

## Makalah Seminar Tugas Akhir

# SISTEM NAVIGASI DAN MONITORING MOBILE ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN TRANSMISI NIRKABEL FREKUENSI 434 MHz

Winarno<sup>[1]</sup>, Darjat, ST, MT<sup>[2]</sup>, Ajub Ajulian Zahra, ST, MT<sup>[2]</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

## ABSTRAK

*Perkembangan teknologi sudah semakin pesat, ditandai dengan munculnya hasil-hasil penelitian baru yang semakin memudahkan upaya manusia. Sarana komunikasi sekarang tidak hanya berfungsi mengirimkan suatu informasi kepada pengguna yang lain, namun sarana komunikasi sekarang digunakan sebagai sarana automasi dari piranti-piranti yang lain. Kebutuhan manusia akan kemudahan yang semakin meningkat menuntut adanya otomatisasi di segala bidang. Teknologi robot mobil sebagai alat bantu manusia terus berkembang sekarang ini untuk menjawab tantangan itu. Mulai dari tujuan hiburan, kursi roda cerdas, alat pengangkut barang, hingga misi luar angkasa telah menggunakan teknologi robot mobil sebagai alat bantu manusia. Dengan melihat peran robot mobil yang semakin besar, dituntut adanya metode-metode baru untuk penyempurnaan teknologi robot mobil yang sudah ada. Seringkali robot bergerak belum dilengkapi sistem navigasi yang mampu membimbing robot hingga ke sasaran, perlu dibuat suatu sistem navigasi robot sehingga robot dapat sampai ke sasaran.*

*Pada Tugas Akhir ini sistem nirkabel yang dipakai berupa transmitter dan receiver menggunakan modul tipe TLP434A dan RLP434A sebagai pengendali robot dalam menyusuri lintasan serta sebagai media pengiriman data suhu. Digunakan sebuah komputer yang berfungsi sebagai titik pengiriman sinyal perintah navigasi ke robot berupa koordinat tujuan. Modul TLP434A akan memodulasi data serial perintah tersebut dari komputer untuk dikirimkan ke robot. Robot akan bergerak menuju sasaran sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh komputer. Untuk mendapatkan data tersebut, pada robot digunakan modul RLP434A sebagai penerima. Sebagai umpan baliknya, robot akan mengirim koordinatnya saat ini kepada komputer. Nantinya proses ini dapat dilakukan secara terus – menerus sampai koordinat tujuan tercapai.*

*Pada pengujian, robot dapat mengenali perintah masukan berupa koordinat posisi. Dari pengujian diperoleh jarak komunikasi nirkabel yang dapat dilakukan sejauh 100 m dalam kondisi (LOS) Line of Sight. Galat yang terjadi berkisar antara 3,42% hingga 40,3%. Untuk jarak yang semakin dekat, galat yang timbul akan semakin besar. Untuk jarak yang semakin jauh, galat yang timbul akan semakin kecil. Galat yang timbul dihitung berdasarkan jarak antara tujuan dengan posisi saat robot berhenti, dibandingkan dengan keseluruhan jarak tempuh. Nilai galat terkecil adalah 3,42 %, nilai galat terbesar adalah 40,30 % dan rata-rata galat percobaan adalah 9,36 %.*

**Kata kunci:** *navigasi, monitoring, TLP434A, RLP434A*

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi robot mobil sebagai alat bantu manusia terus berkembang sekarang ini untuk menjawab tantangan itu. Mulai dari tujuan hiburan, kursi roda cerdas, alat pengangkut barang, hingga misi luar angkasa telah menggunakan teknologi robot mobil sebagai alat bantu manusia. Dengan melihat peran robot mobil yang semakin besar, dituntut adanya metode-metode baru untuk penyempurnaan teknologi robot mobil yang sudah ada. Seringkali robot bergerak belum dilengkapi sistem navigasi yang mampu membimbing robot hingga ke sasaran, perlu dibuat suatu sistem navigasi robot sehingga robot dapat sampai ke sasaran.

Untuk menjawab permasalahan di atas, maka perlu dibuat suatu sistem navigasi yang

diterapkan pada robot sehingga robot dapat dikendalikan secara nirkabel sampai ke sasaran.

Pada Tugas Akhir ini sistem nirkabel yang dipakai berupa transmitter dan receiver menggunakan modul tipe TLP434A dan RLP434A sebagai pengendali robot dalam menyusuri lintasan serta sebagai media pengiriman data suhu. Digunakan sebuah komputer yang berfungsi sebagai titik pengiriman sinyal perintah navigasi ke robot berupa koordinat tujuan. Modul TLP434A akan memodulasi data serial perintah tersebut dari komputer untuk dikirimkan ke robot. Robot akan bergerak menuju sasaran sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh komputer. Untuk mendapatkan data tersebut, pada robot digunakan modul RLP434A sebagai penerima. Sebagai umpan baliknya, robot akan mengirim koordinatnya saat ini kepada komputer. Nantinya proses ini dapat

dilakukan secara terus – menerus sampai koordinat tujuan tercapai.

### 1.2 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah membuat sistem *transceiver* yang mampu menyampaikan data navigasi untuk pengendalian robot bergerak menuju koordinat yang kita inginkan.

### 1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini pembahasan akan dibatasi pada hal-hal berikut ini :

1. Program dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan transmisi data dari komputer menuju mikrokontroler menggunakan *port* serial.
2. penggambaran sistem koordinat menggunakan skala -255 hingga 255 untuk nilai absis dan ordinatnya, sesuai dengan koordinat kartesian 2 dimensi. Kemudian skala ini diubah menjadi skala centimeter pada robot.
3. Pengiriman data umpan balik dilakukan dalam rentang waktu 1 detik sekali.
4. Sistem menggunakan modulasi digital ASK.
5. Sistem menggunakan modul TLP434A sebagai pemancar dan modul RLP434A sebagai penerima gelombang.
6. Penelitian terlepas dari kondisi berderau pada sistem transmisi.
7. Pensinyalan modul TLP434A dan RLP434A tidak dapat diketahui karena frekuensinya tinggi.
8. Penggunaan Frekuensi sesuai ketentuan Peraturan Pemerintah mengenai penggunaan frekuensi sebagai sumber daya terbatas, yaitu pada kawasan frekuensi ISM (Industri, Sosial and Medis)

## II DASAR TEORI

### 2.1 Komunikasi Radio

Sistem komunikasi radio merupakan sistem komunikasi yang tidak menggunakan kawat dalam proses perambatannya, melainkan menggunakan udara atau ruang angkasa sebagai bahan penghantar.

