Potensiometer

2.6 Push Button

Push Button adalah sebuah komponen elektronika yang berperan dalam menghubungkan dan memutuskan aliran listrik antara dua titik atau lebih dalam sebuah rangkaian elektronika. Salah satu varian saklar adalah saklar Push button, yang akan membuka atau menutup sambungan antara dua titik atau lebih dalam rangkaian hanya ketika tombolnya ditekan. Saat

tombol tidak ditekan, saklar ini akan memutuskan aliran listrik antara dua titik atau lebih dalam rangkaian elektronika tersebut [7].

Push button dapat memiliki berbagai bentuk, baik yang menggunakan tuas maupun yang tidak. *Push button* sering digunakan pada tombol-tombol perangkat elektronik digital. Contoh penggunaan saklar push ON mencakup keyboard komputer, *keypad printer*, *matriks keypad*, tombol kontrol pada pemutar DVD, dan sebagainya.



Gambar 4. *Push Button*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan EEPROM

Pada dasarnya EEPROM adalah register bertingkat yang memiliki alamat yang didalamnya ada sebuah data. alamat EEPROM dimulai dari angka 0 sampai 1023 tetapi karena mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega dimana mikrokontroler ini adalah 8 bit maka eeprom pun juga akan 8 bit, maka dari kolom pertama EEPROM adalah 0 sampai dengan 255 jika data yang masuk lebih dari itu maka akan masuk di kolom kedua.

3.2 Pemograman Arduino

Pemograman dibuat dengan Arduino menggunakan library EEPROM dan Servo.

```
File Edit Sketch Tools Help
servo2
#include <Servo.h>
#include <EEPROM.h>
Servo myservo1; // create servo object to control a servo
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;

int sudut = 90; // variable to store the servo position
int i;
```

Gambar 5. *Bagian Include, Variable & Integer*

Pemograman pada gambar diatas berfungsi untuk memanggil 2 library yaitu EEPROM dan servo, pemograman diatas juga berfungsi untuk membuat objek servo dengan tujuan mengontrol servo yang tertanam pada Robot ARM, lalu ada bagian pemograman untuk mengatur sudut dengan Potensiometer dan ada pemograman push button yang berfungsi memulai, menyimpan dan memberhentikan program. Fungsi *integer* sendiri adalah untuk penetapan atau penentuan pin yang akan digunakan.

```
File Edit Sketch Tools Help
servo2

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(3, INPUT_PULLUP);
  myservo1.attach(13);
  myservo2.attach(4);
  myservo3.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  myservo3.attach(10);
  myservo3.attach(12);
  myservo1.write(sudut);
  myservo2.write(sudut);
  myservo3.write(sudut);
  myservo4.write(sudut);
  myservo5.write(sudut);
}
```

Gambar 6. Void Setup

Pada bagian *void setup* diatas berfungsi untuk persiapan dan juga menentukan pin pada servo dan juga push button yang kita gunakan.

```
servo2 | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
servo2

void loop() {
  if (digitalRead(2) == 0) {
    while (1) {
      sudut = analogRead(A0);
      sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
      Serial.print("Sudut 1 "); Serial.println(sudut);
      myservo.write(sudut);
      if (digitalRead(3) == 0)break;
      delay(150);
    }
    EEPROM.write(1, sudut);
    delay(1000);
  }
  while (1) {
    sudut = analogRead(A1);
    sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
    Serial.print("Sudut 2 "); Serial.println(sudut);
    myservo.write(sudut);
    if (digitalRead(3) == 0)break;
    delay(150);
  }
  EEPROM.write(2, sudut);
  delay(1000);
  while (1) {
    sudut = analogRead(A2);
    sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
    Serial.print("Sudut 3 "); Serial.println(sudut);
  }
}
```

Gambar 7. Void Loop 1

```
servo2 | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
servo2

  sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
  Serial.print("Sudut 3 "); Serial.println(sudut);
  myservo.write(sudut);
  if (digitalRead(3) == 0)break;
  delay(150);
}
EEPROM.write(3, sudut);
delay(1000);
while (1) {
  sudut = analogRead(A3);
  sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
  Serial.print("Sudut 4 "); Serial.println(sudut);
  myservo.write(sudut);
  if (digitalRead(3) == 0)break;
  delay(150);
}
EEPROM.write(4, sudut);
delay(1000);
while (1) {
  sudut = analogRead(A4);
  sudut = map(sudut, 0, 1023, 0, 180);
  Serial.print("Sudut 5 "); Serial.println(sudut);
  myservo.write(sudut);
  if (digitalRead(3) == 0)break;
  delay(150);
}
```

Gambar 8. Void Loop 2

```
File Edit Sketch Tools Help
servo2

EEPROM.write(4, sudut);
delay(1000);
if (digitalRead(3) == 0) {
  myservo1.write(90);
  myservo2.write(90);
  myservo3.write(90);
  myservo4.write(90);
  myservo5.write(90);
  delay(500);
  for (i = 1; i <= 5; i++) {
    sudut = EEPROM.read(i);
    Serial.print("Sudut "); Serial.print(i); Serial.print(" "); Serial.println(sudut);
    myservo1.write(sudut);
    myservo2.write(sudut);
    myservo3.write(sudut);
    myservo4.write(sudut);
    myservo5.write(sudut);
    delay(300);
  }
}
void serv1() {
}
```

Gambar 9. Void Loop 3

Bagian Pemrograman selanjutnya ada bagian *Void Loop* yang berfungsi untuk mengeksekusi bagian-bagian yang sudah di bentuk sebelumnya. Yaitu ada bagian sudut masing-masing servo yang yang digabungkan dengan EEPROM, hasil nya akan ditampilkan di serial monitor yang ditentukan nilainya oleh potensiometer. Di bagian pemrograman *Void Loop* diatas ada variabel “*if*” yang berfungsi menentukan sebab dari kondisi dari pemrograman yang sudah dibuat dan juga ada variabel “*while*” yang digunakan untuk membuat pernyataan didalam kondisi namun berjalan secara terus-menerus. Selanjutnya bagian yang terakhir ada variabel “*for*” yang berfungsi untuk perulangan dalam jumlah yang sudah ditentukan.

