

Implementasi WSN Pada Robot Penyiram Tanaman Otomatis

Franklin T.M Rajagukguk, Vecky C. Poekoel, Muhamad D. Putro

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

franklin.tongam@yahoo.co.id, vecky.poekoel@unsrat.ac.id, dwisnantoputro@unsrat.ac.id

Abstract - *The utilization of robots for agricultural systems now is very necessary especially in Indonesia is an agrarian country. Agriculture area can find mostly in the mountains and lowland, with many kind of metode, one of them is greenhouse. This metode need highly supervision, from humidity nor water level that the plant needed. Therefore we need make the automation of controlled watering and well organized watering that can organize watering time, water level that will give to plants so that the process will organized ini time nor water level. Human can forgot for many important thing when being in busy situation or have another job to do. So in this case role of robot can utilized for do this job, utilization of these robots can help watering as the plant needed for maximize agricultural yields. The robot that used is an automatic plant watering robot which is controlled with humidity sensor, line sensor and transmitter and receiver and Arduino based microcontroller.*

Keywords - *agriculture, arduino, automatic, humidity sensor, line sensor, plant, robot, receiver, transmitter.*

Abstrak - Pemanfaatan robot untuk sistem pertanian saat ini sangat dibutuhkan apalagi di Indonesia yang merupakan Negara Agraris. Area pertanian banyak ditemukan terdapat di daerah pegunungan maupun daerah datar, dengan metode budidaya yang beragam, salah satunya metode rumah kaca. Metode ini memerlukan pengawasan yang sangat intens, baik dari segi kelembaban maupun kadar air yang diperlukan pada tanaman. Oleh karena itu perlu dibentuknya otomasi penyiraman yang teratur dan terkendali dengan baik, yang dapat mengatur waktu penyiraman, kadar air penyiraman yang diberikan pada tanaman sehingga mendapatkan proses yang teratur baik dari waktu maupun kadar air. Manusia terkadang lupa untuk hal-hal yang penting ketika berada dalam keadaan yang sibuk ataupun memiliki kesibukan lain pada waktu tertentu. Maka pembuatan robot ini perlu untuk mengatasinya, peran robot bisa dimanfaatkan untuk melakukan pekerjaan ini. Pemanfaatan robot ini dapat membantu penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman untuk memaksimalkan hasil dalam bidang pertanian. Robot yang digunakan merupakan robot penyiram tanaman otomatis yang dikendalikan dengan sensor kelembaban, sensor garis dan transmitter dan receiver dan berbasis *Microcontroller Arduino*.

Kata kunci - *Arduino, otomatis, pertanian, receiver, sensor kelembaban, sensor garis, tanaman, transmitter.*

I. PENDAHULUAN

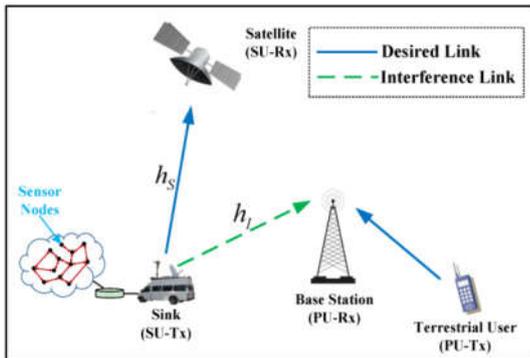
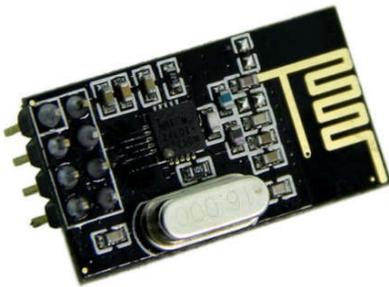
Perkembangan perkebunan di Sulawesi Utara saat ini berkembang dengan bagus. Adapun perkembangan yang terjadi menuju ke arah yang lebih baik, namun masih

banyak sistem perkebunan yang masih berat dan masih bergantung pada beban manusia secara manual [3]. Contohnya saja cara yang digunakan untuk menyiram tanaman, memberikan pupuk, merawat tanaman, dan lain-lain, itu semua masih banyak yang dilakukan dengan manual atau dengan tenaga manusia. Pada saat ini sistem penyiraman tanaman masih bergantung pada penyiraman manual masih sering terjadinya kelalaian pada penjadwalan penyiraman dan juga tidak terkendalinya kadar air yang diberikan kepada tiap tanaman [3].

Seiring berjalannya waktu kita dihadapkan pada perkembangan teknologi yang pesat, yang bertujuan membuat pekerjaan manusia semakin mudah, oleh karena itu perlu dibuat alat ini yaitu robot penyiram tanaman otomatis. Dimana pada alat ini diciptakan agar dapat meringankan dan membantu peran manusia dalam kasus ini yaitu bidang pertanian. Robot ini diciptakan karena adanya sifat lalai manusia, sehingga lupa melakukan penyiraman. Manusia juga terkadang sibuk tidak pada satu urusan saja sehingga sering lupa dalam melakukan penyiraman tanaman. Robot ini juga dapat melakukan penyiraman tanaman sesuai dengan kadar kelembaban tanah di sekitar tanaman secara otomatis. Dengan alat ini maka penyiraman tanaman akan terkendali dan teratur sesuai dengan kondisi kelembaban tanah di sekitar tanaman.

Dalam penelitian ini digunakanlah bantuan dari sistem jaringan nirkabel atau biasa dikenal dengan *Wireless System Network*, yang mana digunakan sebagai acuan dasar ataupun tujuan utama dari dilakukannya penelitian ini [6]. *Wireless* merupakan teknologi yang bertujuan untuk menggantikan peran kabel dalam suatu jaringan komunikasi data. Komunikasi *wireless* merupakan pertukaran informasi antara dua *point* tanpa hubungan langsung, bisa menggunakan *sound, infrared, optical* atau energi frekuensi radio [6]. Sistem *point to multipoint* menghubungkan sentral ke semua nomor penerima yang memungkinkan. Sistem *multipoint to multipoint* adalah komunikasi serentak antara masing-masing *user* yang memungkinkan berada pada lokasi yang berbeda-beda. Sistem seperti ini pada umumnya tidak menghubungkan dua user secara langsung, tetapi mengandalkan jaringan stasiun dasar untuk memberikan interkoneksi diantara *user* [6]. Gambar 1 menunjukkan aplikasinya dalam sistem telepon seluler dan beberapa tipe dari WLAN.

