RANCANG BANGUN ROBOT PEMANEN PADI SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560

Ismuhadi[1], Rusli[2], Yusman[3]

[1,2,3)]Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi Dan Kontrol
Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
hadiismu0@gmail.com[1], rusli@pnl.ac.id[2], yusman@pnl.ac.id[3]

ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor terpenting dalam suatu negara karena berkaitan dengan distribusi pangan. Efisiensi dan produktivitas pertanian dapat ditingkatkan dengan penerapan teknologi robotik. Robot pertanian muncul sebagai respons terhadap transformasi digital di sektor ini, mengatasi tantangan seperti peningkatan permintaan pangan dan dampak perubahan iklim. Dirancang untuk berbagai tugas seperti menanam, menyiram, memupuk, dan memanen, robot ini mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia dan kekurangan tenaga kerja. Pemanenan, khususnya padi, adalah proses penting yang mempengaruhi produktivitas. Robot ini adalah robot simulasi penanenan padi yang mana padi yang akan diambil akan digantikan dengan bola, tingakat keberhasilan dalam melakukan pengambilan itu 80% dan menepatkannya kedalam keranjang 60%. Robot ini menggunakan sistem *wall follower* dengan sensor *ultrasonic* untuk navigasi, tiga roda omni *wheels,* dan penarik motor *power window* untuk memanen padi. Dengan komponen seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560, motor *Power window,* dan sensor kamera, robot ini diharapkan dapat bergerak cepat dan efektif dalam pemanenan, serta menghemat biaya tenaga kerja.

Kata Kunci : Mikrokontroller ATmega 2560, Robot, Bola, wall follower, Power Window.

I. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor terpenting pada suatu negara, kerena berkaitan dengan distribusi pangan kepada masyarakatnya. Efisiensi dan produktivitas pertanian dapat ditingkatkan salah salah satunya dengan menerapkan tenologi robotik . Robot pertanian. Robot pertanian lahir sebagai respons terhadap Trasformasi digital di sektor pertanian. Ketika populasi terus bertambag, permintaan produksi pangan meningkat, dan perubahan iklim berdampak pada pertanian teknologi robotika dipandang sebagai solusi inovatif untuk mengoptimalkan efesiensi dan produktifitas pertanian. robot pertanian dirancang untuk melakukan berbagai tugas seperti menanam, memanen, menyiram, dan memupuk. Selain itu robot pertanian dapat mengurangi ketergantunganterhadap tenag manusia dan mengatasi kekurangan tenaga kerja di sektor pertanian.

Pemanenan merupakan salah satu hal yang paling penting untuk diperhatikan pada budidaya padi. Oleh karena itu pemanenan harus dilakukan dengan baik dan benar dengan tujuan untuk menekan serendah mungkin masalah kehilangan padi yang pada akhirnya akan berpengaruh pada tinggi rendahnya hasil produktifitas padi.[1] Pemanenan padi merupakan semua proses yang dilakukan dilahan yang dimulai dengan pemotongan bulir padi siap panen dari batang padi, kemudian dilanjutkan dengan perontokan yaitu proses pemisahan antara gabah dengan malainya semua dilakukan dengan cara tradisional.

Pemanenan padi menggunakan bantuan teknologi yang kolaboratif dan kooperatif, seperti robotika moderen yang memilki kemampuan dengan komponen berbiaya rendah, ringan, dan cerdas dapat mendukung pertanian yang presisi. Sebagai contoh dengan komponen yang akurat dan dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh platform pertanian yang konvensional. Adanya bantuan teknologi robotik juga dapat memaksimalkan kinerja petani dan juga dapat menghenmat biaya antara lain penyewaan tenaga kerja.

Robot yang dirancang adalah robot simulasi pemanen padi, yang mana padi yang ingin dipanen akan digantikan dengan bola. Hal ini dikarnakan robot yang dibuat untuk mengikuti kontes robot abu indonesia (KRAI) yang mengusung konsep Abu Robocon Asian Pasifik yang akan diselenggarakan di Vietnam dengan tema *"Harvest Day"* (Hari Panen) yang terinspirasi oleh kegiatan budi daya padi di lahan terasering, sebuah praktik pertanian yang sangat khas dan signifikan dalam budaya Vietnam. Dalam kompetisi ini, robot-robot yang dibuat oleh peserta diharuskan untuk menyelesaikan serangkaian tugas yang terkait dengan proses penanaman dan pemanenan padi. Pilihan tema ini tidak hanya mencerminkan warisan pertanian Vietnam tetapi juga bertujuan untuk mempromosikan pertukaran budaya dan pemahaman antar negara melalui kompetisi robotik.

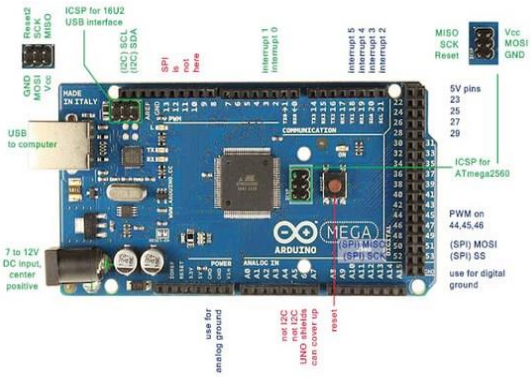
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasiskan 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 (Mengenal Arduino Mega2560, 2014).

