

# Rancang Bangun Sistem Mekanik Penggiring Dan Penendang Pada Robot Sepak Bola

Ferdinando Grasia Ohoirat, Arie Salmon Matius Lumenta, Jane Litouw, Reynold Frankie Robot.

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

E-mail: ferdinandoohoirat15@gmail.com, al@unsrat.ac.id, jane.litouw@unsrat.ac.id, reynold.robot@unsrat.ac.id

**Abstract** – *The purpose of this research is so that the robots can play football like human. The aspect of the robot that have been strengthen is the kicking and dribbling mechanism so the robots can score in the enemy's goal like a professional player. This robot is designed to be able to produce kicks that bounce and level off to get a score in the enemy's goal. In addition, the robot has the ability to be able to distinguish between the teammate and the enemy team's robot by detecting colors using the PixyCMUCam5 camera sensor, so the robot can automatically kick using the designated settings. in this research the robot can distinguish when to do bounce and level kicks automatically.*

**Keywords:** *Boost Step-up zvs; capasitor; Indonesian Soccer Robot, Selenoid; pixy CMU Cam5.*

**Abstrak** – Tujuan penelitian ini adalah agar robot dapat bermain sepakbola seperti manusia. Kemampuan robot yang diperkuat adalah mekanisme menggiring bola dan menendang bola agar bisa mencetak gol di gawang musuh layaknya pemain sepak bola profesional. Robot ini dirancang untuk dapat menghasilkan tendangan yang melambung dan mendarat untuk mendapatkan skor di gawang musuh. Selain itu, robot memiliki kemampuan untuk dapat membedakan antara robot satu tim dan robot tim musuh dengan cara membaca warna menggunakan sensor kamera PixyCMUCam5, sehingga robot dapat secara otomatis membuat tendangan yang sudah diatur. dalam penelitian ini robot sudah dapat membedakan kapan melakukan tendangan melambung dan mendarat secara otomatis.

**Kata Kunci:** *Boost Step-up zvs; capasitor; Robot Sepak Bola Indonesia; Selenoid; Pixy CMU Cam5.*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robot saat ini tidak dapat dipungkiri lagi. Jika sebelumnya segala jenis pekerjaan manusia masih secara manual sepenuhnya, maka adanya robot dapat membantu meringankan pekerjaan manusia. Berkat diciptakannya robot manusia dapat mengerjakan berbagai hal tanpa perlu mengeluarkan tenaga yang besar serta dapat membantu hal-hal yang susah untuk dikerjakan menjadi lebih mudah dikerjakan. Selain untuk membantu manusia, robot juga sering dilombakan untuk pengembangan kreativitas berinovasi.

Perlombaan robotik juga merambah dunia olahraga seperti pada olahraga sepak bola. Perlombaan ini sangat populer di seluruh dunia karna merupakan salah satu olahraga yang membutuhkan kerja sama tim yang tinggi, dan strategi yang baik. Pada tahun 1997, kontes sepak bola beroda yang pertama kali diselenggarakan oleh pendiri dari *RoboCup* (robot sepak bola) di dunia yaitu *RoboCup Middle Size League* (MSL) di tahun 1997. Setiap tim pada perlombaan ini terdiri dari 5 buah

robot yang akan di pertandingan melawan robot tim lain, di mana selama proses pertandingan tidak boleh adanya campur tangan manusia.

Di Indonesia kontes robot sepak bola beroda mulai di selenggarakan pada tahun 2017 dimana penyelenggaraannya dalam Kontes robot Indonesia (KRI) masuk divisi Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI). Proses kontes ini merupakan seleksi tingkat regional dan nasional untuk mencari tim yang terbaik untuk mewakili Indonesia dalam mengikuti kontes robot sepak bola dunia (*Robo Cup MSL*).

Layaknya seorang pemain sepak bola profesional, maka robot harus memiliki suatu mekanisme penendang yang sama halnya seperti manusia sehingga robot dapat mencetak gol ke gawang lawan dengan sempurna. Dalam hal ini, robot harus bisa menahan bola sebelum mengatur tendangannya agar dapat menendang melambung dan mendarat sehingga proses mekanisme penentang bisa sesuai dengan arah dan kekuatan tendangan yang dibutuhkan dalam proses pertandingan.

### A. Definisi Robot

Ada begitu banyak defenisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. Orang awam beranggapan bahwa robot itu adalah suatu alat yang menyerupai manusia, namun tubuhnya tidak menyerupai manusia melainkan terbuat dari logam. Beberapa defenisi tentang robotika [1], antara lain :

Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi intelligent.

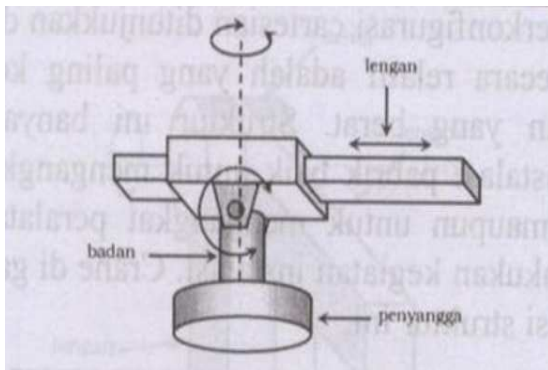
Robot adalah sebuah manipulator mekanik yang dapat di program ulang untuk memindahkan tool, material, atau peralatan tertentu dengan berbagai program pergerakan untuk berbagai tugas dan juga mengendalikan serta mensinkronkan peralatan dengan pekerjaannya.[2]

Robot adalah mesin yang terlihat seperti manusia dan melakukan berbagai tindakan yang kompleks dari manusia seperti berjalan atau berbicara, atau suatu peralatan yang bekerja secara otomatis.