Selain sistem jaringan nirkabel ini hal lain yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah faktor kelembaban tanah yang menjadi *output* untuk penelitian ini Kelembaban tanah adalah air yang mengisi

Gambar 1. Garis besar *wireless system network* [6]

Gambar 2. NRF24L01 [8]

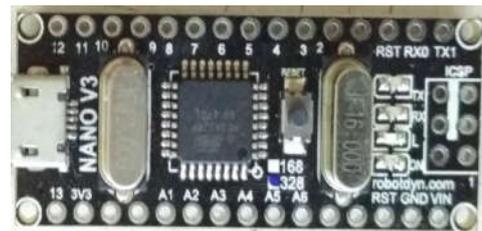
sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas *water table*. Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci pada perubahan dari air dan energi panas. Informasi kelembaban tanah juga dapat dipergunakan untuk manajemen sumber daya air, peringatan awal kekeringan, penjadwalan irigasi, dan perkiraan cuaca.

Modul *Wireless NRF24L01* adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 5V DC. NRF24L01 memiliki *baseband logic Enhanced Shock Burst hardware protocol accelerator* yang support “*high-speed SPI interface for the application controller*” [8]. Pada gambar 2 dapat dilihat bentuk dari NRF24L01. Pada tiap pot tanaman dipasang sensor kelembaban yang akan membaca dan mengolah data kelembaban di dalam *microcontroller* yang nantinya akan dikirim melali perangkat *transmitter/receiver NRF24L01*. *Microcontroller* yang digunakan ada dua jenis yaitu arduino uno ATmega328 dan arduino nano ATmega 328P.

Arduino Uno ATmega 328 adalah papan *microcontroller* yang berdsarkan *datasheet* memiliki VIN – input tegangan untuk papan saat anda menggunakan sumber daya *eksternal* (*adaptor USB 5 Volt* atau *adaptor* yang lainnya 7-12 volt), Anda bisa menghubungkannya dengan pin VIN ini atau langsung ke *jack power 5V*. DC *power jack* (7-12Volt), kabel konektor USB (*5Volt*) atau catu daya lainnya (*7-12Volt*) [8]. Aduino Uno memiliki 6 *analog input* tertulis di label A0 hingga A5, masing-masingnya memberikan 10 bit resolusi (1024). Secara asal *input analog* tersebut terukur dari 0 (*ground*) sampai 5



Gambar 3. Arduino Uno ATmega328 [1]



Gambar 4. Arduino Nano ATmega328 [2]

volt, itupun memungkinkan perubahan teratas dari jarak yang digunakan oleh pin AREF dengan fungsi *analogReference()* [1]. Gambar 3 menampilkan gambar dari *microcontroller* arduino uno ATmeg328. Adapun fungsi dan keterangan dari tiap pin lainnya dapat dilihat pada *datasheet* yang ada untuk lebih jelasnya [1]. Selain arduino uno, di penelitian ini juga menggunakan arduino nano. Arduino nano pada penelitian ini berfungsi untuk mengolah data kelembaban dan membantu dalam proses pengiriman yang akan dilakukan NRF24L01.

Setiap pin dapat menyediakan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up internal* (terputus secara default) 20-50 kOhms [4]. Selain itu, ada beberapa pin lainnya, pin 0 (RX) dan 1 (TX), pin interupsi 2 dan 3, pin PWM 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dan pin 8 sebagai keluarannya, pin SPI pada 10 (ss), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13(SCK), dan pin 13 LED [1]. Gambar 4 menampilkan arduino nano ATmega328. Pada bagian sensor kelembaban tanah digunakan sensor kelembaban YL-69, berdasarkan *datasheet* sensor ini adalah sensor air sederhana yang bisa digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah saat modul defisit kelembaban tanah menghasilkan tingkat tinggi, dan sebaliknya outputnya rendah. Sensor ini memiliki tegangan operasi 3.3V-5V, mode *output* ganda, *output digital*, *output analog* lebih akurat [5].

Kelembaban adalah salah satu faktor yang menentukan kondisi cuaca pada suatu daerah. Kelembaban dapat diukur dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah dengan menggunakan sensor kelembaban. Sensor kelembaban tanah adalah sensor yang digunakan untuk melakukan pengukuran kelembaban tanah. Prinsip kerja sensor kelembaban tanah adalah memberikan nilai keluaran berupa besaran listrik saebagai akibat adanya air yang berada diantara lempeng kapasitor sensor tersebut.

Sensor kelembaban tanah juga merupakan salah satu perangkat penting dalam sistem penyiraman tanaman otomatis ini. Data hasil pembacaan sensor kelembaban

merupakan data penting untuk menentukan kadar air yang diperlukan untuk dilakukan penyiraman, juga menentukan apakah tanah masuk dalam kategori kelembaban apa. Adapun hasil pembacaan sensor kelembaban tanah masih berupa nilai ADC [7]. Nilai ADC ini dikonversikan dalam bentuk *persentase* agar lebih mudah untuk dikategorikan dan juga agar lebih mudah dalam proses perhitungan data. Untuk mengetahui nilai konversi dari nilai ADC dapat diketahui menggunakan rumus pada persamaan (1)

$$\frac{\text{Nilai Terbaca (ADC)}}{\text{Nilai Maksimal (ADC)}} \times 100\% = \quad (1)$$

Dimana: Nilai Terbaca (ADC) = Nilai keluaran dari pembacaan sensor kelembaban
 Nilai Maksimal (ADC) = Nilai keluaran maksimal dari sensor kelembaban berupa nilai biner

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Konsep Dasar Perancangan Implementasi WSN Pada Robot Penyiram Tanaman Otomatis

Perancangan suatu sistem yang akan dibuat merupakan suatu tahapan yang sangat penting dalam membuat suatu program ataupun melanjutkan ke langkah selanjutnya, karena dengan perancangan tersebut diharapkan mendapatkan hasil yang baik dan maksimal dalam perancangan sistem yang penulis buat adalah sistem penyiram tanaman otomatis.

