

Penerapan Algoritma *Wall Following* Pada Robot *Quadruped* Pemadam Api

Bryan Tumbel, Vecky C. Poekoel, Feisy D. Kambey

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

E-mail: bryantumbel220@gmail.com, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, feisykambey@unsrat.ac.id

Abstrak – Today there is already a fire suppression device such as *Smoke Detector*, *Fire Sprinkler* and *Heat Detector*, it works passively because these tools cannot find the location of the fire source directly. Therefore, a fire extinguisher quadruped robot is made, with the important process of wall following algorithm, it is known that the wall following algorithm is an algorithm that follows the wall as an object that can guide the robot's path to find and extinguish the hotspots. A research was made on the Application of the Wall Following Algorithm in the Quadruped Fire Extinguisher Robot to answer these problems with research and development methods where the tests have been carried out such as testing the wall following algorithm, and testing the sensors in order to support the hotspots searching, the conclusions in this research was successfully applied to the quadruped fire extinguisher robots by obtaining an average time of 3.59 minutes to locating and extinguishing fires in 12 room configurations.

Keywords: Algorithm, Hotspots, Quadruped Robot, Wall Following.

Abstrak – Pada saat ini sudah terdapat sebuah alat pencegah kebakaran seperti *Smoke Detector*, *Fire Sprinkler* dan *Heat Detector* tetapi cara kerjanya hanya bersifat pasif karena alat-alat tersebut belum bisa menemukan letak posisi sumber api secara langsung. Oleh karena itu dibuatlah robot *quadruped* pemadam api dengan proses pentingnya yaitu algoritma *wall following*, diketahui algoritma *wall following* adalah algoritma mengikuti dinding sebagai objek yang dapat menuntun perjalanan robot mencari dan memadamkan titik api. Maka dari itu dibuatlah penelitian Penerapan Algoritma *Wall Following* Pada Robot *Quadruped* Pemadam Api untuk menjawab permasalahan tersebut dengan metode penelitian dan pengembangan dimana dalamnya sudah dilakukan pengujian-pengujian seperti pengujian algoritma *wall following*, serta pengujian sensor-sensor agar dapat menunjang pencarian titik api, kesimpulan dalam penelitian ini algoritma tersebut berhasil diterapkan pada robot *quadruped* pemadam api dengan memperoleh waktu rata-rata 3.59 menit dalam mencari dan memadamkan api pada 12 konfigurasi ruangan.

Kata kunci: Algoritma, Robot *Quadruped*, Titik Api, *Wall Following*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robot di zaman modern ini sudah semakin tinggi, bukan hanya di negara maju namun juga sudah menyebar ke dalam negara-negara yang masih berkembang salah satunya Indonesia. Robot dapat membantu manusia dalam kehidupan sehari-hari serta robot dapat menjadi solusi dari masalah ataupun robot dapat menolong manusia dari bencana dan mungkin robot dapat menjadi alat pencegah terjadinya musibah dan masih banyak lagi kegunaan dari teknologi robot di masa depan nanti.

Di Indonesia sendiri masalah yang sering timbul yaitu kebakaran rumah yang dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar bahkan nyawapun bisa jadi taruhannya. Kebakaran rumah yang terjadi sering tidak bisa dihindari oleh masyarakat karena keterlambatan datangnya petugas pemadam kebakaran dikarenakan jalanan yang macet dimana-mana. Penyebab kebakaran rumah mungkin ada banyak faktor namun yang pasti kebakaran berawal dari api kecil yang dibiarkan terus menyala hingga membesar sampai menghanguskan semua isi rumah tersebut. Adapun alat pencegah kebakaran seperti *smoke detector*, *fire sprinkler* dan *heat detector* sistem kerjanya hanya bersifat pasif karena alat-alat tersebut belum bisa menemukan letak posisi sumber api secara langsung.

Di Indonesia setiap tahun sering diadakan Kontes Robot Indonesia yang diadakan oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Didalamnya terdapat salah satu kategori perlombaan Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Berkaki, tetapi banyak robot pemadam api tipe berkaki pada kenyataannya pengembang robotika masih terfokus pada perancangan perangkat kerasnya saja yaitu terfokus pada perancangan dan pembuatan robot dalam bentuk fisik, sehingga dengan kurangnya penelitian terhadap metode dan algoritma dalam kecerdasan buatan maka banyak robot pemadam api tipe berkaki yang sudah diciptakan terkadang belum bisa melaksanakan tugasnya dengan benar yaitu mencari titik api dan memadamkan api.

Diketahui juga bahwa penyebab robot pemadam api tidak bisa mencari titik api dan memadamkan api yaitu robot pemadam api berkaki pada umumnya belum diterapkan sebuah algoritma ataupun metode yang cocok dan sesuai untuk membantu robot dalam melaksanakan tugasnya. Ketika robot pemadam api dirancang tanpa penerapan algoritma ataupun metode

maka yang akan terjadi adalah robot akan kebingungan mencari arah pergerakan, hilang akal untuk mencari titik api dan robot akan kehilangan penuntun jalan atau arahan bagi robot itu sendiri sehingga robot tidak bisa bernavigasi dengan benar untuk mencari dan memadamkan api.

Setelah mengetahui berbagai macam permasalahan yang ada, mulai dari masalah rawannya terjadi kebakaran rumah di Indonesia, cara kerja alat pencegah kebakaran yang masih bersifat pasif atau belum bisa menemukan api secara langsung, kurangnya penelitian terhadap metode serta algoritma dalam kecerdasan buatan pada robot pemadam api tipe berkaki dan belum diterapkan sebuah algoritma ataupun metode yang cocok untuk robot pemadam api tipe berkaki. Maka dengan semua masalah ini peneliti akan menerapkan algoritma *wall following* pada robot *quadruped* pemadam api untuk membantu robot dalam pencarian titik api yang dapat memicu terjadinya kebakaran dalam ruangan dengan cara yaitu ketika alarm kebakaran berbunyi maka robot akan otomatis berjalan menelusuri dinding mencari sampai memadamkan api dalam ruangan.

