

Rancang Bangun *Pass Robot Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2020*

Ayu Ashari¹, Fadlu Rahman Faruuq², Muhammad Nur³, Fauziah⁴

^{1,2,3} Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

^{1,2,3} JL.Kapasa raya, Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi selatan

E-mail : ashariayu065@gmail.com¹, bintokusama@gmail.com²

Abstrak

Ada berbagai jenis olahraga yang menggunakan robot sebagai *sparring partner* mulai dari baseball, sepak bola, catur, tidak terkecuali rugby. Aplikasi robot dalam olahraga ini adalah untuk sebagai *pass robot*, ataupun *kicking robot*, maka dari itu dibutuhkan adanya sebuah robot yang dapat menangani tugas tersebut. Penelitian “Rancang Bangun *Pass Robot Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2020*” bertujuan untuk mengembangkan sebuah robot yang dapat melakukan tugas *passing* dan *kicking*. Oleh karena itu permasalahan yang ditemukan oleh penulis bertujuan membuat Rancang bangun *Pass Robot*, membuat lengan dan *gripper pass robot*, membuat mekanisme penendang *pass robot*, mengimplementasi *system* gerak *holonomic*, mengontrol pergerakan robot menggunakan *joystick*. Pada penelitian ini prosedur pengambilan data menggunakan metode *experimental* yaitu dengan melakukan uji coba pada sistem mekanik dan rangkaian elektronik yang telah dirancang sebelum masuk ketahap implementasi. Setelah tahap implementasi pengujian kembali dilakukan pada sistem mekanik dan rangkaian elektronik yang telah dibuat. Hasil rancangan robot ini berupa robot manual yang dapat dikendalikan oleh *joystick*, robot dapat menendang bola dengan jarak rata-rata 467,2 cm pada tekanan rata-rata 4,26 Bar dan dapat melempar bola dengan jarak rata-rata 287,5 cm pada tekanan 4,39 Bar.

Kata Kunci: Robot, Rugby, Pass, Holonomic, Joystick

I. PENDAHULUAN

Robotika merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang struktur dan prinsip kerja dari robot, mulai dari sensor robot, mekanik robot dan otak robot. Teknologi robotika telah merambah pada pengembangan teknologi dan riset yang dilakukan di bidang robotika telah merambat ke berbagai aspek kehidupan, mulai dari medis, industri dan tidak terkecuali olahraga. Salah satu contoh robotika adalah *mobile robot*, *mobile robot* memiliki dua buah roda sisi kanan dan kirinya yang tidak dapat berjalan seimbang tanpa adanya *controller*. *Mobile robot* adalah konstruksi robot yang ciri khasnya mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik lain dengan bantuan navigasi. Ada banyak aplikasi *robotic* di dunia olahraga, mulai dari robot *assistance*, ataupun sebagai *sparring partner* pengganti manusia. Salah satu navigasi yang digunakan *mobile robot* yaitu *manual remote* [1]. Untuk mengimbangi manusia robot *partner* juga harusnya bertipe *manipulator*. Ada berbagai jenis olahraga yang menggunakan robot sebagai *sparring partner* mulai dari baseball, sepak bola, catur, tidak terkecuali rugby. Aplikasi robot dalam olahraga ini adalah untuk sebagai *pass robot*, ataupun *kicking robot*, maka dari itu dibutuhkan adanya sebuah robot yang dapat menangani tugas tersebut. Penelitian “Rancang Bangun *Pass Robot Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2020*” bertujuan untuk mengembangkan sebuah robot yang dapat melakukan tugas *passing* dan *kicking*. Robot ini merupakan robot manual dengan kendali *Joystick*. *System* navigasi dari robot ini dipilih

Holonomic sehingga memudahkan robot untuk *mobile* mengikuti gerak manusia karena lebih *flexible* dari *system navigasi* lainnya[2]. Dari permasalahan yang ditemukan, penulis bertujuan membuat Rancang bangun *Pass*, membuat lengan dan *gripper pass robot*, membuat mekanisme penendang *pass robot*, mengontrol pergerakan robot menggunakan *joystick*.