#### 2.1.1 Alokasi Frekuensi Radio

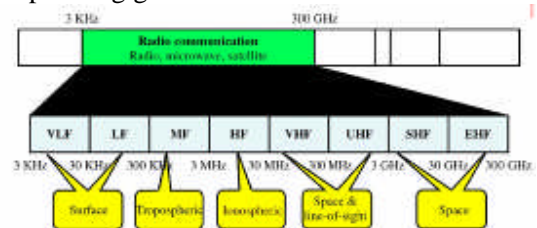
Berdasarkan sifat perambatannya, frekuensi-frekuensi radio dapat dibagi dalam beberapa daerah atau band, seperti yang terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Tabel penggolongan frekuensi berdasarkan panjang gelombang

Nama	Frek.	Panjang Gel	Nama
Very Low Frequency (VLF)	< 30 kHz	> 10 km	Gelombang Myriametik
Low Frequency (LF)	30 – 300 kHz	1 – 10 km	Gelombang kilometer
Medium Frequency (MF)	300 – 3.000 kHz	100 – 1.000 m	Gelombang Hektometer
High Frequency (HF)	3 – 30 MHz	10 – 100 m	Gelombang Dekameter
Very High Frequency (VHF)	30 – 300 MHz	1 – 10 m	Gelombang Meter
Ultra High Frequency (UHF)	300 – 3.000 MHz	10 – 100 cm	Gelombang Decimeter
Super High Frequency (SHF)	3 – 30 GHz	1 – 10 cm	Gelombang Sentimeter
Extremely High Frequency (EHF)	30 – 300 GHz	1 – 10 mm	Gelombang Milimeter

#### 2.1.2 Line Of Sight

*Line of sight* merupakan suatu cara perpindahan gelombang elektromagnet pada satu garis pandang/garis lurus.



Gambar 1 Alokasi frekuensi radio berdasarkan pemancarannya

### 2.2 Modulasi

Modulasi dapat diartikan dengan mengatur atau menyetel. Dalam bidang telekomunikasi, modulasi berarti mengatur suatu parameter dari suatu pembawa (*carrier*) berfrekuensi tinggi dengan

pertolongan sinyal informasi yang berfrekuensi lebih rendah. Tujuan utama dari proses modulasi adalah untuk mengefisienkan dimensi antena, karena kebanyakan sinyal - sinyal informasi yang dikirimkan mempunyai orde kilohertz (kHz).

Radiasi elektromagnetis yang efisien menggunakan dimensi antena yang besarnya sama dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) dari sinyal yang sedang dipancarkan. Hubungan antara frekuensi ( $f$ ) dan panjang gelombang ( $\lambda$ ) adalah:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

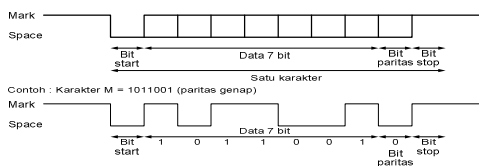
Jika sinyal informasi yang dikirimkan adalah 4 kHz, maka panjang gelombangnya akan sama dengan 75 km.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4000} \text{ m} = 75 \text{ km}$$

Sehingga sangat tidak efisien untuk membuat antena dengan panjang 75 km. Untuk mengatasi masalah tersebut maka digunakan teknik modulasi yaitu sinyal berfrekuensi rendah tersebut digunakan untuk memodulasi sinyal berfrekuensi tinggi yang dinamakan gelombang pembawa (*carrier*) yang kemudian dipancarkan.

### 2.3 Komunikasi Data Serial

Komunikasi data secara serial dibagi menjadi dua jenis yaitu secara sinkron dan asinkron. Komunikasi data serial secara asinkron adalah komunikasi data serial yang pengiriman datanya berdasarkan *baudrate* sehingga tidak memerlukan sinyal detak untuk sinkronisasi, namun pengiriman data ini harus diawali dengan *start bit* dan diakhiri dengan *stop bit*.



Gambar 2 Transmisi serial asinkron

### 2.4 Komunikasi Nirkabel

#### 2.4.1 TLP434A

Berikut gambar dari TLP434A :



1 2 3 4

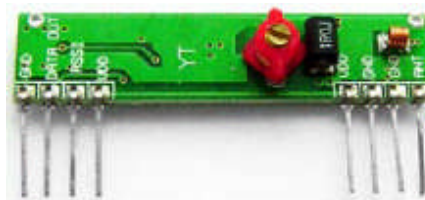
- Pin 1 : pertanahan (*ground*)
- Pin 2 : masukan data
- Pin 3 : vcc
- Pin 4 : antena

Gambar 3 TLP434A

TLP434A merupakan suatu modul pemancar buatan Laipac Technology, Inc. yang di dalamnya terkandung suatu rangkaian modulator digital ASK dan rangkaian pemancar. TLP434A ini memiliki 4 pin antara lain pin untuk *ground*, pin untuk data masukan, pin untuk Vcc dan pin ke antena. TLP434A biasanya difungsikan pada frekuensi 315 MHz, 418MHz, dan 433,92 MHz dengan tegangan operasi antara 2 VDC hingga 12 VDC.

#### 2.4.2 RLP434A

RLP434A merupakan suatu modul buatan Laipac Technology, Inc. yang di dalamnya terkandung suatu rangkaian penerima dan demodulator digital ASK. RLP434A biasanya difungsikan pada frekuensi 315 MHz, 418 MHz, dan 433,92 MHz dengan tegangan operasi antara 3,3 VDC hingga 6 VDC. Berikut gambar dari RLP434A.



1 2 3 4 5 6 7 8

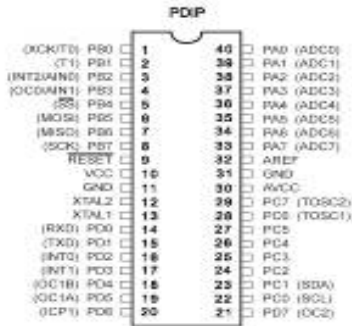
Gambar 4 RLP434A

- Pin 1 : pertanahan (*ground*)
- Pin 2 : keluaran data digital
- Pin 3 : keluaran linier
- Pin 4 : vcc
- Pin 5 : vcc
- Pin 6 : pertanahan (*ground*)
- Pin 7 : pertanahan (*ground*)
- Pin 8 : antena

### 2.7 Mikrokontroler ATmega8535

AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8 bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. Berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. AVR mempunyai 32 register serbaguna, *Timer/Counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *Programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa diantaranya memiliki ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash* on-chip yang memungkinkan

memori program untuk deprogram ulang dalam system menggunakan hubungan serial SPI.



Gambar 4 Mikrokontroler ATmega8535

### III PERANCANGAN SISTEM

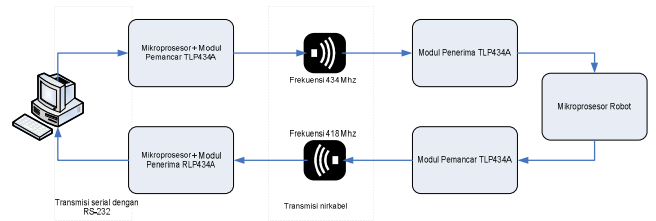
#### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Secara umum, sistem terdiri dari 3 bagian utama, yaitu program monitoring, sistem transmisi dari komputer ke robot dan sistem transmisi dari robot ke komputer.