Apabila tidak menggunakan algoritma *wall following* ini, maka robot tersebut akan mengalami kebingungan dalam pencarian titik api sehingga robot membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pencarian yang mengakibatkan api lebih dulu menyebar dan sulit untuk dipadamkan. Perancangan dan penerapan algoritma *wall following* ini akan disimulasikan dan diuji terlebih dahulu dalam arena simulasi ruangan berbentuk labirin. Apabila robot *quadruped* pemadam api telah diterapkan algoritma *wall following* maka sistem kerja dari robot menjadi aktif sehingga dapat melengkapi kekurangan dari alat pencegah kebakaran seperti *smoke detector*, *fire sprinkler* dan *heat detector* yang masih bersifat pasif. Robot juga dapat bekerjasama dengan alat pencegah kebakaran namun robot hanya bisa aktif mencari api setelah alat pencegah kebaran telah selesai berkerja atau selesai menyempatkan air ke lantai sehingga robot tidak akan terkena semprotan air yang menyebabkan robot rusak. Robot tersebut bekerjasama hanya untuk memastikan apakah titik api sudah berhasil dipadamkan serta memastikan ruangan sudah dalam kondisi aman.

A. Algoritma

Pada dasarnya Algoritma diambil dari nama seorang ilmuwan Arab yang namanya adalah Abu Jafar Muhammad Ibnu Musa Al Khuwarizmi yang menulis buku berjudul *Al Jabar Wal Muqabala*. Orang barat membaca kata Al Khuwarizmi menjadi *Algorism* yang kemudian dengan berkembangnya zaman maka menjadi *Algorithm* setelah diserap dalam bahasa Indonesia maka menjadi Algoritma. Algoritma bisa diartikan urutan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah yang disusun secara sistematis menggunakan bahasa yang logis dan dapat dimengerti dalam memecahkan sebuah permasalahan yang ada [1].

B. Algoritma *Wall Following*

Algoritma *Wall Following* robot adalah algoritma untuk berjalan menelusuri dinding atau bisa juga dikatakan algoritma yang mengikuti dinding, biasanya alat ukur yang digunakan adalah sensor jarak. Ini disebabkan sensor jarak nantinya akan menjadi indera seperti mata pada robot sehingga robot tidak menabrak dinding ataupun kehilangan arah jalan. Algoritma *wall following* adalah algoritma yang pada umumnya digunakan pada robot yang ditugaskan atau yang bekerja dan berjalan dalam ruangan. Algoritma *wall following* menggunakan dinding sebagai objek yang menuntun pergerakan dan perjalanan robot. Algoritma *wall following* akan membuat robot beraksi mengikuti dinding dengan tidak menggunakan sebuah tanda khusus yang disediakan seperti halnya garis penuntun dan tanda khusus lainnya. Inti dari Algoritma *wall following* yaitu selalu menjaga jarak robot dengan dinding tetap pada jarak yang diinginkan dan ditentukan sebelumnya sementara robot harus tetap bergerak maju sampai menyelesaikan tugas yang diberikan atau menyelesaikan misinya [2].

C. Robot

Pada dasarnya sebutan robot berasal dari bahasa *Cekoslowakia*. Kata robot sendiri lahir dari kosakata “*Robota*” yang memiliki arti yaitu “kerja cepat”. Sebutan robot dan kata robot sendiri muncul pada tahun 1920 oleh seorang yang bernama Karel Capek. Agar dapat dikelompokkan sebagai robot, maka alat tersebut harus memiliki dua macam kemampuan. Kemampuan yang pertama bisa mendapatkan dan mengelola informasi dari sekelilingnya. Kemampuan yang kedua bisa melakukan pergerakan secara fisik seperti contoh memanipulasi objek, berjalan dan melakukan pergerakan-pergerakan lainnya. Agar dapat dikelompokkan sebagai robot, maka sebuah sistem tidak harus meniru semua perilaku manusia, namun sistem tersebut dapat mengambil salah satu atau lebih sistem yang ada pada diri manusia untuk dapat dikatakan sebagai robot [3].

D. *Software Roboplus*

Roboplus adalah *software* untuk membuat program yang disesuaikan dengan produk *Robotis* dan salah satu produk kontroler yang di program dengan *Software Roboplus* adalah CM530. *Roboplus* adalah *software* yang dapat digunakan pada sistem operasi *windows xp sp2 / vista / 7 (32bit/64bit)* dan dengan prosesor yang dibutuhkan yaitu 32-Bit (x86) atau 64-Bit (x64) lebih dari 800MHz. Didalam *software Roboplus* terdapat tiga bagian yang digunakan yaitu *Roboplus Task*, *Roboplus Manager* dan *Roboplus Motion* [4].

E. *Driver Motor Servo CM530*

CM530 adalah kontroler yang digunakan untuk memproses dan menyimpan perintah serta mengontrol perangkat robot seperti aktuator, sensor, dan tombol yang terhubung dengan CM530. Terdapat PC *Link*

(mini USB) yang dapat menghubungkan kabel serial dari CM530 ke PC lewat USB, yang berguna untuk komunikasi dengan PC atau mendownload kode program. Memiliki *Jack* koneksi perangkat komunikasi yang berfungsi dalam komunikasi nirkabel. Adapun status LED *ON/OFF*, *Switch ON/OFF*, *Button Mode* yang digunakan untuk mengubah mode operasi CM530, tombol start, tombol u/l/d/r untuk *input* perintah, port bus servis *AX/MX*, *peripheral device connection* port di gunakan untuk penghubung sensor dan mode *display* LED yang menampilkan mode operasi robot [4]¹.

F. Aktuator Motor Servo Dynamixel AX-12A

Pada dasarnya motor servo adalah komponen yang sering digunakan dalam bidang robotika biasanya motor servo menjadi sendi-sendi robot atau persendian pada kaki dan tangan robot sehingga membuat komponen ini sangat penting. Diketahui terdapat jenis motor servo Dynamixel AX-12A yang bisa dikatakan sebagai motor servo yang memiliki kecerdasan lebih tinggi dibanding motor servo pada umumnya [4].

G. Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan dalam menulis program dan memasukkan program ke dalam kontroler *Arduino*. Lingkungan pengembangannya *open source Arduino IDE* memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke kontroler *Arduino*. *Software* ini mempunyai tiga bagian penting, bagian-bagian tersebut adalah bagian pertama *text* editor program yang berfungsi untuk menulis program dalam bahasa *processing* dan perlu diketahui daftar program pada *Arduino IDE* disebut *sketch*. Bagian kedua yaitu *compiler* yang berfungsi untuk mengubah bahasa *processing* yaitu kode program ke dalam satuan kode biner agar dapat dipahami oleh mikrokontroler. Bagian ketiga yaitu *uploader* yang fungsinya adalah memasukkan kode biner ke dalam memori mikrokontroler *Arduino* [5].

H. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler dengan basis ATmega2560. Mikrokontroler ini memiliki 54 pin *Input/Output* digital dimana 14 pin dapat digunakan sebagai output PWM, terdapat 16 pin analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16MHz, koneksi USB, jack daya, header ICSP dan tombol reset. Cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor DC atau baterai untuk memulai menggunakannya. Mikrokontroler *Arduino Mega 2560* ini memiliki banyak keunggulan dari mikrokontroler *arduino* lainnya, mungkin dari segi banyaknya pin *Input/Output* digital dan pin analog, serta juga memiliki jumlah pin TX RX yang cukup banyak dan tambahan 2 pin SDA SCL yang melebihi dari *Arduino* tipe yang lainnya. Mikrokontroler *Arduino Mega 2560* ini sangat cocok digunakan dalam penelitian skala besar atau pembuatan alat dan robot yang menggunakan banyak pin [6].

I. Sensor Jarak Ping Ultrasonik

Sensor jarak ping ultrasonik adalah sensor yang banyak digunakan dalam penelitian yang membutuhkan pengukuran jarak benda atau objek. Sensor jarak ping ultrasonik dapat digunakan dalam mengukur jarak benda dengan sensor dari batasan jarak 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari sensor jarak ping ultrasonik ini yaitu semacam pulsa yang nanti lebar pulsa yang dikeluarkan akan menghasilkan gambaran jarak atau mewakili jarak objek benda dengan sensor. Lebar pulsa yang dihasilkan dari sensor jarak ping ultrasonik bervariasi mulai dari 115 uS sampai 18,5 mS. Cara kerja dari sensor ini yaitu *speaker* ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara yang mungkin tidak bisa didengar oleh telinga manusia namun bisa di deteksi oleh mikrofon ultrasonik yang memiliki fungsi untuk mendeteksi pantulan suara yang dihasilkan oleh *speaker* ultrasonik tersebut [7].

J. Sensor Jarak Infrared Sharp

Sensor jarak *Infrared Sharp GP2Y0A21YK0F* tersusun dari kombinasi PSD atau *Position Sensitive Detector*, IRED atau *Infrared Emitting Diode* serta terdapat sirkuit pemrosesan sinyal. Sensor *infrared* ini dapat mengukur dalam batasan jarak 10 cm sampai 80 cm dengan jenis *output* analog. Sensor ini termasuk pada sensor jarak kategori *optic* sama seperti sensor *infrared* pada umumnya memiliki bagian pemancar dan penerima. Bagian pemancar akan memancarkan sinyal *infrared*, sedangkan pantulan dari *infrared* apabila mengenai sebuah objek akan ditangkap oleh bagian penerima yang terdiri dari lensa fokus dan sebuah linear CCD *array*. Linier CCD *array* terdiri atas sederetan elemen peka cahaya yang disebut piksel (*picture element*) [8].

K. Sensor Garis Proximity

Sensor *proximity* adalah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi garis yang ada pada lantai, dinding dan tempat lainnya. Sensor *proximity* ini dapat dibuat dari beberapa komponen yang terpisah seperti LED yaitu *Light Emitting Diode* dan *photodiode*. LED digunakan sebagai *transmitter* atau sebagai pemancar cahaya, sedangkan *photodiode* sebagai *receiver* atau penerima cahaya yang dipantulkan. Cara kerja dari sensor garis *proximity* yaitu LED memancarkan cahaya pada bidang atau lantai yang berwarna putih, maka cahaya akan dipantulkan kembali atau diteruskan pada *photodiode*. Sedangkan pada bidang atau lantai yang berwarna hitam yang terjadi adalah cahaya yang dipantulkan oleh LED diserap sehingga tidak bisa dipantulkan ke *photodiode* [9].

L. Sensor Kompas HMC5883L

Modul sensor kompas adalah sensor untuk mendeteksi arah dan besaran medan magnet bumi kemudian sensor ini juga memanfaatkan IC HMC5883L untuk menerapkan teknologi AMR (*Anisotropic Magnetoresistive*) yaitu sensor yang

memiliki presisi serta sensitivitas tinggi dan dapat menghasilkan sebuah keluaran yang linear dari perubahan sudut orientasi terhadap sumbu x, y dan z. Untuk tegangan masukan sebesar 3,3 volt DC kemudian menggunakan pin SDA dan SCL serta data disajikan secara *digital* oleh ADC yaitu *Analog Digital Converter* internal sepanjang 12-bit. Sensor tersebut hemat daya karena hanya mengkonsumsi arus sekitar 100 μ A [10].

M. Sensor Api Hamamatsu UVtron Flame Detector

Sensor api jenis *UVtron* dapat menemukan sinar ultraviolet dari nyala api dalam batasan jarak maksimal 5 meter dari jarak sensor dengan api dan sensor tersebut beroperasi pada jangkauan spektrum 185 sampai 260 nm. Sensor jenis ini berfungsi untuk mendeteksi pancaran sinar ultraviolet dari api. Output rangkaian sensor berupa pulsa tegangan dengan nilai 0 sampai dengan 5 volt. Sensor *UVtron* adalah tabung sensor *ON/OFF* ultraviolet yang dapat diprogram dengan kondisi digital I/O. Sensor *UVtron* juga tidak sensitif terhadap cahaya yang tampak serta sensor ini terdiri dari tabung *Hamamatsu R9454* dan sirkuit *drivernya C10423* [11].

N. Sensor Kamera Pixy CMUCam 5

Pixy CMUCam 5 adalah sensor kamera ataupun sensor gambar dengan menggunakan prosesor NXP LPC4330, 204 MHz, *dual core* dengan sensor gambar *Omnivision*. Sensor kamera ini bisa diprogram untuk dapat mengirimkan informasi data gambar dengan sudut pandang jangkauan kamera *CMUCam 5* sebesar 75° dalam bidang horizontal dan 47° dalam bidang vertikal. Untuk keluaran data yang tersedia dari sensor kamera ini yaitu serial *UART, SPI, I2C, USB*, keluaran digital dan keluaran analog [12].

