

## Robot Pengambil dan Pelempar Ring Berbasis Arduino Mega 2560

Raihan Saputra, Yusman Salahuddin\*, Muhammad Mufhadhal

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

raihansaputramm@gmail.com

\*yusman@pnl.ac.id (Penulis Korespondensi)

salahuddin@pnl.ac.id

mufhadal@gmail.com

**Abstrak**— Rancang bangun robot pengambil dan pelempar ring berbasis mikrokontroler ATmega 2560 merupakan robot pengambil dan pelempar ring ke dalam tiang yang telah ditentukan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat *Hardware* robot, di mana robot bekerja untuk mengambil ring yang sudah disediakan dan melempar ke tiang yang telah ditentukan. *Hardware* robot ini menggunakan beberapa perangkat komponen pembentuk sebuah robot yang terdiri dari 4 buah motor utama yang menggerakkan robot ke segala arah, serta dilengkapi dengan motor naik turun *gripper* dan *gripper* pengambil ring. Robot ini juga berfungsi untuk melempar ring yang mana ring tersebut akan dilempar ke dalam tiang yang sudah ditentukan. Roda *Omni* dan *joystick* sebagai pengendali robot pencari dan penyusun menara *lagori*. Robot pada penelitian ini beroperasi pada tegangan baterai 12 volt dan 24 volt, menggunakan mikrokontroler ATmega 2560 sebagai pengontrol robot. Proses perancangan mekanik menggunakan bahan dari aluminium *holo*, plat, aluminium bulat dan akrilik. Robot ini menggunakan sistem perangkap pada pengambilan ring yang mana telah dilakukan selama 10 kali percobaan mendapatkan hasil bahwa pada percobaan pertama didapatkan hasil data pengambilan ring dilakukan selama 0,9 (second), pada percobaan kedua didapatkan hasil 0,85 (second) dan pada percobaan ketiga dan keempat didapatkan hasil 0,9 (second) lalu percobaan kelima mendapatkan hasil 1 (second) yang mana dari hasil percobaan sampai kelima dapat disimpulkan bahwa pengambilan ring dilakukan selama kurang dari 1 detik.

**Kata kunci**— Robot Pengambil, pelempar ring, mikrokontroler ATmega 2560, Ring, Gripper, Joystick

**Abstract**— The design of a ring-throwing and fetching robot based on the ATmega 2560 microcontroller is a ring-throwing and fetching robot into a predetermined pole. The purpose of this research is to design and create robot hardware, where the robot works to pick up the ring that has been provided and throw it into the predetermined pole. This robot hardware uses several components that form a robot consisting of 4 main motors that move the robot in all directions, and is equipped with an up and down gripper motor and a ring-picking gripper. This robot also functions to throw the ring which will be thrown into the predetermined pole. Omni wheels and joysticks as controllers for the search robot and the lagori tower builder. The robot in this final project operates on 12 volt and 24 volt battery voltages and uses an ATmega 2560 microcontroller as a robot controller. The mechanical design process uses materials from aluminum Holo, plate, round aluminum and acrylic. This robot uses a trap system in taking the ring which has been done for 10 trials to get the results that in the first trial the results of the ring taking data were obtained for 0.9 (seconds), in the second trial the results were obtained 0.85 (seconds) and in the third and fourth trials the results were obtained 0.9 (seconds) then the fifth trial got a result of 1 (second) which from the following results it can be concluded that the ring taking was done for less than 1 second.

