

SWARM ROBOT : FOLLOWING THE LEADER

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Ariansyah	NIRM	1051802
Sella	NIRM	1051825

**POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI
BANGKA BELITUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Proyek Akhir

Swarm Robot : Following The Leader

Oleh :

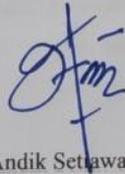
Ariansyah 1051802

Sella 1051825

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

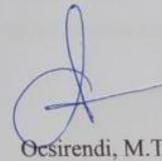
Menyetujui,

Pembimbing 1



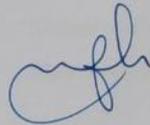
I Made Andik Setiawan, Ph.D

Pembimbing 2



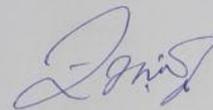
Oesirendi, M.T

Penguji 1



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd

Penguji 2



Zanu Saputra, M.Tr.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ariansyah NIRM : 1051802

Nama Mahasiswa 2 : Sella NIRM : 1051825

Dengan judul : *Swarm Robot : Following The Leader*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 31 Januari 2022

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2



.....
.....

ABSTRAK

Robot merupakan seperangkat komponen elektronik yang di program terlebih dahulu untuk melakukan sebuah tugas baik dengan pengawasan maupun kontrol manusia. Pengembangan robot terus dilakukan salah satunya swarm robot. Swarm robot merupakan robot-robot yang saling bekerja sama seperti kumpulan serangga untuk mengerjakan sebuah pekerjaan. Swarm robot terdiri dari robot leader dan robot follower yang harus saling berkomunikasi untuk penentuan posisi menggunakan estimasi jarak. Sistem komunikasi menggunakan dua buah modul xbee untuk mendapatkan nilai Receive Signal Strength Indicator (RSSI) dalam penentuan jarak antar robot sehingga robot follower dapat mengikuti pergerakan dari robot leader. Metode yang dilakukan yaitu dengan memanfaatkan nilai RSSI terhadap jarak dalam menentukan estimasi posisi dari robot leader. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di dapatkan hasil bahwa kedua xbee saling berkomunikasi dengan menggunakan nilai RSSI terhadap jarak sehingga robot follower dapat menentukan posisi dari robot leader dengan mencari nilai RSSI terkuat.

Kata Kunci: Robot, Modul Xbee, RSSI, Swarm Robot

ABSTRACT

Robot is a set of electronics devices that are programmed in advance to perform a task either with human supervision or control. Robot development continues to be carried out, one of which is swarm robots. Swarm robots are robots that work together like a collection of insects to do a job. The swarm robot consists of a leader robot and a follower robot that must communicate with each other for positioning using distance estimation. The communication system uses two xbee modules to get the Receive Signal Strength Indicator (RSSI) value in determining the distance between robots so that the follower robot can follow the movement of the leader robot. The method used is by utilizing the RSSI value against distance in determining the estimated position of the robot leader. Based on the results of the tests carried out, it was found that the two xbees communicate with each other by using the RSSI value against the distance so that the follower robot can determine the position of the leader robot by finding the strongest RSSI value.

Keywords: Robot, RSSI, Swarm Robot, Xbee Module

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini. Adapun tujuan disusunnya makalah ini adalah sebagai syarat dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

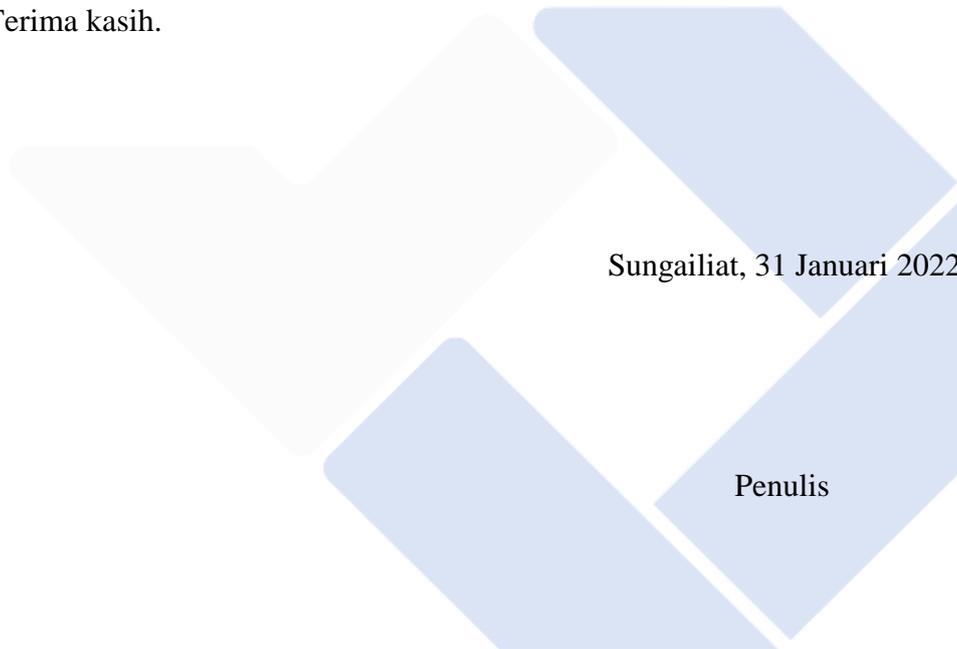
Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu dan pengetahuan yang telah dipelajari selama 3,5 tahun belajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada pembuatan alat dan makalah Proyek Akhir ini.

Adapun tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tentu bukan hanya karena hasil kerja penyusun semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu terselesaikannya laporan ini, diantaranya:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan ilmu dan arahan pada penulisan Laporan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Ocsirendi, M.T., selaku pembimbing II dan Kepala Prodi Diploma III Teknik Elektronika yang telah memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat, serta penyusunan laporan.
3. Bapak M. Iqbal Nugraha, M.Eng., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Indra Dwisaputra, M.T., selaku Kepala Prodi Diploma IV Teknik Elektronika.
5. Bapak Yudhi, M.T., selaku dosen wali dari kelas Diploma IV Teknik Elektronika angkatan 25.
6. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, do'a, dukungan moril maupun materi dan semangat.

8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis berharap segala petunjuk, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk perbaikan dan pengembangan penulisan selanjutnya. Penyusun berharap semoga laporan ini bermanfaat untuk kita semua. Terima kasih.



Sungailiat, 31 Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. <i>Swarm Robot</i>	4
2.2. Modul Xbee.....	8
2.3. <i>Receive Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	9
2.4. Arduino Mega2560	10
2.5 Roda Omni Wheel.....	12
BAB III METODE PELAKSANAAN	13
3.1. Studi Literatur	13
3.2. Perancangan <i>Hardware</i>	13
3.3. Perencanaan Komponen yang Digunakan.....	16
3.3.1 Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT.....	16

3.3.2	Driver Motor L298N	17
3.3.3	Arduino Mega 2560.....	18
3.3.4	Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ <i>Encoder</i>	19
3.3.5	Omni Wheel.....	20
3.4.	Pengujian Sistem	21
3.4.1	Pengujian <i>Hardware Electrical</i>	22
3.4.2	Pengujian keseluruhan.....	22
3.5.	Analisa.....	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		23
4.1.	Bentuk Komunikasi Robot <i>Follower</i> dan Robot <i>Leader</i>	23
4.2.	Pelaksanaan Sistem	24
4.3.	Pembuatan <i>Hardware</i>	25
4.4.	Pengujian Modul Xbee.....	27
4.5.	Pengujian Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ <i>Encoder</i>	30
4.6.	Pengujian <i>Receive Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	32
4.6.1.	Pengukuran Nilai RSSI terhadap jarak.....	32
4.7.	Pengujian Keseluruhan.....	39
BAB V PENUTUP		41
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN 1.....		44
LAMPIRAN 2.....		47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi dari Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT	17
Tabel 3.2 Spesifikasi dari Module Driver Motor L298N.....	18
Tabel 3.3 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560	18
Tabel 3.4 Spesifikasi Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder	20
Tabel 3.5 Spesifikasi Omni Wheel 100 mm	21
Tabel 4.1 Kecepatan Motor Terhadap PWM	31
Tabel 4.2 Pengukuran nilai RSSI pada sumbu X.....	34
Tabel 4.3 Pengukuran nilai RSSI pada sumbu Y.....	36
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pergerakan Arah Robot Follower	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Swarm robot	6
Gambar 2.2 Sistem Komunikasi mobile robot	7
Gambar 2.3 Swarm robot	7
Gambar 2.4 Modul Xbee	8
Gambar 2.5 Konfigurasi pin pada modul Xbee	9
Gambar 2.6 Arduino Mega2560	11
Gambar 2.7 Blok komunikasi serial	11
Gambar 2.8 Roda Omni Wheel	12
Gambar 3.1 Rancangan konstruksi	14
Gambar 3.2 Blok diagram kerja	15
Gambar 3.3 Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT	16
Gambar 3.4 Module Driver Motor L298N	17
Gambar 3.5 Arduino Mega 2560	18
Gambar 3.6 Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder	19
Gambar 3.7 Omni Wheel 100 mm	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada bidang robot yang semakin canggih membuat robot dipergunakan untuk membantu berbagai macam kebutuhan Manusia. Robot merupakan seperangkat komponen elektronik yang di program terlebih dahulu untuk melakukan sebuah tugas baik dengan pengawasan maupun kontrol manusia. Kelebihan utama dari penggunaan robot yaitu segi kepraktisan terutama dalam kehidupan Manusia dan membantu meminimalisir pekerjaan yang tidak dapat dijangkau oleh Manusia pada umumnya. Terdapat kondisi tertentu di dalam berbagai kehidupan manusia yang tidak dapat ditangani oleh manusia sendiri, hal itu meliputi akurasi, kecepatan dan resiko.

Salah satu klasifikasi umum robot berdasarkan mobilitasnya adalah *mobile robot*. *Mobile robot* merupakan sebuah konstruksi robot yang mana terdapat aktuator berupa roda sehingga robot dapat berpindah posisi dengan leluasa. Pengembangan *mobile robot* terus dilakukan salah satunya yaitu *swarm robot*. *Swarm robot* merupakan robot-robot yang saling bekerja sama seperti kumpulan serangga untuk mengerjakan sebuah pekerjaan sehingga dapat mempermudah pekerjaan yang sulit dilakukan. Keuntungan menggunakan *swarm robot* meliputi peningkatan kemampuan pencarian target dalam cangkupan yang luas dan toleransi kesalahan yang tinggi.

Swarm robot memiliki dua atau lebih robot, yang mana terdiri dari robot *leader* dan beberapa robot *follower*. Robot *leader* atau dengan kata lain disebut robot pemimpin berfungsi untuk memberikan perintah kepada robot *follower* sesuai dengan instruksi yang diinginkan oleh pengontrol sehingga robot *follower* akan mengikuti instruksi yang diberikan oleh robot *leader*. Pada umumnya *swarm robot* berfungsi untuk pencarian suatu target dengan resiko tinggi dan tidak dapat dijangkau oleh manusia pada umumnya. Dalam kemampuan pencarian suatu target ada tiga tahap

yang harus dilalui. Tahapan-tahapan itu adalah pencarian target, melakukan pelacakan terhadap target, dan mendeklarasikan penemuan target tersebut. Setelah mencapai target robot *leader* akan mendeklarasikan penemuannya dengan memberikan informasi berupa estimasi posisi dari target tersebut [1].

Estimasi posisi dari target yang telah ditemukan dapat menghemat waktu dari pergerakan robot *follower* lainnya dalam mendekati target tersebut. Akan tetapi untuk menemukan estimasi posisi dari robot *leader* membutuhkan pengetahuan jarak antar robot, pengetahuan jarak ini membutuhkan komunikasi dua arah antar robot akan tetapi komunikasi tersebut tidak bisa dilakukan seperti komunikasi manusia yang bisa dikontrol secara langsung. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan masalah tersebut dibuat sebuah tugas akhir dengan judul “*Swarm Robot :Following The Leader*”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana robot *leader* dan robot *follower* bisa saling berkomunikasi dalam penentuan estimasi posisi menggunakan kekuatan sinyal dengan estimasi jarak?
2. Bagaimana robot *follower* dapat mendeteksi letak posisi dari robot *leader* dan bergerak mendekati posisi robot *leader*?
3. Bagaimana robot *leader* dapat memberikan estimasi posisi dari robot *leader* kepada robot *follower*?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan berdasarkan latar belakang proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat robot yang saling berkomunikasi dengan menggunakan kekuatan sinyal berupa nilai RSSI.