O. Sensor Suara

Sensor suara adalah sebuah alat yang biasanya digunakan untuk mengaktifkan sebuah robot atau mesin menggunakan gelombang suara dengan frekuensi tertentu, yang dimana sinyal frekuensi ini akan dikirim ke kontroler robot atau mesin untuk memberi perintah agar robot atau mesin dapat bergerak dan berjalan secara otomatis. Sensor suara menggunakan mikrofon untuk menangkap bunyi suara atau gelombang suara yang dihasilkan oleh lingkungan sekitarnya. Sensor ini memiliki potensiometer untuk mengatur sensitivitas serta memiliki LED sebagai indikator dari sensor dan sensor ini menggunakan tegangan 5 volt [13].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Keseluruhan proses penelitian menghabiskan waktu 8 bulan lamanya di mulai dari bulan Januari sampai bulan Agustus pada tahun 2018.

TABEL I. ALAT DAN BAHAN

No	Alat dan Bahan	Nama	Jumlah
1.	Perangkat Keras (Hardware)	- Arena Simulasi Ruangan	1
		- Arena Simulasi Portabel	1
		- Sensor Suara	1
		- Sensor Garis Proximity	2
		- Sensor Jarak Ping Ultrasonik	8
		- Sensor Jarak Infrared	2
		- Sensor Kamera Pixy CMUCam5	1
		- Sensor Kompas HMC5883L	1
		- Sensor Api Hamamatsu Uvtron	1
		- Regulator Step Down	2
		- Mikrokontroler Arduino Mega 2560	1
		- Driver Motor Servo CM530	1
		- Motor Servo Dynamixel AX-12A	12
		- Display LCD 16x2	1
		- Modul Relay	1
		- Tabung Extinguisher	1
		- Extinguisher Elektrik	1
		- Baterai Lipo 2200 mAh	3
		- Charger Baterai Lipo	1
	2.	Perangkat Lunak (Software)	- Rangka Robot Quadruped
- Set kabel dan komponen			10
		- Set Mour, Bout dan Specer	10
		- Cadik Elektro Tool Set	1
		- Laptop Acer Core I3 Tipe 4752	1
		- Smartphone Asus Zenfone 2	1
		- Sistem Operasi Windows 64 bit	1
		- Software Arduino IDE	1
		- Software Roboplus	1
		- Software PixyMon	1
	- Software Tone Generator Pro	1	

Untuk lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kendali, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

B. Alat dan Bahan

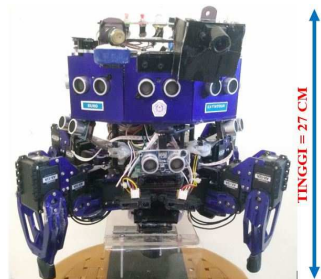
Pada tabel I adalah keseluruhan perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini.

C. Tahapan Penelitian

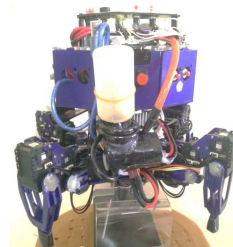
Dalam melakukan penelitian ini maka ada beberapa tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti, tahapan tersebut diantaranya yaitu:



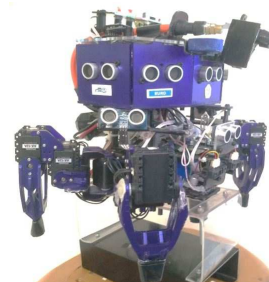
Gambar 1. Tampak Atas Robot *Quadruped* Pemadam Api



Gambar 2. Tampak Depan Robot *Quadruped* Pemadam Api



Gambar 3. Tampak Belakang Robot *Quadruped* Pemadam Api



Gambar 4. Tampak Samping Robot *Quadruped* Pemadam Api

1) Studi Literatur

Tahap ini dilakukan penelusuran serta pembelajaran berbagai macam literatur seperti buku, jurnal, skripsi dan referensi melalui internet yang berkaitan dengan algoritma robotika, algoritma *Wall Following*, pemrograman bahasa C/C++ dalam penggunaan pemrograman *Arduino IDE*, mikrokontroler, sensor-sensor, aktuator, penggunaan *software Roboplus* dan mempelajari *software PixyMon* untuk sensor kamera *Pixy CMUCam5*.

2) Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan mengamati secara langsung lokasi atau pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian. Dalam tahap ini dikarenakan objek penelitian adalah robot *quadruped* pemadam api maka peneliti melakukan pengamatan secara menyeluruh terhadap cara kerja robot, tempat atau arena yang digunakan oleh robot dan perilaku dari robot tersebut seperti misalnya cara robot berjalan serta sensor-sensor apa yang digunakan oleh robot *quadruped*.

3) Analisis Kebutuhan

Dalam tahap ini merupakan proses menganalisa kebutuhan mengenai apa saja yang diperlukan untuk penelitian. Seperti pembuatan dan penerapan algoritma *wall following* maka tentunya akan membutuhkan robot sebagai media dan dalam penelitian ini robot yang digunakan adalah robot *quadruped* untuk penerapan algoritma *wall following* yang akan dibuat nanti. Selain robot diperlukan juga *software* yang dapat mendukung pembuatan algoritma dari robot, dalam penelitian ini *software* yang digunakan adalah *Arduino IDE*, *Roboplus*, *PixyMon* dan *Tone Generator Pro*.

4) Perancangan dan Pembuatan

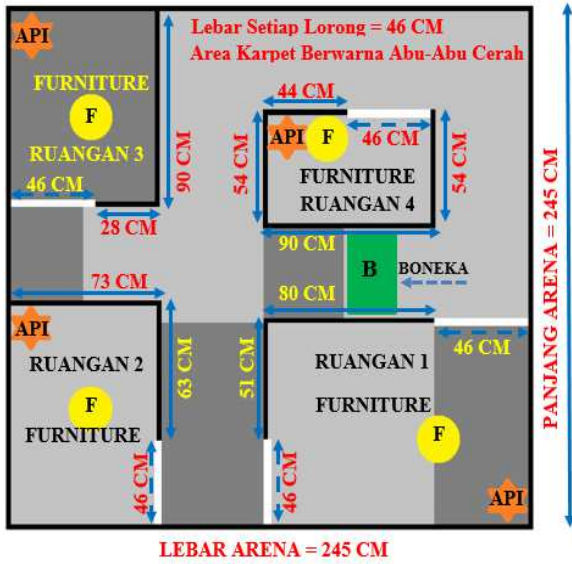
Pada tahap ini akan dilakukan perancangan algoritma *wall following* pada robot dengan mulai dari perancangan *flowchart* dan pemrograman pada robot. Penulisan kode sumber program dari sensor-sensor akan dibuat dalam *software Arduino IDE* dan pembuatan gerakan robot dimana ada gerakan maju, gerakan mundur, gerakan belok kanan, gerakan belok kiri, gerakan serong kanan, gerakan serong kiri, gerakan putar kanan dan gerakan putar kiri semua gerakan akan di buat dalam *software Roboplus*. Kemudian membuat program menghubungkan antara mikrokontroler *Arduino Mega 2560* dengan *driver motor CM530* dan menerapkan algoritma *wall following* pada robot *quadruped* pemadam api.