**Keywords**— Robot Picker, ring thrower, ATmega 2560 microcontroller, Ring, Gripper, Joystick

### I. PENDAHULUAN

ABU Robocon adalah kompetisi robotika tahunan yang diselenggarakan oleh Asia-Pacific Broadcasting Union (ABU). Pertama kali diadakan pada tahun 2002, kompetisi ini bertujuan untuk mempromosikan kerjasama, budaya, dan pemahaman di antara negara-negara di wilayah Asia-Pasifik melalui teknologi dan robotika. Setiap tahun, ABU Robocon menetapkan tema dan tantangan yang berbeda bagi para peserta. Setiap tim dari negara-negara anggota ABU harus merancang, membangun, dan mengoperasikan robot mereka untuk menyelesaikan tugas yang ditetapkan. Tugas-tugas tersebut bisa melibatkan tantangan mekanis, navigasi, kecerdasan buatan, dan strategi. Setiap tim terdiri dari mahasiswa dari universitas atau institusi pendidikan tinggi yang mewakili negara mereka. Mereka harus bekerja sama secara tim, mengembangkan strategi, dan memprogram robot mereka agar dapat berkompetisi secara efektif[1].

ABU Robocon telah menjadi ajang bergengsi dalam dunia robotika di wilayah Asia-Pasifik. Kompetisi ini tidak hanya menyoroti keahlian teknis dan inovasi dalam robotika, tetapi juga nilai-nilai seperti kerjasama tim, kreativitas, dan pemecahan.

Sesuai dengan tema kompetisi abu robocon 2023 yaitu “Melempar Bunga Di Atas Angkor Wat”(Sebenarnya adalah Permainan Ring Toss), dimana Kamboja ditunjuk sebagai Tuan Rumah Penyelenggara. Setiap Tim yang berpartisipasi diharapkan untuk membuat dua robot yaitu *Elephant Robot* (ER) dan *Rabbit Robot* (RR). Masing-masing Robot Mempunyai tugas dan fungsi tersendiri.

*Angkor Wat* (kota candi atau kota percampian) adalah bangunan keagamaan (percampian) terbesar di dunia dari segi luas areal karena menempati lahan seluas 162,6 hektar (1,626 km<sup>2</sup>). Angkor Wat dibangun pada awal abad ke-12 sebagai candi kenegaraan oleh Raja Suryawarman II di Yasodarpura, ibu kota Kerajaan Kambujadesa. Candi pendharmaan Raja Suryawarman II ini pada mulanya adalah candi agama Hindu yang dibaktikan kepada Dewa Wisnu, kemudian dialihfungsikan menjadi candi agama Buddha menjelang akhir abad ke-12. Sebagai candi paling terawat di situs arkeologi Angkor, Angkor Wat adalah satu-satunya bangunan yang masih difungsikan sebagai pusat kegiatan religius sejak didirikan. [2]

Pada penelitian ini penulis membuat sebuah robot yang mampu mengambil dan melempar ring. Dalam permainan ini ukuran dimensi dari ring adalah 15 mm dan diameter ring

adalah 200 mm. Pengambilan ring dilakukan secara semi-otomatis dengan mengambil dan memindahkan ring menggunakan gripper dan motor penarik sebelum kemudian ditembakkan dengan putaran motor dc. Robot yang penulis buat membutuhkan suatu metode kontrol yang baik dan memiliki roda yang sesuai dengan kebutuhan dilapangan agar dapat bergerak cepat. Pada pengerjaan ini dilakukan perancangan dan implementasi efektifitas robot yang dapat bergerak ke segala arah dengan cepat. Dalam perancangan ini menggunakan mikrokontroler arduino MEGA2560, motor dc dan joystick sebagai metode pengendali robot serta menggunakan roda omni. Pembuatan robot ini didasari oleh pergelaran Kontes Robot Indonesia (KRI) setiap tahunnya yang diikuti oleh perancang robot-robot dari berbagai wilayah yang juga penulis turut andil dalam kontes Robot. Dalam mengikuti kontes robot tersebut memiliki peraturan yang telah digagaskan oleh puspresnas pada devisi KRAI selaku penyelenggara yaitu mengacu pada aturan baku dari ABU Robocon 2023. Setiap tim terdiri dari 6 orang mahasiswa dan seorang Dosen Pembimbing yang akan merancang, membuat, mengoperasikan, dan mengatur strategi untuk dua buah robot, robot yang di maksud adalah robot *Elephant Robot* (ER) pengambil dan pelempar ring dan robot *Rabbit Robot* (RR) pengambil dan pelempar ring di area Angkor wat. Dalam proposal ini penulis memanfaatkan kontes robot tersebut untuk menyelesaikan studi penulis. penulis bermaksud menyusun dalam sebuah judul tugas akhir, yaitu "Rancang Bangun Robot *Elephant Robot* (ER) Pengambil dan Pelempar Ring Berbasis Arduino Mega 2560 Untuk ABU ROBOCON 2023 (*Hardware*)".