2. Membuat *robot follower* yang dapat mendeteksi posisi dari robot *leader* dan mendekati posisi dari robot *leader* tersebut.
3. Membuat robot *follower* yang dapat bergerak maju mundur dan kanan kiri.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Jarak antara robot *leader* dengan robot *follower* maksimal 30 meter.
2. Robot *follower* tidak dapat bergerak mendekati posisi dari robot *leader* secara langsung akan tetapi harus mencari terlebih dahulu dengan membaca kekuatan sinyal terkuat berupa nilai RSSI.
3. Robot *follower* berhenti mendekati posisi robot *leader* ketika nilai RSSI telah mencapai nilai RSSI 7 (-dBm).
4. Ruang pencarian yaitu pada ruangan bebas tanpa rintangan disekitarnya.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. *Swarm Robot*

Swarm robot adalah salah satu cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan robot-robot berperilaku seperti satu kerumunan serangga yang saling bekerja sama dalam melakukan suatu pekerjaan, misalkan untuk mencari makan atau mengangkat makanan yang lebih besar [1] Salah satu metode navigasi pada kelompok *swarm robot* yaitu *Particle Swarm Optimization* (PSO). PSO merupakan bagian dari *swarm intelligence* yang didefinisikan sebagai kecerdasan berbasis populasi di mana setiap populasi merupakan individu itu sendiri yang bergerak di suatu ruang pencarian. Setiap individu dapat menentukan gerakan mereka sendiri dengan mempertimbangkan beberapa aspek dari posisi mereka sebelumnya. Salah satu metode yang populer pada navigasi robot yaitu metode *Ant Colony Optimization* (ACO). ACO merupakan suatu kecerdasan kelompok yang dikembangkan oleh Marco Dorigo pada tahun 1992. ACO tercipta dari perilaku semut dan kemampuannya untuk menemukan jalur terpendek dari sarangnya ke sumber makanan.

Berdasarkan penelitian Siti Nurmaini [1], mengenai implementasi *swarm robot* menggunakan sebuah pendekatan untuk menyelesaikan masalah perilaku pada robot bergerak dalam mencapai posisi target berdasarkan kombinasi teknik logika *fuzzy* dan *particle swarm optimization* (PSO). Dalam perancangan robot *swarm* sistem navigasi dibuat untuk memandu pergerakan robot tersebut supaya tidak terganggu dan juga bertabrakan dengan barang sekitar. Salah satu metode agar robot dapat menentukan koordinat dengan baik adalah logika *fuzzy*. Selain itu agar target dapat ditemukan dalam posisi yang lebih baik maka salah satu metode yang dapat diterapkan adalah *particle swarm optimization* (PSO).

Implementasi PSO pada kasus *swarm robot*, yaitu setiap robot akan dijadikan sebagai konsumen, sedangkan posisi target sebagai sumber makanan yang ada. Pada

penelitian Siti Nurmaini[1], menggunakan 5 robot untuk pengujian, salah-satu robot akan menjadi robot *leader*, dan robot *follower* harus mengetahui jarak dan arah dari robot *leader*. Pergerakan robot hanya bergerak satu arah sedangkan pada proyek akhir ini robot dapat bergerak secara dua arah yaitu sumbu X dan sumbu y, Sedangkan data koordinat yang didapat dari masing-masing robot dan untuk mendapatkan jarak dan arah dari setiap robot menggunakan rumus berikut ini.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$a = x_2 - x_1,$$

$$b = y_2 - y_1,$$

$$\theta = \tan^{-1} b/a \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

c = jarak robot *follower* dan *leader*

Θ = arah robot *leader* dari robot *follower*

a = selisih koordinat x robot *follower* dan *leader*

x_1 = koordinat x robot *follower*

x_2 = koordinat x robot *leader*

b = selisih koordinat y robot *follower* dan *leader*

y_1 = koordinat y robot *follower*

y_2 = koordinat y robot *leader*

Pada penelitian Siti Nurmaini[1], digunakan 4 buah perangkat komunikasi Xbee untuk proses komunikasi, dimana 3 buah perangkat Xbee pada masing-masing robot dan 1 buah perangkat Xbee terhubung langsung dengan komputer yang

digunakan sebagai penerima data dan sebagai penghubung dari 3 robot. Hasil percobaan menunjukkan algoritma Fuzzy-PSO yang digunakan pada pembuatan *swarm robot* mampu mengarahkan robot pemimpin untuk mendekati posisi target yang telah ditentukan sebelumnya dan juga dengan logika ini mampu membuat pergerakan robot menjadi lebih halus. Berikut adalah Gambar 2.1 dari *swarm robot* yang dibuat pada penelitian Siti Nurmaini tersebut.

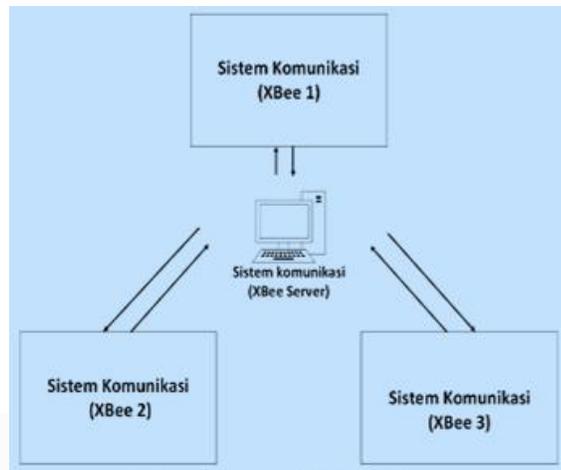


Gambar 2.1 *Swarm robot* [1]

Berdasarkan penelitian Muhammad Maulana Aditya dan kawan-kawan [2], sistem komunikasi pada *swarm robot* yaitu dengan menggunakan Zigbee. Zigbee banyak digunakan dikarenakan konsumsi daya yang rendah, sehingga dengan menggunakan baterai dapat membuat Zigbee bertahan lebih dari setengah tahun. Pada Zigbee juga dapat mentransfer data sebesar 250Kbps lebih rendah dibanding perangkat *wireless* lainnya seperti *Bluetooth*, sedangkan untuk jarak komunikasi tersendiri dapat hingga 76 meter, jarak tersebut lebih jauh dibanding dengan jarak komunikasi pada *Bluetooth*.

Zigbee memiliki beberapa produk salah satunya yaitu Xbee. Pada Xbee terdapat *Radio Frequency Transceiver (RFT)*. *Radio Frequency Transceiver (RFT)* berfungsi sebagai komunikasi secara *full-duplex*. *Duplex* merupakan sebuah istilah yang digunakan dalam bidang telekomunikasi yang tertuju pada komunikasi dua arah [2].

Sedangkan *full duplex* merupakan komunikasi antara dua belah pihak yang mengirimkan data dan menerima data dalam waktu yang sama [2]. Uji coba ukuran kekuatan sinyal yaitu berupa nilai RSSI yang diterima oleh *receiver*. Berikut ini Gambar 2.2 sistem komunikasi pada penelitian tersebut.



Gambar 2.2 Sistem Komunikasi *mobile robot* [2]

Berdasarkan penelitian Muhammad Maulana Aditya dan kawan-kawan [2] didapatkan hasil bahwa jarak kekuatan sinyal yaitu sejauh 100 meter dengan kekuatan maksimum berjarak 4,9 meter. Semakin kecil nilai RSSI yang dipancarkan maka jarak juga semakin dekat. Pada penelitian ini juga menggunakan *swarm robot* dengan dua roda dan terdapat tiga buah robot yang harus saling berkomunikasi. Berikut ini Gambar 2.3 dari *swarm robot* penelitian Muhammad Maulana Aditya dan kawan-kawan.



Gambar 2.3 *Swarm robot* [2]

2.2. Modul Xbee

Xbee merupakan modul *wireless* yang mendukung protokol IEEE 802.15.4 dari Zigbee [3]. Zigbee merupakan sebuah protokol *Radio Frequency* (RF) yang dimiliki oleh Zigbee Alliance. Zigbee dikembangkan dengan standar yang lebih canggih dibanding *bluetooth*. Pada Zigbee terdapat fungsi *routing* dan *multi-hop* ke protokol radio berbasis paket.

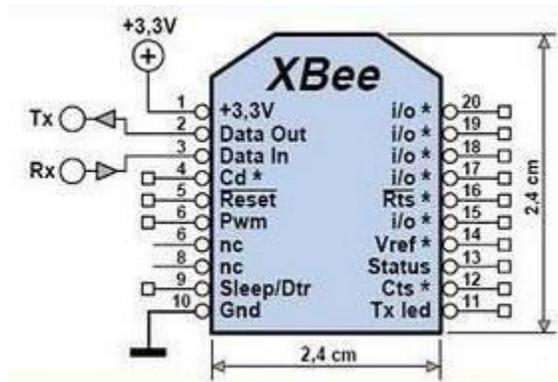
Jangkauan maksimal dari Zigbee yaitu 100m. IEEE 802.15.4 adalah dasar dari sebuah ZigBee dengan frekuensi komunikasi sebesar 2,4 GHz [3]. Berikut ini pada Gambar 2.4 tampak dari modul Xbee.



Gambar 2.4 Modul Xbee [4]

Modul Xbee memiliki 20 pin dengan fungsi dari setiap pin yang berbeda-beda. Untuk koneksi sederhananya membutuhkan pin VCC, GND, DOUT, dan DIN. Kemudian sebelum modul xbee digunakan perlu dilakukan *update firmware* terlebih dahulu pada modul xbee, untuk melakukan *update firmware* pada modul xbee memerlukan *board adapter* untuk menghubungkan modul xbee dengan komputer. Pin yang dikoneksikan pada xbee dengan *adapter* adalah pin VCC, GND, DOUT, DIN, RTS, dan DTR. VCC dan GND terhubung dengan suplai 3.3 V atau 5 V, DOUT merupakan pin *Transmit* (TX) yang dihubungkan dengan pin UART RX pada arduino, DIN merupakan pin *Receive* (RX) yang dihubungkan dengan pin UART TX pada Arduino. Kemudian terdapat pin PWM0/RSSI yang berfungsi sebagai indikator bahwa adanya penerimaan data pada modul Xbee. Modul Xbee merupakan modul *transceiver*

yang memiliki mekanisme pengiriman data secara serial. Berikut pada Gambar 2.5 merupakan gambar dari konfigurasi pin pada modul xbee.



Gambar 2.5 Konfigurasi pin pada modul Xbee [5]

Jaringan pada modul Xbee biasa disebut dengan PAN (*Personal Area Network*). Setiap jaringan pada perangkat xbee harus ditetapkan terlebih dahulu, jaringan ini ditetapkan dengan sebuah PAN *identifier* (PAN ID) yang unik. Modul xbee memiliki tiga macam node yang berbeda agar dapat membentuk suatu jaringan, yaitu: *Coordinator*, *Router*, dan *End Device*.

2.3. Receive Signal Strength Indicator (RSSI)

Receive Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan salah satu teknologi nirkabel yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh sebuah perangkat [6]. Kekuatan sinyal dapat diwakili oleh nilai RSSI dalam satuan negatif decibelmilliwatts (-dBm). Dalam memperkirakan jarak berdasarkan kekuatan sinyal ada beberapa model yang dapat digunakan. Model yang paling umum yaitu model propagasi pada ruang bebas dan model *log-distance*. Model *log-distance* dapat digunakan pada ruangan *indoor* ataupun *outdoor* karena model ini dapat diatur sesuai keadaan lingkungan sekitar [7].