Dari permasalahan diatas penulis melakukan penelitian pada pembuatan Rancang Bangun *Pass Robot Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2020*, menerapkan sistem gerak *Holonomic* pada *Pass Robot*, membuat lengan dan *Gripper pass Robot*, membuat *ball throwing mechanism*, membuat mekanisme penendang dari *pass Robot*, mengontrol pergerakan robot menggunakan *Joystick*.

Sebelum penelitian ini dilaksanakan telah banyak penelitain terkait yang dapat dijadikan referensi dalam proses pembuatan robot, penelitian sebelumnya menunjukkan aplikasi *microcontroller* berbasis ATmega pada Robot[3][4][7], penerapan *system navigasi holonomic* ditunjukkan pada penelitian[4],[16] dan [18], pembuatan lengan *pneumatic* dan *gripper* telah diuji pada penelitian [6],[7] dan [8] begitupula mekanisme pelempar bola pada pelitian [9], [10] dan [11] telah melakukan peneltian tetang aplikasi *system pneumatic* dalam mekanisme penendang, penelitian dari [12] menunjukkan pengontrolan gerak robot menggunakan *Joystick*.

II. LANDASAN TEORI

A. Robot Manipulator

Robot Manipulator merupakan sistem mekanik yang menunjukkan pergerakan dari robot. Sistem mekanik ini terdiri dari susunan *link* (rangka) dan *joint* (engsel) yang mampu menghasilkan gerakan yang terkontrol. Secara umum manipulator lengan robot itu terdiri dari tangan mekanik (*Mechanical Arm*), dan *End Effector*. *End Effector*, Merupakan suatu komponen pada lengan robot yang mempunyai fungsi mencengkrum suatu objek tertentu untuk di pegang atau di pindahkan. Jenis-jenis *End-Effector* diantara lain *Gripper* dan *Tool*, *gripper* Merupakan suatu piranti yang digunakan untuk mencengkrum suatu objek.[3].

B. Pneumatic

Sistem *pneumatik* dianggap sebagai alat penggerak yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan servo motor. Beberapa keunggulan sistem *pneumatik* sebagai penggerak lengan robot dibandingkan dengan servo motor antara lain: keunggulan dalam hal kekuatan, keunggulan dalam hal ketahanan untuk peluang kesalahan instalasi, keunggulan dalam hal konsumsi energi listrik, dan keunggulan dalam hal kinematika. Dalam hal ini, penggerak digunakan untuk menggerakkan lengan robot seperti yang terdapat pada robot-robot pengambil benda, robot-robot pengelas dan pengecat di pabrik, dan sebagainya. Hal lainnya yang menjadi keunggulan sistem *pneumatik* dibandingkan sistem *hidraulik* adalah dari segi ekonomi, bahwa sistem *hidraulik* lebih mahal dibandingkan sistem *pneumatic*[6].

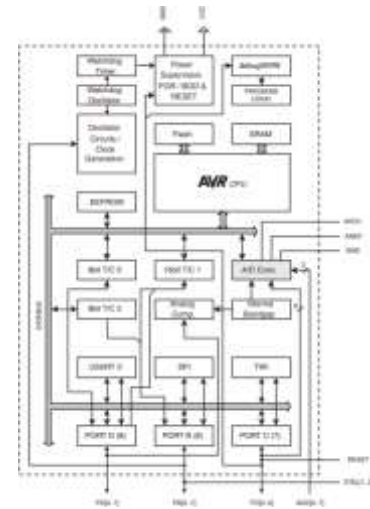
C. Sistem Gerak Holonomic

Konfigurasi *system* gerak pada *mobile* robot ada dua yaitu, robot *holonomic* dan robot *non-holonomic*. *Non-holonomic* robot adalah yang tidak bisa cepat bergerak ke segala arah, seperti mobil. Jenis robot untuk melakukan serangkaian gerakan untuk mengubah posisi. Berbeda dengan sebuah robot *holonomic* yang seketika dapat bergerak ke segala arah. Ini tidak perlu melakukan gerakan kompleks untuk mencapai posisi tertentu. Jenis robot akan memiliki 2 derajat kebebasan karena dapat bergerak baik di X dan Y bebas. Sistem gerak *holonomic* merupakan sebuah sistem yang jumlah derajat kebebasannya sama dengan jumlah koordinat yang dibutuhkan untuk menyatakan konfigurasi dari sistem tersebut[2][5].