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 DF.[2]



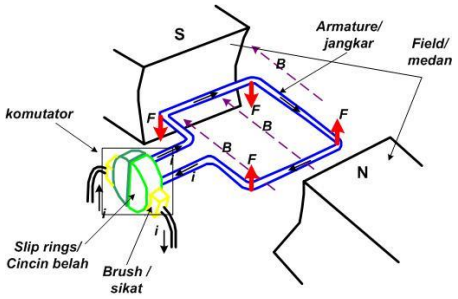
Gbr 1. Board Arduino Mega 2560

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. Berdasarkancara 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.

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. Konfigurasi Motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.[3]



Gbr 2. Konfigurasi Motor DC

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 lingkar luar roda. Roda omni (omni *wheels*) seperti di perlihatkan pada Gambar 3 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.

Gbr 3. Roda Omni *Wheels*

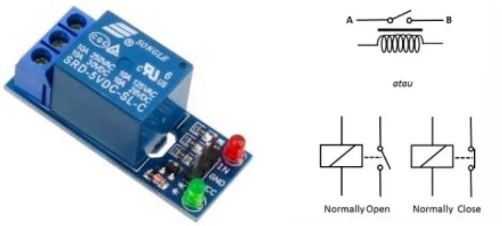
D. Motor *Power Window*

Motor *power window* adalah komponen utama dalam sistem jendela listrik pada kendaraan modern, yang berfungsi untuk menggerakkan jendela naik dan turun secara otomatis dengan menekan tombol. Motor ini biasanya terdiri dari motor listrik kecil yang dihubungkan ke mekanisme penggerak jendela melalui serangkaian roda gigi dan kabel. Ketika tombol *power window* ditekan, arus listrik mengalir ke motor, yang kemudian mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan mekanisme penggerak jendela gambar Motor *power window* bisa dilihat pada gambar 4.

Gbr 4 Motor *Power indow*

E. *Relay*

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat alat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak sehingga dengan daya rendah dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi. Sebagai contoh, *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu 8 menggerakkan armature *relay* (yang berfungsi sebagai saklar) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Bentuk fisik dan simbol r*elay* bisa dilihat pada Gambar 5.[4]

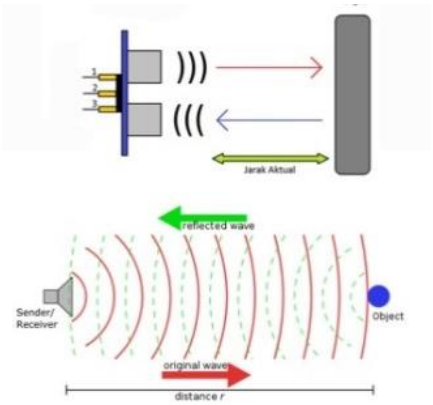


Gbr 5 Bentuk Fisik Dan Simbol *Relay*

Relay Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa sebuah besi (*Iron Core*) yang dililit oleh kumparan *coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan *coil* dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik armature sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO). Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, armature akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan *coil* yang digunakan oleh *relay* untuk menarik contact poin ke posisi close hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

F. Sensor *Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor *ultrasonic* karena sensor ini menggunakan 15 gelombang *ultrasonic* (bunyi *ultrasonic*), saran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Prinsip kerja ultrsonic ditunjukkan pada gambar 6.



Gbr 6 Prinsip Kerja *Ultrasonic*

Gelombang *ultrasonic* adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Pada sensor *ultrasonic*, gelombang *ultrasonic* dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonic (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang *ultrasonic* menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima Berikut contoh sensor *ultrasonic* pada Gambar 7.[5]

Gbr 7. Sensor *Ultrasonic*

G. Motor Driver BTS7960

Motor driver BTS7960 adalah sebuah modul pengendali motor DC yang sangat kuat dan andal, sering digunakan dalam aplikasi robotik dan otomasi yang membutuhkan kendali presisi atas motor berdaya tinggi. Modul ini dirancang oleh Infineon Technologies dan terkenal karena kemampuannya untuk menangani arus tinggi hingga 43A dan tegangan operasi antara 5.5V hingga 27V, menjadikannya pilihan ideal untuk motor-motor besar dan beban berat. BTS7960 terdiri dari dua setengah jembatan H (H- bridge) yang memungkinkan pengendalian penuh atas arah dan kecepatan motor melalui PWM (*Pulse* bridge) yang memungkinkan pengendalian penuh atas arah dan kecepatan motor melalui PWM (*Pulse Width*

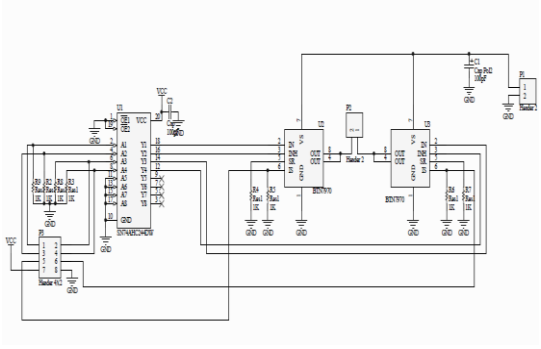
Modulation) bentuk fisik driver motor BTS7960 dapat dilihat pada gambar 8.

Gbr 8 Motor Driver BTS7960

Komponen inti dari motor driver ini adalah chip BTS7960 yang memiliki beberapa fitur perlindungan penting, seperti perlindungan terhadap over-temperature, over-current, dan under-voltage, yang memastikan operasi yang aman dan andal dalam berbagai kondisi. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan sensor arus internal dan kemampuan deteksi kesalahan, yang memudahkan pemantauan dan diagnostik kinerja motor.