5) Uji Coba

Dalam tahap ini dilakukan proses pengujian komponen, pengujian sensor-sensor dan pengujian algoritma *wall following* yang sudah diterapkan pada robot *quadruped* pemadam api. dengan ini proses uji coba robot dapat diukur seberapa cepat, akurat dan cerdasnya robot dengan menggunakan algoritma *wall following* tersebut.

D. Rancangan Keseluruhan Robot *Quadruped*

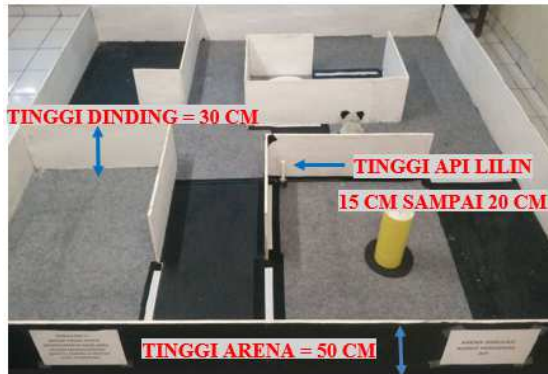
Pada gambar 1 sampai dengan gambar 4 adalah bentuk keseluruhan dari robot *quadruped* pemadam api dengan gambaran tampak atas, tampak depan, tampak belakang dan tampak samping yang sudah disertai ukuran dimensi robot *quadruped* pemadam api. Dapat dilihat pada robot sudah memiliki beberapa sensor seperti sensor *UVtron*, sensor *infrared*, sensor ultrasonik, sensor kamera, sensor *proximity*, sensor suara dan sensor kompas.



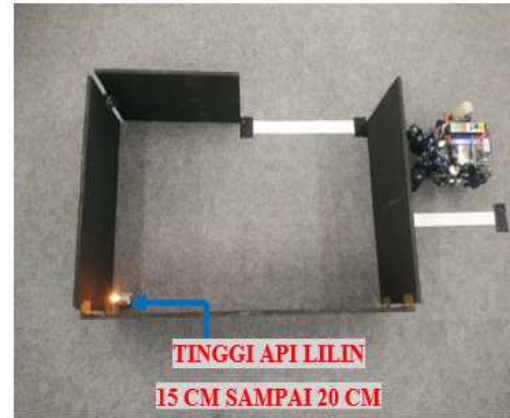
Gambar 5. Arena Simulasi Ruang dalam Bentuk Dua Dimensi