Dalam perancangan Penyiram Tanaman Otomatis ini memerlukan konsep yang siap dan matang guna mendapat



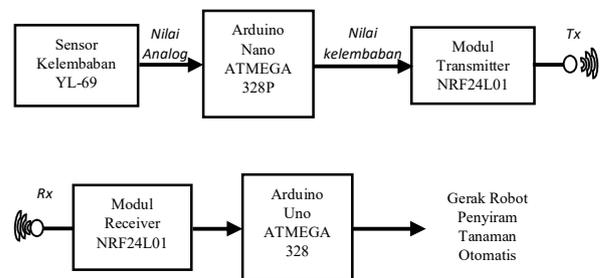
Gambar 5. Arduino Nano ATmega328 [5]

hasil yang sesuai tujuan dan tepat sasaran. Pemilihan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang merupakan implementasi sistem mekanik dan sistem *control*. Gambar 6 menampilkan diagram blok dan gambaran sistem kendali perangkat *line follower* penyiram tanaman otomatis. Gambar 7 menampilkan proses komunikasi data dari kedua sisi pemancar.

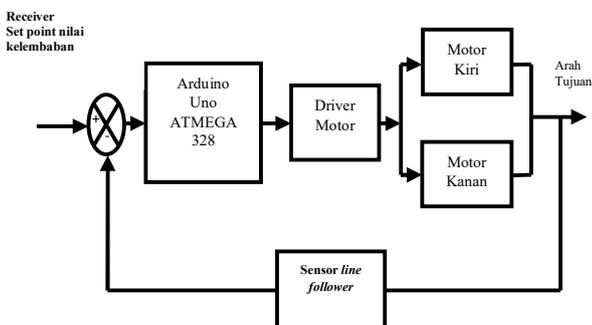
Dapat dilihat untuk gambar 5 pengontrol arduino uno ATMEGA 328 dan sensor *line follower* mendapat tegangan sumber sebesar 12 volt, sensor kelembaban sebagai perangkat input untuk memberikan data ke robot dan memicu pergerakan Motor DC dan *Spuyer* sebagai pemancar atau penyiram air yang terlebih dahulu dibantu sensor *line follower*.

C. Perancangan Perangkat Keras Pada Robot Penyiram Tanaman Otomatis

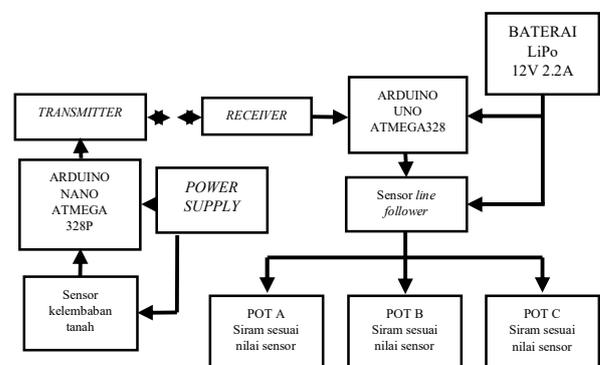
Pada sistem penyiraman tanaman otomatis, Arduino berfungsi sebagai pusat pengendali dari segala sistem penyiraman otomatis yang ada. Dapat dilihat pada gambar 6 bagaimana sistem kendali *line follower* pada robot Pada gambar 7, gambar rangkaian arduino uno dengan pemancar sinyal NRF24L01 yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima data kelembaban tanah yang telah dibaca dan diproses oleh sensor kelembaban tanah YL-69. Semua data kelembaban yang terbaca diolah pada arduino untuk kemudian dirubah menjadi *manuver* robot dan proses penyiraman yang akan dilakukan oleh robot. Pada gambar 8 dapat dilihat diagram blok sistem pada robot. Selain itu juga perancangan perangkat keras pengontrol



Gambar 7. Komunikasi data kelembaban tanah pada robot penyiram tanaman otomatis



Gambar 6. Diagram blok sistem kendali *line follower* robot penyiram tanaman otomatis.



Gambar 8. Diagram blok sistem pada robot penyiram tanaman otomatis

dengan perangkat lain robot yaitu, pengontrol dengan *supply*, pengontrol dengan *transmitter* dan *receiver*, pengontrol dengan sensor kelembaban, pengontrol dengan sensor *line follower*, pengontrol dengan pompa air mini, pengontrol dengan LCD, pengontrol dengan motor penggerak. Rangkaian keseluruhan sistem dapat dilihat di Gambar 9. Berdasarkan perancangan perangkat keras, peletakkan semua komponen diatur sebagai mana fungsi dari komponen tersebut.

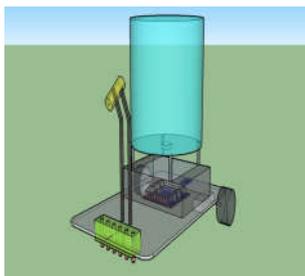
Konsep dasar merupakan pedoman untuk merencanakan sesuatu dalam melakukan perancangan. Gambar 10 menunjukkan rangkaian penyambungan di sisi pengirim dan sensor pembaca kelembaban. Salah satu cara agar tidak terjadi kesalahan penyambungan kabel adalah dengan menggambar *wiring* dari rangkaian keseluruhan, bagaimana penyambungan kabel sangat penting dalam pembuatan robot.

Tidak hanya itu juga, desain rancang bangun robot juga harus dirancang dengan baik untuk menjadi acuan menciptakan robot yang diinginkan. Konsep desain sangat dibutuhkan dalam pembuatan robot agar dalam pembuatan rangka ataupun tubuh robot bisa teratur bagian per bagian sesuai dengan konsep desain yang telah diciptakan. Konsep desain dari robot penyiram tanaman otomatis dapat dilihat di Gambar 10.

D. Perancangan Diagram Alir dan Perangkat Lunak Pada Robot

Selanjutnya masuk ke tahapan pembuatan sistem dalam perangkat lunak yang berupa *Source code* yang sangat penting untuk membuat akuisisi data sistem pengukuran dan pengiriman data kelembaban tanah. *Source code* tersebut akan di *download* ke *microcontroller* agar robot bekerja sesuai dengan kondisi dan keadaan yang telah ditentukan pada sistem penyiram tanaman otomatis. Gambar 11 merupakan diagram alir program utama robot penyiram tanaman otomatis.

Pada tahapan dari proses penyiraman robot, yang menggambarkan secara bertahap dari robot berada di posisi awal (*start*) sampai robot berada di tiap pot. Dengan cara mengikuti garis yang tersedia menggunakan sensor garis dan menuju ke tiap pot yang akan disiram dimana sistem ini terdapat sebuah *receiver* yang dapat menangkap hasil pengiriman data pengukuran kelembaban tanah. Gambar 12 merupakan diagram alir program dari mulai aktifnya sensor hingga robot ber-*manuver* ke tiap pot dan melakukan penyiraman sesuai nilai kelembaban tanah.