3.3 Penerapan pada Robot ARM

Beberapa komponen yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 2 Push Button
- 5 Trimmer Potensiometer
- 5 Servo

Wiring Robot ARM dengan kompoen diatas kemudian gabungkan dengan program yang sudah dibuat. Setelah semua Program di Arduino dan wiring sudah selesai maka lakukan percobaan atau simulasi dengan menggunakan 5 *Trimmer Potensiometer* untuk menggerakkan Robot ARM secara manual. Hasil data yang didapatkan adalah sebagai berikut ini :

Tabel 2. Hasil

NO.	SERVO	SUDUT
1	Servo 1	114
2	Servo 2	40
3	Servo 3	27
4	Servo 4	200
5	Servo 5	15

Gerakan yang didapat oleh 5 servo yang sudah diatur nilainya oleh potesiometer:

- **Servo 1**



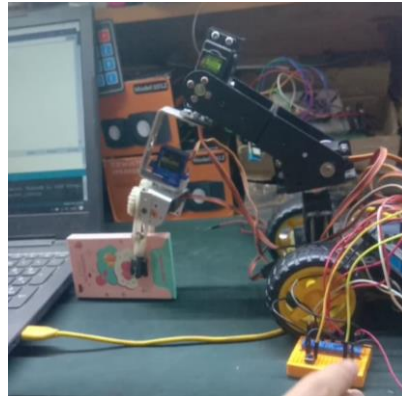
Gambar 10. Gerakan Servo 1

- **Servo 2**



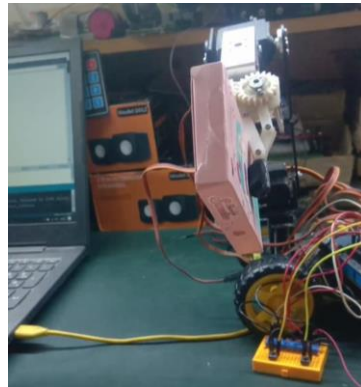
Gambar 11. Gerakan Servo 2

- Servo 3



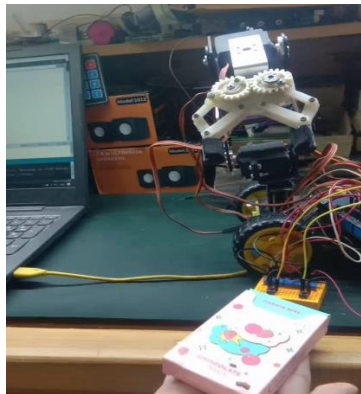
Gambar 12. Gerakan Servo 3

- Servo 4



Gambar 13. Gerakan Servo 4

- Servo 5



Gambar 14. Gerakan Servo 5

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, kami mempelajari tentang pemanfaatan penggunaan sistem EEPROM yaitu memberikan pengawasan level *byte* dan penggunaan yang mudah dan hemat. Pemanfaatan penerapan terhadap Robot ARM juga sangat berguna khususnya untuk dunia industri yang memanfaatkan Robot ARM, Dengan menggunakan memori EEPROM pada Arduino, kita dapat menyimpan data posisi servo motor untuk mengontrol robot arm. Hal ini memungkinkan penggunaan robot arm secara otomatis dengan mengambil data posisi yang

telah tersimpan. Potensiometer digunakan untuk menggerakkan robot arm secara manual, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengatur posisi robot arm sesuai kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. WINARTI, "PEMANFAATAN EEPROM UNTUK PEMBUATAN KARTU PARKIR," *Jurnal Ilmial Universitas Semarang*, 2005.
- [2] V. C. P. M. E. I. N. R. F. Mohamad Idham Moha, "'Implementasi Kamera 360 Derajat Untuk Mendeteksi Objek Pada Robot Sepak Bola Beroda," *Jurnal Teknik Informatika*, pp. 321-328, 2019.
- [3] A. H. S. a. B. P. T. R. Tullah, "SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO PADA TOKO TANAMAN HIAS YOPI," *Jurnal Sisfotek Global*, 2019.
- [4] D. J. M. N. S. T. Ely P. Sitohang, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 135-142, 2018.
- [5] R. D. NT Wirawan, " Implementasi Algoritma Fuzzy Logic Pada Robot Arm Dengan Memanfaatkan Accelerometer Smartphone Android," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 2017.
- [6] R. A. M. B. A. B. Arief Pratama Zanofa, "PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3," *JTIKOM*, pp. 22-27, 2020.
- [7] I. G. S. Sudaryana, "Pemanfaatan Relai Tunda Waktu Dan Kontaktor Pada Panel Hubung Bagi (Phb) Untuk Praktek Penghasutan Starting Motor Star Delta," *J. Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 2015.
- [8] R. A. Arief Pratama Zanofa, "PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3.," *JTIKOM*, pp. 22-27, 2020.
- [9] B. S. Dedi Lesmana, "ROBOT ARM (ADVANCED RISC MACHINE) PEMINDAHBARANGOTOMATIS BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3," *URNAL TEKNOLOGI DAN OPEN SOURCE*, pp. 176-186, 2020.
- [10] D. J. Ely P. Sitohang, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535.," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 135-142, 2018.