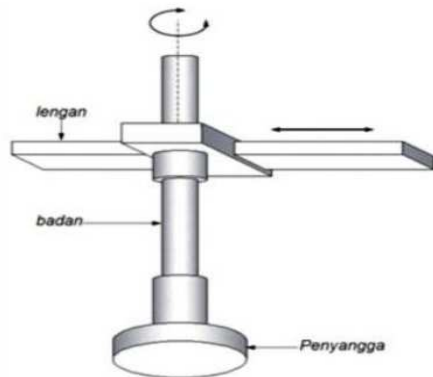
### B. Jenis-Jenis Robot

#### 1) Robot Manipulator

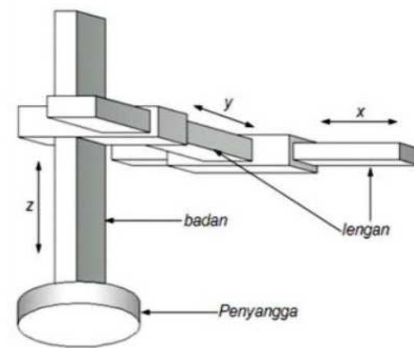
Robot ini tidak dapat berpindah posisi dari satu tempat ke tempatlainnya, sehingga robot tersebut hanya dapat menggerakkan beberapa bagiandari tubuhnya dengan fungsi tertentu yang telah dirancang. Contohnya robot manipulator yang dipakai dalam dunia industri. Robot tangan yang memiliki dua lengan (dilihat dari persendian),



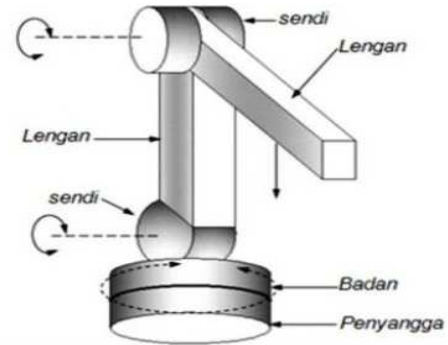
Gambar 1. Konfigurasi polar



Gambar 2. Konfigurasi Silinder



Gambar 3. Konfigurasi Cartesian



Gambar 4. Konfigurasi Sendi-lengan

dan pergelangan. Di ujung pergelangan dapat diinstal berbagai *tool* sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Secara klasik konfigurasi robot manipulator dapat dibagi dalam 4 kelompok, yaitu :

a. *Konfigurasi Polar*

Konfigurasi ini cukup tegar karna sambungan lengan dan gerakan maju mundur secara mekanik sangat kokoh, badan dapat berputar ke kiri atau kanan. Sendi pada badan dapat mengangkat atau menurunkan pangkal lengan secara polar. Konfigurasi Polar dapat di lihat pada gambar 1.

b. *Konfigurasi Silinder*

konfigurasi silinder mempunyai jangkauan berbentuk ruang silinder yang lebih baik, meskipun sudut lengan terhadap garis penyangga tetap. Konfigurasi ini banyak diadopsi untuk sistem gantry atau crane karena strukturnya yang kokoh untuk tugas mengangkat beban. Konfigurasi Silinder dapat dilihat pada gambar 2.

c. *Konfigurasi Cartesian*

Konfigurasi ini secara relatif adalah yang paling kokoh untuk tugas mengangkat beban yang berat. Struktur ini banyak dipakai secara permanen pada instalasi pabrik, baik untuk mengangkat dan memindah barang produksi maupun untuk

mengangkat peralatan-peralatan berat pabrik ketika melakukan kegiatan instalasi. Konfigurasi Cartesian dapat dilihat pada gambar 3.

d. *Konfigurasi Sendi-lengan*

Konstruksi ini yang paling populer untuk tugas-tugas regular didalam pabrik, terutama untuk dapat melaksanakan fungsi layaknya pekerja pabrik, seperti mengangkat barang dari konveyor, mengelas, memasang komponen mur, baut pada produk, dan sebagainya. Konfigurasi Sendi-lengan dapat dilihat pada gambar 4.

Dalam robot manipulator terdapat dua istilah yaitu:

- Degrees of Freedom* (DOF) adalah setiap titik sumbu gerakan mekanik pada robot, tidak terhitung untuk End Effector.
- Degrees of Movement* (DOM) adalah kebebasan atau kemampuan untuk melakukan sebuah gerakan. Sebagai contoh, robot dengan 6 derajat kebebasan: *Base Rotation* (dudukan untuk berputar), *Shoulder Flex* (lengan atas atau pundak), *Elbow Flex* (lengan bawah), *Wrist Pitch* (pergelangan angguk), *Wrist Yaw* (pergelangan sisi), *Wrist Roll* (pergelangan putar)

2) *Robot Mobile*

Mobile dapat diartikan bergerak, sehingga robot ini dapat memindahkan dirinya dari satu tempat ke tempat lain. Robot ini merupakan robot yang paling populer dalam dunia penelitian robotika. Contohnya Robot *line follower*

merupakan robot yang dapat bergerak mengikuti track berupa garis hitam setebal  $\pm 3$  cm. Untuk membaca garis, robot dilengkapi dengan sensor proximity yang dapat membedakan antara garis hitam dengan lantai putih.[2]

### 3) Robot hybrid

Robot ini merupakan penggabungan dari fungsi-fungsi pada robot manipulator dan mobile. Sehingga keduanya saling melengkapi dimana robot manipulator dapat terbantu fungsinya dengan bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain.

