

repository.ub.ac.id

**SISTEM PENGOLAH DATA LINTASAN ROBOT BERODA
MENGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO FREKUENSI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

AGUNG BUDI UTOMO
NIM. 0510630006-63

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2010**

**SISTEM PENGOLAH DATA LINTASAN ROBOT BERODA
MENGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO FREKUENSI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

AGUNG BUDI UTOMO
NIM. 0510630006-63

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nanang Sulistiyanto
NIP. 19700113 199403 1 002

M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENGOLAH DATA LINTASAN ROBOT BERODA
MENGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO FREKUENSI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**AGUNG BUDI UTOMO
NIM. 0510630006-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 11 Februari 2010

DOSEN PENGUJI

**Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc
NIP. 19590304 198903 1 001**

**R. Arief Setyawan, ST., MT
NIP. 19750819 199903 1 001**

**Ir. Nurussa'adah, MT
NIP. 19680706 199203 2 001**
Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Rudy Yuwono, ST., M.Sc
NIP. 19710615 199802 1 003**

ABSTRAK

Agung Budi Utomo, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2010, *Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi*, Dosen Pembimbing: Ir. Nanang Sulistiyanto dan M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D

Pengujian robot otomatis beroda yang dilakukan oleh tim KRI TEUB selama ini dilakukan secara manual. Robot yang telah diprogram kemudian dilihat pergerakannya untuk dipastikan gerakannya telah sesuai dengan program. Namun proses pengujian ini sangat menguras waktu dan tenaga, dengan hasil yang tidak akurat, dan dokumentasi yang tidak memadai. Sistem Pengolah Data merupakan sebuah sistem yang mampu memodelkan lintasan robot otomatis beroda. Sistem ini akan melacak pergerakan robot apa adanya untuk memberi gambaran kepada pemrogram lintasan yang telah ditempuh robot.

Sistem ini menjadi satu bagian dengan Sistem Pengirim Data. Komunikasi yang digunakan antara Sistem Pengolah Data dan Sistem Pengirim Data menggunakan media transmisi radio frekuensi (RF). Dengan adanya komunikasi nirkabel nantinya robot akan dapat bergerak lebih leluasa dan memiliki jarak jangkauan yang lebih luas. Selain itu Sistem Pengolah Data akan dapat dengan mudah mengolah data dan memodelkan lintasan secara langsung selama robot bergerak. Komunikasi dengan menggunakan media RF ini menggunakan rangkaian modul penerima RLP 434A dan modul pemancar TLP 434A. Data yang diterima pada bagian penerima merupakan data digital yang yang diantarmukakan langsung ke komputer menggunakan rangkaian MAX 232. Data yang diolah merupakan data pulsa *rotary* yang dibaca oleh Sistem Pengirim Data tiap waktu sampling pengiriman data selama Δt ms. Data tersebut kemudian dihitung untuk mendapatkan kecepatan masing-masing roda. Dengan menggunakan perhitungan gerak transformasi linier dan gerak melingkar kemudian data kecepatan roda tersebut dimodelkan. Proses perhitungan dan pemodelan lintasan menggunakan *software* pemrograman visual Delphi 7.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja tanpa *error* dengan baudrate 9600 bps dan sistem dapat melakukan transmisi data yang menggunakan metode transmisi *simplex* sampai jarak 25 meter. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa selisih antara gerak robot sebenarnya dengan gambar program sejauh 6 cm.

Kata kunci: Sistem Pengolah Data, robot otomatis beroda, radio frekuensi

PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi”. Skripsi ini disusun sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak bantuan, bimbingan, dan dorongan yang diterima oleh penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Orang tua dan adik penulis yang selalu memberikan dukungan,
- Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Azis Muslim, ST., MT., Ph.D sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. M. Julius St, MS sebagai Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. Nanang Sulistiyanto sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, gagasan, ide, saran serta motivasi yang telah diberikan,
- Bapak Azis Muslim, ST., MT., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, saran, kritik, dan masukan yang telah diberikan,
- Teman - teman Streamline angkatan 2005,
- Teman - teman Elkamania,
- Rekan pengerjaan skripsi, Adit, Sauki, Agung,
- Noviana Putri Pradnyawati yang selalu memberi motivasi dalam pengerjaan skripsi ini sehingga bisa selesai tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Penulis berharap, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

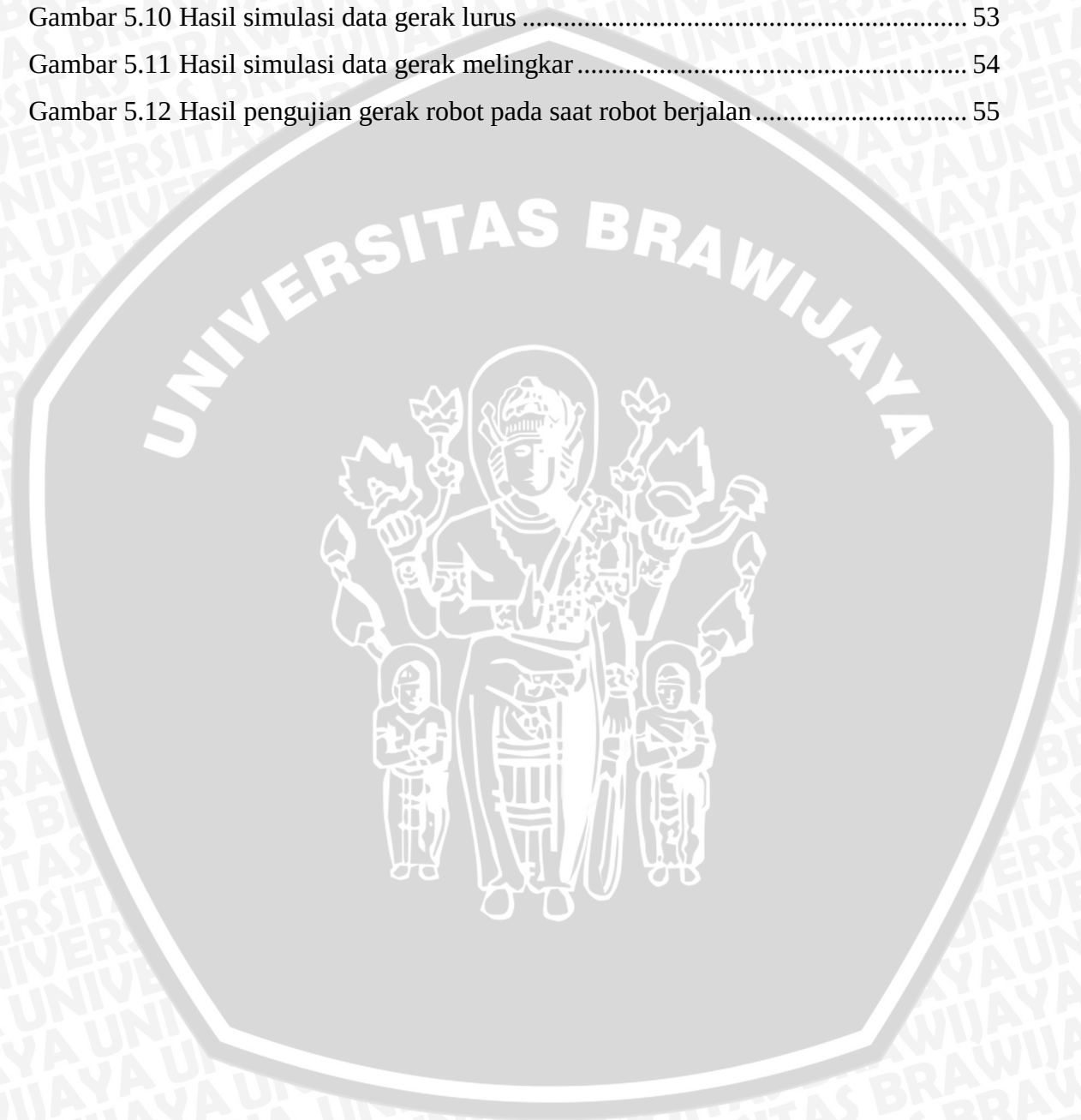
ABSTRAK	1
PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kontes Robot Indonesia.....	4
2.2 Transformasi Linier	5
2.3 Gerak Melingkar	9
2.4 Transmisi Data.....	10
2.4.1 Tipe Jalur Transmisi Data.....	11
2.4.2 Modulasi Digital ASK	11
2.5 Radio Frekuensi	13
2.5.1 Modul RF (<i>Radio Frequency</i>).....	13
2.5.2 Bagian Penerima (RLP 434A)	13
2.6 Komunikasi Serial.....	14
2.6.1 MAX 232	17
2.7 Bahasa Pemrograman Delphi.....	18
2.8 Pendeteksian Kesalahan.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Studi Literatur	21
3.2 Perancangan Alat	21
3.3 Pembuatan Alat.....	22
3.4 Pengujian Sistem.....	22
3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	23