Dalam penggunaannya, motor driver BTS7960 memerlukan koneksi dengan mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi. Mikrokontroler ini akan mengirimkan sinyal PWM dan sinyal kendali arah (input PWM dan IN1, IN2) ke driver untuk mengatur kecepatan dan arah rotasi motor. Driver ini memiliki pin EN (enable) yang memungkinkan pengaktifan atau penonaktifan motor dengan mudah. Keuntungan lain dari BTS7960 adalah kemampuannya untuk mengendalikan motor secara efisien dengan kehilangan daya yang minimal berkat desain MOSFET internal yang optimal.

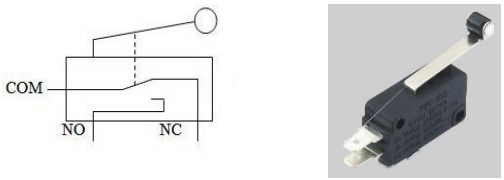
Secara keseluruhan, motor driver BTS7960 adalah solusi yang sangat efektif untuk proyek-proyek yang memerlukan kendali motor berdaya tinggi, menawarkan kombinasi antara kekuatan, fleksibilitas, dan fitur perlindungan yang canggih. Modul ini memudahkan para insinyur dan hobiis untuk mengimplementasikan sistem kendali motor yang kuat dan dapat diandalkan dalam berbagai aplikasi, dari robotik hingga sistem otomasi industri modul skematik motor driver BTS7960 bisa dilihat pada gambar 9.



Gbr 9. Modul Skematik Motor Driver BTS7960

H. *Limit Swicth*

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *Limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubung pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah di tentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *Limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Berikut contoh *Limit* Switch pada Gambar 10 [6]



Gbr 10 Bentuk Fisik Dan Konsrtuksi *Limit Switch*

I. Open CV

Open CV adalah sebuah proyek sumber terbuka yang menyediakan kerangka kerja untuk pengembangan dan eksekusi algoritma penglihatan komputer (computer vision). Dikembangkan sebagai upaya untuk membuat teknologi penglihatan komputer lebih mudah diakses oleh komunitas pengembang dan peneliti, OpenCV menawarkan berbagai alat dan pustaka yang mendukung berbagai aplikasi, termasuk pengenalan wajah, deteksi objek, analisis gambar, dan pengolahan video.

Komponen inti dari OpenCV mencakup berbagai modul dan fungsi yang memungkinkan pengguna untuk memproses dan menganalisis gambar secara efisien. Modul-modul ini mencakup algoritma untuk pemrosesan gambar dasar seperti filtrasi, pengubahan ukuran, dan transformasi geometris, serta algoritma yang lebih kompleks seperti deteksi tepi, segmentasi, dan ekstraksi fitur. Selain itu, OpenCV juga menyediakan alat untuk bekerja dengan model pembelajaran mesin dan jaringan saraf tiruan yang dapat diterapkan pada tugas-tugas penglihatan komputer.

Keunggulan utama OpenVC terletak pada kemudahannya untuk diintegrasikan dengan bahasa pemrograman populer seperti Python dan C++, serta kompatibilitasnya dengan berbagai platform sistem operasi termasuk Windows, Linux, dan macOS. Ini menjadikannya alat yang sangat fleksibel untuk pengembang dari berbagai latar belakang teknis. Dokumentasi yang luas dan komunitas pengguna yang aktif juga memberikan dukungan tambahan bagi mereka yang baru memulai atau mengembangkan proyek lanjutan Open Cv bisa dilihat pada gambar 11

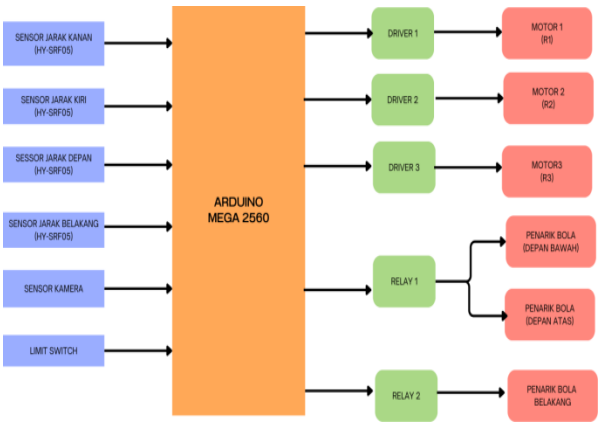
Gbr 11 Open CV

Open CV telah digunakan dalam berbagai aplikasi dunia nyata, mulai dari sistem pengawasan keamanan hingga aplikasi kesehatan yang memanfaatkan analisis gambar medis. Dengan terus berkembangnya teknologi dan peningkatan dalam kapabilitas hardware, OpenCV terus menjadi salah satu kerangka kerja pilihan untuk inovasi dalam bidang penglihatan komputer. Dukungan komunitas dan kontribusi dari pengembang di seluruh dunia memastikan bahwa Open CV tetap relevan dan terus berkembang, menghadirkan solusi-solusi baru untuk tantangan-tantangan yang kompleks dalam penglihatan komputer.

III. METODOLOGI

A. Blok Diagram

Perancangan robot pemanen padi ini memiliki beberapa perangkat keras yang mendukung dalam pengoperasiannya. Blok diagram dapat dilihat pada Gambar 12.