**A. Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. [9]

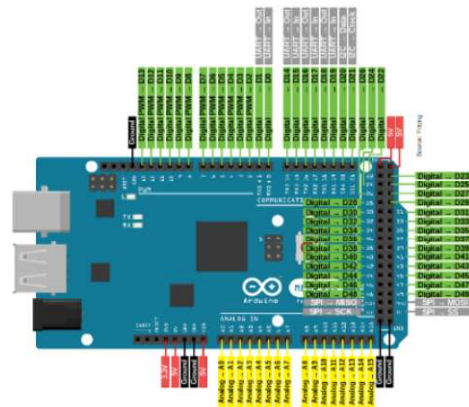
Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. *Arduino Mega 2560* dilengkapi pin dengan fungsi khusus, sebagai berikut :

- a. Serial 4 buah : Port Serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ; Port Serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2: Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port Serial 3 : Pin 15

(RX) dan Pin 14 (TX).Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL.

- b. External Interrupts 6 buah: Pin 2 (Interrupt 0), Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3) dan Pin 21 (Interrupt 2)
- c. PWM 15 buah: 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit.
- d. SPI: Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS), digunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.
- e. I2C: Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan wire library.
- f. LED: 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13.

Board Arduino Mega 2560 dapat dilihat seperti pada Gambar 1 berikut ini.



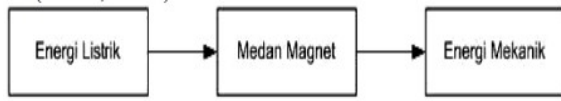
Gambar 1. Board Arduino Mega 2560 [3]

**B. Motor DC**

Motor DC dengan penguat sendiri (self excited) didefinisikan sebagai motor DC dimana arus kumparan medan diperoleh dari sumber arus DC yang sama dengan arus yang digunakan pada kumparan jangkar. Berdasarkan cara menghubungkan kumparan medan dan kumparan jangkar, secara umum motor dc diklasifikasi dalam 3 macam, yaitu :

1. Motor Arus Searah berpenguat shunt (paralel)
2. Motor arus searah berpenguat seri
3. Motor arus searah berpenguat kompon.

Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pad medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagi tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi, dimana proses perubahan energi pada motor arus searah dapat digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Konversi Energi pada Motor DC [4]

Dengan mengingat hukum kekekalan energi, proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik dapat dinyatakan sebagai berikut: Energi listrik sebagai input = Energi mekanik sebagai output + energi yang diubah menjadi panas + Energi yang tersimpan dalam medan magnet.

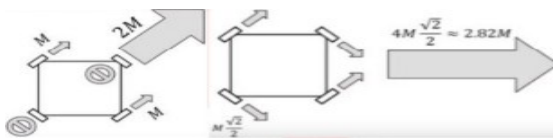
**C. Roda Omni/Omni Wheels**

Roda Omni adalah suatu roda unik karena memiliki kemampuan bergerak bebas dua arah. Roda ini berputar seperti roda pada umumnya serta mampu bergeser kesamping menggunakan roda di sepanjang lingkaran luar roda. Roda omni (omni wheels) adalah rancangan roda khusus yang tidak hanya mempunyai roda tunggal, tetapi banyak roda dalam satu roda inti. Ada roda inti besar, dan sepanjang tepi ada banyak roda kecil tambahan yang mempunyai sumbu tegak lurus terhadap sumbu roda inti. Gambar 3 berikut adalah contoh roda omni.