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	24
4.1 Penentuan Spesifikasi Alat	24
4.2 Diagram Blok Sistem.....	25
4.2.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan.....	25
4.2.2 Diagram Blok Sistem Pengolah Data	26
4.3 Perancangan Perangkat Keras.....	27
4.3.1 Rangkaian Penerima RF	27
4.3.2 Rangkaian MAX232	28
4.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	29
4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak Dengan Delphi 7.....	30
4.4.2 Perancangan Perhitungan Untuk Memodelkan Lintasan.....	31
4.5 Perancangan Metode Jalur Transmisi Data	41
4.6 Perancangan Format Paket Data	42
4.7 Perancangan Protokol Komunikasi.....	43
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS	45
5.1 Pengujian Pemancar dan Penerima RF	45
5.2 Pengujian Rangkaian MAX232	47
5.3 Pengujian Transfer Data Serial	48
5.4 Pengujian Jarak Transmisi Pengiriman Data	49
5.5 Pengujian Perangkat Lunak Delphi Pisah Paket Data	51
5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem	53
5.6.1 Pengujian Menggunakan Simulasi Program.....	53
5.6.2 Pengujian Gerak Robot Secara Langsung	54
BAB VI PENUTUP.....	56
6.1 Kesimpulan	56
6.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

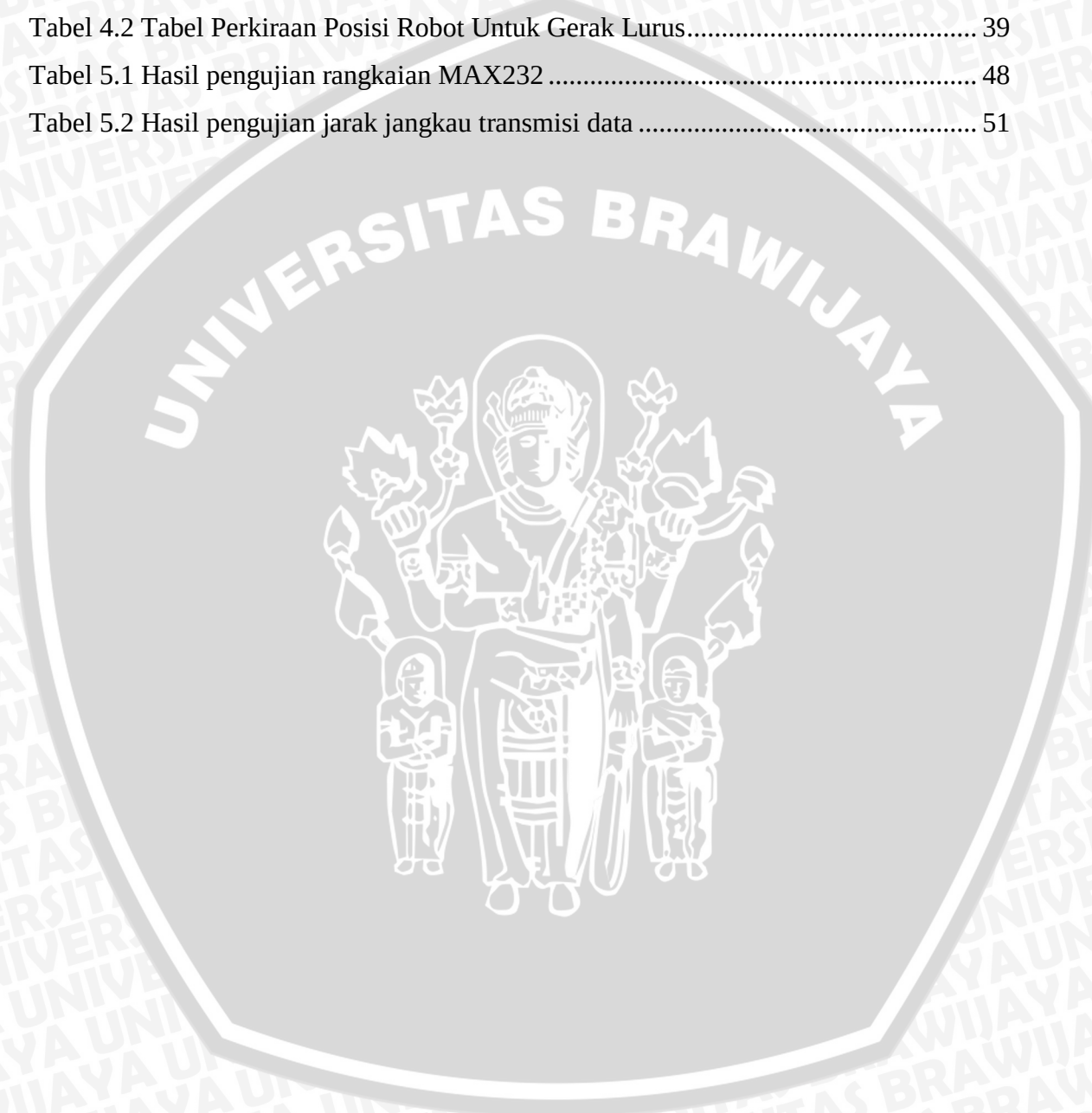
Gambar 2.1 Lapangan KRI tahun 2007	5
Gambar 2.2 Lapangan KRI tahun 2009	5
Gambar 2.3 Lapangan KRI tahun 2008	5
Gambar 2.4 Lapangan KRI tahun 2010	5
Gambar 2.5 Skala (perubahan skala ukuran)	6
Gambar 2.6 Translasi	6
Gambar 2.7 Rotasi	7
Gambar 2.8 Refleksi	7
Gambar 2.9 <i>Shear</i>	8
Gambar 2.10 Ilustrasi gerak melingkar	9
Gambar 2.11 Sinyal termulasi ASK	12
Gambar 2.12 Konfigurasi pin modul RF RLP 434A	13
Gambar 2.13 Format data logika TTL/CMOS	16
Gambar 2.14 Format data pada konverter level tegangan RS232	16
Gambar 2.15 IC MAX232 dan Rangkaian minimum sistemnya	17
Gambar 2.16 IDE Delphi	19
Gambar 4.1 Diagram blok sistem keseluruhan	25
Gambar 4.2 Diagram blok sistem pengolah data	26
Gambar 4.3 Rangkaian penerima RF	28
Gambar 4.4 Rangkaian Penyesuai Level Tegangan (MAX232)	29
Gambar 4.5 Diagram alir perangkat lunak pada komputer secara umum	30
Gambar 4.6 Ilustrasi gerak robot	32
Gambar 4.7 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai (x_r, y_r)	37
Gambar 4.8 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai (x_r, y_r)	37
Gambar 4.9 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai titik (x_2, y_2)	41
Gambar 4.10 Hasil pengujian unit RF dengan program delphi dan baudrate 9600 bps .	42
Gambar 4.11 Format paket data	43
Gambar 5.1 Rangkaian pengujian pemancar dan penerima RF	46
Gambar 5.2 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 50 Hz	46
Gambar 5.3 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 1 kHz	47
Gambar 5.4 Diagram blok pengujian MAX232	47