### 4) Humanoid

Sebuah robot humanoid adalah robot otonom yang dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan atau dirinya sendiri. Dalam konteks, robot humanoid dapat mencakup, antara lain:

- Dapat merawat dirinya sendiri (seperti pengisian sumber tenaga sendiri) .
- Dapat belajar otonom (belajar atau memiliki kemampuan baru tanpa bantuan dari luar (manusia), menyesuaikan diri berdasarkan lingkungan dan beradaptasi dengan lingkunganyang baru).
- Dapat menghindari hal-hal yang berbahaya bagi manusia, properti, dan dirinya sendiri.
- Dapat berinteraksi dengan manusia dan lingkungan Seperti robot mekanis lainnya, humanoid mengacu pada komponen dasar sebagai berikut : Sensing (Penginderaan), *Actuating*, *Planning* (Perencanaan) dan *Controlling* (Pengendalian). Karena untuk mensimulasikan struktur, perilaku manusia dan sistem otonomi, sebagian besar robot humanoid lebih kompleks dibandingkan jenis robot lainnya.

### C. Warna

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (warna putih) yang merupakan pantulan tertentu dari cahaya yang dipengaruhi oleh pigmen yang terdapat di permukaan benda. Warna dapat didefinisikan secara obyektif/fisik sebagai sifat cahaya yang dipancarkan, atau secara subyektif/psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera pengelihatan. Secara obyektif atau fisik, warna dapat diberikan oleh panjang gelombang. Dilihat dari panjang gelombang, cahaya yang tampak oleh mata merupakan salah satu bentuk pancaran energi yang merupakan bagian yang sempit dari gelombang elektromagnetik.

### D. Metode-metode Pengolahan Citra Digital

#### 1) konvolusi

Konvolusi merupakan proses matematis, secara umum konvolusi didefinisikan sebagai cara untuk

mengkombinasikan dua buah deret angka yang menghasilkan deret angka yang ketiga. Konvolusi (convolution) adalah sebuah proses dimana citra dimanipulasi dengan menggunakan eksternal mask / subwindows untuk menghasilkan citra yang baru. Operasi konvolusi merupakan komputasi pada area lokal, Karena komputasi untuk suatu piksel pada citra keluaran melibatkan piksel-piksel tetangga pada citra masukannya.

#### 2) Transformasi Citra

Transformasi merupakan suatu operasi matematis. Transformasi citra merupakan proses *perubahan bentuk* citra untuk mendapatkan suatu informasi tertentu. Transformasi bisa dibagi menjadi 2 :

##### a. Transformasi piksel/transformasi geometris

Transformasi piksel masih bermain di ruang/domain yang sama (domain spasial), hanya posisi piksel yang kadang diubah. Contoh: rotasi, translasi, scaling, invers, shear, dll.

##### b. Transformasi ruang/domain/space

Transformasi ruang merupakan proses perubahan citra dari suatu ruang/domain ke ruang/domain lainnya, contoh: dari ruang spasial ke ruang frekuensi. Jenis-jenis transformasi Fourier, Transformasi Hadamard/Walsh, Transformasi DCT , Transformasi Wavelet (basis: scaling function dan mother wavelet).

#### 3) Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Pada proses ini, ciri-ciri tertentu yang terdapat di dalam citra lebih diperjelas kemunculannya. Secara matematis, image enhancement dapat diartikan sebagai proses mengubah citra  $f(x, y)$  menjadi  $f'(x, y)$  sehingga ciri-ciri yang dilihat pada  $f(x, y)$  lebih ditonjolkan.

#### 4) Metode Segmentasi

Segmentasi merupakan proses mempartisi citra menjadi beberapa daerah atau objek, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra. Segmentasi ditujukan untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung di dalam citra atau membagi citra ke dalam beberapa daerah dengan setiap objek atau daerah memiliki kemiripan atribut. Beberapa teknik segmentasi citra :

- Thresholding* (*global thresholding* dan *lokal adaptif thresholding*).
- Connected Component labelling*.
- Segmentasi Berbasis *Clustering* (Iterasi, K-means, fuzzy C-means, SOM).[3]



Gambar 5. Warna Primer[1]

##### 5) Metode Histogram Equalisasi

Metode yang digunakan dengan cara mengubah nilai tingkat keabuan (grey level value) pixel tertentu tanpa memperhatikan lokasinya dalam citra. Hasil perbaikan kualitas yang diperoleh bergantung pada citra aslinya. Histogram dari sebuah citra dapat dimodifikasi untuk memperoleh citra yang sesuai dengan keinginan atau memperbaiki kualitas citra. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memodifikasi histogram citra adalah perataan histogram (*histogram equalization*). *Histogram equalization* adalah sebuah proses yang mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada sebuah citra sehingga menjadi seragam (*uniform*).

##### 6) Operasi Morfologis

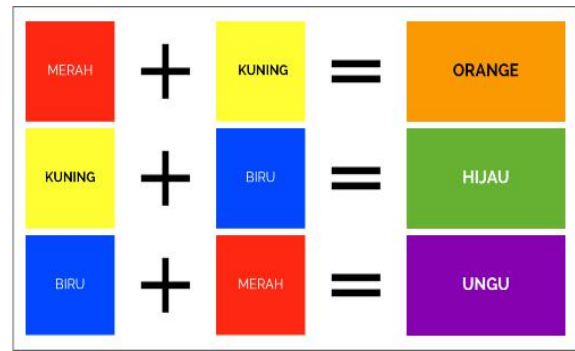
Perbedaan antara pemrosesan citra secara morfologis dengan pemrosesan biasa (yang telah kita pelajari):

- Dulu kita memandang sebuah citra sebagai suatu fungsi intensitas terhadap posisi (x,y)
- Dengan pendekatan morfologi, kita memandang suatu citra sebagai himpunan