Gambar 10. Konsep desain robot

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses perancangan yang sudah dibahas pada sebelumnya maka pada bab ini akan di bahas hasil serta kemampuan robot yang telah dibuat. Pembahasan meliputi hasil desain robot, hasil pengujian kinerja robot dalam pengiriman data dan hasil penyiraman robot.

A. Hasil Desain Robot Penyiram Tanaman Otomatis

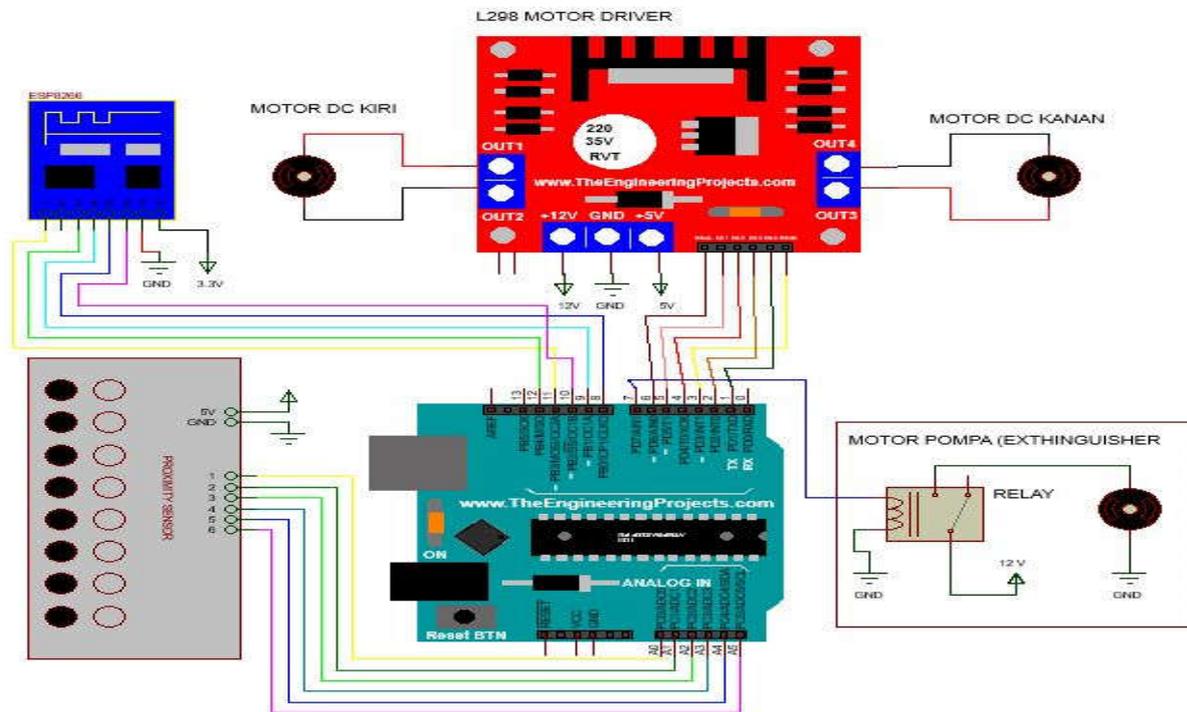
Desain robot penyiram tanaman otomatis ini dirancang memiliki 2 buah *actuator*, 1 tangki air, 1 ruang *control*, 1 bagaimana tampak depan dari robot penyiram



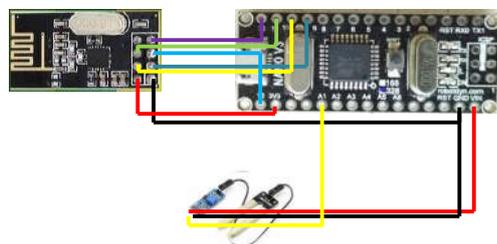
Gambar 11. Diagram alir program utama robot



Gambar 12. Diagram alir proses penyiraman robot



Gambar 9. Rangkaian keseluruhan sistem



Gambar 10. Rangkaian Transmitter, sensor kelembaban dan arduino nano tanaman otomatis. Dari bagian tampak depan (gambar 13) dapat dilihat peletakan dari beberapa bagian robot yang tersusun rapi membentuk suatu kesatuan robot yang diperlukan. Langkah pertama dalam pembuatan robot ini yaitu merancang bangun robot. Ini berguna agar setiap proses yang dilakukan dalam pembuatan robot jelas dan terstruktur. Ukuran dari robot ini disesuaikan dengan material multiplex yang menjadi base robot. Lalu digabungkan dengan material-material lain yang menjadi bagian-bagian robot lainnya. Semua dirancang dan diukur agar didapatkan besar robot yang baik untuk ber-*maneuver* di jalur yang ada, ukuran dari robot bisa dilihat pada Tabel I. Robot penyiram tanaman otomatis ini dirancang memiliki 2 *actuator* dan 1 ruang kendali yang fungsinya untuk meletakkan semua perangkat-perangkat yang mengatur kinerja robot agar peletakkan komponen bisa teratur dan tidak terkena air ketika robot melakukan penyiraman. Dua penggerak berguna untuk robot bergerak maju, mundur, belok kiri dan belok kanan mengikuti garis yang

mana kinerja 2 penggerak mengikuti arahan sensor *line follower* untuk menuju tiap tiap pot yang ada.

Posisi 2 penggerak ini sejajar dengan tubuh robot dan terletak di bagian kiri dan kanan belakang robot. Sedangkan ruang kendali terletak di atas dari tubuh robot, ruang kendali terbuat dari *acrylic* yang dibangun membentuk kotak. Ruang kendali ini juga berfungsi untuk menopang tangki air yang diletakkan di atas ruang kendali. Tangki air diletakkan di atas ruang kendali agar air bisa mengalir melewati pompa air mini secara bagus. Di bagian depan tubuh robot dipasang tiang penyiram yang tersambung dengan tangki air diatas ruang kendali melewati selang kecil menuju *spuyer*, dapat dilihat pada gambar 14.

Semua bagian yang ada di robot diletakkan secara fleksibel dan menyesuaikan dengan tujuan dari robot itu sendiri. Peletakkan bagian-bagian ini sangat berpengaruh pada gerak robot baik dalam ber-*maneuver* atau melakukan penyiraman air.