Gambar 5.5 Diagram blok pengujian <i>software</i> penerimaan data secara serial	49
Gambar 5.6 Hasil pengujian <i>software</i> penerimaan data secara serial.....	49
Gambar 5.7 Diagram blok pengujian jarak transmisi pengiriman data	50
Gambar 5.8 Diagram blok pengujian perangkat lunak pisah paket data	52
Gambar 5.9 Hasil dari pengujian perangkat lunak pisah paket data.....	52
Gambar 5.10 Hasil simulasi data gerak lurus	53
Gambar 5.11 Hasil simulasi data gerak melingkar	54
Gambar 5.12 Hasil pengujian gerak robot pada saat robot berjalan	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi karakteristik modul RF RLP 434A	14
Tabel 2.2 Fungsi pin pada DB25 dan DB9	15
Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Rotasi.....	33
Tabel 4.2 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Lurus.....	39
Tabel 5.1 Hasil pengujian rangkaian MAX232	48
Tabel 5.2 Hasil pengujian jarak jangkauan transmisi data	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan robot dalam dunia pendidikan Indonesia saat ini telah lebih berkembang daripada tahun-tahun sebelumnya. Salah satu wadah yang menampung dan mengaplikasikan perkembangan robot di Indonesia yaitu Kontes Robot Indonesia. Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan suatu *event* perlombaan robotika nasional yang diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Kegiatan KRI ini bertujuan untuk menumbuhkembangkan dan meningkatkan kreatifitas mahasiswa di Perguruan Tinggi, mengaplikasikan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi ke dalam dunia nyata, meningkatkan kepekaan mahasiswa dalam pengembangan bidang teknologi robotika, dan membudayakan iklim kompetitif di lingkungan perguruan tinggi.

Dalam perlombaan KRI setiap peserta diberi persoalan yang sama yaitu membuat robot yang mampu melaksanakan tugas tertentu dengan mengikuti aturan main yang telah ditentukan. Peserta harus mengeksplorasi kemampuannya dalam perancangan, implementasi, dan strategi. Karena setiap peserta harus mengembangkan idenya dengan objek persoalan dan aturan main yang sama, maka disinilah letak pentingnya kemampuan kreativitas, inovasi dan strategi yang dikembangkan oleh peserta. Pengembangan kreativitas dan inovasi merupakan bagian penting yang menjadi landasan setiap peserta.

Proses yang harus dilalui peserta dalam pembuatan robot terdiri atas perancangan, implementasi, dan strategi. Dalam proses perancangan dan implementasi inilah yang paling membutuhkan waktu yang lama. Banyak tahap-tahap yang harus dilalui sebelum robot benar-benar telah selesai dan mulai menyusun strategi. Salah satu tahap yang vital adalah proses pengujian robot. Pengujian robot otomatis beroda ini biasa dilakukan secara manual. Robot otomatis yang telah diprogram kemudian dilihat pergerakannya untuk dipastikan geraknya telah sesuai dengan program. Namun proses pengujian ini sangat menguras waktu dan tenaga, dengan hasil yang tidak akurat, dan dokumentasi yang tidak memadai. Untuk membantu mengatasi masalah dalam pengujian ini, kami membuat sebuah Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi. Sistem ini akan melacak pergerakan

robot apa adanya untuk memberi gambaran kepada pemrogram lintasan yang telah ditempuh robot. Sistem ini merupakan pengembangan dari skripsi sebelumnya yang berjudul Sistem Pengolah Data Sensor Posisi Untuk Pemodelan Lintasan Robot Beroda (Annisa, 2009).

Sistem yang dirancang ini terdiri atas dua bagian penting, yaitu pemancar dan penerima. Bagian pemancar terletak pada robot yang akan mengirim data-data pada sensor. Pada bagian penerima, data-data sensor yang diperoleh akan diolah oleh komputer untuk memodelkan lintasan robot. Komunikasi antara sistem pemancar dan penerima ini dilakukan dengan teknologi nirkabel (tanpa kabel), karena penggunaan kabel membatasi ruang gerak robot, sedangkan robot memiliki mobilitas yang memungkinkannya bergerak ke segala arah dengan jarak tertentu. Dengan teknologi nirkabel, robot lebih bebas bergerak ke segala arah. Dalam skripsi ini akan digunakan RF (*Radio Frequency*) yaitu TLP dan RLP 434A untuk transmisi data, ini merupakan salah satu yang menjadi bagian pengembangan dari skripsi sebelumnya. Digunakannya TLP dan RLP 434A sebagai modul RF pada skripsi ini, selain kemampuannya di dalam pengiriman dan penerimaan data yang cukup baik, harganya tergolong relatif murah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, akhirnya dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana merancang dan membuat suatu Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Media Transmisi Radio Frekuensi.
- 2) Bagaimana merancang antarmuka antara RF *receiver* dengan komputer sebagai pengolah data.
- 3) Bagaimana merancang perangkat lunak untuk membuat tampilan lintasan robot dari data-data sensor yang diperoleh.

1.3 Ruang Lingkup

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberi batasan sebagai berikut :

- 1) Sensor Posisi yang digunakan adalah sensor *rotary*.
- 2) Menekankan pada sistem perancangan, pembuatan dan pembahasan alat Pengolah Data Lintasan Robot.
- 3) Unit penerima yang digunakan adalah modul RF RLP434A dan pemancar yang digunakan adalah modul RF TLP434A.

- 4) Penelitian bersifat *open loop*, hanya sebatas memonitor pergerakan robot pada suatu lintasan.
- 5) Proses pengujian dan pengaplikasian sistem dilakukan pada kondisi didalam gedung dan saat pengujian Tim Robot KRI TEUB.
- 6) Pembahasan sistem kerja penerima dibatasi pada transmisi data, deteksi kesalahan, dan pengolahan data.