Pemrosesan citra secara morfologi biasanya dilakukan terhadap citra biner (hanya terdiri dari 0 dan 1), walaupun tidak menutup kemungkinan dilakukan terhadap citra dengan skala keabuan 0-255. Secara umum, pemrosesan citra secara morfologi dilakukan dengan cara *mem-passing* sebuah *structuring element* terhadap sebuah citra dengan cara yang hampir sama dengan konvolusi. *Structuring element* dapat diibaratkan dengan mask pada pemrosesan citra biasa (bukan secara morfologi). Beberapa operasi morfologi yang dapat kita lakukan adalah Dilasi, Erosi, Opening, Closing, Thinning, thickening, skeletonizing

##### 7) Deteksi Tepi

Tepi (edge) adalah perubahan nilai derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra. Beberapa teknik dalam deteksi tepi adalah Operator Sobel, Operator Prewitt, Operator Roberts



Gambar 6. Warna Sekunder[4]

##### 8) Pengolahan kategori rendah

Kategori rendah melibatkan operasi-operasi sederhana seperti pra-pengolahan citra untuk mengurangi derau, pengaturan kontras, dan pengaturan ketajaman citra. Pengolahan kategori rendah ini memiliki *input* dan *output* berupa citra.[4]

##### 9) Pengolahan kategori menengah

melibatkan operasi-operasi seperti segmentasi dan klasifikasi citra. Proses pengolahan citra menengah ini melibatkan *input* berupa citra dan *output* berupa atribut (fitur) citra yang dipisahkan dari citra input. Pengolahan citra kategori melibatkan proses pengenalan dan deskripsi citra.[3]

##### 10) Pengolahan kategori tinggi

Pengolahan kategori tinggi ini termasuk menjadikan objek-objek yang sudah dikenali menjadi lebih berguna, berkaitan dengan aplikasi, serta melakukan fungsi-fungsi kognitif yang diasosiasikan dengan vision.

#### E. Jenis-Jenis Warna

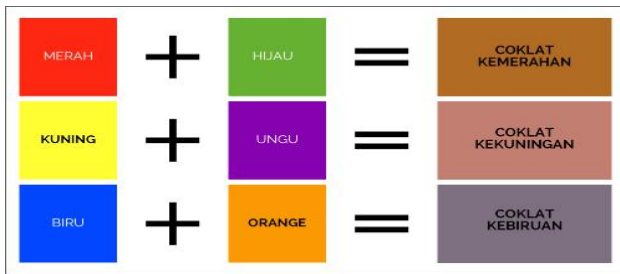
Pada umumnya warna dibagi menjadi beberapa jenis kelompok warna yaitu warna primer, warna sekunder dan warna tersier. Jenis-jenis kelompok warna tersebut dijelaskan sebagai berikut:

##### 1) Warna Primer

Warna primer merupakan warna pokok atau warna dasar, artinya warna yang menjadi fondasi dari warna lain tanpa adanya warna ini maka tidak akan ada warna lain. Warna primer merupakan warna induk, warna yang murni berdiri sendiri tanpa campuran warna lain. Warna primer terdiri dari merah, kuning, biru. Warna primer dapat dilihat pada gambar 5.

##### 2) Warna Sekunder

Warna sekunder merupakan warna yang berasal dari pencampuran dua warna primer, misalnya warna merah dan kuning menghasilkan warna orange, warna kuning dan



Gambar 7. Warna Tersier[4]

biru menghasilkan warna hijau, warna biru dan merah menghasilkan warna ungu. Warna sekunder dapat dilihat pada gambar 6.

3) *Warna Tersier*

Warna tersier adalah warna yang dihasilkan dari campuran satu warna primer dengan satu warna sekunder. misalnya warna merah dan hijau menghasilkan warna coklat kemerahan, warna kuning dan ungu menghasilkan warna coklat kekuningan, warna biru dan orange menghasilkan warna coklat kebiruan. Istilah awal tersier awalnya merujuk pada warna-warna netral yang dibuat dengan mencampurkan tiga warna primer dalam satu buah ruang warna. Warna Tersier dapat dilihat pada gambar 7.

F. *Gerak Parabola*

Pada gambar 8 ini adalah gambar grafik rumus parabola yang digunakan.

Dari gambar 8 mendapatkan persamaan (1) hingga (4)

$V_0$  = kecepatan awal benda (m/s)

$v_{ox}$  = kecepatan awal pada sumbu-x (m/s)

$v_{oy}$  = kecepatan awal pada sumbu-y (m/s)

$\theta$  = sudut elevasi

$X_{max}$  = jarak mendatar maksimum yang ditempuh benda (m)

$X_{hmax}$  = jarak mendatar yang ditempuh saat ketinggian maksimum (m)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Berdasarkan gambar 8 mendapatkan Persamaan tinggi maksimum:[5]

$$H_{max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \tag{1}$$

Persamaan waktu untuk mencapai titik akhir;

$$T_{max} = \frac{2V_0 \sin \theta}{g} \tag{2}$$

persamaan kecepatan awal pada tinggi maksimum;

$$V_0^2 = \frac{H_{max} \cdot 2g}{\sin^2 \theta} \tag{3}$$

persamaan kecepatan awal pada waktu mencapai titik akhir;

$$V_0 = \frac{T_{max} \cdot g}{2 \sin \theta} \tag{4}$$



Gambar 8. Grafik Parabola[5]

G. *Arduino IDE*

Dalam menuliskan kode sumber dibutuhkan Arduino IDE, dimana Arduino IDE ini merupakan program untuk menuliskan kode sumber ke dalam mikrokontroler arduino dan bahasa pemrogramannya sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java dikarenakan struktur bahasa pemrograman dan penggunaan *library* yang mirip dengan C++ dan Java.[3]

Software Arduino IDE terdiri dari 3 (tiga) bagian:

- 1) *Uploader*, modul yang berfungsi memasukan kode biner kedalam memori mikrokontroler.
- 2) *Editor program*, untuk menulis dan mengedit program. Listing program pada Arduino disebut *sketch*.
- 3) *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa pemrograman yang dipahami oleh mikrokontroler.