D. ATmega 328P

ATmega 328P adalah IC mikrokontroler *low-power CMOS 8-bit* yang berbasis pada AVR arsitektur RISC yang disempurnakan. Dengan menjalankan instruksi yang kuat dalam satu siklus *clock* tunggal, ATmega 328P mencapai *throughput*

mendekati 1 MIPS per MHz yang memungkinkan desain *system* untuk mengoptimalkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan.

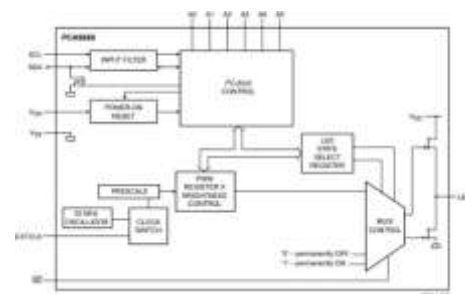


Gambar 1 Block Diagram of the AVR Architecture[13]

Inti AVR menggabungkan set instruksi RISC yang kaya dengan 32 *register* yang berfungsi umum. 32 *register* terhubung langsung ke *Algoritma Logic Unit (ALU)*, memungkinkan dua *register independent* untuk diakses dalam satu instruksi tunggal yang dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Hasilnya arsitektur lebih efisien kode, sambil mencapai *throughput* hingga sepuluh kali lebih cepat daripada *mikrokontroler CISC konvensional*[13].

E. PCA 9685

PCA 9685 adalah pengontrol LED 16-kanal yang dikontrol I2C-bus yang dioptimalkan untuk LCD dan LED RGB Merah / Hijau / Biru / Kuning (RGBA). Setiap output LED memiliki resolusi 12-bit (4096 steps) dengan pengendalian PWM mandiri. Frekuensi tetap yang beroperasi pada frekuensi yang dapat diprogram dari 40 Hz hingga 1000 Hz dengan *duty cycle* dapat disesuaikan dari 0% hingga 100% untuk memungkinkan LED diatur ke nilai kecerahan tertentu.



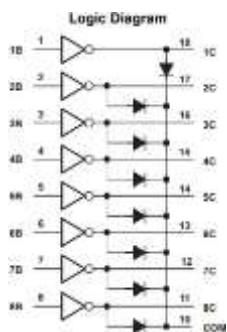
Gambar 2 Block diagram of PCA 9685[14]

Semua *output* diatur ke frekuensi PWM yang sama. PCA 9685 berada dalam keluarga *Fast-mode Plus (Fm+)* yang baru. Perangkat Fm+ menawarkan frekuensi yang lebih tinggi (hingga 1 MHz) dan

operasi bus yang lebih padat (hingga 4000 pF). [14] Adafruit yang merupakan perusahaan perangkat keras *opensource* membuat sebuah modul *Driver PWM controller 16 Channel* berbasis dari IC PCA 9685 yang menggunakan komunikasi I2C dan hanya membutuhkan 2 pin (SCL,SDA). *Driver PWM controller 16 Channel* dapat dihubungkan sampai dengan 62 *driver* dan dapat menghasilkan 992 *output PWM* hanya dari 2 pin yang terhubung pada *Controller*[15].

F. ULN 2803 Logic Driver

Perangkat ULN2803A adalah 50 V, 500 mA Darlington array transistor. Perangkat ini terdiri dari delapan NPN Pasangan Darlington yang menampilkan *output* tegangan tinggi dioda penjejit katoda umum untuk *switching* beban induktif. Arus kolektor-saat ini masing-masing Darlington array transistor adalah 500 mA.



Gambar 3 Logic Diagram[17]

Aplikasi termasuk *driver relay*, *hammer driver*, *driver lampu*, *driver display* (LED dan gas *discharge*), *driver baris*, dan *logic buffer*. Itu Perangkat ULN2803A memiliki resistor basis seri 2.7-kΩ untuk setiap pasangan Darlington untuk operasi langsung dengan Perangkat TTL atau 5-V CMOS[17].