1.4 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah merancang dan membuat sistem yang dapat melacak kesalahan gerakan robot pada lintasan dalam suatu pengujian robot untuk menentukan kesesuaian gerak robot dengan programnya.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pembahasan dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan sistem.

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode penelitian dan perencanaan sistem serta pengujian.

BAB IV Perencanaan dan Pembuatan Sistem

Perancangan dan perealisasi sistem yang meliputi spesifikasi, perencanaan diagram blok, prinsip kerja dan realisasi sistem.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian terhadap sistem yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem yang telah dibuat.

BAB II

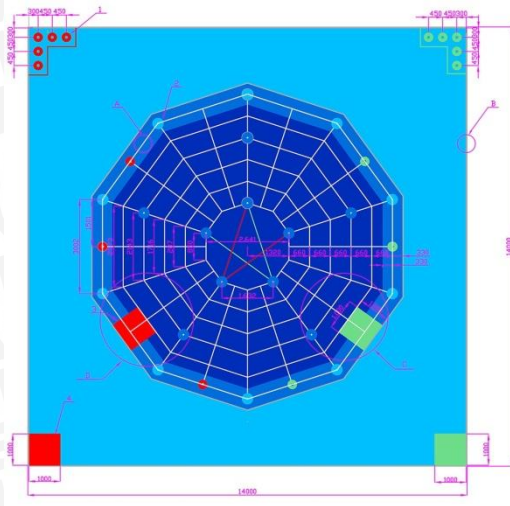
TINJAUAN PUSTAKA

Pengetahuan yang dibutuhkan untuk mendukung perencanaan dan realisasi sistem ini meliputi literatur tentang kontes robot indonesia, transformasi linier dan gerak melingkar untuk perhitungan pengolahan data, proses transmisi data, radio frekuensi sebagai media transmisi data, komunikasi serial dengan menggunakan RS232, pemrograman visual Delphi untuk pemodelan lintasan dan pendeteksian kesalahan.

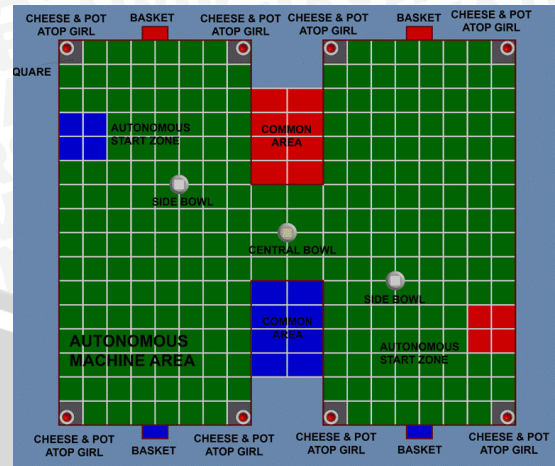
2.1 Kontes Robot Indonesia

Kontes Robot Indonesia merupakan pertandingan robot tingkat nasional yang diadakan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dirjen DIKTI). Setiap tim dari setiap perguruan tinggi di Indonesia selalu berlomba dalam menunjukkan performa terbaiknya untuk mendapatkan peringkat teratas dalam kontes ini. Performa terbaik tersebut tidak hanya diwujudkan dalam bentuk strategi yang matang, namun juga dalam hal *part* robot yang handal. Sebuah robot yang digunakan untuk kontes akan sulit memenangkan kejuaraan jika bagian-bagian robot tersebut tidak mampu mendukung kinerja robot yang berat. Mengingat robot dalam kontes ini selalu bergerak, maka dibutuhkan suatu *part* robot untuk pergerakan yang handal. *Part* robot untuk pergerakan ini meliputi mekanik pergerakan (roda, as, *belt*, dll), motor DC beserta rangkaian *driver*-nya, serta komponen pendukung lainnya seperti *rotary encoder*.

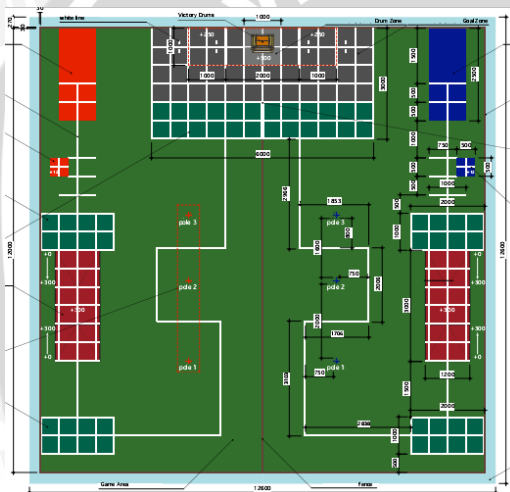
Tema yang diangkat pada tiap tahunnya berbeda, disesuaikan dengan budaya negara tuan rumah penyelenggara kontes robot tingkat internasional. Dalam Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 menunjukkan perbedaan bentuk lapangan, tema serta peraturan permainan dalam kontes robot yang diadakan dari tahun 2007 hingga 2010 yang akan datang di Mesir.



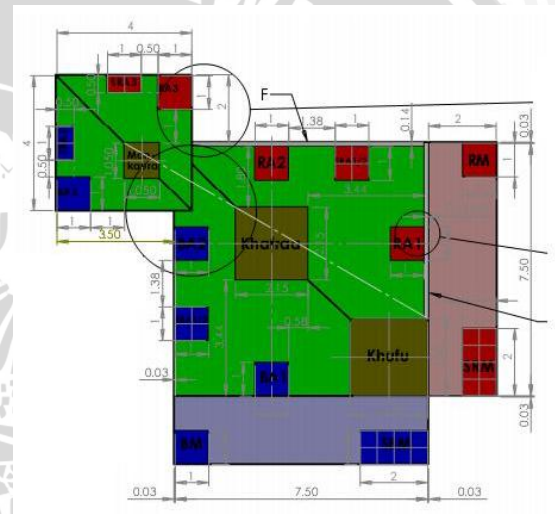
Gambar 2.1 Lapangan KRI tahun 2007
Sumber: ABU ROBOCON, 2007



Gambar 2.3 Lapangan KRI tahun 2008
Sumber: ABU ROBOCON, 2008



Gambar 2.2 Lapangan KRI tahun 2009
Sumber: ABU ROBOCON, 2009



Gambar 2.4 Lapangan KRI tahun 2010
Sumber: ABU ROBOCON, 2010

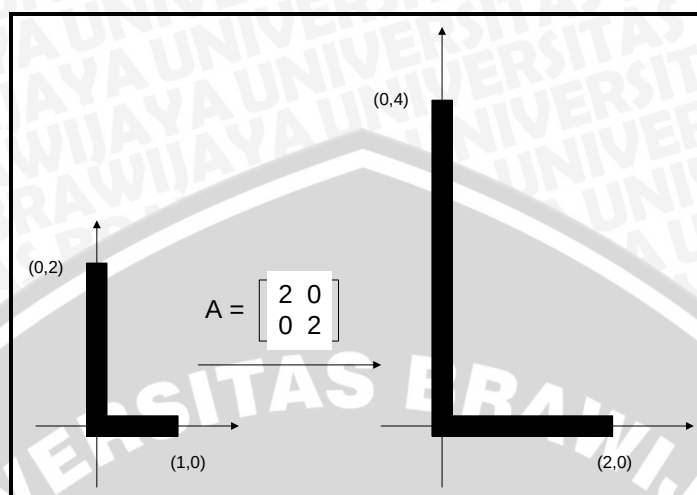
Dari tahun ke tahun tingkat kesulitan dari kontes robot ini mengalami peningkatan sehingga peserta lomba dituntut agar dapat menyelesaikan misi permainan dengan waktu tercepat, akurat, kooperatif dan tentunya diimbangi dengan teknologi yang memadai. Luas lapangan untuk pergerakan robot otomatis berkisar sekitar 15 meter $\times$ 15 meter. Jadi sistem ini cukup untuk memantau pergerakan robot otomatis dengan jarak tidak lebih dari 30 meter.