Untuk struktur perintah pada Arduino secara garis besar terdiri dari (dua) bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* ini berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak arduino dihidupkan sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama arduino dihidupkan.[4]

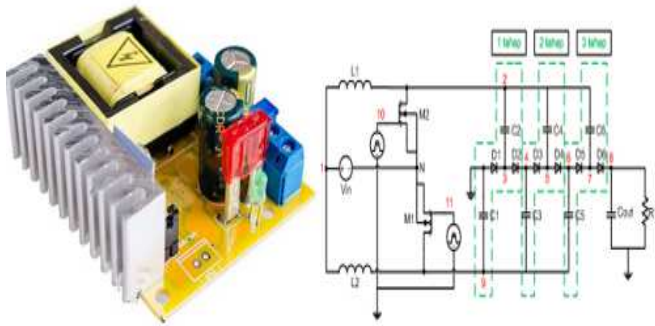
H. *Mikrokontroler Arduino Mega 2560*

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset.

I. *Kamera Pixy*

Kamera Pixy merupakan *image sensor* dengan prosesor yang *powerful* yang diprogram untuk mengirimkan informasi berupa data gambar, sehingga mikrokontroler tidak terbebani dengan proses pembacaan data. Proses pengiriman data pada kamera pixy dapat dilakukan dengan berbagai jalur komunikasi data, diantaranya *UART serial, SPI, I2C, digital out* maupun *analog out*.





Gambar 9. Modul Booster Step-up

### J. Kapasitor

Kapasitor adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitor terdiri dari dua pelat konduktor yang dipasang berdekatan satu sama lain tapi tidak sampai bersentuhan. Kapasitor berfungsi hanya sebagai penyimpan muatan listrik sementara.

### K. Modul Booster Step-up

Modul *booster* ini merupakan suatu komponen dalam robot untuk menaikkan tegangan secara cepat. Dalam modul booster ini dapat menaikkan tegangan sampai 390V, dengan tegangan masukan mulai dari 10-32V dan arus *maximal* 5A, dan tegangan keluaran mulai dari 45-390V dengan arus keluaran *maximal* 0,2A. Modul booster ini hanya menaikkan tegangan DC.[6]

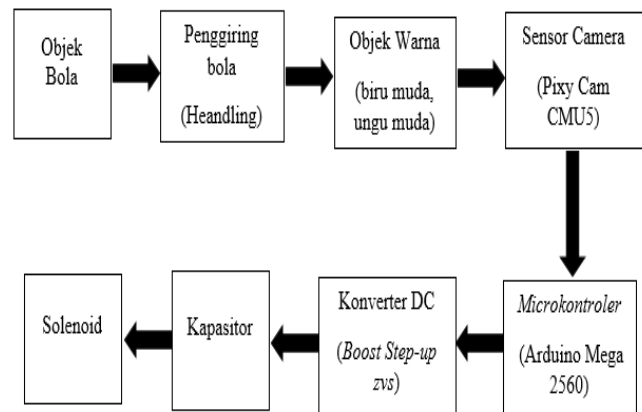
### L. Servo Motor

Motor servo adalah aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di naikan atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.[7]

### M. Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.[8]



Gambar 10. Rancangan Penelitian sistem mekanik penggiring dan penendang

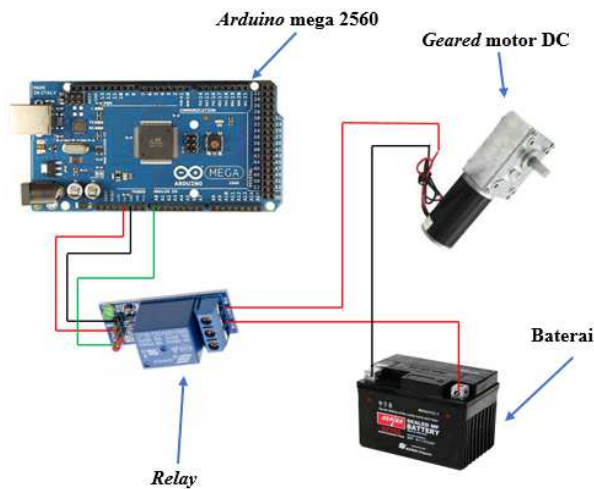
Motor Listrik DC atau *DC Motor* ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. [9]

### N. Relay

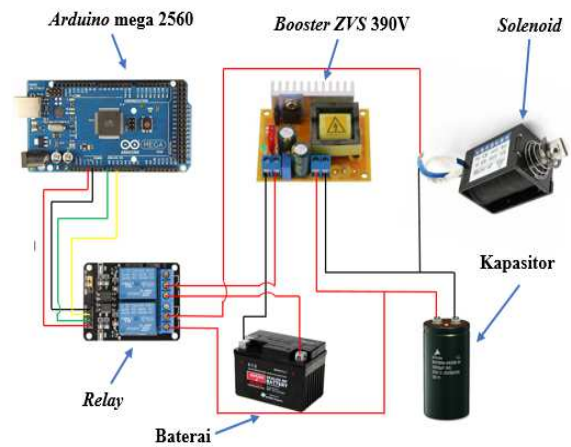
*Relay* adalah Saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.[10]