Gambar 7. Arena Simulasi Portabel dalam Bentuk Dua Dimensi

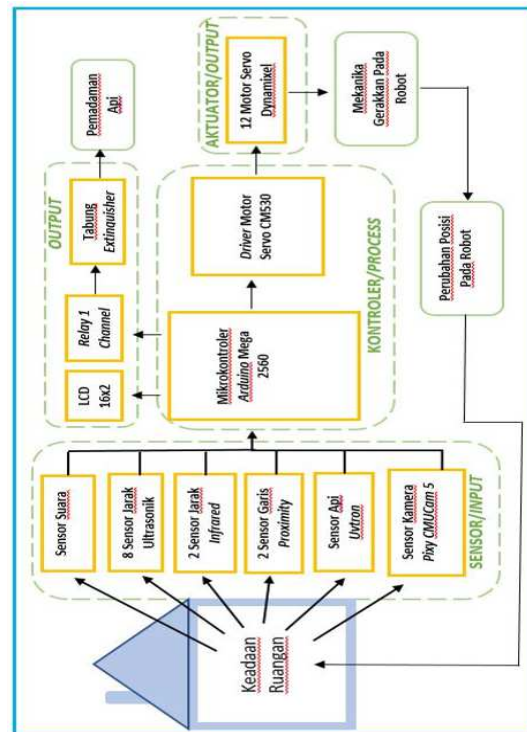


Gambar 6. Tampak Depan Arena Simulasi Ruang



Gambar 8. Tampak Atas Arena Simulasi Portabel

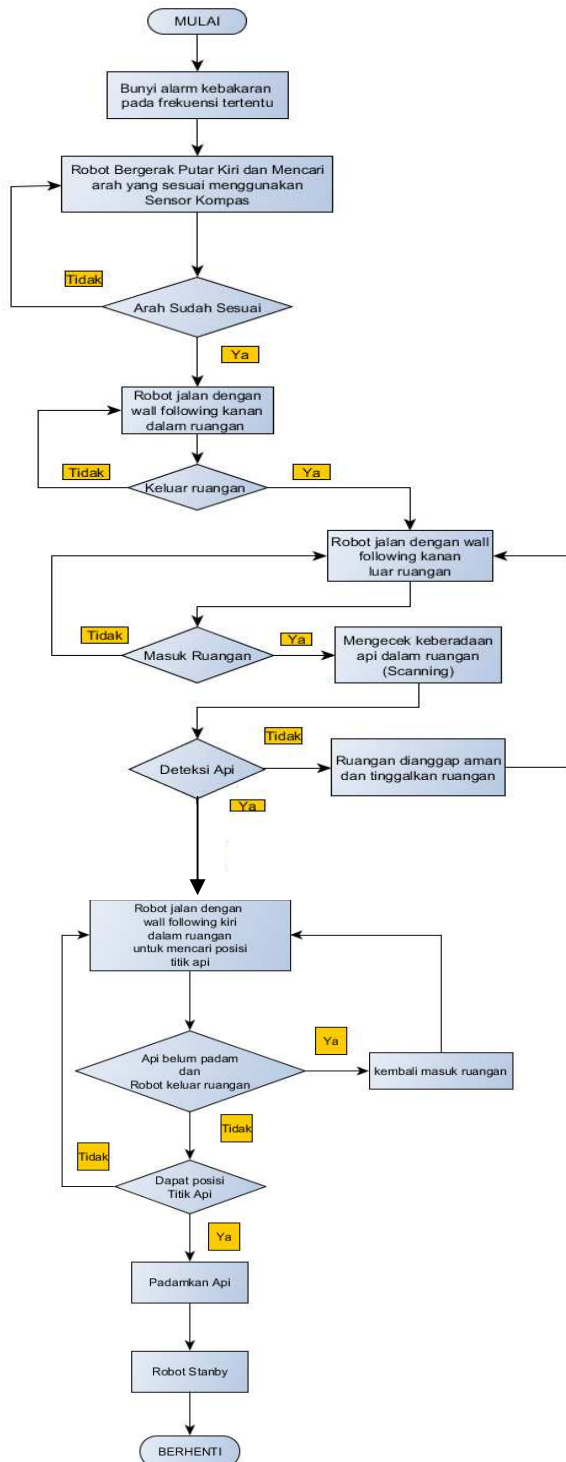
Untuk perancangan arena simulasi ruang secara keseluruhan, dimulai dari ukuran panjang arena, ukuran lebar arena, ukuran dinding arena, penempatan posisi boneka, penempatan kandidat posisi *furniture* dan penempatan kandidat posisi api yang digambarkan dalam bentuk dua dimensi. Dilihat pada gambar 5 terdapat 4 ruangan yaitu ruangan 1, ruangan 2, ruangan 3 dan ruangan 4. Diantara ruangan-ruangan tersebut ruangan 1 memiliki 2 pintu masuk sehingga membuat ruangan 1 menjadi unik dan berbeda dari ruangan lainnya. Setiap pintu ruangan akan terdapat garis berwarna putih sebagai pertanda dari pintu ruangan itu sendiri. Dalam arena terdapat area-area tertentu yang akan di alas dengan karpet berwarna abu-abu cerah dan arena akan menyerupai ruangan dalam rumah. Pada gambar 6 merupakan tampak depan dari arena simulasi ruang yang telah dirancang dan dibuat menyerupai ruangan dalam rumah. Untuk tampak atas arena simulasi portabel dapat dilihat pada gambar 7 dan 8. Perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Blok Diagram Cara Kerja

E. Rancangan Algoritma Keseluruhan

Pada gambar 10 merupakan *flowchart* aliran proses algoritma keseluruhan dari robot *quadruped* dimana robot menggunakan algoritma *wall following* kanan dalam ruangan, algoritma *wall following* kanan luar ruangan dan algoritma *wall following* kiri dalam ruangan untuk berjalan mencari dan memadamkan api.

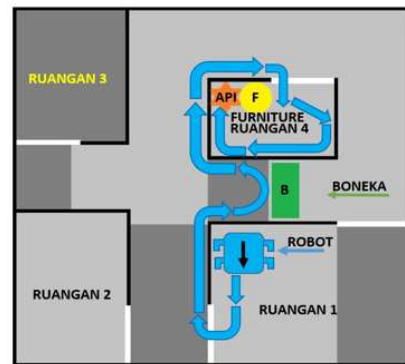


Gambar 10. Rancangan Algoritma Keseluruhan

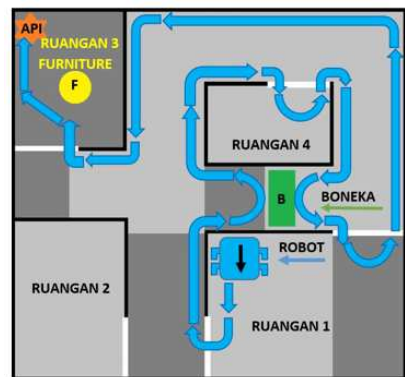
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Algoritma Wall Following pada Robot *Quadruped*.

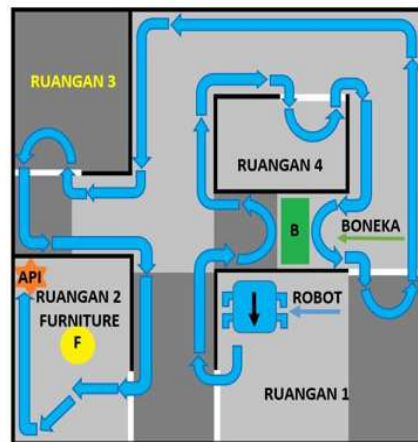
Pada gambar 11 sampai dengan gambar 22 adalah tahap pengujian algoritma *wall following* yang sudah dirancang dan diterapkan pada robot *quadruped*. Pengujian dilakukan pada dua belas konfigurasi ruangan yang berbeda-beda antara posisi ruangan robot *start* dan posisi ruangan adanya titik api pada arena simulasi ruangan yang sudah disediakan. Kemudian untuk hasil dari pengujian algoritma *wall following* pada robot *quadruped* dapat dilihat pada tabel II.



Gambar 11. Posisi Robot *Start* di Ruangan 1 Api di Ruangan 4



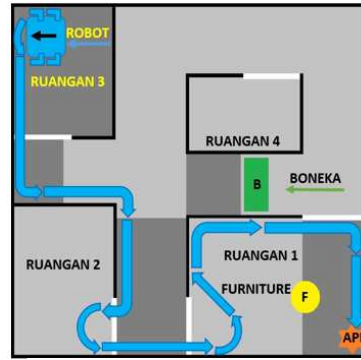
Gambar 12. Posisi Robot *Start* di Ruangan 1 Api di Ruangan 3



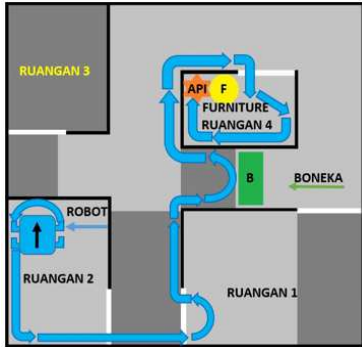
Gambar 13. Posisi Robot *Start* di Ruangan 1 Api di Ruangan 2



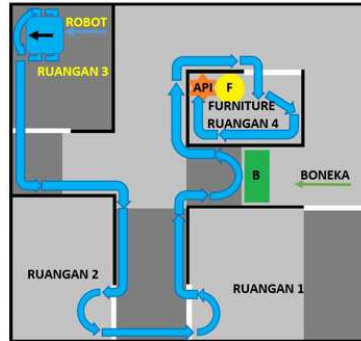
Gambar 14. Posisi Robot *Start* di Ruang 2 Api di Ruang 1