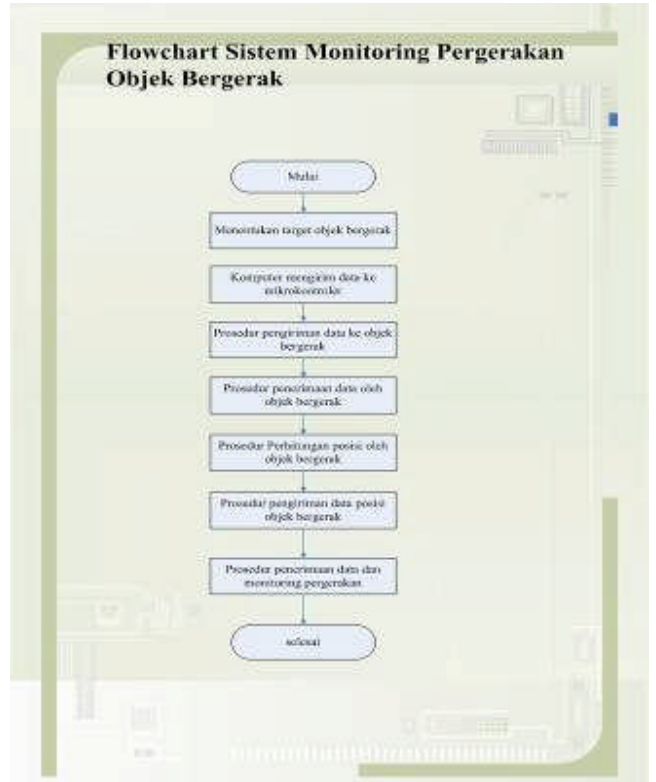
Program monitoring didesain dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0. Sistem ini menggunakan pengaturan untuk transmisi serial dengan perantara hyperterminal.

Sistem transmisi dari komputer menuju robot terdiri dari mikrokontroler ATMEGA8535 dan TLP434A untuk bagian pemancar, sedangkan sistem penerima pada robot menggunakan ATMEGA32 dan RLP434A. Modul RLP dan TLP pada proses ini menggunakan frekuensi 434 Mhz.

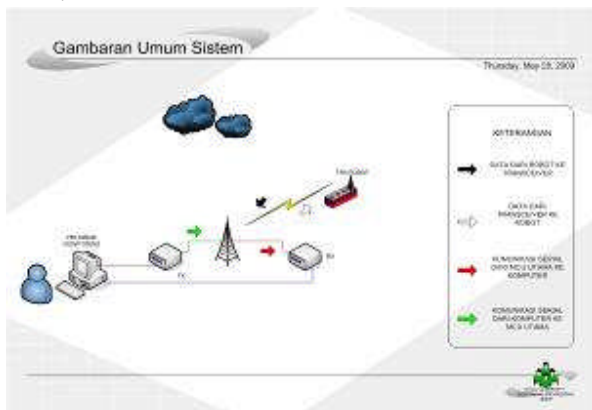
Sistem transmisi dari robot menuju komputer terdiri dari mikrokontroler ATMEGA32 dan TLP434A untuk bagian pemancar, sedangkan sistem penerima pada sisi komputer menggunakan ATMEGA8535 dan RLP434A. Modul RLP dan TLP pada proses ini menggunakan frekuensi 418 Mhz.



Gambar 6 Diagram blok sistem pengiriman dan penerimaan data



Gambar 7 Bagan alir gambaran umum sistem



Gambar 4 Gambaran umum sistem

#### 3.2 Perencanaan Link Budget

Perhitungan *link budget* merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya *threshold* ( $RSL \geq R_{th}$ ). Tujuannya untuk menjaga keseimbangan *gain* dan *loss* guna mencapai SNR yang diinginkan di *receiver*. Mengacu pada Gambar 2.16, maka dapat dilakukan perhitungan *link budget* untuk kedua frekuensi kerja yang digunakan.

##### 3.2.1 Frekuensi 434 MHz

Untuk perancangan kendali robot menggunakan modul pemancar TLP434A dan modul RLP434A sebagai penerima dengan

frekuensi 434 MHz. Parameter-parameter perhitungan *link budget*-nya sebagai berikut :

- PTx : 14 dBm  
 LTx : 0,58 dB (*Loss feeder line* RG-58U dengan panjang 1,92 m)  
 GTx : 2,15 dBi (Gain antenna RH77B)  
 LRx : 0,13 dB (*Loss feeder line* RG-58U dengan panjang 0,42 m)  
 GRx : 2,15 dBi (Gain antenna RH77B)  
 Rx senv : -110 dBm = -140 dB (Rth)

#### Perhitungan Jarak

Dengan menerapkan rumus Formula Transmisi Friis, dapat dicari jarak maksimal antara antenna pemancar dengan antenna penerima.

- ◇  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{434 \times 10^6 \text{ Hz}} = 0,69 \text{ m}$   
 ◇  $A_{et} = A_{er} = \frac{G_t \lambda}{4\pi} = \frac{1,64 \times (0,69^2)}{4\pi} = 0,062 \text{ m}^2$   
 ◇  $\frac{P_r}{P_t} = \frac{A_{er} A_{et}}{r^2 \lambda^2}$   
 ◇  $r^2 = \frac{P_t A_{er} A_{et}}{P_r \lambda^2} = \frac{14 \text{ dBm} \times 0,062 \times 0,062}{-110 \text{ dBm} \times 0,69^2} = 2,028 \times 10^{10}$   
 ◇  $r = 142.407,865 \text{ m}$

Jarak yang didapat menunjukkan jarak antenna pemancar dan antenna penerima maksimal tanpa memperhitungkan *free space loss* dan *losses* pada rangkaian pemancar dan penerima. Dengan memperhitungkan *FSL* dan *losses* pada rangkaian pemancar dan penerima, jarak maksimalnya dapat dihitung sebagai berikut :

- ◇ Rx Senv. = RSL = - 110 dBm = - 140 dB  
 ◇ EIRP = Ptx + Gtx - Ltx  
 = 14 dBm + 2,15 dBi - 0,58 dB  
 = - 16 dB + 2,15 dBi - 0,58 dB  
 = - 14,43 dBW  
 ◇ RSL = EIRP - FSL + Grx - Lrx  
 -140 dB = - 14,43 dBW - FSL + 2,15 dBi - 0,13 dB  
 ◇ FSL = 127,59 dB  
 ◇ FSL = 32,45 + 20 log f (MHz) + 20 log d (km)  
 127,59 dB = 32,45 + 20 log 434 + 20 log d  
 ◇ d = 131,674 km = 131.674 m

Dari hasil perhitungan menunjukkan jarak maksimal antenna pemancar dan antenna penerima dengan memperhitungkan *FSL* dan *losses* pada

rangkaiannya *transceiver* didapatkan nilai 131.674 m atau selisih 10.733,865 m dari perhitungan dengan rumus Formula Transmisi Friis.