Pada umumnya model *log-distance* lebih efisiensi, karena model ruang bebas tidak memperhitungkan segala jenis batasan yang ada. Model *log-distance* sangat baik digunakan di dalam ruangan, terdapat rumus yang dapat digunakan untuk mengukur jarak terhadap nilai RSSI.

Untuk mendapatkan nilai RSSI (- dBm) dapat menggunakan persamaan 1

$$\text{Nilai RSSI} = 10n \text{ Log } 10(d) + A \dots \dots \dots (2.2)$$

Persamaan 1 dapat disederhanakan menjadi persamaan 2 untuk mencari jarak antara pengirim dan penerima sinyal.

$$d = 10^{\frac{RSSI-A}{10n}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

n : nilai path loss exponent (ruang terbuka = 2, dalam gedung = 1,6-1,8)

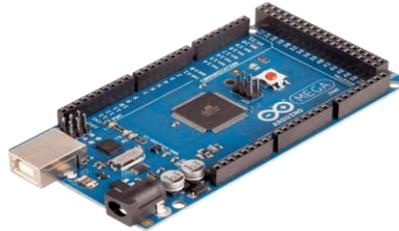
d : jarak

A: nilai referensi ketika nilai RSSI berada pada jarak 1 meter.

2.4. Arduino Mega2560

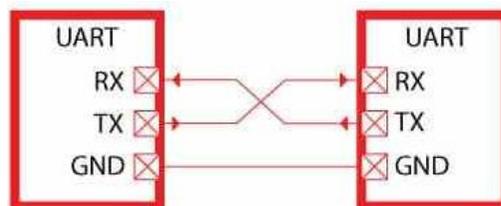
Arduino Mega2560 adalah sebuah mikrokontroler berbentuk seperti sebuah *board*. Didalamnya terdapat 54 digital pin *input/output*, yang mana 15 pin diantaranya digunakan sebagai *output* dari PWM, 16 pin lainnya digunakan sebagai *analog input*, 4 pin untuk UART (*hardware port serial*), *clock speed* 16 MHz, USB untuk mentransfer program dari Arduino ke laptop, koneksi kabel *jack*, pin *header ICSP*, serta terdapat tombol *reset* [4]. Kabel USB Arduino Mega2560 dihubungkan dengan komputer ataupun laptop yang digunakan untuk pemrograman yang berfungsi untuk memasukan program yang telah dibuat ke Arduino Mega2560, sedangkan untuk menghidupkan Arduino Mega2560 dihubungkan dengan baterai sebagai sumber untuk mengaktifkan Arduino Mega2560. Sumber baterai yang digunakan yaitu 9 V atau 12 V. Pada proyek akhir ini menggunakan sumber baterai 12 V untuk mengaktifkan robot *follower*.

Berikut ini pada Gambar 2.6 adalah gambar dari Arduino Mega2560 yang akan digunakan sebagai kendali dari kerja sistem.



Gambar 2.6 Arduino Mega2560

Untuk modul Xbee dapat berkomunikasi dengan modul Xbee lainnya maka pin RX dan TX modul xbee harus dihubungkan ke salah satu pin UART pada Aduino Mega2560. Pin UART ini berfungsi sebagai komunikasi serial pada Arduino. Komunikasi serial pada Arduino memungkinkan komputer dapat mengontrol Arduino , komunikasi serial membutuhkan dua *wire* agar dapat berfungsi yaitu RX dan TX. RX dapat juga disebut dengan *Receive* sedangkan TX bisa disebut dengan *Transmit*. Pin komunikasi serial pada Arduino Mega2560 terletak pada pin digital 0(RX) dan 1(TX) sebagai UART0, pin digital 19(RX1) dan 18(TX1) sebagai UART1, pin digital 17(RX2) dan 16(TX2) sebagai UART2, dan pin digital 15(RX3) dan 14(TX3) sebagai UART3. Untuk cara *wiring* pada pin komunikasi serial yaitu dengan cara menghubungkan pin RX Arduino dengan pin TX pada modul Xbee atau Arduino lainnya dan menghubungkan pin TX Arduino dengan pin RX pada modul xbee atau Arduino lainnya. Berikut ini pada Gambar 2.7 adalah gambar dari blok diagram komunikasi serial pada Arduino Mega2560.



Gambar 2.7 Blok komunikasi serial

2.5 Roda Omni Wheel

Roda Omni Wheel adalah sebuah roda yang dirancang tidak hanya mempunyai roda tunggal tetapi terdapat banyak roda (roda kecil) dalam satu roda inti. Roda omni termasuk tipe holonomic yaitu dapat bergerak bebas ke segala arah. Roda dapat digerakkan ke arah maju dan mundur tetapi juga dapat digerakkan ke arah kanan dan juga kiri. Oleh sebab itu roda omni wheel biasanya digunakan untuk gerakan pada sumbu horizontal serta gerakan maju-mundur. Roda omni wheel juga digunakan untuk penggerak robot differensial agar memiliki putaran yang lebih cepat. Berikut pada Gambar 2.8 merupakan gambar dari roda omni wheel.



Gambar 2.8 Roda Omni Wheel [6]

Pada proyek akhir ini menggunakan empat buah roda Omni Wheel dikarenakan *swarm robot* yang dirancang harus bergerak secara empat arah yaitu maju, mundur, kanan dan kiri sehingga dibuatlah robot yang berbentuk seperti persegi dengan setiap sisi diletakkan masing-masing satu roda untuk dapat menggerakkan secara empat arah.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metode pelaksanaan pembuatan tugas akhir yang berjudul “*Swarm robot : following the leader*”. Adapun parameter-parameter yang penting dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Robot *follower* dapat bergerak maju, mundur, ke kanan dan ke kiri dalam proses mencari keberadaan robot *leader*.
2. Robot *leader* dapat memberikan estimasi posisi berupa nilai RSSI kepada robot *follower* sehingga robot *follower* dapat bergerak mendekati robot *leader*.
3. Robot *follower* dapat membaca nilai RSSI terkuat yang dipancarkan oleh robot *follower*

Sehingga metode pelaksanaan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

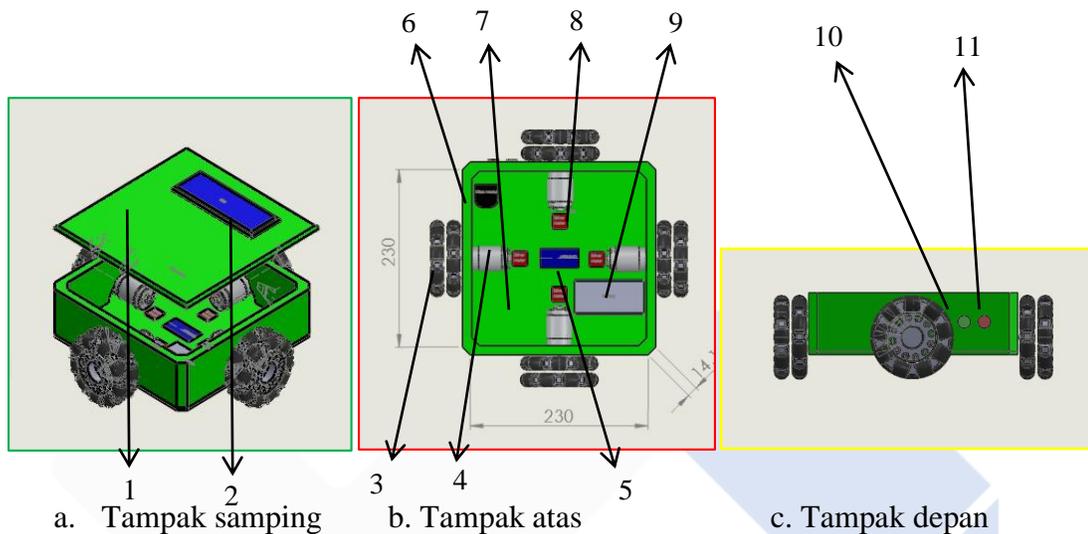
3.1. Studi Literatur

Proses pertama yang dilakukan yaitu melakukan studi literatur atau dengan kata lain disebut dengan studi pustaka. Studi pustaka yang dilakukan yaitu mencari jurnal-jurnal yang berkaitan dengan proyek akhir yang dibuat dan membaca Jurnal-jurnal dari penelitian yang dilakukan sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi membuat proyek akhir ini.

3.2. Perancangan *Hardware*

Proses perancangan *hardware* ini bertujuan untuk memberikan bayangan gambaran mengenai robot *follower* yang akan dibuat dikarenakan untuk robot *leader* hanya membuat dudukan untuk modul Xbee dan Arduino Mega2560 saja. Perancangan *hardware* dilakukan untuk menentukan rancangan konstruksi yang akan dibuat dan menentukan komponen yang akan digunakan pada *Swarm robot : following the leader* serta blok diagram kerja dari *swarm robot : following the leader*. Berikut ini pada

Gambar 3.1 merupakan gambaran dari robot *follower* yang akan dibuat. Pada gambar a. merupakan tampak samping dari robot *follower*, gambar b. merupakan tampak atas dari robot *follower*, dan gambar c. merupakan tampak depan dari robot *follower*.



Gambar 3.1 Rancangan konstruksi

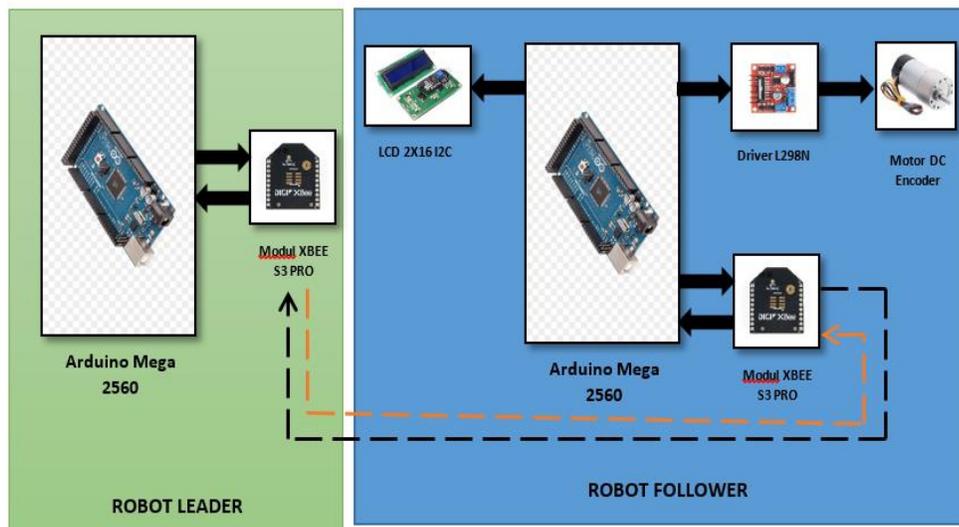
Berikut adalah keterangan komponen-komponen yang digunakan pada Gambar 3.1 rancangan konstruksi:

- 1 : Cover/penutup robot *follower* menggunakan akrilik dengan ukuran 230 mm × 230 mm, dengan ketebalan 5 mm
- 2 : LCD 16 × 2
- 3 : Roda Omni dengan diameter 100 mm
- 4 : Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ *Encoder*
- 5 : Baterai tegangan 12 Volt
- 6 : Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT
- 7 : *Base* robot *follower* menggunakan akrilik dengan ukuran 230 mm × 230 mm, dengan ketebalan 5 mm
- 8 : *Driver Motor* L298N
- 9 : Arduino Mega 2560

10 : *Start Button*

11 : *Stop Button*

Perancangan selanjutnya yaitu perancangan blok diagram kerja yang akan digunakan pada *swarm robot : following the leader*. Pada Gambar 3.2 merupakan gambaran dari blok diagram kerja yang digunakan untuk proyek akhir ini.