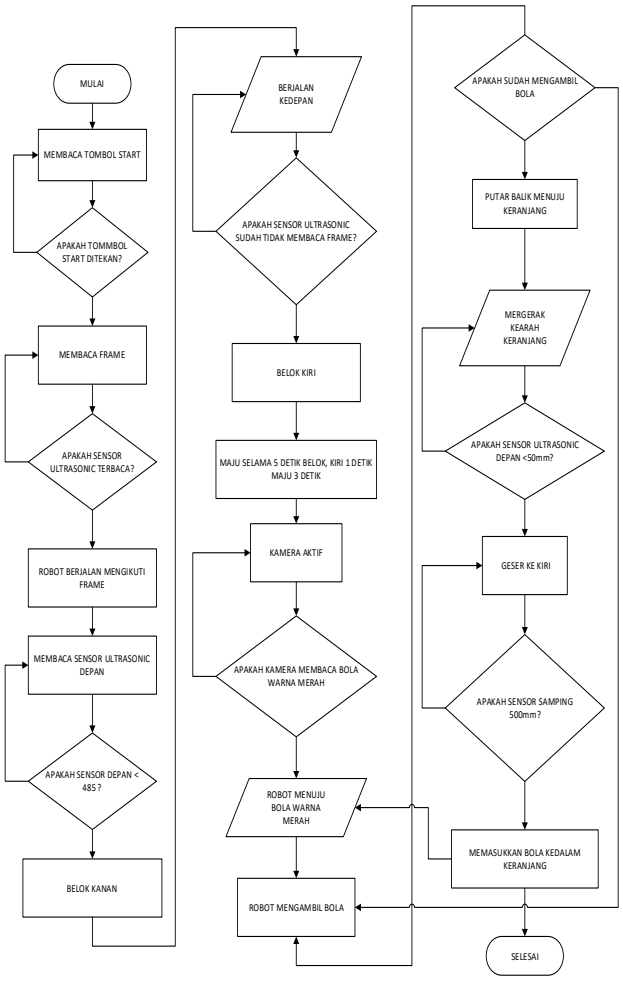
Gbr 12 Blok Diagram

Penjelasan blok diagram adalah :

1. Sensor jarak (HY- SRF05) digunakan untuk mengatur gerak robot agar tidak menabrak *frame*.
2. Sensor kamera yaitu untuk robot dapat mendeteksi bola yang ada pada arena *Storage zone*
3. *Limit switch* digunakan untuk membatasi putaran - putaran motor.
4. Arduino Mega2560 sebagai pusat pengendalian robot pengambil dan memasukkan bola (Gabah) dalam keranjang
5. *Driver* 1, 2, dan 3 adalah *driver* PWM digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan motor roda.
6. Motor 1, 2 dan 3 digunakan sebagai roda jalan bergerak maju dan mundur, putar kiri dan kanan.
7. *Relay* 1 untuk menghidupkan motor menarik bola.
8. *Relay* 2 yaitu menghidupkan motor untuk penarik bola dan mengangkat bola keatas.

B. Flowchart Sistem

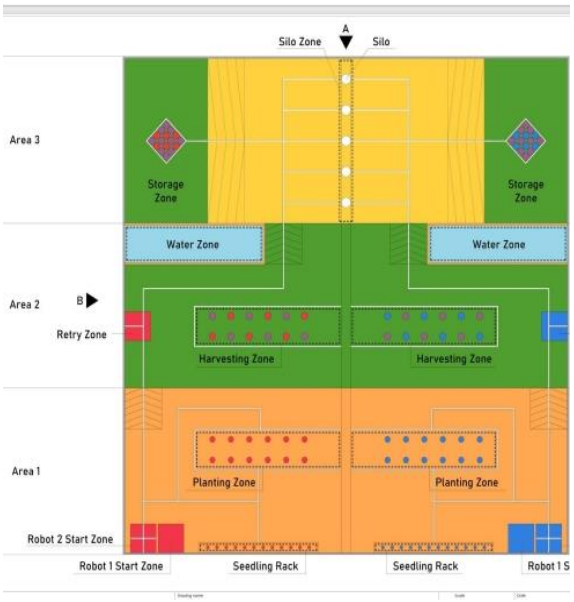
Setelah membuat algoritma, maka hal yang dilakukan agar sistem yang di rancang berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan maka langkah yang harus dilakukan adalah membuat algoritma tersebut dalam bentuk flowchart. Flowchart dari robot yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 13.



Gbr 13 *Flowchart* Sistem

C. Prinsip Kerja Robot

Robot auto yang mana akan bergrerak automatis pengambilan bola pada area *storage zone* dan memasukkan kedalam keranjang menggunakan penarik pada area Silo *zone*. Robot didesain menggunakan kerangka berbentuk persegi dan sistem 3 roda, yang mana kerangka utamanya menggunakan besi *hollow* dan aluminium. Pada robot ini memiliki penarik untuk mengambil bola dari area *storage zone* untuk medan area kerja robot bisa dilihat pada gambar 14.