G. Jostick wireless

Jostick wireless terdiri dari dua modul, yaitu modul *transmitter* dan modul *receiver*. Modul *transmitter* berfungsi sebagai data *input* dan mengirim data *input* tersebut ke modul *receiver*. Sedangkan modul *receiver* berfungsi sebagai penerima data yang dikirim dari modul *transmitter*.



Gambar 4. Joystick wireless

Joystick Wireless adalah sebuah alat control memiliki 9 pin dengan warna yang berbeda. Akan tetapi ada beberapa *joystick* (tipe kabel) dipasaran yang hanya memiliki 8 pin. Namun yang dibutuhkan hanya 6 pin dari pin *wireless* tersebut yang diantaranya pin 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. [12]

H. Roda Omni (Omni Wheels)

Roda *omni* (*omni wheels*) adalah rancangan roda khusus yang tidak hanya mempunyai roda tunggal, tetapi banyak roda dalam satu rodainti Roda ini berputar seperti roda pada umumnya serta mampu bergeser kesamping menggunakan roda di sepanjang lingkaran luar roda. Penggunaan roda *omni* pada robot ini dapat membuat robot bergerak bebas ke berbagai arah tanpa perlu memutar badan robot. [16], [18]



Gambar 5. Omni wheels

III. METODE

Penelitian dan pengerjaan alat dilaksanakan di workshop kampus Politeknik Bosowa maupun di lokasi luar kampus Politeknik Bosowa, terhitung dari bulan Maret 2020 sampai dengan bulan Juli 2020.

A. Prosedur Penelitian

1. Membuat desain Robot Rugby menggunakan aplikasi *CAD Solidworks 2014*.
2. Menerapkan sistem Navigasi *Holonomic* pada desain robot
3. Membuat rancangan *hardware* menggunakan *software Diptrace 2014*.
4. Implementasi desain dan rancangan kedalam bentuk *prototype*
5. Uji coba Lapangan
6. Menyimpulkan hasil penelitian

B. Prosedur pengambilan Data

Pada penelitian ini prosedur pengambilan data menggunakan metode *experimental* yaitu dengan melakukan uji coba pada sistem mekanik dan rangkaian elektronik yang telah dirancang sebelum masuk ketahap implementasi. Setelah tahap implementasi pengujian kembali dilakukan pada sistem mekanik dan rangkaian elektronik yang telah dibuat.

C. Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari

No	Alat	Jumlah
1	Gerinda	1 buah
2	Bor	1 buah
3	Mesin Las	1 buah
4	Elektroda	1 box
5	Solder	1 buah
6	Timah	1 rol
7	Tang	1 buah

Tabel 1 Daftar Alat

No	Bahan	Jumlah
1	Microcontroller ATmega 328	1 buah
2	PCA 9685	1 buah
3	BTS 7896	1 buah
4	Driver Logic (ULN2803)	1 buah
5	Solenoid Valve	3 buah
6	Motor PG 36	4 buah
8	Double Acting Cylinder 200	2 buah
9	Double Acting Cylinder 50	1 buah

Tabel 2 Daftar Bahan

D. Diagram Alir



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

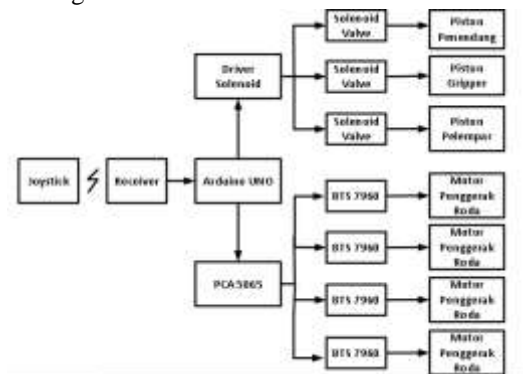
Diagram alir penelitian ini dimulai ketika judul telah ditentukan peneliti kemudian melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan informasi yang

berhubungan dengan masalah yang menjadi objek penelitian dimana informasi didapatkan dari karya ilmiah dan internet yang berhubungan dengan objek penelitian.