2.2 Transformasi Linier

Suatu objek yang mengalami perubahan posisi dari posisi asal dikatakan mengalami transformasi. Ada beberapa transformasi dasar, yaitu:

- Skala (perubahan skala ukuran)

Ilustrasi skala ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skala (perubahan skala ukuran)

Sumber: Bretscher, 2005:55

Skala (s_x, s_y) suatu titik (x, y) akan menempatkan titik di (x', y') dengan

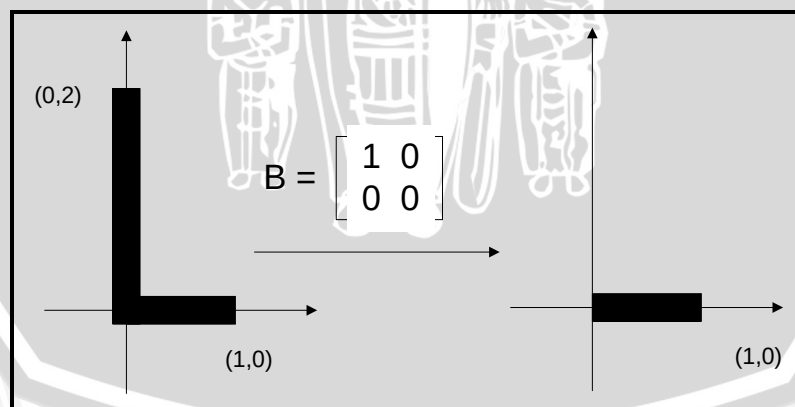
$$x' = xs_x$$

$$y' = ys_y$$

(2.1)

- Translasi (pergeseran)

Ilustrasi translasi ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Translasi

Sumber: Bretscher, 2005:55

Secara matematis maka suatu translasi dengan arah (t_x, t_y) pada suatu titik di (x, y) akan memindahkan titik ke (x', y') dengan

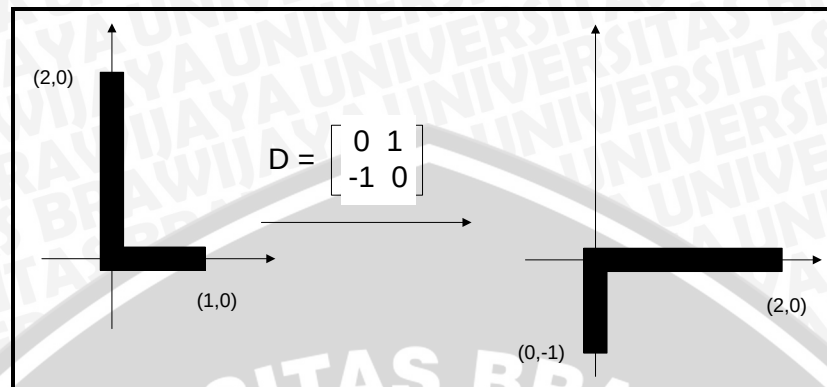
$$x' = x + t_x$$

$$y' = y + t_y$$

(2.2)

- Rotasi pada titik origin (0,0)

Ilustrasi rotasi ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rotasi
Sumber: Bretscher, 2005:56

Rotasi suatu titik (x,y) dengan sudut sebesar α pada titik origin akan menghasilkan titik (x',y') dengan hubungan

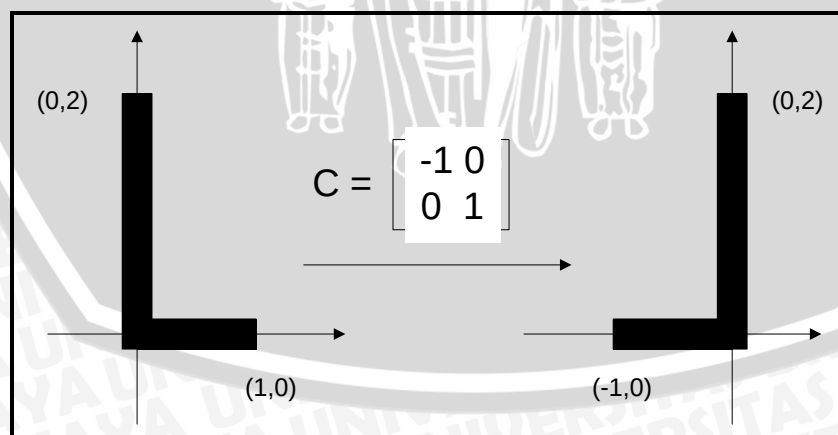
$$x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha$$

$$y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha \quad (2.3)$$

Jika sudut positif maka rotasi berlawanan arah jarum jam dan jika sudut negatif maka rotasi searah jarum jam.

- Refleksi (pencerminan) terhadap sumbu x atau sumbu y

Ilustrasi refleksi ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



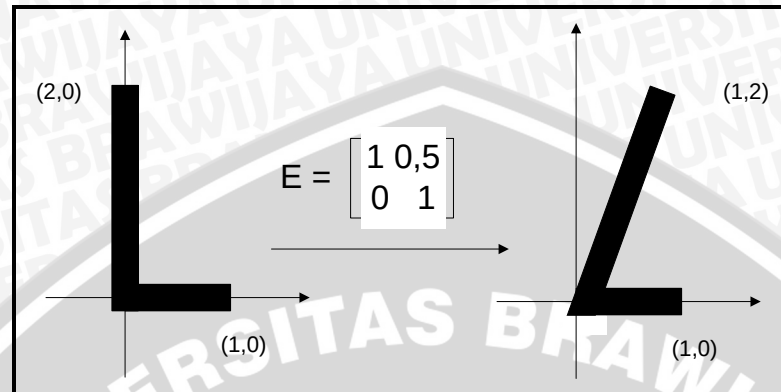
Gambar 2.8 Refleksi
Sumber: Bretscher, 2005:56

Refleksi terhadap sumbu x pada titik (x,y) akan menempatkan titik di (x',y') dengan

$$x' = x$$

$$y' = -y \quad (2.4)$$

- *Shear* (skala proporsional) terhadap sumbu x atau sumbu y
Ilustrasi *shear* ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Shear*
Sumber: Bretscher, 2005:56

Shear terhadap sumbu y dengan faktor s pada titik (x,y) akan menempatkan titik di (x',y') dengan

$$\begin{aligned} x' &= x + ys \\ y' &= y \end{aligned} \quad (2.5)$$

Suatu transformasi merupakan komposisi dari sejumlah transformasi dasar. Misalnya rotasi suatu titik yang bukan pada titik origin didapatkan dengan mentranslasikan titik awal ke titik origin, merotasikannya, hasil rotasi ditranslasi kembali ke titik awal. Sehingga perhitungannya merupakan gabungan dari ketiga transformasi tersebut.