Gbr 14 Medan Area Kerja Robot

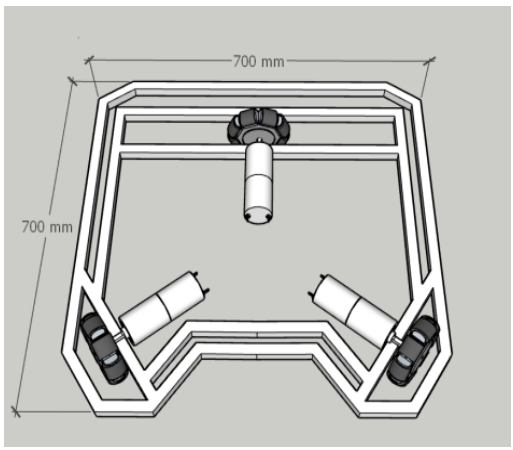
D. Spesifikasi Robot

1 Dimensi 70cm x 70 cm x70cm
2 Berat 18 kg
3 Jarak terhadap *frame* 20cm
4 Menggunakan controller arduinoMega2560
5 Beterai 2x Power Lipo 10000Mah

E. Perancangan Mekanik 3D

1. Alas Roda

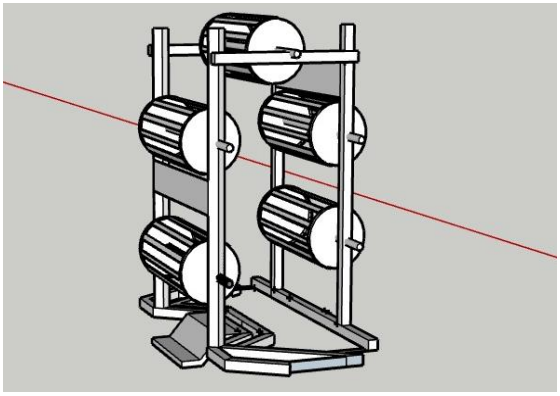
Gambar 15 merupakan alas roda, menggunakan tiga buah roda omni *wheels.* Desain roda omni dengan bentuk segitiga merupakan inovasi dalam teknologi mobilitas yang memungkinkan kendaraan atau robot bergerak secara bebas ke segala arah tanpa harus mengubah orientasi tubuhnya. Roda omni ini terdiri dari beberapa roda kecil (caster) yang dipasang di sepanjang tepi roda utama yang berbentuk segitiga. Setiap roda kecil tersebut dapat berputar bebas, sehingga memungkinkan gerakan lateral, diagonal, serta rotasi pada tempat untuk desain roda bisa dilihat pada gambar 15.



Gbr 15 Bentuk Roda Robot

2. Mekanisme Penarik dan Pengambil Bola

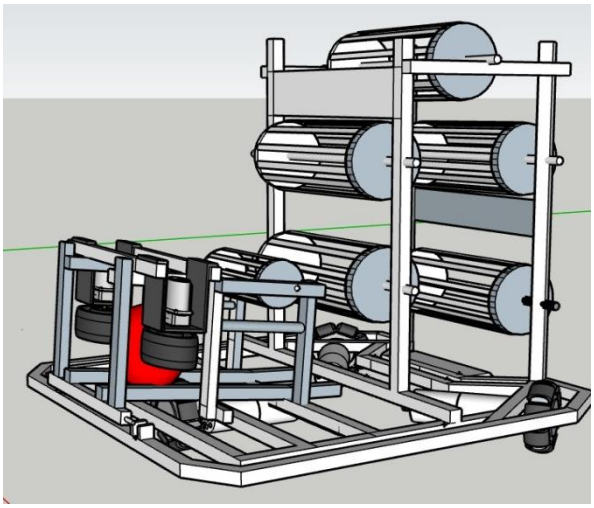
Perancangan mekanisme penarik dan pengambil bola menggunak tiga motor *power window* yang diletakkan dua dibagian depan dan satu dibagian belakang Mekanisme seperti ini dapat memudahkan dalam pengambilan bola bentuk sesain bisa dilihat pada gambar 16.



Gbr 16 Bentuk Penarik Bola

3. Desain Keseluruhan Robot

Gambar 17 merupakan perancangan desain keseluruhan robot ini dapat mengambil bola dilantai, membawanya dan menempatkannya kedalam keranjang yang telah disediakan untuk desain keseluruhan dari robot.

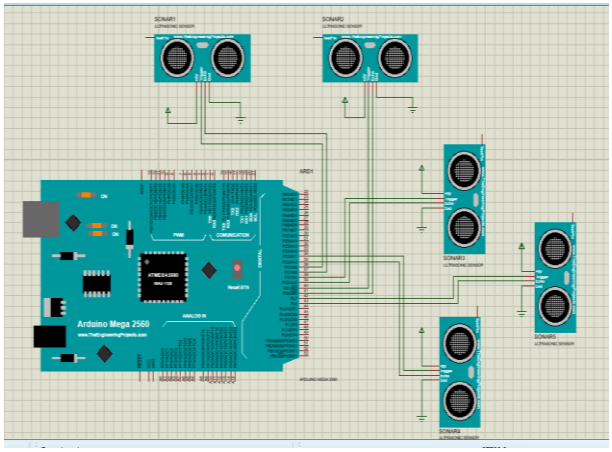


Gbr 17 Desain Keseluruhan Robot

F. Perancangan Elektronik

1. Perancangan Rangkaian Sensor *Ultrasonic*

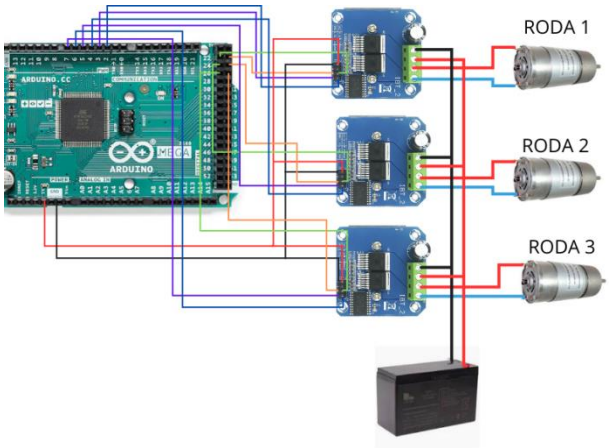
Sebuah sensor HY-SRF05 memiliki 4 pin yaitu VCC, *ground*, *trigger* dan *echo*. Pin VCC akan diberikan input tegangan sebesar 5 VDC yang berasal dari tegangan baterai yang sudah diturunkan kemudian pin *trigger* dan *echo* terhubung ke *port* mikrokontroler. Berikut pada Gambar 18 rangkaian sistem sensor HY-SRF05 yang dihubungkan pada pin Arduino rangkaian sensor *ultrasonic* bisa dilihat pada gambar 18.