Jika tidak diatur dengan baik dan benar *maneuver* robot bisa tidak sesuai dengan yang diharapkan, misalnya pada persimpangan ataupun belokan baik kiri maupun kanan, robot bisa keluar garis ataupun robot bisa tidak mendeteksi garis jika peletakkan aktuator dan sensor garis tidak dirancang dengan bagus ruang kendali berada di bagian belakang dan berisi semua perangkat kendali yang diletakkan dalam kotak *Acrylic* bertujuan untuk melindungi kabel-kabel dan semua perangkat yang ada agar tidak terkena air, *power supply* terletak di bagian bawah robot.



Gambar 13. Tampak depan robot

TABEL I
UKURAN MATERIAL RANCANG BANGUN ROBOT

Material	Panjang	Lebar	Tinggi
Multiplex 5mm	32 cm	23 cm	5 mm
Tiang Penyiram	6 cm	2 cm	27,5 cm
Acrylic 3mm	16,5 cm	14,5 cm	7,5cm
Tangki Air	-	16 cm (diameter)	17 cm

Pompa air mini diletakkan tepat disamping ruang kendali, pompa air mini tersambung langsung dengan tangki air dengan selang air, yang nantinya akan menyemprotkan air melewati *spuyer*. *Receiver* NRF 24L01 diletakkan diluar dari ruang kendali agar dapat menerima sinyal dari *transmitter* yang berada di bagian pot sehingga menjadi lebih baik. *Actuator* terletak di bagian kiri dan kanan belakang robot, kedua aktuator diletakkan sejajar agar robot bisa bergerak sejajar dengan baik.

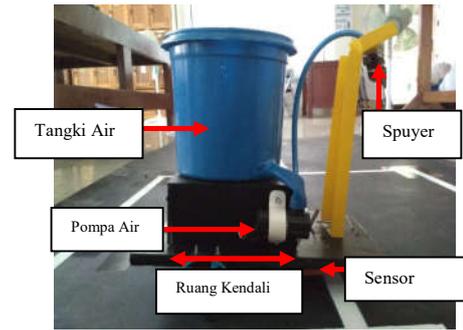
Karena peletakkan dari kedua *actuator* ini sangat berpengaruh dalam pergerakan robot, baik dalam jalan lurus, jalan berbelok ataupun berputar. Jika peletakkan tidak simetris maka jalan robot bisa tidak sejajar juga, akan lebih gampang bagi robot untuk keluar dari jalur yang ada, sehingga akan lebih memakan banyak waktu dalam *bermanuver* menuju tiap pot yang dituju. Begitu juga dengan peletakkan roda bebas pada bagian muka harus diletakkan tepat di tengah bagian muka robot agar *manuver* kiri dan kanan bisa seimbang dan berjalan dengan baik. Dapat dilihat pada gambar 15 peletakkan *transmitter* NRF24L01 yang terletak di bagian depan robot

B. Hasil Pengujian

Pengujian diawali dengan pembuatan program untuk menguji pergerakan dasar robot yaitu maju, mundur, belok kiri, belok kanan dan juga melakukan pengujian terhadap sistem pengiriman dan penerimaan data. Dilanjutkan dengan melakukan kalibrasi nilai baca sensor kelembaban tanah sebagai sensor untuk mendeteksi kadar kelembaban pada tanah dan penanda tujuan robot dan kalibrasi nilai baca sensor kelembaban tanah untuk mengirim data kelembaban serta posisi tanaman yang akan dituju.

1) Hasil pengujian sensor kelembaban YL-69

Pengujian robot dilakukan dengan memperhatikan alur kerja robot sesuai sistem yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan menggunakan arena yang terbuat dari tripleks



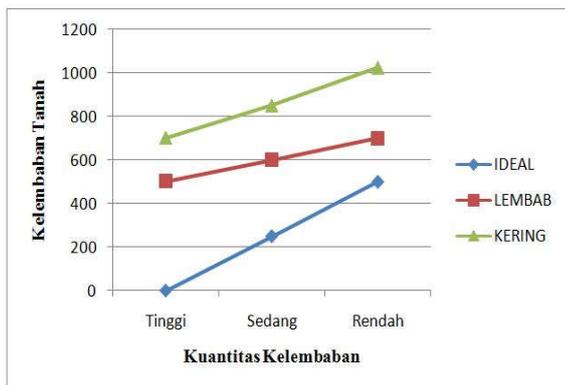
Gambar 14. Tampak samping kanan robot



Gambar 15. Tampak samping kiri robot

warna hitam yang disertai dengan garis jalan, 3 pot yang diletakkan terpisah pada ujung jalan dan sensor kelembaban pada setiap pot tanaman. Robot diuji dengan menggunakan kondisi tanah yang sudah diatur pada tiap pot tanaman dan dilakukan pertukaran-pertukaran letak pot. Sensor yang ada pada tiap pot membaca nilai kelembaban tanah lalu mengolah datanya untuk selanjutnya dikirim melalui *transmitter* dan diterima *receiver* yang telah terpasang pada robot utama. Kondisi tiap tanah memiliki variable masing-masing untuk setiap kondisi dan itu menandakan letak pot tanaman yang akan menjadi tujuan penyiraman dari robot utama. Setiap kondisi tanah diberikan variabelnya masing-masing, untuk penelitian ini kondisi tanah dibatasi untuk menjadi 3 jenis kondisi yaitu kering, lembab dan ideal. Tujuan penelitian ini salah satunya adalah mendapatkan kondisi tanah yang ideal untuk tanaman, dapat dilihat pada gambar 16 grafik nilai kelembaban tanah berdasarkan nilai *output* dari sensor kelembaban tanah yang berupa nilai ADC dan menjelaskan bahwa ada tiga jenis nilai kelembaban tanah yaitu kering, lembab, ideal.