Gambar 3.2 Blok diagram kerja

Berdasarkan blok diagram kerja diatas bahwa komponen yang digunakan pada robot *leader* yaitu modul Xbee dan juga Arduino Mega2560 sedangkan komponen yang digunakan pada robot *follower* yaitu modul Xbee, Arduino Mega2560, *Driver L298N*, LCD, dan Motor DC. Komponen utama dari proyek akhir ini yaitu modul Xbee dikarenakan modul Xbee menjadi sarana dalam komunikasi antara robot *leader* dan robot *follower*, seperti mana pada gambar terdapat garis putus-putus yang menandakan hubungan komunikasi antara kedua modul Xbee pada masing-masing robot. Hubungan komunikasi berupa kekuatan sinyal dalam bentuk nilai *Receive Signal Strength Indicator (RSSI)*. Robot *leader* mengirim data kepada robot *follower* untuk selanjutnya data tersebut diterima oleh robot *follower* sehingga kedua robot dapat saling berkomunikasi antara modul Xbee 1 dengan modul Xbee 2.

3.3. Perencanaan Komponen yang Digunakan

Berdasarkan gambar blok diagram kerja, komponen yang akan digunakan untuk pembuatan proyek akhir “*Swarm Robot : Following The Leader*”. Perencanaan komponen dibuat untuk menentukan komponen apa yang akan digunakan sehingga memudahkan proses perakitan komponen. Perencanaan komponen berikut merupakan komponen utama dalam proses pembuatan proyek akhir ini. Berikut ini adalah spesifikasi komponen yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini.

3.3.1 Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT

Modul Xbee yang digunakan untuk pembuatan proyek akhir *Swarm Robot : Following The Leader* ini adalah tipe Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT. Modul Xbee ini digunakan *robot leader* agar dapat berkomunikasi dengan *robot follower* berdasarkan nilai *Receive Signal Strength Indicator (RSSI)*. Pada modul Xbee terdapat 20 pin yang mana terdapat pin untuk mengirim dan menerima sinyal yang dipancarkan dari Xbee lainnya. Modul Xbee yang digunakan memiliki lampu indikator untuk melihat apakah modul Xbee aktif dan saling berkomunikasi dengan perangkat Xbee lainnya. Pada modul Xbee yang digunakan tidak terdapat antena sebagai pemancar. Berikut ini pada Gambar 3.3 penampakan dari komponen Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT.



Gambar 3.3 Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT

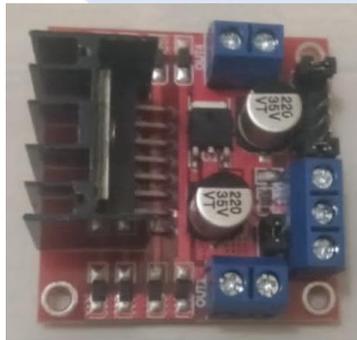
Spesifikasi komponen dari Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi dari Digi Xbee 3 PRO Zigbee 3.0 XB3-24Z8PT

No.	Pin	Keterangan
1	Tegangan sumber	2,1V – 3,6V
2	Arus transmit	Xbee 3 40 mA, 8 dBm, Xbee 3 PRO 135 mA, 19dBm
3	Arus yang dapat diterima	17 Ma
4	Frekuensi <i>Band</i>	ISM 2,4 GHz
5	Digital I/O	15
6	Metode konfigurasi	API atau AT
7	ADC input	4

3.3.2 Driver Motor L298N

Driver motor yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir *Swarm Robot : Following The Leader* ini adalah menggunakan *module driver motor* L298N. *Driver motor* ini sebagai pengontrol kecepatan dari motor DC dan sebagai pengatur arah putaran dari motor DC. Terdapat tiga pin *input* yaitu pin GND, 5 V, dan 12 V, selain itu juga terdapat pin *enable* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor. Pada Gambar 3.4 gambaran dari *Module Driver Motor* L298N



Gambar 3.4 *Module Driver Motor* L298N

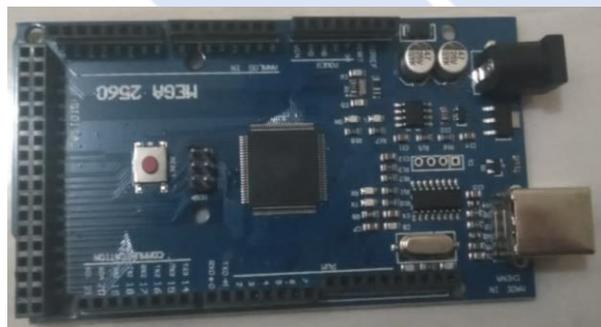
Spesifikasi komponen dari *module driver motor* L298N dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi dari *Module Driver* Motor L298N

No.	Pin	Keterangan
1	Tegangan input	3,2V - 40V
2	Catu Daya	5V
3	Arus maksimum	2 Ampere
4	Kisaran operasi	0 – 36 Ma
5	Konsumsi daya maksimum	20 W (Pada saat suhu 75°C)

3.3.3 Arduino Mega 2560

Pada proyek akhir *Swarm Robot : Following The Leader* ini menggunakan Arduino Mega2560 sebagai pusat pengontrol dari keseluruhan sistem pada *robot leader* dan *robot follower*. Pada masing-masing robot menggunakan satu buah Arduino Mega2560. Pada robot *follower* Arduino Mega2560 diaktifkan menggunakan baterai 12 V sedangkan untuk robot *leader* untuk menghidupkan Arduino Mega2560 diaktifkan menggunakan powerbank. Berikut ini pada Gambar 3.5 merupakan penampakan dari Arduino Mega2560 yang digunakan.



Gambar 3.5 Arduino Mega 2560

Spesifikasi komponen dari Arduino Mega2560 dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560

No.	Pin	Keterangan
1	Tegangan input	6V – 20V
2	Tegangan operasi	5V
3	Digital I/O pin	54
4	Analog input pin	16
5	Mikrokontroler	ATmega 2560

3.3.4 Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder

Untuk menjalankan *swarm robot* ini menggunakan motor DC dengan sensor *encoder* yang dihubungkan ke *driver motor* L298N sebagai pengatur kecepatan dan pengatur arah putaran dari motor DC. Sensor *encoder* digunakan sebagai umpan balik yang dapat mendeteksi kecepatan motor DC. Kecepatan motor pada motor DC berpengaruh terhadap nilai PWM selain itu untuk menggerakkan roda pada permukaan berlantai dibutuhkan kecepatan motor yang sesuai. Pada motor DC ini kecepatan maksimalnya yaitu sebesar 1000 RPM dan dibutuhkan pengujian untuk melihat berapa nilai kecepatan motor untuk menggerakkan roda pada permukaan berlantai dengan beban komponen lainnya. Berikut ini pada Gambar 3.6 tampak dari Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder.



Gambar 3.6 Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder

Spesifikasi komponen dari *Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder* dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 Spesifikasi Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder

No.	Parameter	Keterangan
1	Perbandingan <i>gear</i>	1:46
2	Kecepatan	1000 rpm
3	Tegangan kerja	12 V
4	<i>Shaft</i> diameter	4 mm
5	Arus maksimum	1,3 A

3.3.5 Omni Wheel

Supaya robot dapat bergerak maka pada proyek akhir *swarm robot : following the leader* ini menggunakan roda omni agar robot dapat bergerak ke arah kiri, kanan, atas, dan bawah. Roda omni yang digunakan dalam proyek akhir ini berjumlah empat buah dengan ukuran diameter 100 mm dan keempat roda ini dihubungkan ke motor DC dengan menggunakan *coupler* berukuran 4×6 mm. Roda omni dan motor DC ini diletakkan disetiap sisi dari *base robot follower*, sehingga ketika robot bergerak ke arah kiri dan kanan roda yang berputar hanya dua buah roda yang terletak pada sisi *base robot follower* dan begitupun ketika robot bergerak maju dan mundur maka roda yang berputar hanya dua buah roda yang terletak pada sisi kanan dan kiri *base robot follower*.

Penggunaan roda Omni Wheel 100 mm ini bertujuan supaya robot *follower* dapat bergerak maju atau mundur dan juga ke kanan atau ke kiri, hal ini disebabkan oleh ketika proses mendekati robot *leader*, robot *follower* harus mencari terlebih dahulu nilai RSSI yang terkuat apabila telah menemukan nilai RSSI yang terkuat maka menandakan bahwa robot *leader* sudah dekat. Pada roda omni terdapat roda kecil didalam roda inti, roda kecil inilah yang menyebabkan roda Omni wheel dapat bergerak secara maju atau mundur, ke kanan atau ke kiri.

Berikut ini pada Gambar 3.7 merupakan gambaran bentuk fisik dari *Omni Wheel* 100 mm.



Gambar 3.7 Omni Wheel 100 mm

Spesifikasi komponen dari Omni wheel 100 mm dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

Tabel 3.5 Spesifikasi Omni Wheel 100 mm

No.	Parameter	Keterangan
1	Diameter	100 mm
2	<i>Axial width of</i>	16 mm
3	<i>Roller</i>	18
4	<i>Shaft diameter</i>	6 mm
5	<i>Body Material</i>	<i>Nylon</i>
6	<i>Roll Material</i>	<i>Rubber</i>

3.4. Pengujian Sistem

Proses pengujian sistem dilakukan untuk menguji komponen yang digunakan apakah bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya atau tidak, sehingga ketika tahap perakitan robot tidak terjadi kendala akibat adanya komponen yang rusak. Setelah selesai melakukan perakitan maka selanjutnya tahap pengujian keseluruhan untuk melihat apakah robot yang dibuat sesuai dengan tujuan pembuatan robot.

3.4.1 Pengujian *Hardware Electrical*

Pengujian *hardware electrical* setiap komponen dilakukan satu per satu, sehingga dapat mengetahui komponen yang baik ataupun yang rusak selain itu juga untuk melihat hubungan antar komponen yang digunakan. Uji coba yang dilakukan meliputi:

- Uji coba koneksi antara Arduino Mega2560 dan *driver motor*
- Uji coba koneksi antara Arduino Mega2560 dengan modul XBee
- Uji coba koneksi antara *driver motor* dengan motor DC
- Uji coba koneksi antara Arduino Mega2560 dengan LCD
- Uji coba koneksi antara XBee dengan XCTU

Setelah pengujian komponen dilakukan satu per satu, selanjutnya ke tahap perakitan *hardware electrical* keseluruhan untuk menghubungkan semua komponen.

3.4.2 Pengujian keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk melakukan pengujian program yang telah dibuat secara lengkap dan sudah terintegrasi. Proses pengujian ini untuk melihat apakah *swarm robot : following the leader* ini bergerak sesuai dengan tujuan dibuatnya robot ini.

3.5. Analisa

Proses terakhir dari pembuatan proyek akhir ini yaitu tahap analisa, pada tahap ini bertujuan untuk mengamati robot *follower* apakah bergerak mendekati robot *leader*. Pada tahap ini juga dilihat kelebihan dan kekurangan dari komponen yang digunakan dan proyek akhir yang dibuat sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dijadikan referensi.