Gbr 18 *Rangkaian Sistem* Sensor HY-SRF05

2. Perancangan Driver Motor

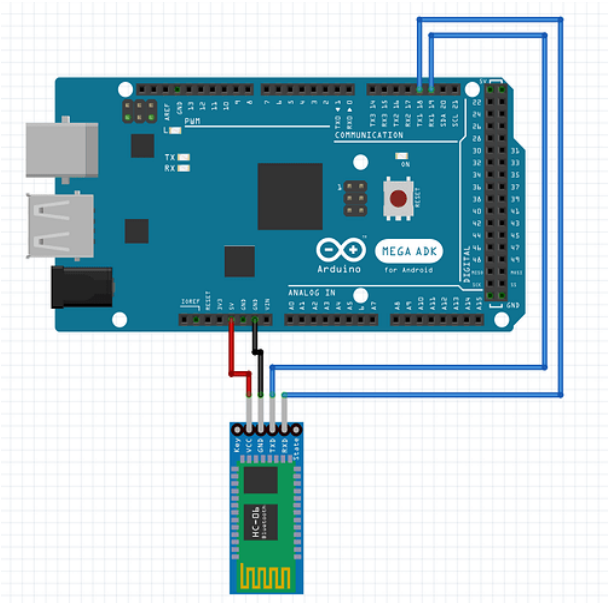
Pin Digital Arduino**:** Pin digital Arduino (misalnya pin 2 dan 3) terhubung ke input IN1 dan IN2 pada BTS7960. Pin-pin ini akan memberikan sinyal PWM (Pulse Width Modulation) untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran motor.Sambungkan VCC BTS7960 ke sumber tegangan positif, dan GND BTS7960 ke ground. Tegangan yang digunakan tergantung pada spesifikasi motor DC dan BTS7960. Terminal motor (positif dan negatif) terhubung ke output motor driver (OUT1 dan OUT2).Resistor dan dioda dipasang sesuai dengan datasheet BTS7960 untuk melindungi komponen rangkaian bisa ilihat pada gambar 19.



Gbr 19 Rangkaian Driver Motor BTS7960

3. Perancangan Modem Bluetooth

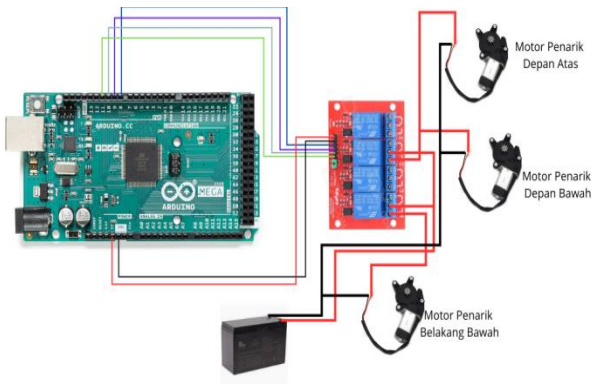
Arduino Mega memiliki beberapa port serial. Untuk proyek ini, Anda dapat menggunakan Serial1 yang terletak di pin 18 (RX) dan 19 (TX). Hubungkan pin TX dari modem Bluetooth ke pin RX1 (18) di Arduino Mega. Hubungkan pin RX dari modem Bluetooth ke pin TX1 (19) di Arduino Mega. Penting untuk diingat bahwa komunikasi serial membutuhkan koneksi silang antara TX dan RX perancangan Bluetooth bisa dilihat pada gambar 20.



Gbr 20 Rangkaian Modem Bluetooth

4. Perancangan Motor Pengambil Dan Penarik Bola

Perancangan pengambil dan penarik bola menggunak 3 motor *power window* yang diletakkan dua dibagian depan dan satu dibagian belakang. Dalam perancangan ini mengguanakan relay 4 chanel dimana vcc dihubungkan 5v arduino dan juga gnd, relay 4 cahanel memiliki 4 input, in1 dihubungkan ke pin8 arduino, in2 dihubungkan ke pin 9, in3 dihubungkan ke pin 10, dan in4 dihubungkan ke pin 11 Rangkaian motor pengambil dan penarik bola bisa dilihat pada gambar 21.



Gbr 21 Rangkaian Motor Pengambil Dan Penarik Bola

G. Padi Dan Gabah Kosong

Dalam peraturan kontes KRAI yang mengusung konsep Abu Robocon Asian Pasifik yang akan di selenggaraka di Vietnam dengan "Harvest Day" atau Hari Panen, yang terinspirasi oleh kegiatan budi daya padi di lahan terasering, sebuah praktik pertanian yang sangat khas dan signifikan dalam budaya Vietnam. Maka padi dan gabah kosong akan digantikan dengan

bola bisa dilihat pada gambar 22 berikut adalah spesifikasi bola.