Sistem koordinat homogen dibuat agar dapat merepresentasikan transformasi secara umum. Suatu titik dalam koordinat homogen ini menjadi suatu matriks kolom $[x_h y_h h]^T$ dengan

$$\begin{aligned} x &= x_h / h \\ y &= y_h / h \\ h &\neq 0 \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dalam sistem koordinat homogen ini setiap transformasi di atas dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks 3x3. Operasi transformasi suatu titik adalah perkalian antara matriks transformasi dengan matriks kolom dari titik tersebut.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Matriks rotasi adalah

$$R(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

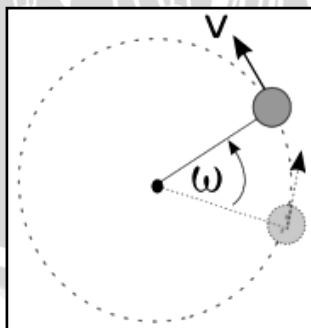
Matriks skala adalah

$$S(s_x, s_y) = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.9)$$

2.3 Gerak Melingkar

Gerak melingkar adalah gerak suatu benda yang membentuk lintasan berupa lingkaran mengelilingi suatu titik tetap. Agar suatu benda dapat bergerak melingkar dibutuhkan adanya gaya yang selalu membelokkannya menuju pusat lintasan lingkaran. Gaya ini dinamakan gaya sentripetal. Suatu gerak melingkar beraturan dapat dikatakan sebagai suatu gerak dipercepat beraturan, mengingat perlu adanya suatu percepatan yang besarnya tetap dengan arah yang berubah, yang selalu mengubah arah gerak benda agar menempuh lintasan berbentuk lingkaran.

Gambar 2.10 menunjukkan ilustrasi gerak melingkar. Benda yang bergerak melingkar memiliki 2 kecepatan yaitu kecepatan linier (v) dan kecepatan sudut (ω). Dua buah benda yang bergerak melingkar dengan acuan titik pusat yang sama memiliki kecepatan sudut yang sama.



Gambar 2.10 Ilustrasi gerak melingkar
Sumber: Sears, 1985: 133

Besaran-besaran yang mendeskripsikan suatu gerak melingkar adalah θ , ω dan α atau berturut-turut berarti sudut, kecepatan sudut dan percepatan sudut. Besaran-

besaran ini bila dianalogikan dengan gerak linier setara dengan posisi, kecepatan dan percepatan atau dilambangkan berturut-turut dengan r , v dan α .

Antara besaran gerak lurus dan dan melingkar terdapat suatu hubungan melalui R khusus untuk komponen tangensial, yaitu

$$\theta = \frac{r_T}{R} \quad (2.10)$$

$$\omega = \frac{v_T}{R} \quad (2.11)$$

$$\alpha = \frac{a_T}{R} \quad (2.12)$$

Gerak melingkar dibedakan menjadi 2 jenis,

- Gerak Melingkar Beraturan (GMB), dan
- Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB).

Gerak Melingkar Beraturan adalah gerak melingkar dengan kecepatan sudut ω tetap. Besar kecepatan sudut diperoleh dengan

$$\omega = \frac{v_T}{R} \quad (2.13)$$

Dalam perhitungan untuk memodelkan lintasan pada laporan ini digunakan metode Gerak Melingkar Beraturan karena diasumsikan nilai ω tetap untuk sekali sampling data. Perhitungan akan tetap dilakukan lagi untuk sampling data selanjutnya, dengan mengabaikan kesamaan atau perbedaan nilai ω , dan terus berulang hingga data telah dihitung semua.

2.4 Transmisi Data

Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari satu sumber ke penerima data. Ada tiga komponen utama dalam proses transmisi data, yaitu: sumber data (*source*), media transmisi (*transmission media*), dan penerima (*receiver*). Media transmisi yang dapat digunakan sebagai jalur transmisi atau *carrier* dari data yang dikirimkan dapat berupa kabel maupun gelombang elektromagnetik. Bila sumber dan penerima data jaraknya cukup jauh, media transmisinya dapat digunakan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui udara terbuka yang dapat berupa sistem laser, gelombang radio atau sistem satelit.

Pengiriman data serial melalui media udara menggunakan gelombang radio sebagai pembawa data. Secara sederhana proses pengiriman data menggunakan

gelombang radio adalah, sinyal informasi atau data yang akan dikirimkan ditumpangkan terlebih dahulu ke sinyal pembawa.

Proses menumpangkan sinyal informasi ini disebut dengan modulasi. Gabungan antara kedua sinyal tersebut kemudian akan dipancarkan oleh *transmitter*. Pada *receiver*, gelombang pembawa yang membawa sinyal informasi tersebut diterima, kemudian dipisahkan antara gelombang pembawa dan sinyal informasi, sehingga diperoleh kembali sinyal informasi. Proses ini disebut demodulasi.

2.4.1 Tipe Jalur Transmisi Data

Suatu jalur transmisi dapat mempunyai tipe transmisi satu arah (*one-way transmission*), transmisi dua arah bergantian (*either-way transmission*) atau transmisi dua arah serentak (*both-way transmission*). Tipe transmisi satu arah dikenal juga dengan *simplex* merupakan jalur transmisi yang hanya dapat membawa informasi data dalam satu arah saja, tidak bisa bolak-balik. Siaran radio dan televisi merupakan contoh dari tipe jalur transmisi ini. Sinyal yang dikirimkan dari stasiun pemancar hanya dapat diterima oleh pesawat penangkap siaran, tetapi penangkap siaran tidak dapat mengirimkan informasi balik ke stasiun pemancar.

Tipe transmisi dua arah bergantian ini dikenal juga dengan *half duplex* (HDX) merupakan jalur transmisi dimana informasi data dapat mengalir dalam dua arah yang bergantian (satu arah dalam suatu saat tertentu) yaitu bila satu mengirimkan, yang lain sebagai penerima dan sebaliknya. *Walkie-talkie* merupakan contoh dari tipe jalur transmisi ini yaitu dapat mendengarkan atau berbicara secara bergantian.

Tipe transmisi dua arah serentak ini dikenal juga dengan *full duplex* (FDX) merupakan jalur transmisi dimana informasi data dapat mengalir dalam dua arah secara serentak (dapat mengirim dan menerima data pada saat yang bersamaan). Komunikasi lewat telepon merupakan contoh dari tipe jalur ini yaitu dapat berbicara dan sekaligus mendengarkan apa yang sedang diucapkan oleh lawan bicara.