Gambar 3. Omni Wheels [4]

Pada roda omni di butuh kan kombinasi kombinasi perputaran antara roda agar didapatkan gerakan arah yang diinginkan. Sebagai contoh dapat kita lihat pada Gambar 4.



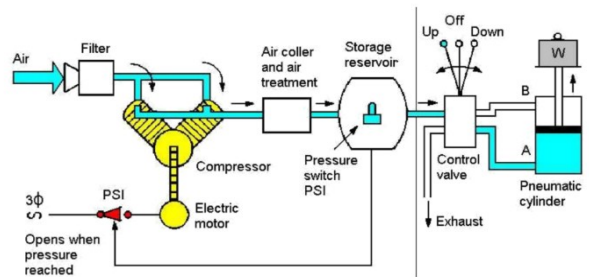
Gambar 4 Kombinasi Roda Untuk Arah Gerak [4]

Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa robot dengan menggunakan empat buah roda omni dapat menghasilkan delapan arah gerak yang berbeda. Karena dari hasil kombonasi putaran empat buah roda omni tersebut akan menghasilkan vektor atau arah. [4]

**D. Pneumatic**

Prinsip kerja dari sistem *pneumatic* adalah merubah energi yang terdapat pada udara bertekanan menjadi energi gerak bisa gerak translasi melalui silinder *pneumatic*, maupun gerak rotasi pada motor pneumatik. Proses memproduksi udara bertekanan diawali dengan udara luar dengan tekanan 1 atm dihisap oleh kompresor selanjutnya ditampung pada tangki Udara, setelah tekanan udara meningkat, pada tekanan tertentu udara dialirkan melalui katup katup ke aktuator seperti silinder *pneumatic* atau motor *pneumatic*.

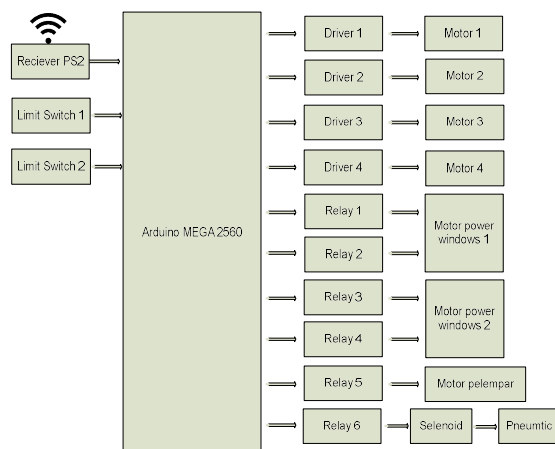
*Pneumatic* berasal dari bahasa Yunani yaitu “pneuma” yang berarti nafas dan udara istilah *pneumatic* selalu berhubungan dengan teknik pengguna penggunaan udara bertekanan, baik tekanan diatas 1 atmosfer maupun tekanan dibawah 1 atmosfer (vakum). sehingga *pneumatic* merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). selama ini pengguna udara bertekanan tidak hanya untuk keperluan menambah tekanan udara ban mobil/motor, melepaskan ban mobil dari pelaknya, membersihkan mesin, namun sudah dapat digunakan untuk keperluan sistem gerak otomatis yang dapat menggantikan pekerjaan manusia seperti mengangkat, menggeser, menekan dan memutar seperti yang diperlukan pada proses produksi/manufaktur. secara garis besar distribusi aliran udara pada sistem *pneumatic* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Distribusi Aliran Udara Pada Sistem *Pneumatic* [4]

Pada sistem pneumatik, udara bertekanan digunakan sebagai media pengendaliotomasi pabrikasi dan rencana produksi, sebagai sebuah sumber kekuatan bagiperalatan udara seperti power drill dan martil pneumatik untuk melakukan pekerjaan. Sangat penting bahwa teknisi-teknisi perlu mempunyai suatu pengetahuan kerja aktif yang baik tentang sistem pneumatik dan memahami benar tentang sifat dari udara bertekanan ini, tidak bisa di bayangkan lagi jikan pabrik-pabrik modern tanpa adanya sistem pneumatik. Untuk alasan ini, alat-alat kompres udara di install di dalam berbagai cabang dari industri. [4]