Pada jarak antara antenna pemancar dengan penerima sejauh 100 meter, perhitungan *link budget*-nya adalah sebagai berikut :

#### Perhitungan FSL

Pada jarak antara pemancar dan penerima sejauh  $d = 100$  meter.

- FSL = 32,45 + 20 log f (MHz) + 20 log d (km)  
 = 32,45 + 20 log 434 + 20 log 0,1  
 = 32,45 + 52,75 + (-20)  
 = 65,2 dB

#### Perhitungan EIRP

- EIRP = Ptx + Gtx - Ltx  
 = 14 dBm + 2,15 dBi - 0,58 dB  
 = - 16 dB + 2,15 dBi - 0,58 dB  
 = - 14,43 dBW

#### Perhitungan RSL

- RSL = EIRP - FSL + Grx - Lrx  
 = - 14,43 dBW - 65,2 dB + 2,15 dBi - 0,13 dB  
 = - 77,61 dBW

Dari perhitungan di atas, didapat RSL = - 77,61 dBW > Rth = - 140 dB sehingga memenuhi persyaratan keseimbangan gain dan loss pada perancangan link budget yang baik.

### 3.2.2 Frekuensi 418 MHz

Untuk perancangan kendali robot menggunakan modul pemancar TLP434A dan modul RLP434A sebagai penerima dengan frekuensi 418 MHz. Parameter-parameter perhitungan *link budget*-nya sebagai berikut :

- PTx : 14 dBm  
 LTx : 0,56 dB (*Loss feeder line* RG-58U dengan panjang 1,92 m)  
 GTx : 2,15 dBi (Gain antenna RH77B)  
 LRx : 0,123 dB (*Loss feeder line* RG-58U dengan panjang 0,42 m)  
 GRx : 2,15 dBi (Gain antenna RH77B)  
 Rx senv : -110 dBm = -140 dB (Rth)

#### Perhitungan Jarak

Dengan menerapkan rumus Formula Transmisi Friis, dapat dicari jarak maksimal antara antenna pemancar dengan antenna penerima.

- ◇  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{418 \times 10^6 \text{ Hz}} = 0,72 \text{ m}$   
 ◇  $A_{et} = A_{er} = \frac{G_t \lambda}{4\pi} = \frac{1,64 \times (0,72^2)}{4\pi} = 0,068 \text{ m}^2$

$$\diamond \frac{P_r}{P_t} = \frac{A_{er} A_{et}}{r^2 \lambda^2}$$

$$\diamond r^2 = \frac{P_t A_{er} A_{et}}{P_r \lambda^2} = \frac{14 \text{ dBm} \times 0,068 \times 0,068}{-110 \text{ dBm} \times 0,72^2}$$

$$r = 149.704,51 \text{ m}$$

Jarak yang didapat menunjukkan jarak antenna pemancar dan antenna penerima maksimal tanpa memperhitungkan *free space loss* dan *losses* pada rangkaian pemancar dan penerima. Dengan memperhitungkan FSL dan *losses* pada rangkaian pemancar dan penerima, jarak maksimalnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\diamond R_x \text{ Senv.} = \text{RSL} = -110 \text{ dBm} = -140 \text{ dB}$$

$$\diamond \text{EIRP} = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx}$$

$$= 14 \text{ dBm} + 2,15 \text{ dBi} - 0,56 \text{ dB}$$

$$= -16 \text{ dB} + 2,15 \text{ dBi} - 0,56 \text{ dB}$$

$$= -14,41 \text{ dBW}$$

$$\diamond \text{RSL} = \text{EIRP} - \text{FSL} + G_{rx} - L_{rx}$$

$$\diamond -140 \text{ dB} = -14,41 \text{ dBW} - \text{FSL} + 2,15 \text{ dBi} - 0,123 \text{ dB}$$

$$\diamond \text{FSL} = 127,617 \text{ dB}$$

$$\diamond \text{FSL} = 32,45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$$

$$\diamond 127,617 \text{ dB} = 32,45 + 20 \log 418 + 20 \log d$$

$$\diamond d = 137,198 \text{ km} = 137.198 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan menunjukkan jarak maksimal antenna pemancar dan antenna penerima dengan memperhitungkan FSL dan *losses* pada rangkaian *transceiver* didapatkan nilai 137.198 m atau selisih 12.506,51 m dari perhitungan dengan rumus Formula Transmisi Friis. Pada jarak antenna pemancar dengan penerima sejauh 100 meter, perhitungan *link budget*-nya adalah sebagai berikut :

#### Perhitungan FSL

Pada jarak antara pemancar dan penerima sejauh  $d = 100$  meter.

$$\text{FSL} = 32,45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$$

$$= 32,45 + 20 \log 418 + 20 \log 0,1$$

$$= 32,45 + 52,42 + (-20)$$

$$= 64,87 \text{ dB}$$

#### Perhitungan EIRP

$$\text{EIRP} = P_{tx} + G_{tx} - L_{tx}$$

$$= 14 \text{ dBm} + 2,15 \text{ dBi} - 0,56 \text{ dB}$$

$$= -16 \text{ dB} + 2,15 \text{ dBi} - 0,56 \text{ dB}$$

$$= -14,41 \text{ dBW}$$

#### Perhitungan RSL

$$\text{RSL} = \text{EIRP} - \text{FSL} + G_{rx} - L_{rx}$$

$$= -14,41 \text{ dBW} - 64,87 \text{ dB} + 2,15 \text{ dBi} - 0,123 \text{ dB}$$

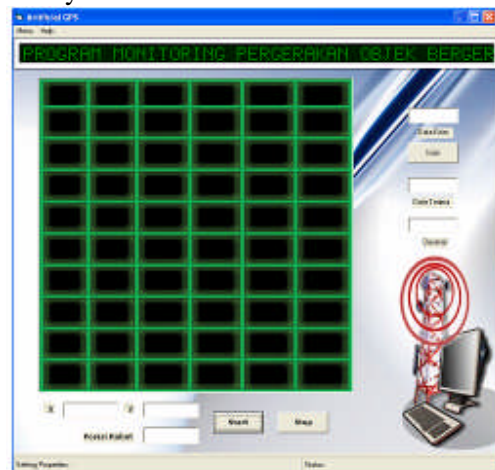
$$= -77,253 \text{ dBW}$$

Dari perhitungan di atas, didapat  $\text{RSL} = -77,253 \text{ dBW} > \text{Rth} = -140 \text{ dB}$  sehingga memenuhi persyaratan keseimbangan gain dan *loss* pada perancangan *link budget* yang baik

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Program utama dirancang dengan menggunakan visual basic 6.0. program ini terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain menu konektivitas yang berhubungan dengan antarmuka transmisi serial, kemudian penentuan target posisi dari robot, serta bagian evaluasi terhadap koordinat x dan y baru yang dikirimkan oleh robot sebagai posisi baru dari robot.

Tampilan utama dari program monitoring robot seperti pada gambar 8 , yang merupakan pengembangan dari program yang telah dipakai oleh tim penelitian penulis dalam penelitian sebelumnya.