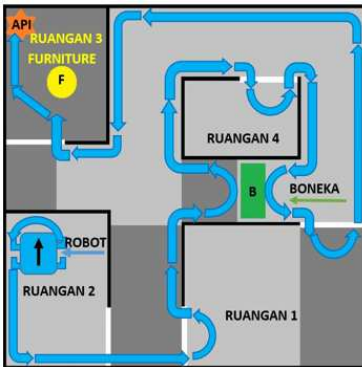
Gambar 18. Posisi Robot *Start* di Ruang 3 Api di Ruang 1



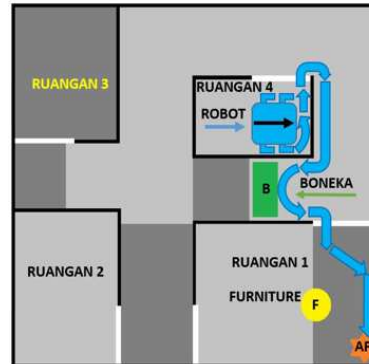
Gambar 15. Posisi Robot *Start* di Ruang 2 Api di Ruang 4



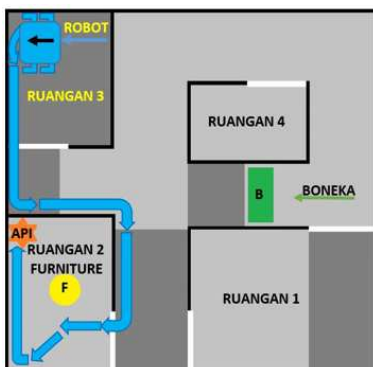
Gambar 19. Posisi Robot *Start* di Ruang 3 Api di Ruang 4



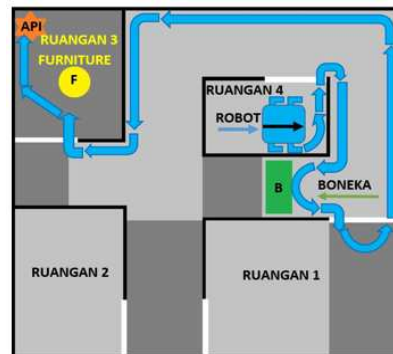
Gambar 16. Posisi Robot *Start* di Ruang 2 Api di Ruang 3



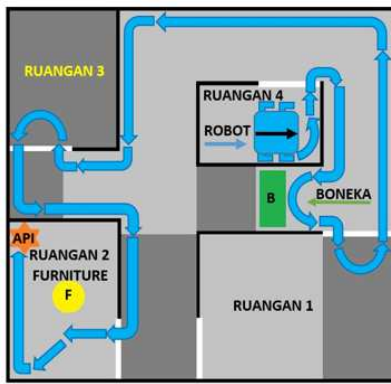
Gambar 20. Posisi Robot *Start* di Ruang 4 Api di Ruang 1



Gambar 17. Posisi Robot *Start* di Ruang 3 Api di Ruang 2



Gambar 21. Posisi Robot *Start* di Ruang 4 Api di Ruang 3

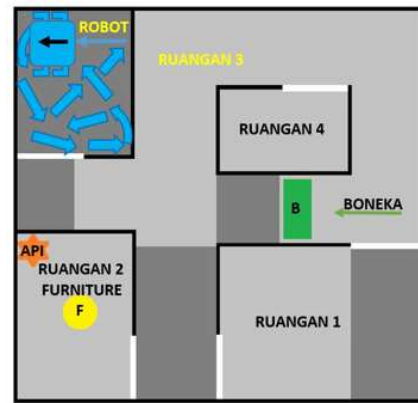


Gambar 22. Posisi Robot Start di Ruang 4 Api di Ruang 2

TABEL II. HASIL PENGUJIAN ALGORITMA WALL FOLLOWING

No	Ruangan Posisi Start	Ruangan Posisi Api	Waktu Rata-Rata
1	Ruangan 1	Ruangan 4	02.13
2	Ruangan 1	Ruangan 3	05.16
3	Ruangan 1	Ruangan 2	06.17
4	Ruangan 2	Ruangan 1	02.09
5	Ruangan 2	Ruangan 4	03.03
6	Ruangan 2	Ruangan 3	06.24
7	Ruangan 3	Ruangan 2	01.32
8	Ruangan 3	Ruangan 1	02.49
9	Ruangan 3	Ruangan 4	04.10
10	Ruangan 4	Ruangan 1	01.44
11	Ruangan 4	Ruangan 3	03.08
12	Ruangan 4	Ruangan 2	04.31
Total Waktu Rata-Rata Dari 12 Konfigurasi Ruang			03.59

Pada tabel II berisikan hasil pengujian algoritma *wall following* pada robot *quadruped* yang diuji dalam dua belas konfigurasi ruangan yang berbeda-beda. Didapati bahwa robot berhasil mencari dan memadamkan api dengan total waktu rata-rata 3 menit 59 detik saat menggunakan penerapan algoritma *wall following*.



Gambar 23. Pengujian Tanpa Algoritma Wall Following

TABEL III. PENGUJIAN TANPA ALGORITMA WALL FOLLOWING

No	Ruangan Start	Ruangan Api	Jarak Tempuh	Kondisi Api	Waktu
1.	Ruangan 3	Ruangan 2	Terdekat	Tidak Padam	5.00
2.	Ruangan 3	Ruangan 2	Terdekat	Tidak Padam	5.00
3.	Ruangan 3	Ruangan 2	Terdekat	Tidak Padam	5.00
Waktu Rata-Rata					5.00

B. Pengujian Tanpa Algoritma Wall Following pada Robot *Quadruped*.

Pada gambar 23 merupakan pengujian robot *quadruped* tanpa menggunakan algoritma *wall following* dan hanya menggunakan program baca sensor seperti pada umumnya. Dalam pengujian didapati bahwa robot tidak bisa menemukan dan memadamkan api, dikarenakan robot menjadi kebingungan mencari titik api serta hilangnya objek penuntun jalan robot sehingga robot tidak bisa menentukan arah perjalanan yang benar. Untuk hasil dari pengujian tanpa menggunakan algoritma *wall following* pada robot *quadruped* dapat dilihat pada tabel III dengan batasan waktu pengujian selama 5 menit.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian maka terdapat beberapa kesimpulan yang akan dijelaskan dibawah ini.