2.4.2 Modulasi Digital ASK

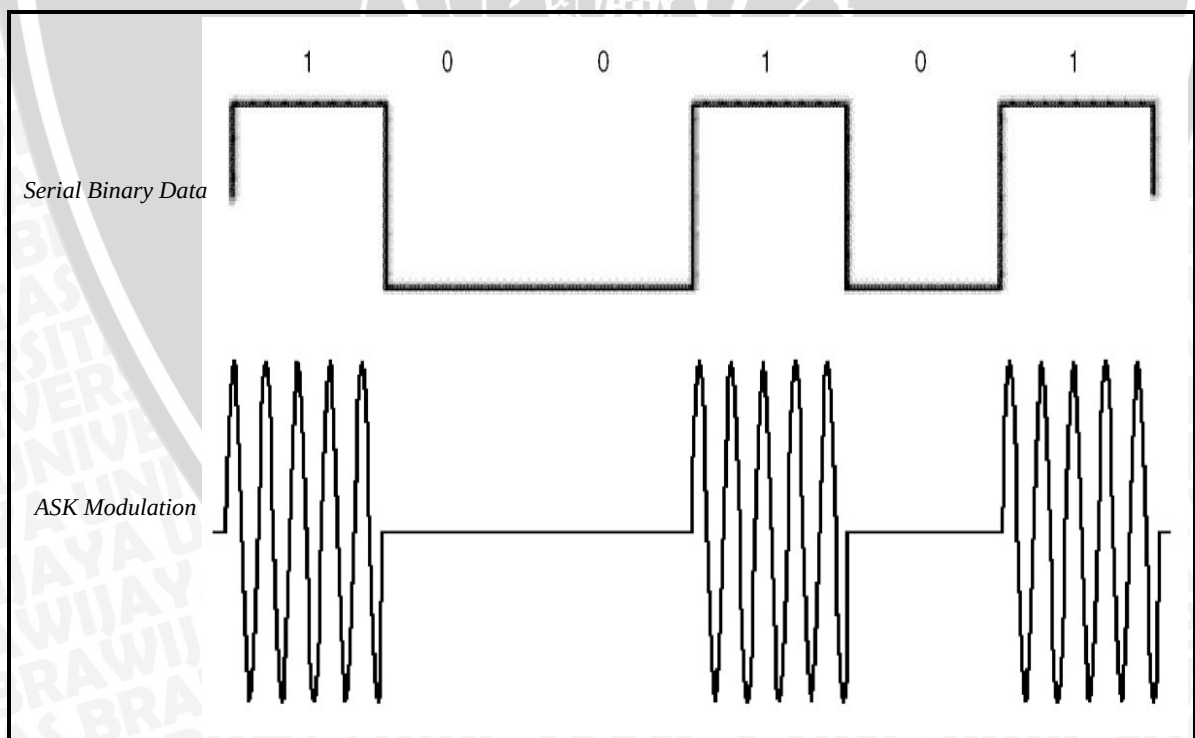
Informasi dapat dipancarkan secara sederhana dengan penyaklaran *on* dan *off* dari *carrier* yang sesuai. Proses penyaklaran ini disebut dengan *keying*. Contoh sederhananya adalah pentransmisian pesan dengan menggunakan gelombang radio. Karakteristik dari metode ini adalah penerima data hanya dapat mendekodekan suatu data bila penerima memiliki dan menggunakan kode yang sama dengan yang dipakai

oleh pengirim data. Dalam modulasi digital, *carriernya* analog/harmonik sedangkan sinyal pemodulasinya digital.

Suatu carrier harmonik terbentuk dari 3 parameter : *Amplitude* (A), *Frequency* (f), dan *Phase* (ϕ). Ketiganya dapat menjadi obyek modulasi. Karena itu, terdapat 3 macam modulasi digital :

- 1) *Amplitude Shift Keying* (ASK)
- 2) *Frequency Shift Keying* (FSK)
- 3) *Phase Shift Keying* (PSK)

Dalam ASK, amplitudo *carrier* tersaklar *on* dan *off* sesuai dengan kecepatan sinyal pemodulasi. Proses penyaklaran (*switching*) membangkitkan komponen spektral yang baru yang tidak ada dalam spektrum sinyal sebelum penyaklaran. ASK mempunyai kelemahan yaitu bila terjadi gangguan pada saluran transmisi atau adanya sedikit kesalahan pada saat pengiriman, kondisi biner 0 tidak akan dapat dibedakan oleh *receiver*. Pentransmisian sinyal akan selalu disertai oleh kesalahan transmisi. Karena itu dimungkinkan adanya mekanisme kontrol otomatis untuk memonitor pentransmisian data. Gambar 2.11 menunjukkan contoh sinyal *carrier* yang dimodulasi oleh sinyal biner menggunakan modulasi digital ASK.



Gambar 2.11 Sinyal termodulasi ASK
Sumber: Prasad, 2003

2.5 Radio Frekuensi

Media transmisi data yang dipergunakan dapat bermacam-macam bisa berupa kabel, ataupun yang lain misalnya udara. Pengiriman data serial melalui media udara menggunakan gelombang radio sebagai pembawa data. Secara sederhana proses pengiriman data menggunakan gelombang radio adalah, sinyal informasi atau data yang akan dikirimkan ditumpangkan terlebih dahulu ke sinyal pembawa.

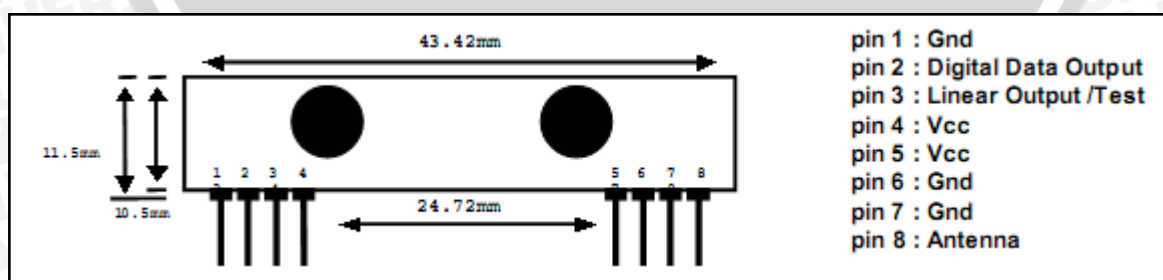
2.5.1 Modul RF (*Radio Frequency*)

Modul RF yang digunakan dalam perancangan ini adalah TLP 434A (Pemancar) dan RLP 434A (Penerima). Digunakannya TLP dan RLP 434A sebagai modul RF (Radio Frekuensi) pada perancangan ini, selain kemampuannya di dalam pengiriman dan penerimaan data yang cukup baik, harganya tergolong relatif murah.

Modul RF buatan LAIPAC ini sering sekali digunakan sebagai alat untuk komunikasi data secara *wireless*. Biasanya kedua modul ini dihubungkan dengan mikrokontroler atau peralatan digital yang lainnya. Input data adalah serial dengan level TTL (*Transistor – Transistor Logic*). Jarak pancar maksimum dari modul RF ini adalah 100 meter tanpa halangan dan 30 meter di dalam gedung. Ukuran ini dapat dipengaruhi oleh faktor antena, kebisingan, dan tegangan kerja dari pemancar. Panjang antena yang digunakan adalah 17 cm, dan terbuat dari kawat besi.

2.5.2 Bagian Penerima (RLP 434A)

Pada bagian penerima yang menggunakan modul RF RLP 434A, data yang dikirim oleh bagian pemancar yang menggunakan modul RF TLP 434A akan didemodulasi sehingga diperoleh sinyal data. Keluaran dan pembacaan data dari modul RF ini yaitu berupa data digital sehingga nantinya dapat dikomunikasikan dengan sistem komunikasi data serial. Gambar 2.12 menunjukkan konfigurasi pin RLP 434A.