Setelah melakukan studi pustaka dilakukan perancangan dan pembuatan sistem, pada perancangan sistem mekanik digunakan *software solidworks 2014* dan *software diptrace* untuk perancangan elektronik. Setelah itu rancangan kemudian diimplementasikan dalam pembuatan mekanik dan pembuatan *Hardware* berupa *Microcontroller* dan *driver logic*. Setelah itu dilakukan pengujian alat, jika pengujian alat berhasil dilakukan pengambilan data namun jika pengujian alat tidak berhasil maka dilakukan pemecahan masalah serta pengambilan data ulang.

Setelah semua data terkumpul dilanjutkan dengan pembuatan artikel dan poster, dimana pembuatan artikel dan poster ini sebagai syarat untuk melakukan seminar tugas akhir.

E. Diagram Block Robot



Gambar 5 Diagram Block Robot

Diagram *block* merupakan salah satu komponen penting dalam penelitian karena dalam menjelaskan prinsip kerja dari komponen yang terdapat pada robot.

Prinsip kerja diagram *block* yaitu:

- Joystick = media pengirim perintah *input* penggerak piston dan motor ke robot.
- Receiver = media penerima perintah dari Joystick yang akan memberikan *input* ke *Microcontroller*
- Microcontroller = perangkat penerima *input* dari joystick dan pengirim *output PWM* ke PCA9865
- PCA 9865 = perangkat penyedia *output PWM* ke Driver BTS 7960
- Driver BTS 7960 = Perangkat pengontrol arah putar motor
- Solenoid Driver = Driver Logic Pengontrol Solenoid Valve
- 4 Motor penggerak = Aktuator penggerak holonomic Robot
- 3 Solenoid valve = Katup pengontrol piston Penggerak

- Piston penggerak = Aktuator *Pneumatic* penggerak gripper, penendang, dan pelempar robot.

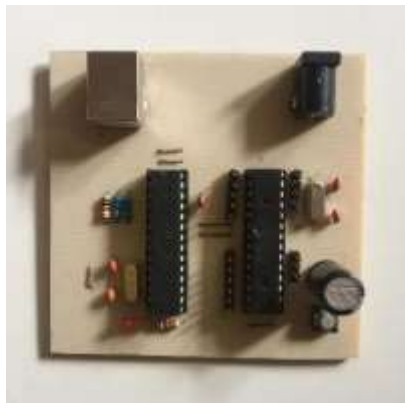
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Hasil Karya

Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan *Pass Robot Rugby*. Fungsi utama dari Robot ini dapat menyelesaikan misi sebagai *pass robot*. Bentuk desain Robot rugby dari segi *hardware* dan desain mekanik diadaptasi dari beberapa penelitian sebelumnya.

1) Rancangan *Hardware*

a. *Microcontroller*



Gambar 6 Desain *Microcontroller*

Desain *microcontroller* berbasis ATmega 328 dengan menggunakan ATmega8 sebagai downloader sehingga *microcontroller* tidak membutuhkan *hardware* tambahan dalam mengupload program.

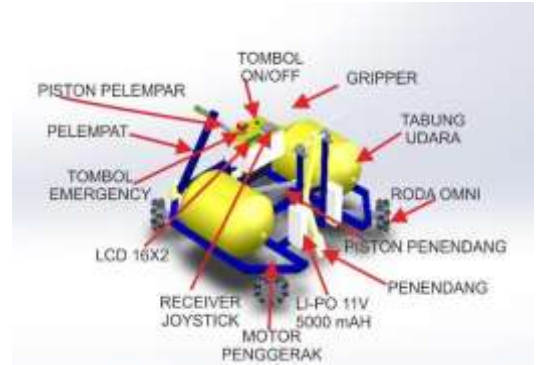
b. *Driver Logic ULN2803*



Gambar 7 Desain *Driver Relay ULN 20803*

Rancangan *Driver logic* dibuat berbasis IC ULN 2803 dan digunakan untuk mengotrol *solenoid valve*, *driver* ini mampu menghasilkan 8 *logic output*.

2) Rancangan Mekanik



Gambar 8 Desain Mekanik Robot

Desain mekanik diadaptasi dari beberapa penelitian sebelumnya[5][6][7][8][9][10][11], kemudian diterapkan mekanismenya kedalam desain mekanik *robot rugby*.