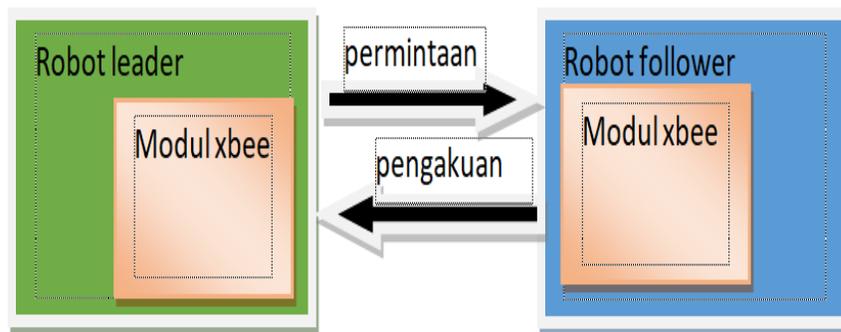
BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai proses pembuatan *swarm robot* : *following the leader* yang terdiri dari pelaksanaan sistem, pembuatan *hardware*, pengujian komponen, pengujian sistem dan pemrograman, dan analisa dari pengujian yang telah dilakukan. Berikut ini adalah penjelasannya

4.1. Bentuk Komunikasi Robot *Follower* dan Robot *Leader*

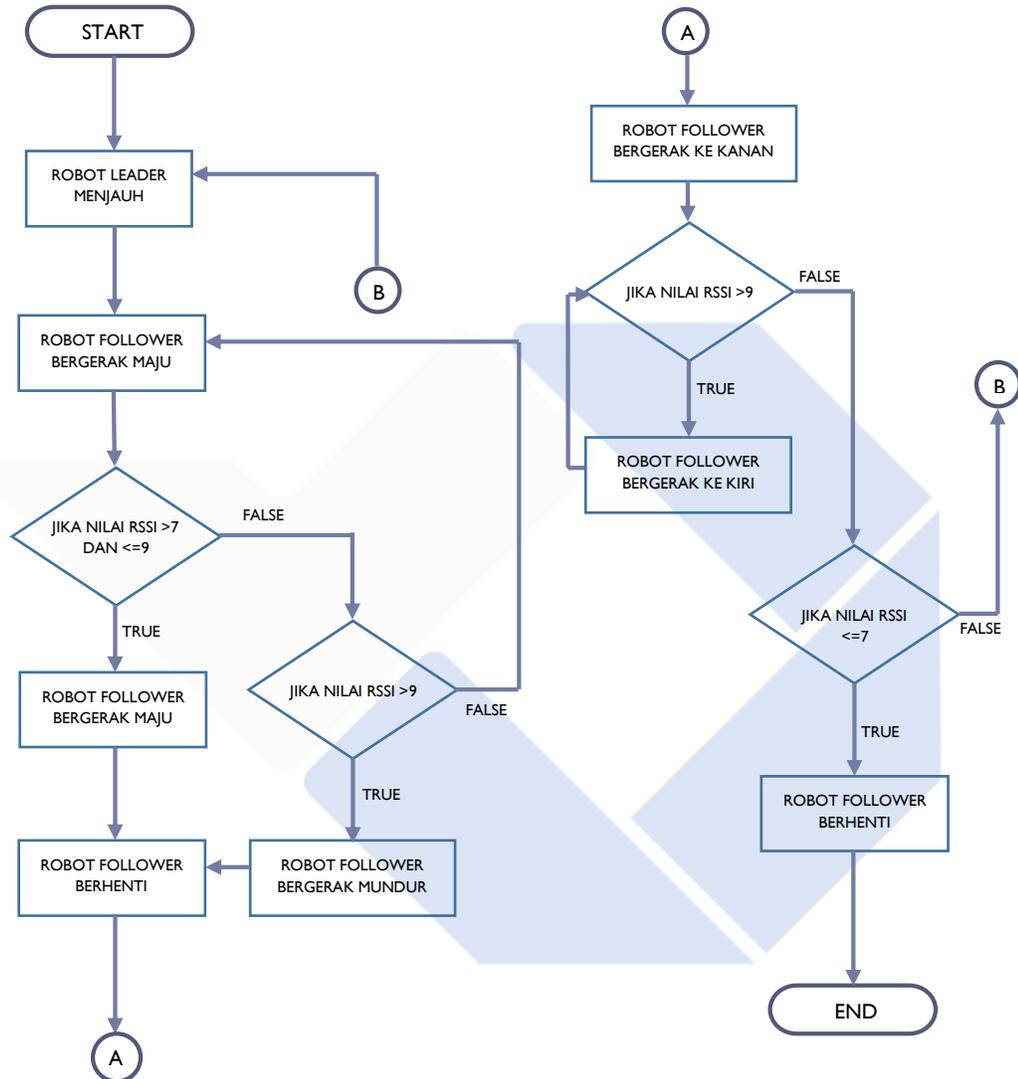
Robot *leader* mengirimkan sinyal permintaan kepada robot *follower* kemudian robot *follower* mengirimkan sinyal pengakuan kepada robot *leader* sehingga kedua robot saling berkomunikasi antara yang satu dengan yang lainnya. Komunikasi antar robot ini menggunakan nilai *Receive Signal Strength Indicator (RSSI)* dengan memanfaatkan kekuatan sinyal berdasarkan estimasi jarak antara robot *leader* dan robot *follower*. Ketika kedua robot sudah saling berkomunikasi maka robot *follower* akan bergerak mendekati posisi dari robot *leader*. Nilai *Receive Signal Strength Indicator (RSSI)* menjadi hal utama dalam pergerakan robot *follower* mendekati posisi dari robot *leader*. Robot *follower* dapat bergerak secara empat arah yaitu maju, mundur, kanan, dan kiri dalam proses mendekati robot *leader* dan akan berhenti bergerak apabila nilai *RSSI* sudah kuat. Berikut ini pada Gambar 4.1 merupakan gambar dari bentuk komunikasi antara kedua robot.



Gambar 4.1 Bentuk komunikasi antar robot

4.2. Pelaksanaan Sistem

Berikut ini merupakan *flowchart* dari sistem kerja yang akan di implementasikan pada robot *follower*.



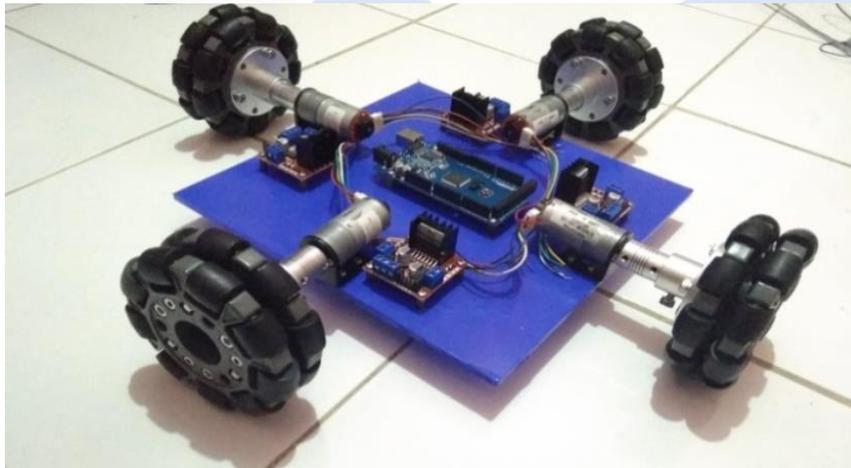
Gambar 4.2 *Flowchart* sistem kerja

Berdasarkan *flowchart* diatas ketika robot *leader* menjauh dengan nilai RSSI lebih dari 7 kemudian robot *follower* bergerak maju dan berhenti untuk membaca nilai RSSI dari robot *leader*, jika nilai RSSI lebih dari 7 dan kurang dari sama dengan 9

maka robot *follower* akan bergerak maju kembali dan kemudian robot *follower* akan berhenti dan bergerak ke kanan kemudian berhenti dan membaca nilai RSSI, jika nilai RSSI lebih besar dari 9 maka robot *follower* bergerak ke kiri kemudian robot *follower* akan bergerak dan berhenti untuk membaca nilai RSSI kembali, apabila nilai RSSI masih berada di angka 9 maka robot *follower* akan bergerak ke kiri kembali sampai mendapat nilai RSSI kurang dari 9. Ketika nilai RSSI telah mencapai kurang dari 9 maka robot *follower* akan bergerak ke kanan dan berhenti untuk membaca nilai RSSI kembali, apabila nilai RSSI kurang dari sama dengan 7 maka robot *follower* akan berhenti. Sedangkan apabila nilai RSSI lebih dari sama dengan 7 maka robot *follower* akan bergerak maju dan mencari kembali.

4.3. Pembuatan *Hardware*

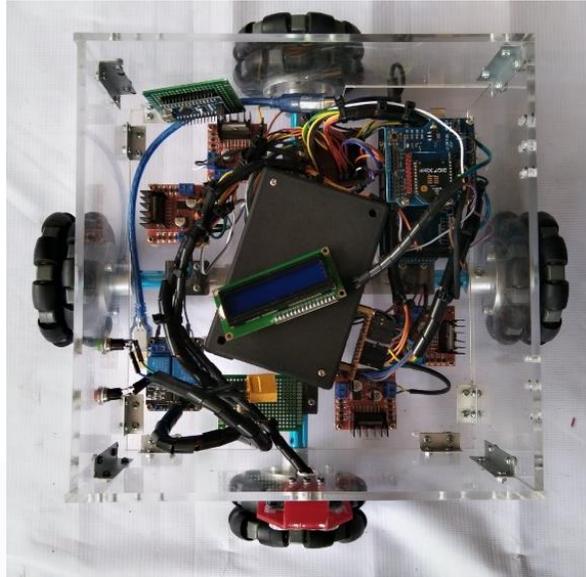
Pada tahapan ini hal pertama yang dilakukan yaitu pembuatan *base* dari robot *follower* dengan menggunakan akrilik setebal 5 mm. *Base* robot berbentuk persegi dengan ukuran 25 cm x 25 cm untuk kedudukan dari roda Omni Wheel. Berikut ini pada Gambar 4.3 gambar dari *base* kedudukan robot.



Gambar 4.3 *Base* kedudukan robot

Tahapan kedua yaitu peletakkan komponen pada *base* robot *follower*, kabel-kabel yang menghubungkan komponen yang satu dengan yang lainnya diletakkan pada kabel *ducting* dan kabel-kabel yang tidak dapat diletakkan pada kabel *ducting*

direkatkan menggunakan kabel spiral elastis sehingga *base* dari robot *follower* terlihat rapi. Berikut ini pada Gambar 4.4 adalah gambar dari *base* robot *follower* yang sudah dirapikan menggunakan kabel *ducting* dan kabel spiral elastis.



Gambar 4.4 Robot *follower*

Sedangkan untuk robot *leader* hanya menggunakan akrilik setebal 5 mm sebagai dudukan dari modul Xbee dan juga Arduino Mega2560. Berikut ini penampakan dari dudukan robot *leader*.

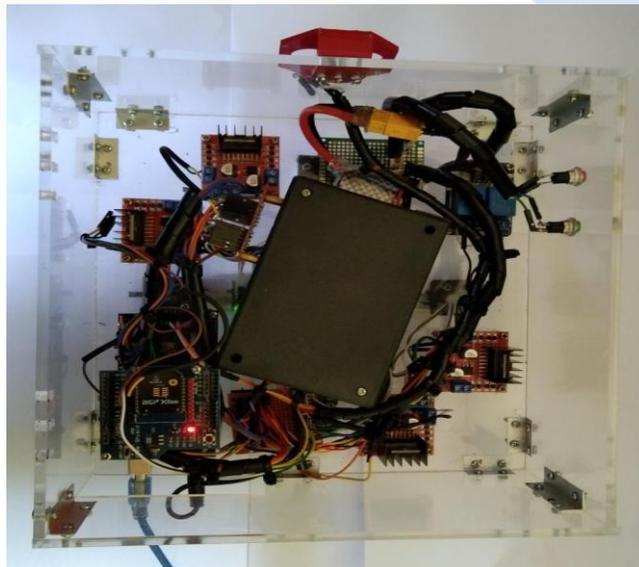


Gambar 4.5 Robot *leader*

4.4. Pengujian Modul Xbee

Modul Xbee yang digunakan dalam proyek akhir ini menggunakan Modul Xbee series 3 dengan tipe XB3-24Z8PT. Modul Xbee yang digunakan sebanyak dua buah yang mana di letakkan pada robot *follower* satu buah dan robot *leader* satu buah. Modul Xbee berfungsi sebagai pemancar kekuatan sinyal antar robot dengan menggunakan nilai RSSI dalam penentuan jarak antar robot. Modul Xbee menggunakan input 3,3 V yang bersumber dari Arduino Mega2560.

Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja dari modul Xbee dan menguji apakah kedua modul Xbee saling berkomunikasi atau tidak. Dalam pengujian ini menggunakan led sebagai output dan potensiometer sebagai input dengan meletakkan modul Xbee di potensiometer dan di led. Potensiometer diputar secara manual untuk melihat apakah led menyala atau tidak. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.6 Pengujian modul Xbee menggunakan led

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa lampu led menyala ketika potensiometer diputar dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul Xbee 1 dan modul Xbee 2 saling berkomunikasi antara yang satu dengan yang lainnya dengan

mengirimkan sinyal ke Xbee 2 yang kemudian sinyal tersebut dapat ditangkap oleh Xbee sehingga lampu led dapat menyala.