**II. METODOLOGI PENELITIAN**



Gambar 6 Diagram Blok

Penjelasan diagram blok diatas adalah sebagai berikut:

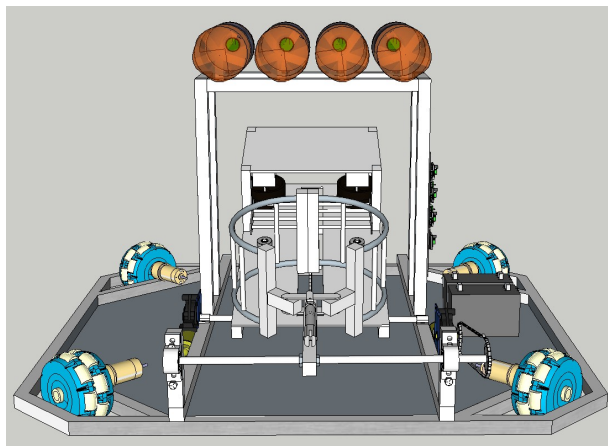
1. Joy stick wireless digunakan untuk mengendalikan pergerakan robot secara wireless
2. Arduino Mega2560 sebagai pusat pengendalian robot pencari dan penyusun lagori
3. Driver 1,2,3, dan 4 adalah Driver PWM digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan motor
4. Relay 1 dan 2 digunakan untuk menghidup dan mematikan motor power windows 1
5. Relay 3 dan 4 digunakan untuk menghidup dan mematikan motor power windows 2
6. Relay 5 digunakan untuk menggerakkan motor pelempar
7. Relay 6 untuk menghidup dan mematikan selenoid

**A. Prinsip Kerja Alat**

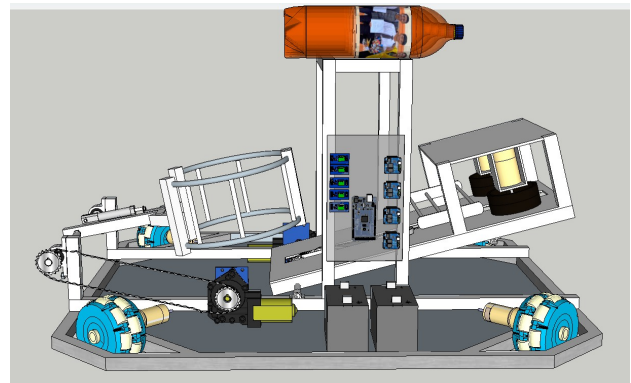
Adapun modul yang dirancang dalam menyelesaikan penelitian ini adalah robot pengambil dan pelempar ring. Robot ini mampu mengambil, membidik, dan melempar ring ke tempat yang sudah ditentukan. Dengan menggunakan system gripper dan motor penarik pengambil ring yang disesuaikan. Ring yang di ambil akan di transmisikan ke penyimpanan ring. kemudian ring akan di dorong oleh pneumatik ke motor pelempar, lalu ring dilempar ke tiang-tiang yang telah ditentukan. Robot yang penulis buat memiliki empat pasang roda di sisi kanan, sisi kiri, sisi depan, dan sisi belakang yang tidak akan berjalan seimbang tanpa adanya kontroller. Robot beroda empat membutuhkan suatu metode kontrol yang baik agar dapat bergerak cepat. Tabung pneumatik berisikan angin bertekanan 3,5 bar, motor dc, dan joystick sebagai metode pengendali robot serta menggunakan roda omni.