Gambar 8 Tampilan program utama

### 3.4 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibuat dalam Tugas Akhir ini meliputi blok pemancar, penerima, dan mikrokontroler ATMega8535.

#### 3.4.1 Pemancar

Sistem pemancar yang digunakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari mikrokontroler ATMega8535, modul TLP434A sebagai pemancar, dan antenna pemancar. Pada Tugas Akhir ini digunakan dua blok pemancar yang masing-masing diletakkan pada sisi komputer dan pada sisi robot. Pada blok komputer digunakan modul TLP434A dengan frekuensi 434 Mhz sedangkan pada sisi robot digunakan modul yang sama namun menggunakan frekuensi kerja yang berbeda yaitu 418 MHz. Penggunaan frekuensi yang berbeda ini dimaksudkan agar tidak terjadi interferensi yang dapat mengacaukan validitas data.

### 3.4.2 Penerima

Sistem penerima yang digunakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari antena penerima, modul RLP434A sebagai penerima, dan mikrokontroler ATmega162 pada robot dan mikrokontroler ATmega8535. Data navigasi akan didemodulasikan oleh modul RLP434A dan dipancarkan melalui antena. RLP434A merupakan pasangan TLP434A yang dapat digunakan untuk menerima data yang dikirim TLP434A.

Pada Tugas Akhir ini juga digunakan dua blok penerima yang masing-masing diletakkan pada sisi robot dan pada sisi komputer. Pada blok komputer digunakan modul RLP434A dengan frekuensi 418 Mhz sedangkan pada sisi robot digunakan modul yang sama namun menggunakan frekuensi kerja 434 MHz sesuai dengan tipe yang digunakan modul pemancar.

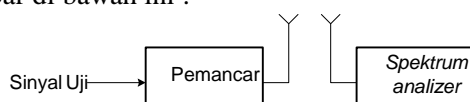
Pada sisi robot, data navigasi yang diterima oleh antena penerima diteruskan ke RLP434A dan didemodulasikan sehingga diperoleh data digital yang selanjutnya akan dikirimkan ke sistem mikrokontroler pada robot. Pada sistem mikrokontroler dilakukan proses validasi data yang akan menentukan bahwa data tersebut benar-benar data dari modul TLP434A yang sesuai. Jika data valid, maka robot akan bergerak sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh komputer.

Sedangkan modul penerima pada sisi komputer induk berfungsi untuk menerima data hasil perhitungan posisi yang dikirimkan oleh robot. Data diterima antena, kemudian melalui pin 2 modul RLP434A data diteruskan ke mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler mengirimkan data tersebut secara serial ke komputer untuk ditampilkan di monitor.

## IV PENGUJIAN DAN ANALISA

### 4.1 Pengujian Modul Pemancar TLP434A

Modul TLP434 tidak dapat diuji dengan cara memberikan logika 1 atau 0 saja, tetapi harus diberikan pulsa. Pada pengujian ini akan digunakan *Function generator* sebagai sumber sinyal uji dan pengujiannya seperti yang digambarkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 8 Pengujian TLP434A dengan *spektrum analyzer*

*Spektrum analyzer* diatur pada frekuensi 434 MHz, hal ini dilakukan karena frekuensi kerja

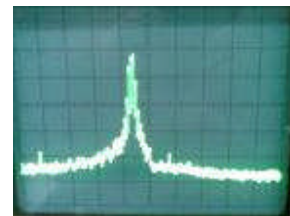
TLP434A pada daerah 434 MHz. Hasil pengujian dengan *spektrum analyzer* ditunjukkan oleh Gambar 9 sebagai berikut :



Gambar 9 Hasil pengujian TLP434A dengan *Spektrum analyzer*

Pada gambar di atas terlihat bahwa pancaran dari TLP434A terdeteksi oleh *Spektrum analyzer*. Hal ini menunjukkan bahwa TLP434A telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dapat memancarkan gelombang pada frekuensi 434 MHz. *Spektrum analyzer* juga menunjukkan daya keluaran modul TLP434 ini pada angka 14 dBm atau 25 mW.

Pengujian modul pemancar dengan frekuensi 418 MHz juga sama seperti pada pengujian modul dengan frekuensi 434 MHz. Pada pengujian ini akan digunakan *Function generator* sebagai sumber sinyal uji. *Spektrum analyzer* diatur pada frekuensi 418 MHz, hal ini dilakukan karena frekuensi kerjanya pada daerah 418 MHz. Hasil pengujian dengan *spektrum analyzer* ditunjukkan oleh Gambar 10 sebagai berikut :

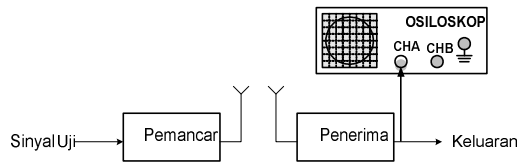


Gambar 10 Hasil pengujian TLP34A frekuensi 418 MHz dengan *Spektrum analyzer*

Pada Gambar 10 di atas terlihat bahwa pancaran dari TLP418 terdeteksi oleh *Spektrum analyzer*. Hal ini menunjukkan bahwa TLP418 telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dapat memancarkan gelombang pada frekuensi 418 MHz. *Spektrum analyzer* juga menunjukkan daya keluaran modul TLP418 ini pada angka 14 dBm atau 25 mW

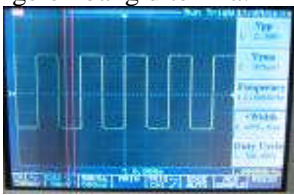
#### 4.1.1 Masukan *Function Generator*

Untuk lebih menyakinkan lagi, maka TLP434A diuji lagi dirangkai bersama dengan RLP434 seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

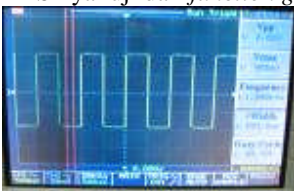


Gambar 11 Pengujian TLP434A dengan RLP434 dan osiloskop

Pada pengujian ini, sinyal uji digunakan gelombang kotak keluaran dari *function generator*. Pada osiloskop terlihat gelombang kotak yang dikirim seperti Gambar 12 dan Gambar 13 menunjukkan gelombang diterima.



Gambar 12 Sinyal uji dari *function generator*

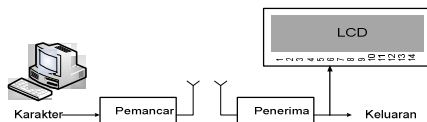


Gambar 13 Sinyal keluaran dari *function generator*

Keduanya menunjukkan bentuk gelombang yang mirip, hal ini menunjukkan bahwa TLP434A telah dapat mengirimkan data sesuai dengan yang diinginkan.