### O. Solenoida

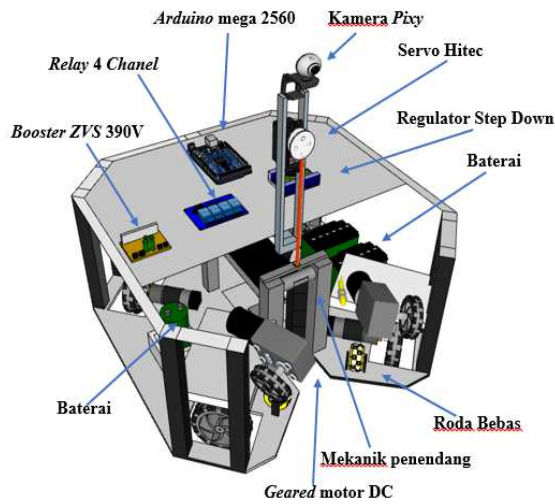
Solenoida atau *Solenoid* adalah perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerakan. Energi gerakan yang dihasilkan oleh Solenoid biasanya hanya gerakan mendorong (push) dan menarik (pull). Pada dasarnya, Solenoid hanya terdiri dari sebuah kumparan listrik (electrical coil) yang dililitkan di sekitar tabung silinder dengan aktuator ferro-magnetic atau sebuah Plunger yang bebas bergerak “Masuk” dan “Keluar” dari bodi kumparan. Sebagai informasi tambahan, yang dimaksud dengan Aktuator (actuator) adalah sebuah peralatan mekanis yang dapat bergerak atau mengontrol suatu mekanisme. Solenoid juga tergolong sebagai keluarga Transduser, yaitu perangkat yang dapat mengubah suatu energi ke energi lainnya.



Gambar 11. Rancangan Sistem Mekanik Penggiring Bola



Gambar 12. Rancangan Sistem Mekanik Penendang Bola



Gambar 13. Desain Robot Sepak Bola

**P. Solenoida**

Regulator tregangan adalah bagian power supply yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu power supply. Output tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada power supply. Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Regulator tegangan untuk suatu power supply paling sederhana adalah menggunakan dioda zener.

**II. METODE PENELITIAN**

**A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari tahun 2019 sampai September tahun 2019. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kendali dan Kecerdasan Buatan, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.

**B. Alat dan Bahan**

Alat yang diperlukan:

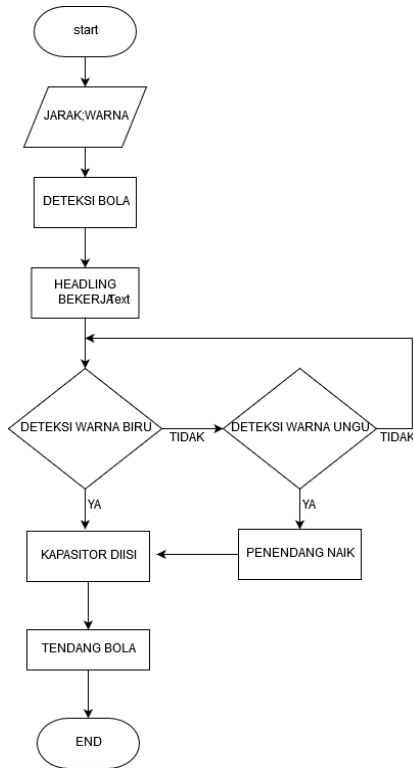
Alat yang digunakan berupa alat pendukung dalam pembuatan mekanik penendang robot dan alat untuk pengerjaan peyambungan *wiring* komponen mekanik robot. Alat yang digunakan adalah :

- 1) 1 buah Gurinda tangan listrik.
- 2) 1 buah Bor tangan listrik.
- 3) 1 set full cadik *tools*. Terdiri dari 3 buah obeng *minus*, 3 buah obeng *plus*, 1 buah *atraktor*, 1 buah tang lancip, 1 buah solder, 1 buah obeng kalibrasi, 1 buah tang potong, 1 buah tang kombinasi, 1 buah alat ukur (multimeter), 1 buah *cutter*.
- 4) 1 buah *hot melt glue gun*.

Bahan yang digunakan:

Bahan yang digunakan adalah mekanik penendang dan aplikasi perancangan program robot. Bahan yang digunakan adalah :

- 1) 1 buah Sensor kamera Pixy Cam CMU5
- 2) 1 buah USB *connector* Pixy Cam CMU5 to PC
- 3) 1 buah Arduino Mega 2560
- 4) 1 buah USB *connector* Arduino to PC
- 5) 1 buah Solenoid
- 6) 1 buah Konverter DC-DC *Boost Step-up zvs*
- 7) 1 buah kapasitor (3300uF 450V)
- 8) 1 buah sensor infrared
- 9) 2 buah motor *gearbox* motor DC
- 10) Baut dan mur
- 11) *Back Housing Female*
- 12) *Back Housing Male*
- 13) *Software PixyMon*
- 14) *Software Arduino*
- 15) 1 buah *Relay (4 chanel)*
- 16) 1 buah Saklar
- 17) 2 buah Baterai (13V DC)
- 18) Kabel



Gambar 14. Diagram alir Mekanik penggiring dan penendang

C. Perancangan Keseluruhan Sistem Kerja Mekanik Penggiring dan Penendang Pada Robot

Penelitian ini berfokus pada sistem mekanik penggiring dan penendang pada robot sepak bola dengan menggunakan solenoid sebagai penendang. Motor dc sebagai penggiring dan pixy sebagai pendeteksi warna biru muda dan ungu muda untuk dapat membuat tendangan melambung dan mendarat. Rancangan dari penelitian sistem ini dapat dilihat pada Gambar 10.

D. Sistem Pengendali

Pada penelitian sistem mekanik penggiring dan penendang pada robot sepakbola menggunakan sistem kendali loop tertutup yang dimana pada robot terdapat sensor kamera Pixy Cam CMU5 untuk mendeteksi warna sebagai pembeda antara lawan atau teman.

E. Perancangan Sistem Mekanik Penggiring Bola

Sistem mekanik penggiring bola terdiri dari *geared* motor DC, Arduino mega, dan relay yang digunakan untuk menjepit bola pada saat bola dideteksi. Dalam proses menjepit bola geared motor DC akan membuat bola berputar dalam proses penjepitan sempat proses untuk menendang bola diperintahkan. Untuk rangkaian dapat dilihat pada Gambar 11.