B. Hasil Karya

1) Mekanik Robot



Gambar 9 Hasil mekanik robot

Mekanik robot menggunakan mekanime *pneumatic* pada bagian penendang, pelempar, dan *gripper*, sedangkan untuk pergerakan *mobile robot* digunakan *holonomic base* dengan *omni wheel*.

2) Data Hasil Percobaan

Tabel 3 hubungan controller dan Perangkat I/O

Perangkat	Pengujian	Ket
Sismin	Mengupload program ke Sismin dan mengeluarkan output	Bekerja
<i>Driver Motor</i>	Mengontrol putaran motor PG36	Bekerja
<i>Driver Solenoid</i>	Mengaktifkan <i>Solenoid</i>	Bekerja
<i>Receiver Stick</i>	Membaca perintah dari joystick	Bekerja
PCA9685	Megeluarkan <i>OUTPUT</i> PWM ke <i>driver motor</i>	Bekerja
Lcd 16x2	Menampilkan karakter dari sismin	Bekerja

Data table 3 menunjukkan hasil pengetesan antara *controller (minimum system ATmega328* dan perangkat *input* yang berupa *receiver Joystick* dan juga *output* yang berupa LCD 16x2, PCA9685 dan *driver motor* BTS 7960, dan *solenoid driver* ULN2803 bekerja.

Tabel 4 Perintah Joystick ke Motor

Joystick	Output PCA 9685	M1	M2	M3	M4	Keterangan
UP	Ch 0	4095	0	0	0	Robot bergerak Maju
	Ch 1	0	0	0	0	
	Ch 2	0	0	0	0	
	Ch 3	0	4095	0	0	
	Ch 4	0	0	0	0	
	Ch 5	0	0	4095	0	
	Ch 6	0	0	0	4095	
	Ch 7	0	0	0	0	
Down	Ch 0	0	0	0	0	Robot bergerak Mundur
	Ch 1	4095	0	0	0	
	Ch 2	0	4095	0	0	
	Ch 3	0	0	0	0	
	Ch 4	0	0	4095	0	
	Ch 5	0	0	0	0	
	Ch 6	0	0	0	0	
	Ch 7	0	0	0	4095	
Left	Ch 0	4095	0	0	0	Robot bergerak Kekiri
	Ch 1	0	0	0	0	
	Ch 2	0	4095	0	0	
	Ch 3	0	0	0	0	
	Ch 4	0	0	0	0	
	Ch 5	0	0	4095	0	
	Ch 6	0	0	0	0	
	Ch 7	0	0	0	4095	
Right	Ch 0	0	0	0	0	Robot bergerak Kekanan
	Ch 1	4095	0	0	0	
	Ch 2	0	0	0	0	
	Ch 3	0	4095	0	0	
	Ch 4	0	0	4095	0	
	Ch 5	0	0	0	0	
	Ch 6	0	0	0	4095	
	Ch 7	0	0	0	0	
Analog R Left	Ch 0	0	0	0	0	Robot bermanufer Kekiri
	Ch 1	4095	0	0	0	
	Ch 2	0	0	0	0	
	Ch 3	0	4095	0	0	
	Ch 4	0	0	0	0	
	Ch 5	0	0	4095	0	
	Ch 6	0	0	0	0	
	Ch 7	0	0	0	4095	
Analog R Right	Ch 0	4095	0	0	0	Robot bermanufer Kekanan
	Ch 1	0	0	0	0	
	Ch 2	0	4095	0	0	
	Ch 3	0	0	0	0	
	Ch 4	0	0	4095	0	
	Ch 5	0	0	0	0	
	Ch 6	0	0	0	4095	
	Ch 7	0	0	0	0	

Ket : 4095 = 24V
 2047 = 12 V
 0 = 0V

Data table 4 menunjukkan bahwa ketika tombol *UP*, *DOWN*, *LEFT*, *RIGHT* ditekan maka motor akan bergerak sesuai dengan data pada tabel dan membuat robot dapat bergerak *mobile* maju, mundur, kekiri dan kekanan. Sedangkan ketika tombol *analog R* digerakkan *Left & Right* robot akan bermanufer ke kanan dan kekiri.