- bahan kulit sintetis
- berat dari 155 gram +-5%
- bentuk bola bulat dan memiliki dan memiliki diameter setara dengan bola standar fifa ukuran 3 (190 mm)
- warna padi mempunyai warna yang senada dengan warna tim yang bertanding
- warna bulir kosong ungu Standar warna : panton 7655C

Gbr 22. Bentuk Padi dan Gabah Kosong

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Gerak Mekanik Pada Robot

Hasil pengujian tingkat eror sensor *ultrasonic* pada robot dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel I
Hasil Pengujian Gerak Mekanik

NO	Perintah Yang Diset	Output Pada Robot	Hasil Pengujian
1	Mengambil Bola	Mengambil Bola	Berhasil
2	Mengangkat Bola	Mengangkat Bola	Berhasil
3	Maju	Maju	Berhasil
4	Mundur	Mundur	Berhasil
5	Belok Kiri	Belok Kiri	Berhasil
6	Belok Kanan	Belok Kanan	Berhasil
7	Geser Kiri	Geser Kiri	Berhasil
8	Geser kanan	Geser kanan	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 semua perintah yang diset pada program untuk gerakan mekanik robot berhasil dilaksanakan dengan baik. Sensor-sensor dan mekanisme kontrol yang digunakan berfungsi sesuai harapan, menunjukkan bahwa sistem kontrol dan aktuasi pada robot ini sudah diimplementasikan dengan benar. Pengujian ini menunjukkan keandalan sensor HC-SR04 dan HC-SRF05 serta mekanisme kontrol melalui relay dan program delay.

B. Pengujian Tingkat Eror Sensor *Ultrasonic* HC-SRF05

Hasil pengujian tingkat eror sensor *ultrasonic* pada robot dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel II
Pengujian tingkat eror sensor *Ultrasonic*

NO	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak Terukur (cm)	Tinggkat eror (%)
1	10	11	10
2	20	23	15
3	30	28	6,67
4	40	39	2,5
5	50	46	8

Perhitungan Tingkat Eror

Tingkat eror di hitung dengan rumus:

$$\text{Eror} = \left(\frac{jarak\ terukur - jarak\ sebenarnya}{jarak\ sebenarnya}\right) \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2, sensor HC-SRF05 memiliki tingkat eror yang bervariasi tergantung pada jarak pengukuran.Pada jarak yang lebih pendek (10 cm dan 20 cm), tingkat eror relatif tinggi (10% dan 15%), pada jarak menengah (30 cm dan 40 cm), tingkat eror lebih rendah (6.67% dan 2.5%)dan pada jarak yang lebih jauh (50 cm), tingkat eror kembali meningkat (8%).

Variasi tingkat eror ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kondisi lingkungan pengujian, kualitas sensor, serta metode kalibrasi yang digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, disarankan untuk melakukan kalibrasi sensor secara berkala dan memastikan kondisi lingkungan pengujian yang stabil dan bebas dari gangguan.

C. Pengujian Gerak Roda Pada Robot

Hasil pengujian gerak roda robot dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel III
Pengujian Gerak Roda Robot

NO	Keterangan	Pwm (M1)	Pwm (M2)	Pwm (M3)	Vout(V) (M1)	Vout(V) (M2)	Vout(V) (M3)
1	Maju	0	100	100	0	4,7	4,7
2	Mundur	0	100	100	0	4,7	4,7
3	Geser Kanan	105	63	66	4,9	2,9	3,1
4	Geser Kiri	105	63	66	4,9	2,9	3,1
5	Belok Kiri	90	90	90	4,2	4,2	4,2
6	Belok Kanan	90	90	90	4,2	4,2	4,2
7	Stop	0	0	0	0	0	0

Perhitungan Vout pada roda robot dapat menggunakan rumus:

$$(\frac{Vin}{Pwm\ penuh}) \times \text{pwm motor}$$

1 Maju:
Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.3,PWM *(Pulse Width Modulation)* Motor 2 (M2) dan Motor 3 (M3) diberikan sinyal PWM 100%, sementara Motor 1 (M1) tidak diberi sinyal. Tegangan Keluaran (Vout) M2 dan M3 menerima tegangan 4.7V. Untuk bergerak maju, kedua motor belakang (M2 dan M3) bekerja dengan daya penuh, sementara motor depan (M1) tidak aktif. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi ini memungkinkan robot bergerak maju dengan stabil.

2 Mundur:
PWM *(Pulse Width Modulation)* M2 dan M3 diberikan sinyal PWM 100%, sementara M1 tidak diberi sinyal, tegangan keluaran M2 dan M3 menerima tegangan 4.7V. Pola yang sama seperti maju, tetapi mungkin dengan arah putaran motor yang berlawanan. Robot mampu bergerak mundur dengan stabil dengan konfigurasi ini.

3 Geser Kanan
PWM *(Pulse Width Modulation)* M1 menerima 100%, M2 menerima 60%, dan M3 menerima 63%, tegangan keluaran M1 menerima 4.9V, M2 menerima 2.9V dan M3 menerima 3,1V .Untuk menggeser kanan, M1 bekerja lebih keras dibandingkan dengan M2 dan M3. Perbedaan PWM dan tegangan ini memungkinkan robot untuk melakukan manuver geser kanan.

4 Geser Kiri**:**
PWM *(Pulse Width Modulation)* M1 menerima 100%, M2 menerima 60%, dan M3 menerima 63%,. Hal ini memungkinkan robot untuk melakukan manuver geser kiri.