Pengujian kedua menggunakan *software* XCTU, XCTU merupakan *software multi-platform* yang dirancang untuk pengrograman berinteraksi dengan modul Digi RF melalui hubungan yang mudah digunakan. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah modul Xbee berkomunikasi pada *software* Xctu. Pengaturan menggunakan *software* Xctu untuk pengujian komunikasi antara Xbee 1 dan Xbee 2 adalah sebagai berikut.

1. Pengaturan Xbee 1 terlebih dahulu dengan melakukan pengaturan seperti dibawah ini.

- CE Device Role : Form Network
- ID Extended PAN ID : 855
- JN Join Notification : enabled
- C Channel : C (koordinator)
- AP API Enable : API Mode with escapes
- BD UART Baudrate : 9600

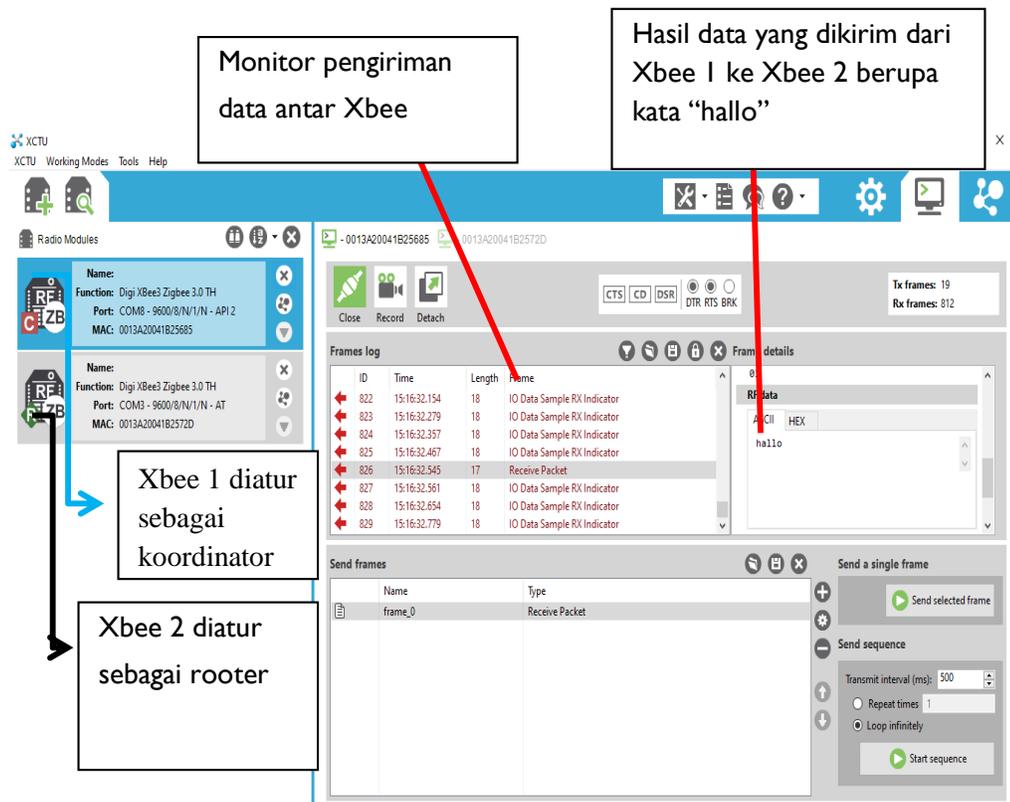
2. Pengaturan Xbee 2 terlebih dahulu dengan melakukan pengaturan seperti dibawah ini.

- CE Device Role : Join Network
- ID Extended PAN ID : 855
- JN Join Notification : enabled
- C Channel : R (Router)
- AP API Enable : Transparent Mode(AT commend)
- BD UART Baudrate : 9600

Setelah selesai melakukan pengaturan Xbee sebagaimana pengaturan diatas selanjutnya yaitu melakukan pengujian dengan mengirimkan kata “hallo” pada Xbee 1 yang bertindak sebagai koordinator ke Xbee 2 yang bertindak sebagai *router* untuk melihat apakah kedua Xbee saling berkomunikasi pada *software* XCTU. Xbee yang bertindak sebagai koordinator akan mengirimkan permintaan tersebut kepada Xbee

yang bertindak sebagai *router* dan menampilkan hasil permintaan pada serial monitor dari *software* XCTU.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil yang terlihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Pengujian modul Xbee menggunakan XCTU

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di dapatkan hasil bahwa kedua Xbee saling berkomunikasi pada *software* XCTU ditandai dengan ketika kita mengetikkan kata "hallo" pada Xbee yang berfungsi sebagai *transmitter* atau koordinator maka Xbee yang berfungsi sebagai *receiver* atau *router* menerima kata tersebut dan menampilkan hasilnya di layar seperti pada gambar diatas. Selain itu juga untuk melihat apakah kedua modul Xbee saling berkomunikasi dapat dilihat dengan menyalnya lampu indikator yang terdapat pada modul Xbee itu sendiri. Apabila lampu tersebut menyala dengan redup maka menandakan komunikasi semakin lemah sedangkan apabila lampu mati menandakan tidak adanya komunikasi.

4.5. Pengujian Motor DC 25GA370 12V 1000RPM w/ Encoder

Pada proyek akhir ini motor DC digunakan untuk menggerakkan roda Omni Wheel terdapat empat buah motor DC yang dihubungkan masing -masing ke roda omni wheel. Motor DC menggunakan input 12V yang bersumber dari baterai. Pada motor DC ini terdapat sensor *encoder*. Sensor ini berfungsi sebagai pembaca gerakan dan posisi pada benda yang berputar. Kecepatan motor sangat berpengaruh terhadap pergerakan roda apakah dapat bergerak atau tidak, dikarenakan pengaruh beban juga berpengaruh terhadap kecepatan motor terutama ketika diletakkan di permukaan berlantai. Pada motor DC dilakukan pengujian kecepatan motor terhadap PWM, pengujian ini menggunakan Tachometer untuk melihat perbandingan kecepatan motor pada Tachometer dan *encoder*. Adapun program yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

```
float calculateRPM(int pulses)
{ float scale = 5.0;
  float val =((float)pulses/374.0)*scale*60.0;
  return val; }

while(1)
{
  if (millis()-lasTime>encoderMeasurementInterval)
  { lasTime += encoderMeasurementInterval;
    RPM = calculateRPM(motorPulseCounter);
    motorPulseCounter = 0}
}
```

Rumus
menghitung
nilai RPM

Program
sensor
encoder
untuk
membaca
nilai RPM

Berdasarkan program diatas didapatkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Kecepatan Motor Terhadap PWM

PWM	<i>Tachometer</i> (RPM)	<i>Encorder</i> (RPM)
0	0	0
15	0	0
30	0	0
45	0	0
60	210	214
75	438	445
90	573	577
105	615	617
120	669	675
135	681	684
150	775	776
165	806	810
180	816	820
195	837	841
210	834	841
225	845	846
240	849	851
255	909	915

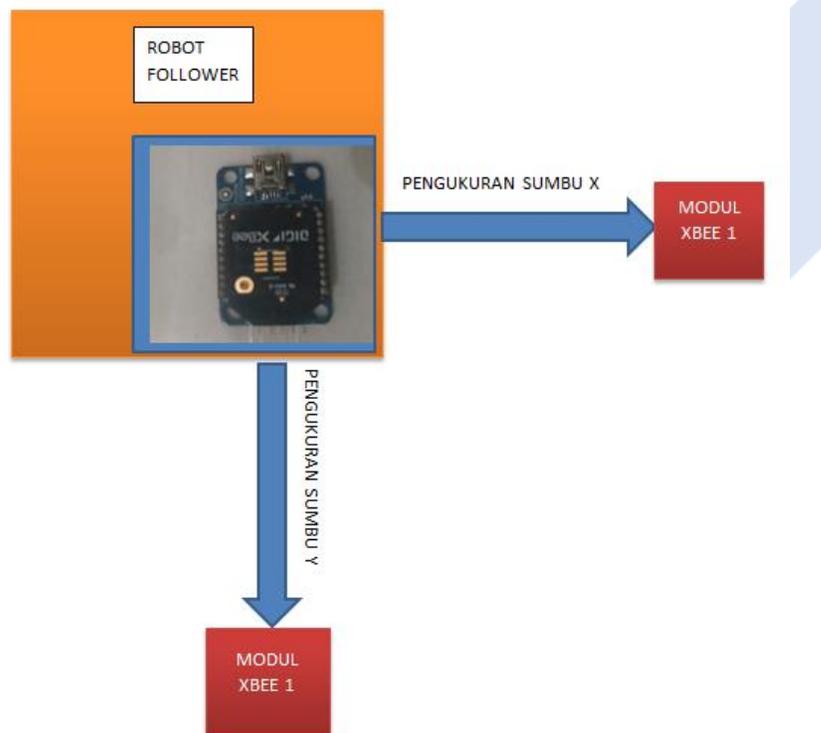
Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai PWM maka nilai kecepatan motor juga akan semakin besar. Perubahan nilai kecepatan motor terjadi pada saat nilai PWM 60 dengan nilai kecepatan motor diatas 200 dan nilai maksimal dari kecepatan motor yaitu 930 dengan nilai PWM 255. Untuk menjalankan roda pada permukaan berlantai menggunakan PWM sebesar 250 dengan kecepatan motor yaitu sebesar 889 RPM.

4.6. Pengujian *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI)

Pada penelitian ini menggunakan nilai *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) sebagai media untuk menentukan posisi dari robot *leader* dengan estimasi jarak. Nilai *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) digunakan untuk membaca kekuatan sinyal dari dua perangkat *wireless*, terdapat fungsi pengirim dan penerima pada nilai RSSI.

4.6.1. Pengukuran Nilai RSSI terhadap jarak

Pengukuran nilai RSSI terhadap jarak yaitu untuk melihat perbandingan nilai jarak terhadap nilai RSSI yang dipancarkan oleh Xbee pada robot *leader* kepada Xbee robot *follower*. Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan robot *leader* (Xbee 1) dengan kelipatan jarak 0,5 meter sampai jarak 30 meter. Pengukuran juga dilakukan secara sumbu X dan sumbu Y seperti yang digambarkan pada Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Arah pengukuran RSSI terhadap jarak

Untuk mendapatkan perbandingan nilai jarak terhadap nilai RSSI diperlukan program yang dirancang terlebih dahulu, adapun program yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut

```
void loop()
if(Serial3.available() >= 21) y
    if(Serial3.read() == 0x7E) {
    for(int i = 1; i < 19; i++) {
    byte discardByte = Serial3.read();
    rssiDur = pulseIn(digitalPin, LOW, 2000 )

rssiVal = (-1*rssiDur);
Kur = (DT-rssiVal);
Bag = c*N;
M = (Kur/Bag);
distance = pow(c, M);

Serial.println(distance);
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("RSSI :");
lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(rssiVal);
lcd.print(" dbM");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Jarak :");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print(distance);
lcd.print(" M");
```

Menerima sinyal dari robot leader ke robor follower

Mengkonversi nilai RSSI ke satuan meter.

Menampilkan nilai RSSI dan jarak pada layar LCD

1. Pengukuran nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu X

Pengukuran nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu X yaitu dengan meletakkan posisi dari modul Xbee robot *leader* bersebelahan dengan modul Xbee dari robot *follower* kemudian memindahkan robot *leader* tersebut dengan kelipatan jarak 0,5 meter. Berikut ini adalah tabel 4.2 hasil pengukuran nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu X tersebut.