#### 4.1.2 Masukan Serial Mikrokontroler

Untuk membedakan dengan pengujian menggunakan *function generator*, data yang dikirimkan oleh komputer digunakan data beberapa karakter ASCII. Untuk memudahkan pengamatan, hasil keluaran penerima ditampilkan ke LCD yang akan menampilkan karakter ASCII yang diterima dalam format desimal. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 14 Pengujian TLP434A dengan masukan berupa karakter ASCII

Tabel 2 Hasil pengujian TLP434A dengan masukan berupa karakter ASCII

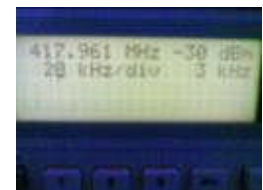
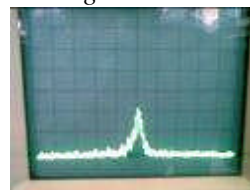
No.	Karakter		Data yang Diterima
	ASCII	Desimal	
1	0	48	Sesuai
2	1	49	Sesuai
3	2	50	Sesuai
4	3	51	Sesuai
5	4	52	Sesuai
6	5	53	Sesuai
7	6	54	Sesuai
8	7	55	Sesuai
9	8	56	Sesuai
10	9	57	Sesuai

1	0	48	Sesuai
2	1	49	Sesuai
3	2	50	Sesuai
4	3	51	Sesuai
5	4	52	Sesuai
6	5	53	Sesuai
7	6	54	Sesuai
8	7	55	Sesuai
9	8	56	Sesuai
10	9	57	Sesuai

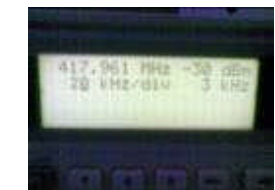
Dari Tabel 2, terlihat bahwa modul TLP434 dapat menerima data karakter ASCII dan memancarkannya dengan benar.

#### 4.2 Pengujian Level Daya Sinyal

Selain dari perhitungan, level daya sinyal yang dikirimkan pemancar atau yang diterima oleh modul penerima dapat diamati dengan menggunakan *Spektrum Analyzer*. Pengujian dilakukan dengan dua variasi jarak yaitu 5 meter dan 10 meter. Pengujian dilakukan terhadap dua frekuensi yang digunakan, yaitu *downlink* (434 MHz) dan *uplink* (418 MHz). Data yang didapat melalui *spektrum analyzer* dibandingkan dengan data hasil perhitungan manual sesuai dengan rumus *Link Budget*.



(a)



(b)

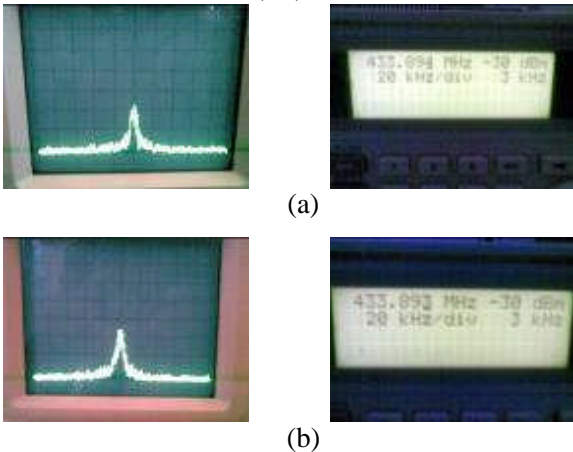
Gambar 15 Pengujian level daya sinyal untuk frekuensi 418 MHz dengan jarak antena pemancar dengan penerima (a) 5 meter (b) 10 meter

Dari Gambar 15 di atas dapat dilihat bentuk spektrum dari gelombang yang diterima oleh antena modul penerima RLP434A dengan frekuensi 418 MHz. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran didapatkan level daya yang diterima untuk jarak antara pengirim dengan penerima sejauh 5 meter dan 10 meter adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 RSL_{(5m)} &= 2,2 \text{ div} \times (-30 \text{ dBm}) \\
 &= -66 \text{ dBm} = -96 \text{ dBW} \\
 RSL_{(10m)} &= 2,5 \text{ div} \times (-30 \text{ dBm})
 \end{aligned}$$

$$= -75 \text{ dBm} = -105 \text{ dBW}$$

Untuk perhitungan manual berdasarkan rumus *link budget* menghasilkan nilai  $RSL_{(5m)} = -51.233 \text{ dBW}$  dan  $RSL_{(10m)} = -57.253 \text{ dBW}$ .



Gambar 16 Pengujian level daya sinyal untuk frekuensi 434 MHz dengan jarak antenna pemancar dengan penerima (a) 5 meter (b) 10 meter

Dari Gambar 16 di atas dapat dilihat bentuk spektrum dari gelombang yang diterima oleh antenna modul penerima RLP434A dengan frekuensi 434 MHz. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran didapatkan level daya yang diterima untuk jarak antara pengirim dengan penerima sejauh 5 meter dan 10 meter adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} RSL_{(5m)} &= 2,3 \text{ div} \times (-30 \text{ dBm}) \\ &= -69 \text{ dBm} = -99 \text{ dBW} \\ RSL_{(10m)} &= 2,5 \text{ div} \times (-30 \text{ dBm}) \\ &= -75 \text{ dBm} = -105 \text{ dBW} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan manual berdasarkan rumus *link budget* menghasilkan nilai  $RSL_{(5m)} = -51,59 \text{ dBW}$  dan  $RSL_{(10m)} = -57,61 \text{ dBW}$ .

### 4.3 Pengujian Modul Penerima RLP434A

Sebenarnya pengujian RLP434A juga sudah teruji seiring dengan pengujian TLP434A dengan menggunakan osiloskop, namun untuk lebih menyakinkan, maka dilakukan pengujian kembali. Dilakukan juga pengujian menggunakan masukan dari komputer, data yang dikirimkan oleh komputer digunakan data beberapa karakter ASCII.

Tabel 3 Hasil pengujian RLP434A dengan masukan berupa karakter ASCII

No.	Karakter		Data yang Diterima
	ASCII	Desimal	
1	a	97	Sesuai
2	b	98	Sesuai
3	c	99	Sesuai
4	d	10	Sesuai

5	e	101	Sesuai
6	f	102	Sesuai
7	g	103	Sesuai
8	h	104	Sesuai
9	i	105	Sesuai
10	j	106	Sesuai

Dari Tabel 3, terlihat bahwa modul RLP434 dapat menerima data karakter ASCII dengan benar.