Keterangan pada sumbu *horizontal* dari grafik diatas adalah tingkatan dari tiap jenis kelembaban yang mana di kategorikan rendah, sedang dan tinggi. Lalu keterangan pada sumbu *vertical* adalah nilai dari kadar kelembaban yang didapat dari nilai sensor yang berbentuk dari nilai keluaran ADC. Nilai keluaran ADC ini dikonversikan kedalam nilai persen untuk menjadikannya nilai kelembaban tanah, pembagian jenis kelembaban diatur berdasarkan penelitian sendiri. Nilai 0 pada ADC menandakan bahwa tanah berada dalam kondisi basah dan menuju ke nilai 1024 pada yang menunjukkan tanah dalam kondisi kering [7]. Proses penyiraman ini dapat efektif dilakukan hanya pada tanaman-tanaman untuk kebun kecil ataupun kebun rumahan, yang mana proses ini memerlukan



Gambar 16. Grafik nilai kelembaban

lahan untuk menjadi tempat jalan robot *line follower* dan tempat untuk peletakan pot-pot yang ada. Kadar air yang diperlukan ataupun akan diberikan tergantung dari lebar bidang tanah pada tiap pot sehingga bisa ditentukan kadar air penyiraman berdasarkan lebar bidang tanah dan hasil pembacaan nilai ADC dari sensor kelembaban.

Hasil dari pembacaan nilai ADC diolah menjadi nilai persentase, prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog kedalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal *input* dan tegangan referensi [4]. Dalam tiap rentang nilai yang ada hanya akan terdapat satu jenis penyiraman tiap kondisi yang ada, contohnya pada kondisi kering, baik dalam kondisi kering rendah, sedang, ataupun tinggi, tetap akan dilakukan satu proses penyiraman kering. Begitu juga dengan kondisi tanah lainnya, dan ketika kondisi ideal maka bidang tanaman sudah tidak memerlukan penyiraman lagi. Karena pada dasarnya ketika tanaman mendapatkan kadar air berlebihan maka tanaman akan busuk ataupun rusak dan juga ketika tanaman kekurangan air maka tanaman akan kekeringan dan mati.

Persamaan (2) adalah perhitungan persentase kelembaban berdasarkan dari konversi nilai ADC dari hasil pembacaan sensor kelembaban tanah :

$$\frac{\text{Nilai Terbaca (ADC)}}{\text{Nilai Maksimal (ADC)}} \times 100\% = \quad (2)$$

Pengambilan data perhitungan berdasarkan 3 kondisi yang telah ditentukan:

- Kering

$$\frac{280}{1024} \times 100\% = 27\% \text{ (Kering)}$$

Perhitungan data diatas menggunakan nilai data dari sensor ketika sensor membaca nilai kelembaban sebesar 280 ADC dan setelah melakukan perhitungan maka didapat nilai kelembaban tanah sebesar 27% dan dari nilai ini termasuk dalam jenis tanah kering.

- Lembab

Tabel II
NILAI KELEMBABAN BERDASARKAN NILAI ADC

No	Jenis Tanah	Batas Nilai Kelembaban (ADC)
1	Ideal	0-500 (0%-49%)
2	Lembab	501-700 (50%-68%)
3	Kering	701-1024 (69%-100%)

$$\frac{650}{1024} \times 100\% = 63\% \text{ (Lembab)}$$

Perhitungan data diatas menggunakan nilai data dari sensor ketika sensor membaca nilai kelembaban sebesar 650 ADC dan setelah melakukan perhitungan maka didapat nilai kelembaban tanah sebesar 63% dan dari nilai ini termasuk dalam jenis tanah lembab.

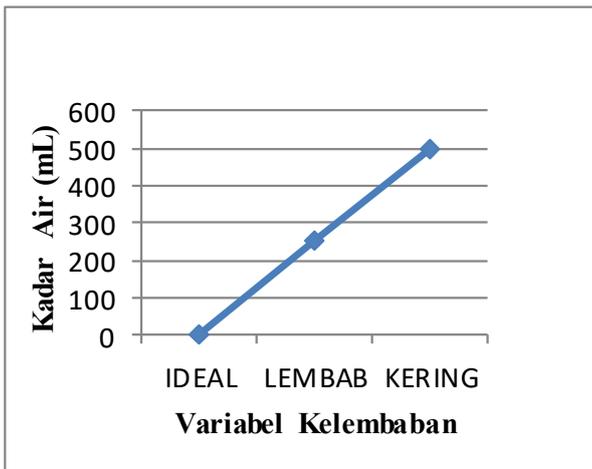
- Ideal

$$\frac{850}{1024} \times 100\% = 83\% \text{ (Ideal)}$$

Perhitungan data diatas menggunakan nilai data dari sensor ketika sensor membaca nilai kelembaban sebesar 850 ADC dan setelah melakukan perhitungan maka didapat nilai kelembaban tanah sebesar 83% dan dari nilai ini termasuk dalam jenis tanah ideal.

2) Hasil pengujian penyiraman

Berdasarkan kenyataan tersebut maka dari itulah robot ini diciptakan agar dapat menciptakan kondisi ideal pada tanaman agar tidak kekeringan ataupun kelebihan air sehingga dapat meningkatkan presentase kesuksesan dalam bercocok tanam. Gambar 17, menjelaskan bahwa *range* nilai penyiraman pada pot tanaman bahwa ketika kondisi ideal tidak diperlukan penyiraman, lalu saat memasuki kondisi tanah lembab maka dilakukan penyiraman yang membutuhkan kadar air sebanyak 250ml, dan saat memasuki kondisi tanah kering maka dilakukan penyiraman yang membutuhkan kadar air sebanyak 500ml, yang mana kondisi ini sudah diatur untuk kebutuhan pengambilan data. *Range* nilai penyiraman tanah dalam kondisi kering yaitu dari *range* nilai 0 hingga 500 (dalam nilai ADC), *range* nilai penyiraman tanah dalam kondisi lembab yaitu dari *range* nilai 501 hingga 700 (dalam nilai ADC), *range* nilai penyiraman tanah dalam kondisi lembab yaitu dari *range* nilai 701 hingga 1024 (dalam nilai ADC). Nilai tersebut didapat langsung dari keluaran sensor kelembaban tanah. Kendali nilai penyiraman semua berpacu dalam nilai-nilai dan ketetapan yang ada pada grafik, yang mana *range* nilai 0-600 merupakan banyak air yang diberikan dalam satuan mL (milliliter). Kondisi tanah kering, lembab, dan ideal ditentukan berdasarkan data-data yang telah diteliti. Dimana ada penyesuaian data dari nilai keluaran pada sensor kelembaban, yang mana sensor kelembaban diletakkan langsung pada tanah di tiap pot. Pengaturan kebutuhan air yang disiramkan didapat dari data ilmu pertanian, yang mana jenis tanaman dan lebar bidang