5. Belok Kiri**:**
PWM *(Pulse Width Modulation)* semua motor (M1, M2, dan M3) menerima sinyal PWM 90%, tegangan keluaran **s**emua motor menerima 4.2V. Untuk berbelok ke kiri, semua motor beroperasi dengan kecepatan yang sama, memungkinkan robot untuk melakukan belokan yang halus dan terkontrol ke kiri.

6. Belok Kanan**:**
PWM *(Pulse Width Modulation)* semua motor (M1, M2, dan M3) menerima sinyal PWM 90%, tegangan keluaran semua motor menerima 4.2V. Pola yang sama seperti berbelok ke kiri, menunjukkan bahwa robot dapat berbelok ke kanan dengan stabil dan terkontrol.

7. Berhenti**:**
PWM Semua motor (M1, M2, dan M3) tidak menerima sinyal (0%), tegangan keluaran tidak ada motor yang menerima tegangan. Robot berhasil berhenti total ketika tidak ada motor yang menerima sinyal PWM atau tegangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi PWM dan tegangan keluaran untuk setiap gerakan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Robot dapat melakukan berbagai manuver seperti maju, mundur, geser kanan/kiri, dan berbelok kiri/kanan dengan stabil dan terkontrol. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem kontrol gerakan robot bekerja dengan baik.

D. Pengujian Pengambil Dan Penarik Bola

Hasil pengujian pengambilan bola pada robot dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.

Tabel IV Pengujian Penarik Bola

NO	Ukuran bola	Diameter Bola (cm)	Berat bola (gram)	Hasil pengujian
1.	2	17,5	250	gagal
2.	3	19	330	berhasil
3.	4	21	370	berhasil
4.	5	22	420	gagal

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4, bahwa robot memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dalam. Ini menunjukkan bahwa mekanisme robot dioptimalkan untuk ukuran dan berat bola tertentu, dan penyesuaian mungkin diperlukan untuk meningkatkan kinerjanya untuk bola di luar parameter ini.

E. Pengujian Mengambil Dan Memasukkan Bola Kedalam Keranjang

Untuk Hasil percobaan pengambilan bola dan memasukkan kedalam keranjang bisa dilihar pada tabel 5 berikut.

Tabel V
Pengujian Pengambilan Bola Dan Memasukkan Kedalam Keranjang

Percobaan ke	Mengambil Bola	Memasukkan ke dalam keranjang
1	Berhasil	Gagal
2	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil
6	Berhasil	Berhasil
7	Berhasil	Berhasil
8	Berhasil	Gagal
9	Gagal	Gagal
10	Gagal	Gagal

1. Pengambilan Bola
Robot berhasil mengambil bola dengan sukses pada 80% dari percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme pengambilan bola relatif handal. Kegagalan pada percobaan ke-9, dan ke-10 bola yang ingin diambil diletakkan dibagian sudut area *storage zone.*

2. Memasukkan bola kedalam keranjang
   Tingkat keberhasilan hanya 60%, menunjukkan bahwa ada kesulitan signifikan dalam proses ini. Robot hanya berhasil enam kali berturut-turut memasukkan bola ke dalam keranjang (percobaan ke-2 dan ke-7), kemudian mengalami kegagagalan. Kegagalan ini dikarenakan sudut dari putar balik itu 90 derajat, misal robot mengarah kearea *water zone* maka jika robot putar balik tidak akan mengarah kearea *silo zone*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat yaitu "*Rancang Bangun Robot Pemanen Padi Secara Otomatis Menggunakan Arduino Mega2560* ", maka dapat disimpulkan:

1 Robot mampu menangani berbagai tugas mekanis dan navigasi dalam mengambil dan memindahkan bola dengan diameter 19cm hingga 21cm dan berat 330g hingga 370g, dan berhasil mengambilnya.Dengan tingkat keberhasilan dalam mengambil 80%, memindahkanya kedalam silo dengan tingkat keberhasilan 60%.

2 Selama pengujian gerakan mekanis, sensor ultrasonik HC-SRF05 menunjukkan tingkat eror lebih besar pada jarak 20 dan 10 cm. Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan kalibrasi dan stabilisasi lingkungan pengujian yang lebih sering untuk meningkatkan akurasi.

3 Uji gerak roda menunjukkan bahwa konfigurasi PWM dan tegangan keluaran diterapkan dengan nilai yang diharapkan, memungkinkan robot melakukan manuver seperti maju, mundur, meluncur dari sisi ke sisi, dan berputar dengan stabil dan terkendali.

REFERENSI

[1] M. Alat, D. A. N. Mesin, and P. Padi, "Mengenal_Alat DanMengenal Alat Dan Mesin Pemanen Padi" 2017.

[2] M. A. Wijaya *et al.*, "Implementasi Fuzzy logic terhadap Pengukuran Kecepatan dan Penentuan Arah Angin".

[3] D. Setiawan, "Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System," vol. 15, no. 1, pp. 7–14, 2017.

[4] A. Hidayat *et al.*, "Rancang bangun alat pemotong pipa otomatis berbasis mikrokontroller arduino uno," no. 1, pp. 8–14, 2024.

[5] M. H. Al Khairi, "Cara Kerja Sensor Ultrasonik dan Aplikasinya Dalam Kehidupan," p. 2024, 2024.

[6] Feriadianto, "Serb Serb Ilm Elektr Yuk Cek Youtube Ku .. Mau Nambah Penghasilan Dengan," 2020.