### 4.4 Pengujian Jarak

Dalam Tugas Akhir ini, modul pemancar TLP434 menggunakan daya 5 Volt begitu pula dengan modul penerima RLP434. Jarak pancar TLP434A dapat mencapai sekitar 100 m. Hasil pengujian jarak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian jarak

No	Letak pemancar	Letak penerima	Jarak	Data yang diterima
1	Lab. KPS	Lab. Kom.	5 m	Sesuai
2	Lab. KPS	Lab. Elka	6 m	Sesuai
3	Lab. KPS	Lab. Power	15 m	Sesuai
4	Lab. KPS	HME	20 m	Sesuai
5	Lab. KPS	Ruang B.202	5 m	Sesuai
6	Lab. KPS	Lab Power t3	12 m	Sesuai
7	Lab. KPS	Pos parkir	108 m	Sesuai
8	Pos parkir	Lab. KPS	112 m	Sesuai

### 4.5 Pengujian Tingkah Laku Robot

Pengujian tingkah laku robot dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa sistem nirkabel yang mengatur sistem pengendalian robot. Robot memenuhi aturan sebagai berikut :

- Apabila ketiga sensor jarak tidak mendeteksi adanya halangan, maka gerakan robot akan bergerak menuju sasaran sesuai perintah.
- Robot akan bergerak apabila ada perintah yang diterima.
- Robot akan berhenti bila diberi perintah 'stop'
- Ketika robot bergerak dan mengetahui adanya halangan di kanan atau kiri robot, maka robot akan berusaha menghindari dengan berbelok ke arah dimana tidak ada halangan.
- Ketika robot bergerak dan mengetahui adanya halangan di depan robot, maka robot akan mengurangi kecepatan berusaha menghindari ke arah dimana tidak ada halangan. Apabila arah kanan dan kiri tidak terdapat halangan, maka robot akan menghindari ke kiri.

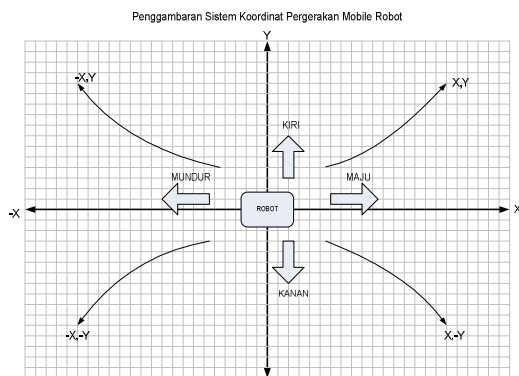
- Ketika selesai menghindari rintangan, robot tidak langsung berbelok mendadak ke sasaran, tetapi berbelok secara perlahan menuju sasaran.
- Robot akan berhenti bila jarak terhitung kurang dari 10 cm jarak maksimal yang diatur.

Robot akan berhenti bila ada rintangan di depan, kanan dan kiri sekaligus pada jarak 20cm dan menampilkan tulisan “ *i'am stack here! mision failed!!!*” pada LCD.

#### 4.6 Pengujian Posisi

Pengujian posisi dilakukan dengan memasukkan data koordinat tujuan yang diinginkan dengan cara menekan tombol kiri mouse pada koordinat yang ingin dituju. Ketika menerima data, *mobile robot* pertama kali diset pada kondisi (0,0). Kemudian perlahan – lahan bergerak menuju target. Setiap pergerakan yang dilakukan oleh *mobile robot*, akan dihitung jarak antara posisinya saat itu dengan target yang dituju. Ketika mencapai jarak di sekitar 10 cm dari target, *mobile robot* akan berhenti. Rasio kesalahan tidak dapat mencapai nilai 0 % karena pada jarak yang lebih kecil dari 10 cm, maka program yang telah ditanamkan pada *mobile robot* akan mengalami osilasi atau ketidakstabilan dan *mobile robot* tidak berhenti hingga galat yang diinginkan sesuai. Sehingga diambil nilai 10 cm yang merupakan nilai yang dianggap stabil pada penelitian sebelumnya.

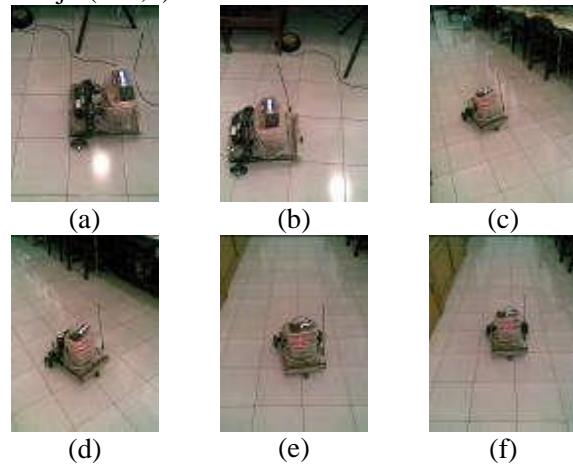
Pada gambar 17, dijelaskan mengenai sistem pergerakan robot sesuai dengan koordinat kartesian. Nilai x merupakan arah maju dari robot dan -x merupakan arah mundur bagi robot. Sedangkan nilai y merupakan arah kiri dan nilai -y merupakan arah kanan bagi robot.



Gambar 17 Penggambaran sistem koordinat pergerakan robot

#### 4.6.1 Pengujian Posisi robot Menuju Koordinat (100,0)

Pengujian yang dilakukan dengan memberi perintah robot untuk menuju koordinat (100,0). Berikut ini disajikan beberapa gambar pengujian pergerakan robot dari titik mula-mula, yaitu (0,0) menuju (100,0).



Gambar 18 (0,0) menuju (100,0)

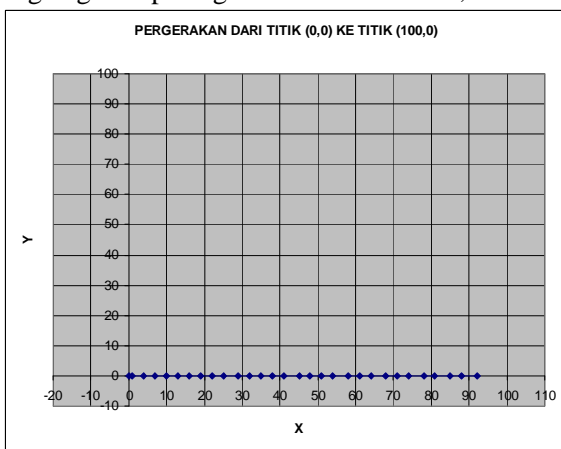
Terlihat bahwa robot menempuh rute sepanjang garis lurus menuju ke depan. Robot kemudian berhenti setelah mencapai koordinat (92,0). Terjadi galat sebesar 10,2% dari keseluruhan jarak yang harus ditempuhnya. Data-data hasil pencatatan koordinat yang ditempuh oleh robot, disajikan dalam tabel 5

Tabel 5 Data pergerakan robot dari titik (0,0) menuju (100,0)

X	Y	X TUJUAN	Y TUJUAN	JARAK	GALAT
0	0	100	0	100	100.00%
1	0	100	0	99	99.00%
4	0	100	0	96	96.00%
7	0	100	0	93	93.00%
10	0	100	0	90	90.00%
13	0	100	0	87	87.00%
16	0	100	0	84	84.00%
19	0	100	0	81	81.00%
22	0	100	0	78	78.00%
25	0	100	0	75	75.00%
29	0	100	0	71	71.00%
32	0	100	0	68	68.00%
35	0	100	0	65	65.00%
38	0	100	0	62	62.00%
41	0	100	0	59	59.00%
45	0	100	0	55	55.00%
48	0	100	0	52	52.00%
51	0	100	0	49	49.00%
54	0	100	0	46	46.00%

58	0	100	0	42	42.00%
61	0	100	0	39	39.00%
64	0	100	0	36	36.00%
68	0	100	0	32	32.00%
71	0	100	0	29	29.00%
74	0	100	0	26	26.00%
78	0	100	0	22	22.00%
81	0	100	0	19	19.00%
85	0	100	0	15	15.00%
88	0	100	0	12	12.00%
92	0	100	0	8	8.00%

Penggambaran dari data tersebut sesuai dengan grafik pada gambar 19 berikut ini,



Gambar 19 Grafik posisi robot dari titik (0,0) menuju (100,0)

Dari tabel dan grafik, galat yang terjadi di sekitar jarak 10 cm dari target. Hal ini sesuai dengan program yang telah ditanamkan pada robot yang hanya mencapai 10 cm dari target.