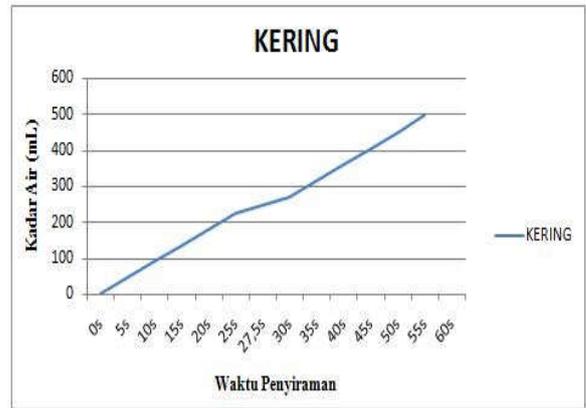


Gambar 17. Grafik nilai penyiraman

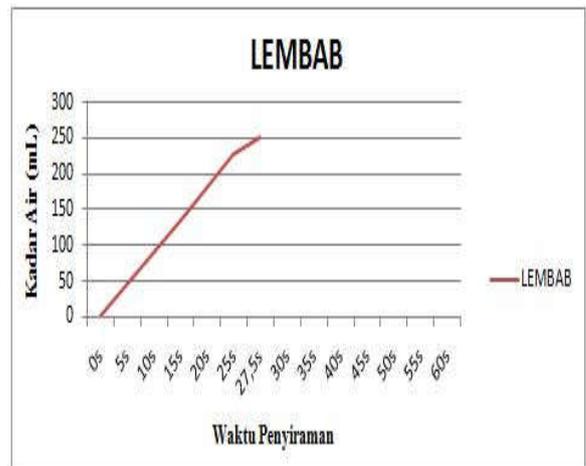
tanah/pot yang menjadi tempat tanaman bertumbuh. Kendali nilai penyiraman yang sudah ada didapat ataupun diproses melalui tangki air yang terhubung langsung dengan pompa air mini dan diteruskan menuju *spuyer* yang akan menembakkan air ke tiap pot. Sesuai. Dengan *range* nilai yang ditentukan tiap kondisi penyiraman membutuhkan waktu sekian detik untuk mencapai target nilai penyiraman. Jadi penyiraman menyesuaikan juga dengan tingkat kemampuan pompa dan besar *spuyer* air yang ada.

Berdasarkan dari data nilai penyiraman yang telah didapatkan maka dilakukan pembagian nilai penyiraman berdasarkan kondisi tanah yang ada, dan untuk mencapai target sesuai dengan kebutuhan air dan kelembaban tanah hal tersebut diatur pada lama atau tidaknya pompa air mini bekerja. Gambar 18 akan menunjukkan lama penyiraman pada kondisi tanah kering dan berapa banyak air yang dibutuhkan pada kondisi tanah kering. Begitu juga dengan kondisi tanah lembab, gambar 19 menampilkan grafik lama penyiraman berdasarkan kondisi tanah lembab dan lama waktu yang dibutuhkan. Pada tanah kondisi ideal robot didesain untuk tidak perlu melakukan penyiraman karena kondisi tanah sudah pada kelembaban tanah ideal dan sudah tidak diperlukan untuk dilakukan penyiraman hingga waktu yang tidak ditentukan. Grafik yang ada menunjukkan lama penyiraman dan banyak air yang dikeluarkan berbanding lurus, khususnya dalam gambar ini ketika tanah kering yang mana membutuhkan kadar air sebanyak 500ml. Maka waktu yang dibutuhkan pompa air mini dalam menyiramkan 500ml ke bidang tanaman yaitu selama 57,5 detik. Lalu pada kondisi tanah lembab yang mana membutuhkan kadar air sebanyak 250ml. Maka waktu yang dibutuhkan pompa air mini dalam menyiramkan 250ml ke bidang tanaman yaitu selama 29,5 detik.

Kendali nilai *input* dan *output* diatur dari arduino, yang mana input berupa nilai kelembaban yang didapat dari sensor kelembaban yang ada di tiap pot. Input ini dikirim melalui *transmitter* NRF 24L01 dan diterima oleh *receiver* 24L01 yang nantinya data diproses dalam arduino dan



Gambar 18. Grafik nilai penyiraman tanah kering



Gambar 19. Grafik nilai penyiraman tanah lembab

diaplikasikan dalam bentuk gerak robot dan penyiraman air pada tiap pot.

3) Hasil pengujian NRF24L01

Sistem pengiriman data pada robot penyiram tanaman otomatis ini dibantu oleh perangkat wireless NRF 24L01, yang mana perangkat ini berperan sebagai *Transmitter* juga *Receiver*. Perangkat ini mencakup dua peran tersebut untuk menyampaikan data dari sensor kelembaban yang berada pada bagian pot-pot tanaman, lalu dikirimkan ke robot untuk selanjutnya diproses menjadi arah gerak dan besar penyiraman yang akan dilakukan oleh robot. Pada penelitian ini digunakan jenis tanaman tomat, tanaman tomat membutuhkan kadar air yang menyesuaikan dengan besar bidang atau pot tanaman yang menjadi bidang tanaman itu sendiri. Dalam percobaan ini digunakan bidang atau pot tanaman yang memiliki diameter 15 cm dan tinggi pot 10 cm, sehingga tanaman tomat membutuhkan kadar air 500 mL ketika kondisi kering, dan 250 mL ketika kondisi lembab agar mencapai kondisi ideal kelembaban tanah yang seharusnya.

TABEL III
PENGUJIAN PENDETEKSIAN TRANSMITTER DAN RECEIVER

Pengujian	Jarak robot dari Transmitter	Kondisi Kelembaban Tanah	Waktu deteksi Receiver	Status (terdeteksi/ tidak terdeteksi)
1	50 cm	Kering	2 s	Terdeteksi
2	70 cm	Kering	2 s	Terdeteksi
3	100 cm	Lembab	4 s	Terdeteksi
4	100 cm	Kering	3 s	Terdeteksi
5	150 cm	Kering	3 s	Terdeteksi
6	200 cm	Lembab	5 s	Terdeteksi
7	250 cm	Lembab	6 s	Terdeteksi
8	300 cm	Kering	6 s	Terdeteksi
9	350 cm	Kering	6 s	Terdeteksi
10	400 cm	Lembab	8 s	Terdeteksi