**B. Perancangan Dan Pembuatan Mekanik**

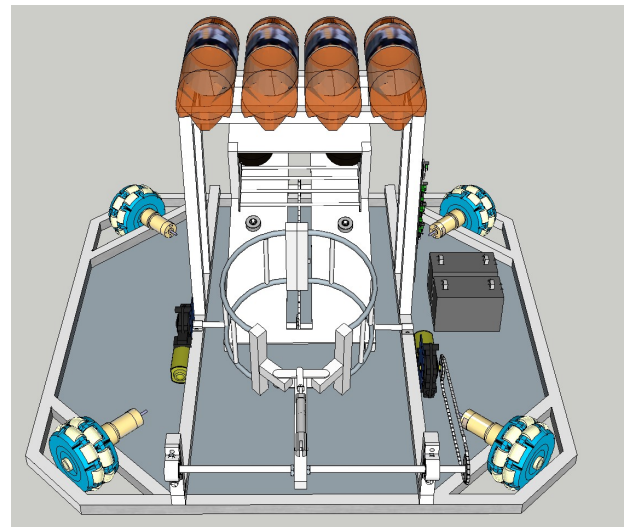
Gambar 7 di bawah ini merupakan perancangan robot pengambil dan pelempar ring. Robot ini mampu mengambil dan melempar ring ke tiang-tiang yang sudah ditentukan.



Gambar 7 Tampak depan Robot Pengambil Dan Pelempar Ring



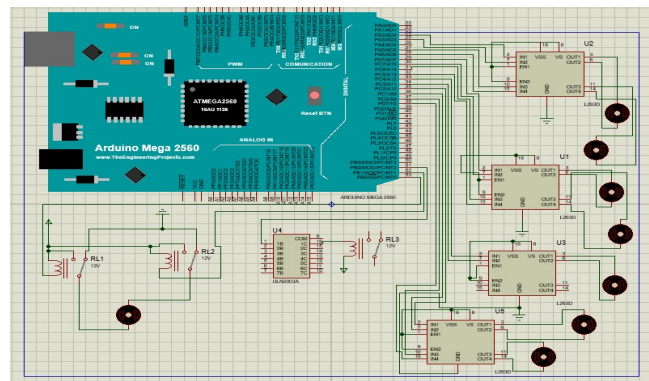
Gambar 8 Tampak samping Robot Pengambil Dan Pelempar Ring



Gambar 9 Tampak Atas Robot Pengambil Dan Pelempar Ring

**C. Perancangan Rangkaian Simulasi Arduino Mega 2560**

Rangkaian ini dicoba menggunakan aplikasi proteus untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan disaat menerapkan langsung pada hardware elektronik. Rangkaian minimum Arduino dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10 Rangkaian Minimum Arduino Mega 2560

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari pengujian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kinerja sistem yang telah dibuat dan untuk mengetahui penyebab tidak sempurnaan alat serta bertujuan untuk mendapatkan data-data pada setiap blok rangkaian pada Perancangan robot pengambil dan pelempar ring dan juga untuk di jadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

Pengujian ini dilakukan pada tiap-tiap blok yang terdapat pada Perancangan robot pengambil dan pelempar ring, blok yang akan di uji dan di analisa yaitu:

- a. Pengujian buka gripper dengan menggunakan pneumatic dan analisa
- b. Pengujian turun dan angkat gripper menggunakan motor power windows dan analisa
- c. Pengujian pneumatic serta perbandingan bar angin dan analisa
- d. Pengujian pengambilan ring menggunakan gripper dan Analisa
- e. Pengujian jarak lempar ring menggunakan motor pelempar dan analisa
- f. Pengujian tegangan motor driver
- g. Pengujian lempar ring ke dalam tiang 80 cm

**A. Pengujian Pengambilan Ring Menggunakan Gripper**

Tabel 1. Hasil pengujian pengambilan ring menggunakan Gripper

No	Percobaan ke-	Waktu Pengambilan (second)
1.	1	0,9
2.	2	0,85
3.	3	0,9
4.	4	0,9
5.	5	1
6.	6	0,9
7.	7	0,9
8.	8	0,85
9.	9	1
10.	10	1
Waktu Rata-Rata		0,93

Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas, pengambilan ring hanya berkisar antara satu detik hal ini membuat pengambilan ring menjadi lebih cepat dan tidak banyak menghabiskan waktu pada saat pengambilan ring terjadi. Waktu rata-rata pengambilan ring adalah 0,93 detik.