Tabel 4.2 Pengukuran nilai RSSI pada sumbu X

Nomor	Jarak(m)	RSSI Sumbu X (-dBm)	Hasil Perhitungan(m)
1	0,5	0	1
2	1	0	1
3	1,5	2-4	1,4
4	2	5-8	2,2
5	2,5	8-10	2,8
6	3	6-15	3,1
7	3,5	11-15	5
8	4	16-19	5,6
9	4,5	17-19	6,3
10	5	17-20	7
11	5,5	18-21	8,9
12	6	19-22	8,9
13	6,5	17-24	10
14	7	21-24	11,2
15	7,5	22-26	11,2
16	8	24-26	12,5
17	8,5	20-30	10
18	9	30-33	17,7
19	9,5	28-31	19,9
20	10	30-34	22
21	10,5	29-27	28
22	11	32-34	25
23	11,5	28-31	19,9
24	12	26-35	19,9
25	12,5	26-30	35
26	13	26-33	19,9
27	13,5	29-34	25
28	14	29-36	14,1
29	14,5	31-35	17,

Nomor	Jarak (m)	RSSI Sumbu X (-dBm)	Hasil Perhitungan(m)
30	15	34-37	25
31	15,5	35-37	28
32	16	37-39	22
33	16,5	32-37	39
34	17	35-38	25
35	17,5	25-30	22
36	18	26-31	25
37	18,5	31-35	39
38	19	32-41	56
39	19,5	37-39	70
40	20	25-30	25
41	20,5	25-31	25
42	21	30-33	35
43	21,5	28-35	39
44	22	25-27	22
45	22,5	27-33	28
46	23	31-37	50
47	23,5	32-37	50
48	24	30-33	35
49	24,5	36-45	100
50	25	34-41	94
51	25,5	35-38	63
52	26	30-34	44
53	26,5	33-37	56
54	27	40-43	100
55	27,5	35-41	79
56	28	34-37	56
57	28,5	36-38	63
58	29	34-41	79
59	29,5	37-43	70
60	30	38-44	100

2. Pengukuran nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu Y

Pengukuran nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu Y yaitu dengan meletakkan posisi dari modul Xbee robot *leader* di depan dengan modul Xbee dari robot *follower* kemudian memindahkan robot *leader* tersebut dengan kelipatan jarak 0,5 meter. Berikut ini adalah tabel 4.3 hasil pengukuran pada sumbu Y tersebut.

Tabel 4.3 Pengukuran nilai RSSI pada sumbu Y

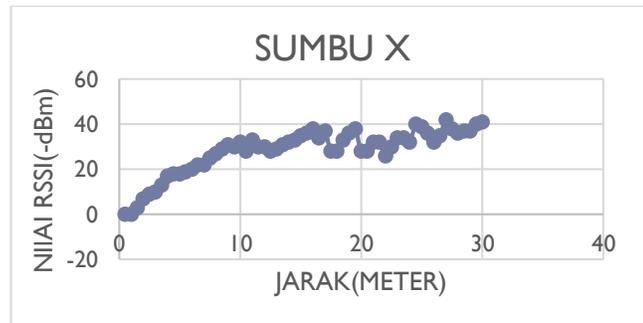
Nomor	Jarak(m)	RSSI Sumbu Y (-dBm)	Hasil perhitungan
1	0,5	0	1
2	1	0	1
3	1,5	2-4	1,4
4	2	5-7	2,2
5	2,5	7-11	2,8
6	3	9-11	3,1
7	3,5	10-19	4,4
8	4	13-18	7
9	4,5	14-19	7,9
10	5	14-21	7,9
11	5,5	16-22	8,9
12	6	15-24	10
13	6,5	16-24	12,5
14	7	17-26	12,5
15	7,5	18-25	17,7
16	8	19-26	22
17	8,5	19-28	25
18	9	22-28	35
19	9,5	23-30	31,6
20	10	26-29	39
21	10,5	25-34	25
22	11	25-32	44
23	11,5	24-29	31,6
24	12	23-30	31,6
25	12,5	30-32	25
26	13	24-29	25
27	13,5	25-33	35
28	14	21-25	39
29	14,5	24-25	44
30	15	26-31	56
31	15,5	26-32	63

Nomor	Jarak(m)	RSSI Sumbu Y (-dBm)	Hasil perhitungan
32	16	26-28	79
33	16,5	28-36	50
34	17	27-30	70
35	17,5	25-29	25
36	18	26-30	25
37	18,5	31-34	44
38	19	31-30	63
39	19,5	37-38	63
40	20	26-31	25
41	20,5	26-30	25
42	21	30-32	39
43	21,5	29-34	39
44	22	25-28	20
45	22,5	26-32	31,6
46	23	31-38	50
47	23,5	31-37	50
48	24	30-32	29
49	24,5	36-44	100
50	25	35-42	94
51	25,5	35-37	63
52	26	31-34	39
53	26,5	34-36	56
54	27	39-42	100
55	27,5	35-40	79
56	28	34-36	63
57	28,5	34-39	70
58	29	36-39	70
59	29,5	35-40	100
60	30	38-44	100

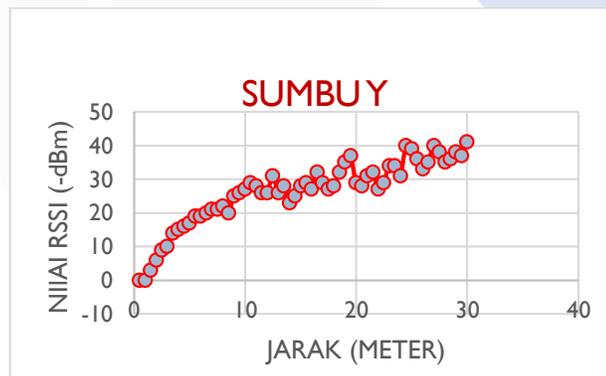
Berdasarkan kedua tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran secara sumbu X dan sumbu Y yaitu semakin jauh jarak antara modul Xbee pada robot *follower* dan modul Xbee pada robot *leader* maka nilai RSSI yang dihasilkan juga akan semakin besar. Nilai RSSI yang dihasilkan bersifat tidak stabil hal ini dikarenakan oleh kepekaan nilai RSSI yang tinggi terhadap objek sekitar dan juga bentuk pantulan pancaran yang bersifat menyebar. Perubahan nilai RSSI terjadi pada jarak 1,5 meter dengan nilai RSSI sebesar 2-4 -dBm dan jarak terjauh dari pengukuran yaitu 30 meter

dengan nilai RSSI sebesar 38-44 -Dbm. Nilai RSSI yang dihasilkan tidak mengalami perbedaan yang signifikan hal ini disebabkan oleh bentuk pancaran sinyal seperti sebuah lingkaran sehingga ketika diletakkan dimana saja maka nilai RSSI akan sama.

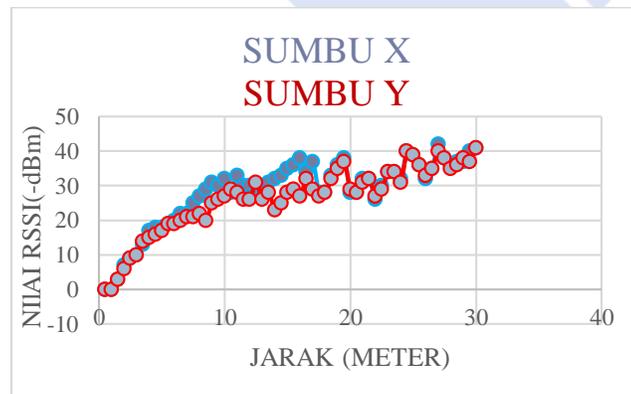
Berdasarkan kedua tabel diatas dibuatlah data dalam bentuk grafik untuk melihat perbandingan nilai RSSI terhadap jarak pada sumbu X dan sumbu Y.



Gambar 4.9 Grafik RSSI terhadap jarak pada sumbu X



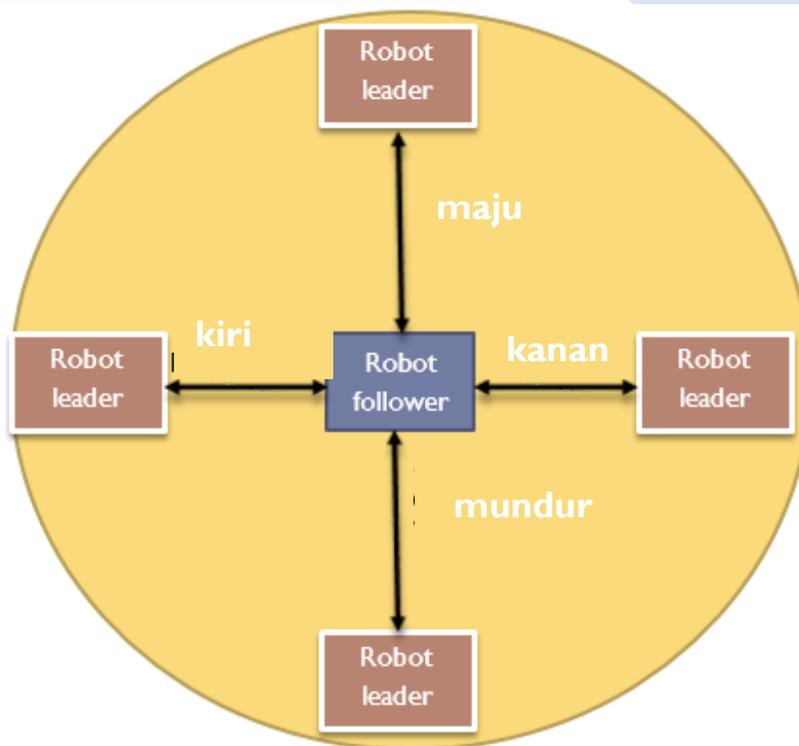
Gambar 4.10 Grafik RSSI terhadap jarak pada sumbu Y



Gambar 4.11 Grafik RSSI terhadap jarak pada sumbu X dan Y

4.7. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk melihat apakah robot yang dibuat sesuai dengan tujuan dibuatnya robot. Berdasarkan pengujian nilai RSSI terhadap jarak maka ditentukan bahwa robot *follower* akan berhenti mendekati posisi dari robot leader ketika nilai RSSI yang di pancarkan oleh robot *leader* kepada robot *follower* sebesar 7 (dBm). Nilai RSSI yang tidak stabil berpengaruh terhadap jarak berhentinya robot *follower* selain itu juga bentuk pancaran dari nilai RSSI yang berbentuk lingkaran membuat proses penentuan posisi dari robot *leader* mengalami kendala sehingga dibutuhkan aturan dalam pergerakan robot dalam proses pendekatan robot *leader*. Penentuan awal pergerakan robot diperlukan dikarenakan pada proyek akhir ini robot *follower* bergerak dengan empat arah yaitu maju, mundur, ke kanan dan ke kiri. Berikut ini gambar pengujian yang dilakukan untuk menentukan aturan pergerakan robot *follower*.



Gambar 4.12 Arah pengujian pergerakan robot *leader*

Berdasarkan arah pengujian seperti gambar diatas maka didapatkan hasil pengujian dari pergerakan arah robot *follower* seperti pada table 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pergerakan Arah Robot Follower

Posisi	Delay (s)	Maju		Mundur		Kanan		Kiri	
		Jarak (m)	RSSI (dBm)	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Jarak(m) (dBm)	RSSI (dBm)	Jarak(m)	RSSI (dBm)
Depan	4	0,65	-7	0,53	-10	0,62	-9	0,59	-9
Kanan	4	0,6	-10	0,58	-10	0,61	-8	0,59	-10
Kiri	4	0,63	-9	0,61	-12	0,58	-10	0,6	-7
Belakang	4	0,65	-11	0,6	-7	0,59	-12	0,56	-12

Dari hasil pengujian diatas maka disimpulkan bahwa arah pergerakan robot dimulai dari gerakan maju terlebih dahulu dikarenakan nilai RSSI ketika robot maju lebih kuat dibanding dengan arah gerakan lainnya. Untuk arah pergerakan selanjutnya yaitu dengan membaca terlebih dahulu nilai RSSI yang dipancarkan sehingga penentuan pergerakan selanjutnya. Penentuan pergerakan diperlukan karena bentuk pancaran yang menyerupai lingkaran sehingga robot *follower* tidak dapat membaca nilai kekuatan sinyal karena nilai RSSI sama.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dalam proyek akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Jangkauan dari nilai RSSI yaitu sejauh 100 meter akan tetapi pada penelitian ini hanya mencoba sampai jarak maksimum yaitu 30 meter dengan nilai RSSI sebesar 38-44 (-dBm) sedangkan untuk perubahan nilai RSSI terjadi pada jarak 1,5 meter dengan nilai RSSI sebesar 2-4 (-dBm). Nilai RSSI yang dipancarkan tidak stabil hal ini dikarenakan nilai RSSI memiliki tingkat kepekaan yang tinggi terhadap lingkungan sekitar.
2. Penggunaan nilai RSSI pada komunikasi dua robot dalam penentuan posisi dinilai kurang baik hal ini dikarenakan kesulitan dalam penentuan formasi akibat bentuk pancaran nilai RSSI seperti sebuah lingkaran, sehingga untuk penentuan formasi minimal menggunakan tiga buah modul Xbee. Pada proses mendekati posisi robot menggunakan aturan yaitu robot bergerak maju terlebih dahulu dan membaca nilai RSSI untuk pergerakan selanjutnya. Robot follower berhenti mendekati posisi dari robot leader apabila nilai RSSI sebesar 7 (-dBm). Kecepatan motor sebesar 250 PWM untuk menggerakkan robot *follower* pada permukaan berlantai.