Setiap nilai kelembaban memiliki variabel-variabel tersendiri agar robot bisa mengolah data secara baik dan benar tanpa adanya data yang bertabrakan ketika NRF24L01 sedang dalam proses pengiriman. Data kelembaban dari sensor kelembaban yang tertancap ditanah lalu dikirim melalui NRF24L01 menuju NRF24L01 yang berada pada *mobile* robot yang nantinya akan diolah menjadi persentase nilai kelembaban yang akan diterjemah menjadi banyak kadar air yang dibutuhkan pada tanaman dan akan dilakukan penyiraman pada tanaman yang dituju. Proses ini berlangsung sekitar 2 menit hingga 7 menit tiap potnya, tergantung letak pot dan banyak air yang akan disiram. Hal ini dikarenakan proses pengolahan data pada robot berlangsung cukup lama, dikarenakan banyaknya data yang akan dijalankan ataupun di ulang. Dalam pengujiannya terhadap jarak, proses ataupun respon yang didapat dari robot berbeda tergantung jarak pengujian, namun secara keseluruhan respon penyampaian data dan penerimaan data termasuk dalam respon yang cukup baik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan dalam implementasi WSN pada robot penyiram tanaman otomatis, maka dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan hasil dari penelitian bahwa dalam pengujian sensor kelembaban tanah, nilai yang didapat sensor harus diubah terlebih dahulu dari nilai ADC kedalam nilai biner untuk dapat menentukan jarak nilai kelembaban tanah. Untuk pengujian pengiriman data kelembaban, *transmitter* dan *receiver* NRF 24L01 memiliki tingkat pengiriman data yang baik dalam mengirimkan data kelembaban, respon sistem pengiriman data berlangsung cepat dan baik, namun dalam pengolahan data proses berjalan menuju tiap pot untuk menyiram respon sistem dapat dikategorikan cukup lambat, dikarenakan banyaknya program data yang diolah untuk melakukan penyiraman. Proses penyiraman yang dilakukan robot dilakukan satu persatu, tidak bisa langsung membaca nilai kelembaban tanah lain sebelum selesai melakukan satu penyiraman, sistem nirkabel ini masih belum bisa

TABEL IV
WAKTU YANG DIPERLUKAN UNTUK MENUJU TIAP POT

Waktu	Tujuan
190 s – 240 s	POT A
150 s – 180 s	POT B
190 s – 240 s	POT C

menentukan tanaman mana yang paling memerlukan penyiraman berdasarkan nilai kelembaban tanah.

Dari kesimpulan penelitian maka peneliti memberikan sara agar, robot bisa menggunakan sensor *line follower* yang memiliki pembacaan garis yang bagus. Menggunakan *Transmitter* dan *Receiver* yang bisa melakukan pengiriman data secara cepat, agar didapatkan respon sistem penyiraman dan pergerakan yang baik dari segi waktu maupun efisiensi penggunaan air.

V. KUTIPAN

- [1] Arduino, cc. (8 Februari 2017). *Arduino Uno Atmega 328*. [Online]. Tersedia di : <https://store.arduino-uno-328-rev3>
- [2] Arduino, cc. (10 Februari 2017). *Arduino Nano Atmega 328* [Online]. Tersedia di: <https://store.arduino-uno-328-rev3>
- [3] Dinas Perkebunan Sulut. (24 Mei 2017). [online]. Tersedia di: <http://sulutprov.go.id/welcome/index.php?mid=DinasPerkebunan>.
- [4] D. Haryanto,., “*Analog To Digital Converter*” 12 Agustus 2017. Staff.uny.ac.id - Teknik Antarmuka, ADC
- [5] Indo-ware.. *Moisture Sensor*. 7 Agustus 2017. [Online]. Tersedia di: <http://indo-ware.com/produk-284-moisture-sensor-.html>
- [6] B. Masure. *Pengertian Wireless Sensor Network*. (19 Agustus 2017). [Online]. Tersedia di : <https://botanmeasure.wordpress.com/2015/08/19/pengertian-wireless-sensor-network/>
- [7] Politeknik Negeri Bandung. . (24 Januari 2017). *Project Instrumentasi* [Online]. Tersedia di: <https://www.slideshare.net/ShiddiqJafar/prototype-alat-penyiram-tanaman-otomatis-dan-pengontrol-level-air-dengan-arduino-uno>
- [8] Sezgingul, (13 Oktober 2017). *Arduino Using NRF24L01 Rf Module*. [Online]. Tersedia di : <http://www.instructables.com/id/Arduino-NRF24L01-USING-RF-Module/>



Penulis bernama lengkap Franklin Tongam Marojahan Rajagukguk, anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir di Kota Bantul pada tanggal 14 Mei 1995. Sekarang beralamat di Kec.Malalayang, Malalayang 1, Manado, Sulawesi Utara. Menempuh pendidikan pertama adalah TK Citra Harapan, Bekasi (2000-2001) kemudian melanjutkan ke SD Santa Maria Monica Duren Jaya, Bekasi (2001-2003) kemudian melanjutkan sekolah di SD Katolik W.R Soepratman, Samarinda, Kalimantan Timur (2003-2004) lalu, melanjutkan ke SD 031 Tanah Grogot, Kalimantan Timur (2004-2006) selanjutnya, melanjutkan ke SMPN 1 Tanah Grogot, Kalimantan Timur (2006-2009) dan menyelesaikan sekolah tingkat atas di SMA Katolik W. R Soepratman,

Samarinda, Kalimantan Timur (2009-2012). Tahun 2012, penulis melanjutkan studi di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Dua tahun dalam menempuh kuliah, yaitu tahun 2014, penulis memilih konsentrasi minat Teknik Kendali. Setelah menyelesaikan kerja praktek di PTP NUSANTARA XIII, Kalimantan Timur, penulis memutuskan untuk menulis Tugas Akhir mengenai Implementasi WSN Pada Robot Penyiram Tanaman Otomatis. Selama kuliah, penulis aktif dalam organisasi mahasiswa antara lain menjadi Pengurus Himpunan Mahasiswa Elektro Periode 2016-2017 sebagai Ketua Himpunan Mahasiswa Elektro. Penulis juga pernah menjabat sebagai Coordinator Laboratorium Teknik Kendali (*Control Engineering Community*) periode 2014-2015, serta menjadi peserta Kontes Robot ABU Indonesia 2015 di Politeknik Negeri Banjarmasin, dalam bidang akademik penulis pernah mengikuti pelatihan robotika, pelatihan PLC dan modul Praktikum Lucas Null tahun 2015 dan seminar-seminar akademik serta seminar-seminar non akademik (organisasi) lainnya.