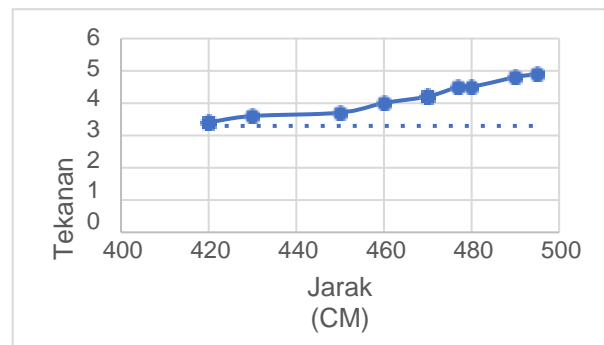
Tabel 5 Perintah Joystick Ke Valve

Joystick	Valve 1	Valve 2	Valve 3	Ket
X	HIGH	LOW	LOW	Gripper Bekerja
Square	LOW	HIGH	LOW	Penendang Bekerja
Circle	LOW	LOW	HIGH	Pelempar Bekerja
Triangle	LOW	LOW	LOW	Standby mode

Ket: HIGH = 24 V
 LOW = 0 V

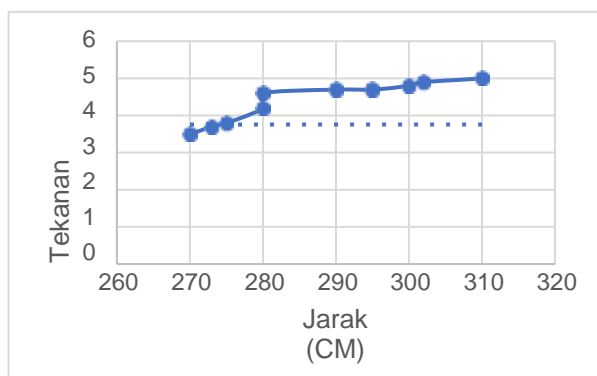
Data tabel 5 menunjukkan apabila tombol X pada *joystick* ditekan maka *Valve 1* yang terhubung dengan piston Gripper akan di beri perintah *HIGH* dan membuat *Gripper* menjepit bola, apabila tombol *Square* pada *joystick* di tekan maka *Valve 2* yang terhubung dengan penendang akan diberi *logic HIGH* dan menggerakkan *ARM* untuk menendang bola, apabila tombol *Circle* pada *joystick* di tekan maka *Valve 3* yang terhubung pelempar akan di beri *logic HIGH* dan membuat *ARM* melempar bola. Apabila Tombol *Triangle* pada *joystick* di tekan maka semua *Valve* akan berlogic *LOW* dan tidak aktif.

Grafik 1 Pengetesan Kemampuan Tendangan



Grafik 1 merupakan data hasil pengujian kemampuan penendang robot untuk menendang bola rugby, mekanisme penendang dikendalikan menggunakan *joystick* dapat dilihat pada tabel 5 *valve 2* mengontrol piston penendang sehingga penendang akan bekerja dengan menekan tombol *Square* pada *Joystick*. Hasil pengujian menghasilkan jarak tendangan rata-rata yang dapat dilakukan oleh robot adalah 467,2 cm pada tekanan rata-rata 4,26 Bar.

Grafik 2 Pengetesan Kemampuan Pelempar



Grafik 2 merupakan data hasil pengujian kemampuan pelempar robot untuk melempar bola rugby, mekanisme pelempar dikendalikan menggunakan *joystick* dapat dilihat pada tabel 5 *valve 3* mengontrol piston pelempar sehingga pelempar akan bekerja dengan menekan tombol *Circle* pada *Joystick*. Hasil pengujian menghasilkan jarak lemparan rata-rata yang dapat dilakukan oleh robot adalah 287,5 cm pada tekanan 4,39 Bar.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Pada penelitian ini penulis dapat menyimpulkan bahwa:

1. *Joystick* dapat digunakan sebagai pengontrol gerak motor dan perangkat lainnya.
2. *Joystick* dapat digunakan sebagai pengendali untuk mengaktifkan *Solenoid Valve*.
3. Robot dapat menendang bola dengan jarak rata-rata 467,2 cm pada tekanan 4,26 Bar.
4. Robot dapat melempar bola dengan jarak rata-rata 287,5 cm pada tekanan 4,39 Bar.