Dari hasil penggambaran data dengan grafik, dibandingkan dengan data sesungguhnya, terlihat bahwa robot berjalan sesuai dengan tujuan.

#### 4.6.2 Perhitungan Galat Pencapaian Posisi Oleh Robot

Pada pengujian, telah diuji untuk berbagai nilai masukan. Berikut ini akan disajikan data – data mengenai pergerakan *mobile robot* dengan beberapa tujuan koordinat didapatkan nilai galat seperti pada tabel 6.

Tabel 6 Tabel galat hasil percobaan pergerakan robot untuk berbagai koordinat tujuan

no	Y	X	target X	Target Y	Jarak	Galat (%)
1	88	92	100	100	14.42	10.20%
2	5	91	0	100	10.3	10.30%
3	92	0	100	0	8	8.00%
4	1	12	0	20	8.06	40.30%

5	25	52	20	60	9.43	14.91%
6	-34	14	-40	20	8.49	18.98%
7	-33	-54	-40	-60	9.22	12.79%
8	35	-102	40	-110	9.43	8.06%
9	36	166	40	175	9.85	5.49%
10	-72	-44	-80	-50	10	10.60%
11	-71	-19	-80	-22	9.49	11.44%
12	74	-80	80	-88	10	8.41%
13	72	40	80	45	9.43	10.27%
14	74	148	80	156	10	5.70%
15	-83	49	-90	55	9.22	8.74%
16	-85	159	-90	166	8.6	4.55%
17	113	-40	120	-45	8.6	6.71%
18	-114	82	-120	89	9.22	6.17%
19	145	152	150	160	9.43	4.30%
20	144	-33	150	-40	9.22	5.94%
21	145	192	150	200	9.43	3.77%
22	-141	-72	-150	-75	9.49	5.66%
23	193	16	200	10	9.22	4.60%
24	192	2	200	-3	9.43	4.71%
25	243	94	250	100	9.22	3.42%
Rata-rata					9.488	9.36%

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa robot berhenti ketika mencapai jarak sekitar 10 cm dari target yang akan dicapai. Galat yang terjadi berkisar antara 3,42% hingga 40,3%. Untuk jarak yang semakin dekat, galat yang timbul akan semakin besar. Untuk jarak yang semakin jauh, galat yang timbul akan semakin kecil. Galat yang timbul dihitung berdasarkan jarak antara tujuan dengan posisi saat robot berhenti, dibandingkan dengan keseluruhan jarak tempuh. Nilai galat terkecil adalah 3,42 %, nilai galat terbesar adalah 40,30 % dan rata-rata galat percobaan adalah 9,36 %.

## V PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian, sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 telah dapat berfungsi dengan baik. Hal ini ditandai dengan komunikasi serial dengan komputer dan modul TLP434A telah sesuai dengan yang diharapkan.
2. Dari hasil pengujian, sistem minimum mikrokontroler ATmega32 pada robot telah dapat berfungsi dengan baik. Hal ini ditandai dengan komunikasi serial dengan modul RLP434A telah sesuai dengan yang diharapkan.

3. Dari hasil pengujian, terlihat bahwa data yang dikirim TLP434A dengan data yang diterima RLP434A sama atau hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa TLP434A telah dapat mengirimkan data dan RLP434A dapat menerima data sesuai dengan yang diinginkan. Adanya sedikit perbedaan dikarenakan adanya rugi-rugi derau.
4. Agar komunikasi dapat dilakukan dan untuk validasi data, maka data yang akan dikirimkan diawali dengan rentetan data *header* berupa AAh atau 55h dan 00h.
5. Dari hasil pengujian, jarak antara pemancar dan penerima dapat mencapai 100 m (dari lab KPS hingga pos parkir).
6. Dari hasil pengujian, nilai galat terkecil adalah 3,42 %, nilai galat terbesar adalah 40,30 % dan rata-rata galat percobaan adalah 9,36 %.

## 5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Penggunaan 3 piranti pemancar dan penerima yang memungkinkan perhitungan oleh pemancar, sehingga robot hanya berfungsi mencapai tempat tujuan tanpa harus menghitung, sehingga dapat mencapai tujuan dengan akurat.
2. Dapat dikembangkan dengan penambahan kamera digital untuk mengakuisisi data lingkungan sekitar atau pengambil citra digital.
3. Untuk penelitian lanjut, dapat digunakan GPS dengan tingkat ketelitian yang tinggi sehingga galat yang terjadi dapat semakin kecil, atau bahkan mendekati nilai 0%.
4. Untuk penelitian lanjut dapat digunakan kapal atau balon udara sebagai pengganti robot

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heryanto, M.Ary & Wisnu Adi P., *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [2] Indra Leksana, R. Kurniawan, *Pengendalian Robot Mobil Pencari Target Dengan Kemampuan Menghindari Rintangan*, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Undip, 2008.
- [3] Millman, Halkias, *Elektronika Terpadu*, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [4] Praselia Ratna & Widodo, Edi Catur, *Interfacing Port Pararel dan Port Serial komputer dengan Visual Basic 6.0*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.

- [5] Schwartz, Mischa, *Transmisi Informasi, Modulasi dan Bising*, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [6] Sudjadi, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler, Aplikasi pada Mikrokontroler AT89C51*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [7] -----, *Atmega8535 Data Sheet*, <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535.html>
- [8] -----, <http://www.futurlec.com/Radio.shtml>
- [9] -----, *TLP434A Datasheet*, <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/169604/ETC/TLP434A.html>



**WINARNO**  
(L2F 004 526)

Dilahirkan di Semarang, 16 April 1986. Menempuh pendidikan dasar di SDN Kinibalu 02 lulus tahun 1998 dan melanjutkan ke SLTPN 2 Semarang sampai tahun 2001 kemudian melanjutkan lagi di SMUN 3 Semarang lulus tahun 2004. Dari tahun 2004 sampai saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, konsentrasi Elektronika Dan Telekomunikasi.

Mengetahui / Mengesahkan :

Dosen Pembimbing I

Darjat, ST., MT.

NIP. 132 231 135

Dosen Pembimbing II

Ajub Ajulian Zahra, ST, MT

NIP. 132 205 684