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan modul Xbee yang memiliki antena dikarenakan pancaran yang dihasilkan akan lebih terpusat dibanding dengan yang tidak memiliki antena dan juga modul Xbee atau robot *follower* yang digunakan lebih dari dua, hal ini dikarenakan jika modul Xbee lebih banyak maka akan memudahkan dalam membuat formasi karena bisa saling membaca sinyal antara yang satu dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siti Nurmaini, "Implementasi Prilaku Berkelompok pada swarm robots menggunakan teknik logika fuzzy-particle swarm optimization," *Jurnal Generic*, pp. 263-264, 2013.
- [2] Muhammad Maulana Aditya,dkk, "Penentuan Optimalisasi Jarak Antara Mobile Robot Dengan Menggunakan Nilai RSSI," *seminar nasional teknologi informasi,bisnis,desain*, pp. 320-324, 2017.
- [3] Yuliza , "Komunikasi Antar Robot Menggunakan RF Xbee dan Arduino Microcontroller," *Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 4, 2014.
- [4] S. Electronics, "Xbee-pro RF module," 2013 juli 2013. [Online]. Available: <https://saniscaraeletronics.blogspot.com/2013/07/xbee-pro-rf-module.html..> [Accessed minggu Agustus 2021].
- [5] Amol P Bhondekar, "Researchgate," [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Pin-Diagram-of-Xbee_fig9_301891192. [Accessed senin januari 2022].
- [6] N. F. Puspitasari, "Analisis RSSI (Receive Signal Strength Indicator) Terhadap Ketinggian Perangkat WI-FI di Lingkungan Indoor," p. 32.
- [7] Sirojul Hadi, "Pengukuran Jarak Pada Mobile Robot Menggunakan Xbee Berdasarkan Nilai Receive Signal," *Jurnal BiTe*, vol. 1, pp. 66-70, 2020.
- [8] Arduino.com., "arduino mega," 2016. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>.
- [9] M. sugeng, "roda omni wheel," maret 2013. [Online]. Available: <https://massugenk.wordpress.com/2013/03/08/robot-omni-wheel/>. [Accessed Kamis november 2021].
- [10] Arrizal Vernando Banic, "Makalah WPAN Jaringan Nirkabel," *Jurnal Politeknik Negeri Indramayu*, vol. 1, 2016.

- [11] J.Du,J.F.Diouris, dan Y.Wang, "A RSSI -based parameter tracking strategy for constrained position localization," *EAURASIP*, vol. 1, p. 77, 2017.
- [12] Dharmawan Willy, Kurnianto andi dan Ar-Rasyiid, " peningkatan akurasi estimasi jarak RSSI dengan model log normal menggunakan metode kalman filter pada bluetooth low energy," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2016.





LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data pribadi

Nama Lengkap : Ariansyah
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 12 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Dahlia Gng. Mandiri RT/RW
016/006 Pangkalanbaru, Bangka
Tengah
Email : ansyahari1212@gmail.com
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 9 Pangkalpinang	Lulus 2012
SMP Negeri 8 Pangkalpinang	Lulus 2015
SMK Negeri 2 Pangkalpinang	Lulus 2018
D-IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2018-Sekarang

3. Pengetahuan Bahasa : Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

Sungailiat, 22 Januari 2022

Ariansyah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data pribadi

Nama Lengkap : Sella
Tempat, Tanggal Lahir : Penyamun, 27 Juni 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Pangkal layang dusun muntabak
RT.05, Desa Penyamun,
Pemali, Bangka
Email : sellasella27062000@gmail.com
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 8 Pemali	Lulus 2012
SMP Negeri 1 Sungailiat	Lulus 2015
SMA Negeri 1 Pemali	Lulus 2018
D-IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2018-Sekarang

3. Pengetahuan Bahasa : Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

Sungailiat, 22 Januari 2022

Sella



LAMPIRAN 2

LIST PROGRAM

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Deklarasi Driver Motor
const int EN1 = 11;
const int Dir1 = 12;
const int Dir2 = 13;
const int EN2 = 9;
const int Dir3 = 7;
const int Dir4 = 8;
const int EN3 = 4;
const int Dir5 = 5;
const int Dir6 = 6;
const int EN4 = 4;
const int Dir7 = 0;
const int Dir8 = 1;
const byte interruptPin1 = 2;
const byte dataPin1 = 3;
const byte interruptPin2 = 18;
const byte dataPin2 = 19;
const byte interruptPin3 = 20;
const byte dataPin3 = 21;

unsigned long motorPulseCounter = 0;
int encoderMeasurementInterval = 1000;

unsigned long lasTime = 0;

int RPM = 0;
```

```

float calculateRPM(int pulses)
{
    float scale = 5.0;
    float val =((float)pulses/374.0)*scale*60.0;
    return val;
}

// Deklarasi LCD 16 x 2 I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

// Deklarasi Pin Modul Xbee
int digitalPin = 10;    // Pin 6 Xbee dihubungkan ke pin
digital Arduino MEGA5T (Digital Pin 10)
int rssiDur; // Variable untuk RSSI
int rssiVal;

// Deklarasi Konversi RSSI ke jarak (Meter)
float distance;
float Kur;
float M;
int Bag;
int N = 2;
int DT = -5;
int c = 10;

void setup()
{
    // Setup Driver Motor

```

```
pinMode (Dir1, OUTPUT);
pinMode (Dir2, OUTPUT);
pinMode (Dir3, OUTPUT);
pinMode (Dir4, OUTPUT);
pinMode (Dir5, OUTPUT);
pinMode (Dir6, OUTPUT);
pinMode (Dir7, OUTPUT);
pinMode (Dir8, OUTPUT);
pinMode (EN1, OUTPUT);
pinMode (EN2, OUTPUT);
pinMode (EN3, OUTPUT);
pinMode (EN4, OUTPUT);
pinMode (interruptPin1, INPUT_PULLUP);
pinMode (interruptPin2, INPUT_PULLUP);
pinMode (interruptPin3, INPUT_PULLUP);

attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (interruptPin1), motorInterrupt1, RISING);

attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (interruptPin2), motorInterrupt2, RISING);

attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (interruptPin3), motorInterrupt3, RISING);

// Setup Xbee
pinMode (digitalPin, INPUT);
Serial.begin (9600); // Koneksi dari PC ke Arduino MEGA!!
```

```
    Serial3.begin(9600);    // Koneksi dari Xbee ke Arduino
MEGA!!
    // lcd.begin();
    tampil("SWARM",5,0,"ROBOT",5,1);
    delay(3000);
    lcd.clear();
}

//Encoder
void motorInterrupt1()
{
    motorPulseCounter += 1;
    digitalWrite(dataPin1);
}

void motorInterrupt2()
{
    motorPulseCounter += 1;
    digitalWrite(dataPin2);
}

void motorInterrupt3()
{
    motorPulseCounter += 1;
    digitalWrite(dataPin3);
}

// Gerakan ke arah sumbu Y
void Maju() //Motor 1 dan Motor 2 CW
```

```

{
  analogWrite (EN1, 250);
  digitalWrite (Dir1, 1);
  digitalWrite (Dir2, 0);
  analogWrite (EN2, 250);
  digitalWrite (Dir3, 1);
  digitalWrite (Dir4, 0);
}

void Mundur() //Motor 1 dan Motor 2 CCW
{
  analogWrite (EN1,250);
  digitalWrite (Dir1, 0);
  digitalWrite (Dir2, 1);
  analogWrite (EN2,250);
  digitalWrite (Dir3, 0);
  digitalWrite (Dir4, 1);
}

// Gerakan ke arah sumbu X
void Kiri() //Motor 3 dan Motor 4 CW
{
  analogWrite (EN3, 250);
  digitalWrite (Dir5, 1);
  digitalWrite (Dir6, 0);
  analogWrite (EN4, 250);
  digitalWrite (Dir7, 1);
  digitalWrite (Dir8, 0);
}

```

```
void Kanan() //Motor 3 dan Motor 4 CCW
{
    analogWrite (EN3,250);
    digitalWrite (Dir5, 0);
    digitalWrite (Dir6, 1);
    digitalWrite (Dir7, 0);
    digitalWrite (Dir8, 1);
}

// Motor Berhenti
void MMStop ()//Motor 1 dan Motor 2 berhenti
{
    analogWrite(EN1,0);
    analogWrite(EN2,0);
    digitalWrite (Dir1, 0);
    digitalWrite (Dir2, 0);
    digitalWrite (Dir3, 0);
    digitalWrite (Dir4, 0);
}

void KKStop ()//Motor 3 dan Motor 4 berhenti
{
    analogWrite(EN3,0);
    analogWrite(EN4,0);
    digitalWrite (Dir5, 0);
    digitalWrite (Dir6, 0);
    digitalWrite (Dir7, 0);
    digitalWrite (Dir8, 0);
}
```

```

void MotorStop() //Motor Stop
{
    analogWrite(EN1,0);
    analogWrite(EN2,0);
    analogWrite(EN3,0);
    analogWrite(EN4,0);
    digitalWrite (Dir1, 0);
    digitalWrite (Dir2, 0);
    digitalWrite (Dir3, 0);
    digitalWrite (Dir4, 0);
    digitalWrite (Dir5, 0);
    digitalWrite (Dir6, 0);
    digitalWrite (Dir7, 0);
    digitalWrite (Dir8, 0);
}

void HitungRSSI(){
    if(Serial3.available() >= 21) {
        if(Serial3.read() == 0x7E) { // Membaca byte pertama
            for(int i = 1; i < 19; i++) {
                byte discardByte = Serial3.read();
                rssiDur = pulseIn(digitalPin, LOW, 200 );
                rssiVal = (-1*rssiDur);
                Kur =(DT-rssiVal);
                Bag = c*N;
                M = (Kur/Bag);
                distance = pow(c, M);
                // Serial.println(rssiDur); // Menampilkan nilai
                RSSI ke serial monitor
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
}
void loop()
{
  HitungRSSI();
  tampil("RSSI:",0,0,String(rssiDur)+" -dBm ",9,0);
  if (rssiDur > 7 && rssiDur <=40){
    Maju();
    delay(4000);
    MMStop();
    HitungRSSI();
  while(rssiDur > 10 && rssiDur <=30){
    Mundur();
    delay(2000);
    MMStop();
    HitungRSSI();
  }
  Kiri();
  delay(4000);
  KKStop();
  HitungRSSI();
  while(rssiDur > 10 && rssiDur <=30){
    Kanan();
    delay(2000);
    KKStop();
    HitungRSSI();
  }
}
}

```

```
else if (rssiDur <=7){  
    MotorStop();  
}  
else{  
}  
}
```

```
void tampil(String s0, int x0, int y0, String s1, int x1,  
int y1){// Menampilkan ke LCD  
    lcd.init();  
    lcd.backlight();  
    lcd.setCursor(x0,y0);  
    lcd.print(s0);  
    lcd.setCursor(x1,y1);  
    lcd.print(s1);  
    // delay(1000);
```