F. Perancangan Sistem Mekanik Penendang Bola

Perancangan sistem ini bertujuan untuk dapat mengatur tendangan yang akan dihasilkan robot menjadi 2 tendangan

TABEL I  
RINGKASAN DATA PENGUJIAN TENDANGAN MELAMBUNG

NO	Sudut Layang Bola	Titik Puncak Layang Bola	Waktu Titik Puncak Layang Bola	Titik Jatuh Bola	Waktu Titik Jatuh Bola
1.	35°	95cm	0.22 detik	371cm	0.845 detik
2.	35°	95cm	0.422 detik	371cm	0.845 detik
3.	33°	90cm	0.443 detik	356cm	0.886 detik
4.	35°	85cm	0.423 detik	331cm	0.847 detik
5.	40°	110cm	0.48 detik	406cm	0.96 detik
6.	33°	90cm	0.452 detik	383cm	0.905 detik
7.	40°	105cm	0.467 detik	416cm	0.934 detik
8.	36°	100cm	0.462 detik	396cm	0.925 detik
9.	35°	95cm	0.446 detik	412cm	0.892 detik
10.	40°	105cm	0.474 detik	419cm	0.948 detik

proses penendang ini Arduino mega akan memerintahkan driver booster zvs untuk mulai mengisi kapasitor sampai 320vdc dalam waktu 3 detik kemudian relay akan aktif untuk membuat kapasitor dan solenoid terhubung agar solenoid mendapatkan tegangan untuk menendang. Dalam mekanik penendang menggunakan 2 derajat kebebasan untuk menggerakkan pangkal penendang yaitu *prismatic joint* dan *revolute joint*. Untuk rancangan mekanik penendang dapat dilihat pada gambar 12.

G. Desain Robot Sepak Bola

Desain perancangan sistem mekanik penendang pada robot sepak bola adalah sebagai berikut.

Pada gambar 13 dapat dilihat desain robot sepak bola untuk keperluan dalam kontes robot sepak bola (KRSBI) Beroda.

H. Desain Robot Sepak Bola

Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak dari sistem mekanik penggiring dan penendang ini terlebih dahulu dibuat diagram alir atau *flowchart* untuk menjabarkan alur kerja dari sistem mekanik penggiring dan penendang pada robot sepak bola.



TABEL II  
RINGKASAN PENGUJIAN TENDANGAN MENDATAR

NO	Hasil pengujian Tendangan mendatar	Lama waktu menendang bola	Sudut Bola
1.	Lurus	1,43 detik	0°
2.	Lurus	1 detik	0°
3.	Lurus	0,78 detik	0°
4.	Lurus	0,47 detik	0°
5.	Lurus	0,85 detik	0°
6.	Lurus	0,57 detik	0°
7.	Lurus	0,63 detik	0°
8.	Lurus	0,70 detik	0°
9.	Lurus	0,76 detik	0°
10.	Lurus	0,61 detik	0°

TABEL II  
DATA PENGUJIAN TENDANGAN MELAMBUNG

Perhitungan	Sudut Layang Bola	Titik Puncak Layang Bola	Waktu Titik Puncak Layang Bola	Titik Jatuh Bola	Waktu Titik Jatuh Bola
<i>Mean</i>	36.2°	97cm	0.449detik	386.1 cm	0.899 detik
<i>Variance</i>	7.73°	62.22cm	0.000474 1detik	838.7 cm	0.0018 68 detik
<i>Standard Deviation</i>	2.78°	7.89 cm	0.021774 detik	28.96 cm	0.0432 2 detik
<i>Error rata-rata</i>	0.116%	0,013%	0.138 %	0,048 %	0.276 %

Pada gambar14 dapat dilihat diagram alir dari sistem mekanik penggiring dan penendang bola yang dimulai dari sensor *infrared* mendeteksi bola kemudian handling mulai bekerja. Setelah handling bekerja sensor kamera mulai bekerja untuk mendeteksi objek warna yang diberikan (warna biru, warna ungu) kemudian *booster zvs* mulai mengisi kapasitor lalu robot langsung menendang bola.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Tendangan Melambung Pada Robot Sepak Bola

Pada pengujian ini mengambil warna biru muda sebagai objek warna pada kamera pixy untuk mengatur servo agar membuat tendangan pada robot menjadi melambung. Dalam proses pengujian ini mengambil data awal 360cm panjang

TABEL IV  
DATA PENGUJIAN TENDANGAN MENDATAR

NO	Hasil pengujian Tendangan mendatar	Lama waktu menendang bola	Sudut Bola
<i>Mean</i>	-	0.78%	0%
<i>Variance</i>	-	0.075%	0%
<i>Standart Deviation</i>	-	0.274%	0%
<i>Error rata-rata</i>	-	0%	0%

jarak tendangan dari robot ke titik mendaratnya bola, 180cm panjang jarak tendangan dari robot ke titik puncak layang bola dan 110cm tinggi lambung bola sebagai acuan untuk pengukuran tendangan melambung pada robot.. Untuk tabel pengujiannya dapat dilihat pada tabel I.

Dalam tabel I mendapatkan hasil perhitungan  $V_0$  (kecepatan awal) yang berkisar antara 7,43-7,46 m/s.

Dari hasil pengujian tendangan melambung dari robot yang dilakukan sebanyak 10x mendapatkan nilai rata-rata: sudut layang bola sebesar 36,2°, titik puncak layang bola sebesar 97cm, waktu titik puncak layang bola sebesar 0,4491 detik, titik jatuh bola sebesar 386,1cm dan lama waktu yang dibutuhkan untuk mendaratnya bola sebesar 0,9007 detik dari tegangan dalam kapasitor sebesar 320V DC.