**B. Pengujian Jarak Lempar Ring Menggunakan Motor Pelempar**

Tabel 2. Hasil pengujian jarak lempar ring

Percobaan ke-	Jarak jatuh ring (meter)	
1	9,78	
2	9,80	
3	9,78	
4	9,81	
5	9,85	
6	9,76	
7	9,80	
8	9,78	
9	9,81	
10	9,85	
Rata-Rata jarak jatuh ring		9,81

Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas, pengujian jarak lempar ring menggunakan motor pelempar rata-rata jarak jatuh ring adalah 9,81 Meter hal ini membuat pelemparan ring yang cukup baik untuk digunakan pada robot pelempar, dikarenakan lapangan yang digunakan juga tidak lebih dari 9 meter jadi robot lebih mudah jika melempar kepada bagian yang jauh.

Tabel 3. hasil pengujian tegangan motor

No.	Driver motor	Tegangan input motor
1.	Motor roda 1	12,3 V
2.	Motor roda 2	12,4 V
3.	Motor roda 3	12,3 V
4.	Motor roda 4	12,3 V
5.	Motor power windows 1	12,2 V
6.	Motor power windows 2	12,1 V
7.	Motor pelempar 1	12,0 V
8.	Motor pelempar 2	12,0 V

Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas, motor yang digunakan adalah motor yang memiliki tegangan 12 V oleh karena itu tegangan yang diterima tidak jauh dari 12V, yang mana selisih antara setiap tegangan input 0,0V-0,4V hasil tersebut memiliki selisih yang sangat sedikit.

Tabel 4. hasil pengujian lempar ring ke dalam tiang 100 cm

Percobaan ke-	Jarak Robot dengan tiang (Meter)	Tinggi lemparan (cm)	Kondisi
1	3	100	Masuk
2	3	100	Masuk
3	3,2	100	Masuk
4	3,5	100	Masuk
5	4	100	Tidak Masuk
6	4,2	100	Tidak Masuk
7	4,5	100	Tidak Masuk
8	4,5	100	Tidak Masuk
9	4,8	100	Tidak Masuk
10	5	100	Tidak Masuk

Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas, lempar dengan jarak 3 - 3,5 meter masuk dan dengan jarak lebih dari 3,5 meter semuanya tidak masuk, yang mana hal ini dikarenakan tinggi ring yang dilempar setara dengan tiang, jadi ketika dari jarak yang lebih dekat, ring mudah masuk ke dalam tiang.

Tabel 5. Hasil pengujian lempar ring ke dalam tiang 80 cm

Percobaan ke-	Jarak Robot dengan tiang (cm)	Tinggi lemparan (cm)	Kondisi
1	40	80	Masuk
2	50	80	Masuk
3	60	80	Masuk
4	70	80	Masuk
5	80	80	Masuk
6	90	80	Masuk
7	100	80	Tidak Masuk
8	150	80	Tidak Masuk
9	200	80	Tidak Masuk
10	240	80	Tidak Masuk

Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas, lempar dengan jarak 40 - 90 cm masuk dan dengan jarak lebih dari 90 cm semuanya tidak masuk, yang mana hal ini dikarenakan tinggi ring yang dilempar setara dengan tiang, jadi ketika dari jarak yang lebih dekat, ring mudah masuk ke dalam tiang., dan dari jarak yang jauh, ring tidak mudah masuk.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data yang telah diuji dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pengujian pengambil ring menggunakan gripper, pengambilan ring hanya berkisar antara satu detik hal ini membuat pengambilan ring menjadi lebih cepat dan tidak banyak menghabiskan waktu pada saat pengambilan ring terjadi. Waktu rata-rata pengambilan ring adalah 0,93 detik.
2. Berdasarkan hasil pengujian lempar ring kedalam tiang 100 cm, lempar dengan jarak 3 - 3,5 meter masuk dan dengan jarak lebih dari 3,5 meter semuanya tidak masuk, yang mana hal ini dikarenakan tinggi ring yang dilempar setara dengan tiang, jadi ketika dari jarak yang lebih dekat, ring mudah masuk ke dalam tiang.
3. Pada pengujian lempar ring ke dalam tiang 80 cm, lempar dengan jarak 40 - 90 cm masuk dan dengan jarak lebih dari 90 cm semuanya tidak masuk, yang mana hal ini dikarenakan tinggi ring yang dilempar setara dengan tiang, jadi ketika dari jarak yang lebih dekat, ring mudah masuk ke dalam tiang., dan dari jarak yang jauh, ring tidak mudah masuk.

#### REFERENSI

- [1] Azka Rafli, (2019), "Rancang Bangun Robot Semi Auto Beroda Pengambil Dan pelempar Bola Rugby 7S (Pass Robot) Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560", Teknologi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [2] Falser, M. (2019). Angkor Wat—A Transcultural History of Heritage. In *Angkor Wat—A Transcultural History of Heritage*. De Gruyter.
- [3] Hidayatullahman, (2021)" Rancang Bangun Robot Pelontar Anak Panah Ke Dalam Pot Berbasis Arduino Mega 2560 Untuk Asia Pacific Robot Contest (Abu Robocon) 2021 ". Teknologi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [4] Sirajuddin, (2022)" Rancang Bangun Robot Pencari dan Penyusun Menara Lagori Berbasis Arduino Mega 2560 Untuk Asia Pacific Robot Contest (Abu Robocon) 2022 ". Teknologi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Ekayana, Agung Gde. "Rancang Bangun Prototype Sistem Kendali Lengan Robot Pemindah Barang Menggunakan Interface Wireless 2.4 GHz." *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* 6.1 (2017).
- [6] Ean Sutra, (2013) "Sistem Kendali Joystick PS2". (online) Tersedia : <https://docplayer.info/storage/73/68247071/68247071.pdf> diakses 24 Nove mber 2019.
- [7] Hakim, Arif Rahman, Nehru Nehru, and Samratul Fuady. "Rancang Bangun Pengendalian Robot Mobil dengan Wireless Joystick PS2 Menggunakan Modul nRF24L01." *Jurnal Engineering* 3.2 (2021): 72-79. (Diakses pada 16 juli 2022)
- [8] Irfan, Muhammad. "Desain Dan Implementasi Kendali Kecepatan Motor Pada Robot Dengan Empat Roda Omni Menggunakan Metode Logika Fuzzy." *eProceedings of Engineering* 3.2 (2016). (Diakses pada 15 Juli 2022)
- [9] Salahuddin, (2021)"Rancang Bangun Robot Humanoid berbasis Mikrokontroler ATMEGA 2560" Multimedia dan Jaringan, Teknik informatika, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

- [10] Mawardi, Jinoe Rahmad, (2017) "Rancang Bangun Robot Pelempar Cakram Berbasis Atmega32". Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [11] Suwanda, Ivan. "Rancang Bangun Robot Omni Wheel Penyedot Debu Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Mikrokontroler ATmega16." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* 2.1 (2014). (Diakses pada 15 Juli 2022)
- [12] ABU ROBOCON, (2023), "GAME RULES ABU ROBOCON 2023", Tersedia; <https://www.aburobocon2023.com/game-rules>
- [13] Triafandy, Yoga, Ali Basrah Pulungan, and Hamdani Hamdani. "Kendali Solar Tracker Menggunakan Selenoid Valve sebagai Pengendali Aliran fluida." *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia* 1.2 (2020): 174-178. (Diakses pada 16 Juli 2022)