Saran

Adapun beberapa saran yang diperlukan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan alat ini yaitu:

1. Menggunakan piston 300 *stroke* sebagai piston penendang.
2. Mengganti mekanisme penendang menggunakan motor untuk mengayun kaki penendang.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rouse, "mobile robot(mobile robotics)," IOTAagenda, Agustus 2019. [Online]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/mobile-a1robot-mobile-robotics>. [Accessed 02 April 2020].
- [2] M. J. Aziz, "Jurnal Teknologi," *HOLONOMIC AND OMNIDIRECTIONAL LOCOMOTION*, pp. 91-97, 2015.
- [3] A. Sugiarto, "RANCANG BANGUN ROBOT PENGGIRING BOLA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328," repository.unsri.ac.id, 2019.
- [4] CHAIDIR, "Lane Tracking pada Robot Beroda Holonomic menggunakan Pengolahan Citra," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Komunikasi, dan Teknik Elektronika*, vol. 08, no. 1, p. 69, 2020.
- [5] G. A. Muliady, "IMPLEMENTASI SISTEM GERAK HOLONOMIC PADA ROBOT KRSBI BERODA 2017 IMPLEMENTATION OF HOLONOMIC MOTION IN INDONESIAN SOCCER WHEELED ROBOT CONTEST 2017," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 07, no. 25, 2017.
- [6] D. CESAR, "Pengembangan Lengan Robot Menggunakan Sistem Pneumatik Untuk Mengambil Benda," repository.its.ac.id, Surabaya, 2017.
- [7] Annisa, "PENERAPAN FLEX SENSOR PADA LENGAN ROBOT BERJARI PENGIKUT GERAK LENGAN MANUSIA BERBASIS MIKROKONTROLER," eprints.polsri.ac.id, Palembang, 2015.
- [8] T. S, "Design and Fabrication of Pneumatic Robotic Arm," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 8, no. 3, pp. 126-131, 2017.
- [9] Rozak, "RANCANGBANGUN LENGAN ROBOT PELONTAR BOLA DENGAN SISTEM PNEUMATIK," *ELECTRICES: Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 1, no. 1, pp. 37-42, 2019.
- [10] L. Paukkunen, "IMPROVEMENT OF PNEUMATIC FOOTBALL KICKING DEVICE," in *11th International DAAAM Baltic Conference*, Estonia, 2016.
- [11] J. Väisänen, "PNEUMATIC FOOTBALL KICKING DEVICE BASED ON HUMAN," in *10th International DAAAM Baltic Conference*, Estonia, 2015.
- [12] E. Sutra, "SISTEM KENDALI JOYSTIK PS2 WIRELESS PADA ROBOT BERODA PEMINDAH BARANG BERBASIS ARDUINO," eprints.polsri.ac.id, Palembang, 2015.
- [13] Datasheet:, "ATmega 328," Microchip, [Online]. Available: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf. [Accessed 20 Maret 2020].

- [14] Datasheet, "PCA9685," DIGCHIP, [Online]. Available:
[//www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/364/PCA9685-pdf.php](http://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/364/PCA9685-pdf.php). [Accessed 15 03 2020`52].
- [15] B. Earl, "Adafruit PCA 9685 16 channel Servo Driver," Adafruit, [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/16-channel-pwm-servo-solenoid>. [Accessed 15 Maret 2020].
- [16] G. Galgamuwa, "Simplified controller for three wheeled omni directional mobile robot," in *2015 IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, IEEE, 2015, pp. 314--319.
- [17] Datasheet, "ULN 2803 Darlington Transistor Arrays," Texas Instrumen, February 2017. [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2803a.pdf>. [Accessed 20 Maret 2020].
- [18] A. Vicente, "Surface classification based on vibration on omni-wheel mobile base," *2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pp. 916-921, 2015.