#### B. Pengujian Tendangan Mendatar Pada Robot Sepak Bola

Pada pengujian Ini mengambil warna ungu muda sebagai objek warna pada kamera pixy untuk mengatur servo agar membuat tendangan pada robot menjadi mendatar. Dalam proses pengujian ini mengambil data awal 445cm tendangan dari arah robot ke gawang untuk mendapatkan lama waktu tendangan dari robot ke gawang. Untuk tabel pengujiannya dapat dilihat pada tabel II.

Dari hasil pengujian tendangan mendatar dari robot yang dilakukan sebanyak 10x mendapatkan nilai rata-rata: lama waktu yang dibutuhkan untuk menendang bola sebesar 0,78 detik dari tegangan dalam kapasitor sebesar 320V DC.

### IV. PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Dengan sistem mekanik ini tendangan yang dihasilkan robot menjadi 2 tendangan yaitu tendangan melambung dan tendangan mendatar. Robot dapat membedakan tendangan melambung atau tendangan mendatar. Proses tendangan pada robot diatur dari kamera pixy untuk membedakan warna. Jarak yang dihasilkan tendangan

melambung selalu berubah-ubah. Keluaran pada *driver* tegangan yang digunakan untuk menendang pada robot tidak dapat di rubah secara otomatis.

### B. Saran

Dari hasil penelitian ini masih banyak kekurangan yang terdapat pada sistem mekanik penendang dan penggiring ini dan masih banyak hal yang untuk dirubah maka itu ada beberapa saran yang dapat dikemukakan oleh penulis. Tendangan yang dihasilkan oleh solenoid masih kurang kuat karena gaya dorong yang dihasilkan oleh driver pengungat tegangan masih terbatas sehingga masih harus menggunakan solenoid yang lebih besar agar mendapatkan tendangan maksimal. Penambahan metode khusus seperti PID (*Proportional Integral Derivative controller*) akan sangat membatu proses tendangan lebih optimal. Menambakan *Driver* menaikkan Tegangan pada penendang yang dapat diatur secara otomatis.

Frely Ohoirat (adik). Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Maria Mediatrix 2002-2003, kemudian melanjutkan ke SD YPPK Padma I pada tahun 2003-2004, kemudian melanjutkan ke SD Negeri 06 Sanggeng pada tahun 2004-2009, setelah itu melanjutkan sekolah di SMP Negeri 3 Manokwari pada tahun 2009-2012, kemudian melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Tumpaan pada tahun 2012-2015. Tahun 2015 penulis melanjutkan studi S1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado. Sejak semester 1 penulis bergabung dengan Komunitas Tim Robot Elektro Unsrat dan mengikuti kompetisi robotika yang diadakan oleh RISTEKDIKTI, selama perkuliahan penulis juga tergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro dan ikut aktif dalam melaksanakan kontes robot antar SMA/SMK se Sulawesi Utara pada tahun 2016 hingga 2018.

## V. KUTIPAN

- [1] M. I. Moha, "Implementasi Kamera 360° Untuk Mendeteksi Objek Pada Robot Sepak Bola," Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2019.
- [2] G. J. Jatmiko Wisnu, Petrus Mursanto, M Iqbal Tawakal, M Sakti Alvissalim, Abdullah Hafidh, Enrico Budianto, M Nanda Kurniawan, Kharda Ahfa, Ken Danniswara, M Anwar Ma'sum, Indra Hermawan, *Robotika Teori Dan Aplikasi*. Jakarta pusat: Perpustakaan Nasional, 2012.
- [3] P. W. Panekenan *et al.*, "Implementasi Pengenalan Wajah pada Robot Beroda," vol. 14, no. 2, pp. 193–202, 2019.
- [4] V. N. . Lahimade, "Rancang Bangun Robot Penendang Bola Menggunakan Pengendali PID," Universitas Sam Ratulangi, manado, 2018.
- [5] M. Abdullah, *Fisika Dasar 1*. bandung: Institut Teknologi Bandung, 2016.
- [6] H. Buntulayuk and F. A. Samman, "Rancangan DC-DC Converter untuk Penguatan Tegangan," vol. 21, no. 02, pp. 78–82, 2017.
- [7] A. S. Deryawan, F. D. Setiaji, D. Santoso, F. Teknik, U. Kristen, and S. Wacana, "Perancangan Penendang Bola pada Robot Beroda dengan Kelajuan Bola yang Dapat Diatur Menggunakan PWM," pp. 101–108.
- [8] F. A. Widodo and K. Mutijarsa, "Rancang Bangun Sistem Lokomosi , Penggiring , dan Penendang pada Robot Sepak Bola," *5th Indones. Symp. Robot. Syst. Control*, pp. 224–229, 2017.
- [9] F. Tjoanapessy *et al.*, "Aplikasi Base Station Untuk Robot Sepak Bola Beroda," vol. 14, no. 3, pp. 285–290, 2019.
- [10] Y. Haryudanta D., F. D. Setiaji, and G. Dewantoro, "Rancang Bangun Mekanisme Penendang Bola Berbasis Elektromagnetik untuk Robot Sepakbola Beroda R2C-Warrior," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 17, no. 01, pp. 49–57, 2018.

## TENTANG PENULIS



Penulis bernama lengkap Ferdinando Grasia Ohoirat anak pertama dari empat bersaudara. Anak dari yosep Ohoirat (ayah) dan Meity Lamia (ibu). Lahir di Manokwari, pada tanggal 15 Agustus 1997. Sekarang beralamat di Kecamatan manokwari barat, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Penulis memiliki tiga saudara kandung yang bernama

Rio Rolando Ohoirat (adik), Putri Juwita Ohoirat (adik) dan Yosua