- 1) Algoritma *wall following* berhasil dibuat serta diterapkan pada robot *quadruped* pemadam api.
- 2) Pengujian algoritma *wall following* pada robot dilakukan pada arena simulasi ruangan yang didalamnya terdapat rintangan tambahan seperti adanya boneka dan *furniture*.
- 3) Penerapan algoritma *wall following* pada robot *quadruped* pemadam api ini membuat robot lebih cerdas untuk mencari api dari setiap sudut ruangan serta melakukan pemadaman yang cepat dibandingkan tidak menggunakan algoritma sama sekali.

- 4) Dalam pengujian robot pada arena simulasi yang sudah disediakan robot berhasil memadamkan api dengan memperoleh waktu rata-rata 3.59 menit dalam 12 konfigurasi titik start dan titik api yang berbeda-beda. Robot lebih dipermudah untuk mencari dan memadamkan api dalam ruangan dengan penerapan algoritma *wall following*.
- 5) Pada pengujian tanpa algoritma *wall following* hasilnya berbeda dengan menggunakan algoritma *wall following* dikarenakan robot tidak dapat memadamkan api dalam batas waktu 5 menit.
- 6) Dalam pengujian sensor jarak ping ultrasonik, terdapat kelemahan atau *error* dimana sensor tidak bisa mendeteksi benda lembut atau objek berupa boneka sehingga di gunakanlah sensor *infrared* untuk melengkapi kekurangan dari sensor ultrasonik.
- 7) Penggunaan sensor api *UVtron* dan sensor kamera *Pixy CMUCam 5* membuat robot lebih cepat untuk menemukan adanya api serta memiliki jangkauan yang luas terhadap posisi letak titik api.

B. Saran

Dari penelitian ini terdapat saran dan harapan yang ingin disampaikan para peneliti dibawah ini.

- 1) Dalam penelitian ini tentu saja masih memiliki kekurangan sehingga sangat diharapkan untuk melakukan pengembangan terhadap algoritma *wall following* robot ataupun algoritma kecerdasan buatan lainnya yang dapat digunakan pada robot, mesin ataupun sistem.
- 2) Adapun harapan lainnya dalam pengembangan yakni perluasan kecerdasan atau fungsi dari robot pemadam api tersebut sehingga robot dapat memadamkan api dan kembali lagi ke titik awal start atau kembali ke rumahnya sendiri tanpa bantuan manusia.

V. KUTIPAN

- [1] Barakbah A.R. dkk. "Logika Dan Algoritma". Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Surabaya. 2013.
- [2] Rodi Hartono, Jaenudin A.K. "Implementasi Sistem Navigasi Wall Following Masukan Sensor Ultrasonik Menggunakan Metode Tuning Kendali PID". Jurnal Teknik Elektro Universitas Komputer Indonesia. Bandung. 2017.
- [3] Dr. Raden Supriyanto, dkk. "Robotika". Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Gunadarma. Depok. 2010.
- [4] Ahmad Habibullah. "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Lengan Robot Pindah Barang Untuk Mata Pelajaran Teknik Perencanaan Sistem Kontrol Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMKN 2 Pengasih". Skripsi Program S1 Program Studi Teknik Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 2016.
- [5] Danta B.M. "Implementasi Teknologi RFID Untuk Identifikasi dan Autentikasi Pada Gerbang Masuk di Universitas Sam Ratulangi". Skripsi Program S1 Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi. Manado. 2016.
- [6] Hasanuddin Muhamad. "Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino". Skripsi Program Studi S1 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar. 2017.
- [7] Arief U.M. 2011. "Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air". Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Semarang. 2011.
- [8] *Distance Measuring Sensor Unit Measuring Distance: 10 to 80 cm Analog Output Type*. Sharp Corporation.
- [9] Akhiruddin Nur. dkk.. "Prototype Robot Line Follower untuk Simulasi Taksi Wisata Otomatis Kota Medan Menggunakan Algoritma Fuzzy". Skripsi Program S1 Program Studi Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara. 2016.
- [10] Andreas Kristiano. "Robot Beroda Dilengkapi Dengan Lengan Manipulator Yang Dapat Dikendalikan Secara Nirkabel Untuk Mengikuti Gerakan Tangan". Skripsi Program S1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga. 2013.
- [11] Albinur Limbong. dkk. "Perancangan Robot Pendeteksi Api Menggunakan Sensor Api Hamamatsu UV-Tron pada Mikrokontroler ATmega16". Jurnal TelKa Fakultas Teknologi Informasi Universitas Advent Indonesia. 2011.
- [12] Parera J.B, Ferdy Tjoanapessy. "Rancang Bangun Robot Sepak Bola Beroda. Jurnal Indonesian Symposium on Robotic System and Control (ISRSC)". Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado. 2018.
- [13] Batubara Y.M. "Rancang Bangun Alat Kendali Lampu Menggunakan Sensor Tepuk Berbasis Arduino Uno". Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Departemen Fisika Universitas Sumatera Utara. Medan. 2017.

TENTANG PENULIS



Bryan Tumbel, dilahirkan di Rumah Sakit Umum Dr. Sam Ratulangi, Tondano, pada tanggal 29 September 1996. Alamat tempat tinggal penulis di Desa Kolongan 1 Kecamatan Kombi, Tondano, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Penulis adalah anak pertama dari pasangan Nicodemus Tumbel dan Deilela

Manopo dan penulis memiliki saudara kandung adik perempuan yang bernama Marcella Imelda Tumbel.

Penulis menempuh pendidikan secara berturut-turut dimulai dari Taman Kanak-kanak (2001), SD INPRES Kolongan Kecamatan Kombi (2002 – 2007), SMP Negeri 1 Kombi (2008 – 2010) dan lulus dari SMK Kristen 1 Tomohon dengan mengambil Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (2011 – 2013). Pada tahun 2014 setelah lulus SMK penulis langsung melanjutkan pendidikan S1 di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi. Sejak semester 1 penulis bergabung dengan komunitas Tim Elektro Unsrat Robotik (EURO) dan mengikuti perlombaan robotika yang diadakan setiap tahun oleh RISTEKDIKTI. Selama perkuliahan penulis juga tergabung dalam organisasi mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) dan komunitas Unsrat IT Community (UNITY). Pada tanggal 7 September 2018 penulis dinyatakan lulus ujian sidang sarjana dengan hasil yang sangat baik di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.