Gambar 2.12 Konfigurasi pin modul RF RLP 434A

Sumber: LAIPAC, 2005

Modul RLP ini menggunakan modulasi digital ASK (*Amplitude Shift Keying*). Modul ini memiliki frekuensi kerja yang sama antara penerima dan pemancar dengan frekuensi 433,92 MHz. Menggunakan tegangan catu daya DC dengan range antara 3.3–6.0 volt. Mempunyai daya output RF sebesar 2-12mW. Kecepatan data serial *typical* yang ditransmisikan adalah sebesar 4,8 kbps. Tabel 2.1 menunjukkan konfigurasi karakteristik lengkap RLP 434A.

Tabel 2.1 Konfigurasi karakteristik modul RF RLP 434A

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Itot	Operating Current		-	4.5		mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V
Electrical Characteristics						
Characteristics		SYM	Min	Typ	Max	Unit
Operation Radio Frequency		FC	315, 418 and 433.92			MHz
Sensitivity		Pref		-110		dBm
Channel Width				+500		Khz
Noise Equivalent BW				4		Khz
Receiver Turn On Time				5		ms
Operation Temperature		Top	-20	-	80	C
Baseboard Data Rate				4.8		KHz

Sumber: LAIPAC, 2005

2.6 Komunikasi Serial

Komunikasi yang digunakan sebagai penghubung antara penerima dan pemancar radio frekuensi dengan komputer adalah komunikasi serial. Komunikasi serial dipilih berdasarkan kebutuhan pada perancangan sistem, dengan pengiriman data secara berurutan.

Devais yang menggunakan kabel serial untuk komunikasinya ada dua macam, DTE (*Data Terminal Equipment*) dan DCE (*Data Communications Equipment*). Devais yang termasuk DTE adalah modem, plotter, dan sebagainya, sementara devais yang termasuk DCE adalah komputer atau terminal.

Spesifikasi dari port serial tercantum dalam EIA (*Electronics Industry Association*) standar RS232C. Beberapa parameter yang dicantumkan diantaranya:

- 1) Logika nol (disebut *spacing*), berada pada level tegangan antara +3 dan +25 volt.

- 2) Logika satu (disebut *marking*), berada pada level tegangan antara -3 dan -25 volt.
- 3) Level tegangan antara -3 sampai +3 volt adalah level tegangan yang tidak valid.
- 4) Tegangan rangkaian terbuka tidak boleh melebihi 25 volt.
- 5) Arus rangkaian hubung singkat tidak boleh melebihi 500 mA.

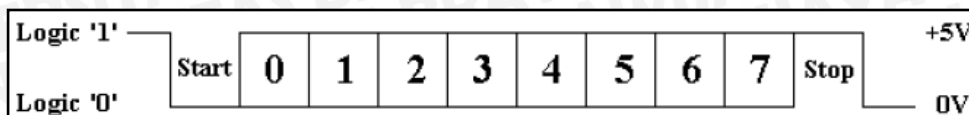
Ada dua macam port serial yang digunakan, yaitu tipe D dengan 25 konektor (DB25) dan tipe D dengan 9 konektor (DB9). Pada komputer, kedua port ini merupakan jenis *male*. Fungsi dari pin-pin yang terdapat pada DB25 dan DB9 ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi pin pada DB25 dan DB9

Pin DB25	Pin DB9	Nama Pin	Fungsi
Pin 2	Pin 3	TD (<i>Transmit Data</i>)	Data Keluaran Serial (TXD)
Pin 3	Pin 2	RD (<i>Receive Data</i>)	Data Masukan Serial (RXD)
Pin 4	Pin 7	RTS (<i>Request to Send</i>)	Komputer siap berkomunikasi
Pin 5	Pin 8	CTS (<i>Clear to Send</i>)	Devais siap berkomunikasi
Pin 6	Pin 6	DSR (<i>Data Set Ready</i>)	Devais siap berhubungan dengan komputer
Pin 7	Pin 5	SG (<i>Signal Ground</i>)	<i>Ground</i>
Pin 8	Pin 1	CD (<i>Carrier Detect</i>)	Aktif ketika devais membaca “ <i>carrier</i> ” pada devais lainnya
Pin 20	Pin 4	DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	Fungsinya berkebalikan dengan DSR
Pin 22	Pin 9	RI (<i>Ring Indicator</i>)	Aktif ketika devais mendeteksi sinyal bunyi pada PSTN

Sumber : Peacock, 1998: 5

Komunikasi serial yang digunakan dalam perancangan ini adalah dengan sistem transmisi data RS-232 (*Recommended Standard 232*) yang merupakan standar penghubung antara DTE dan DCE. Komunikasi dengan RS232 merupakan komunikasi asinkron, yaitu sinyal *clock* tidak dikirim bersamaan dengan data. Setiap kata yang dikirim memiliki bit *start*, bit *stop*, dan *clock* internal.



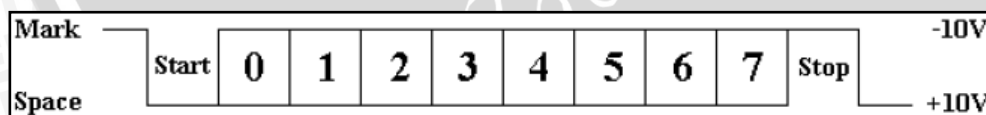
Gambar 2.13 Format data logika TTL/CMOS
Sumber : Peacock, 1998: 33

Gambar 2.13 menunjukkan format data untuk logika TTL/CMOS pada UART. Format data di atas menggunakan format standar 8N1, yaitu 8 bit data, tidak ada bit paritas, dan 1 bit *stop*. Pada RS232, keadaan *idle* merupakan logika 1 (*marking*). Transmisi data dimulai dengan bit *start* yang berlogika rendah, kemudian bit data dikirim secara berurutan satu demi satu. Bit yang pertama dikirim adalah LSB. Untuk menandakan data telah terkirim, bit *stop* (logika 1) dikirim.

Gambar 2.13 menunjukkan bit setelah bit *stop* berlogika rendah. Hal ini menandakan ada bit *start* baru, dan ada data baru yang akan dikirim. Jika tidak ada data baru yang akan dikirim, maka kondisi akan menjadi *idle* (logika 1). Jika saluran data tetap berlogika 0 selama waktu yang diperlukan untuk mengirim 1 format data, kondisi ini disebut *break*. Untuk menghindari terjadinya *break*, kondisi saluran data harus dikembalikan ke kondisi *idle*.

Format data dengan bit *start* dan bit *stop* ini disebut *frame data*. Kondisi *framing error* terjadi jika bit *stop* diterima sebagai logika 0. Hal ini dapat terjadi jika kecepatan yang digunakan pada pengirim dan penerima data berbeda.

Gambar 2.13 di atas hanya relevan pada UART, sedangkan level tegangan RS232 antara +3 sampai +25 volt pada logika 0 dan -3 sampai -25 volt pada logika 1. Untuk dapat berkomunikasi antara UART dan RS232 diperlukan konverter tegangan RS232.

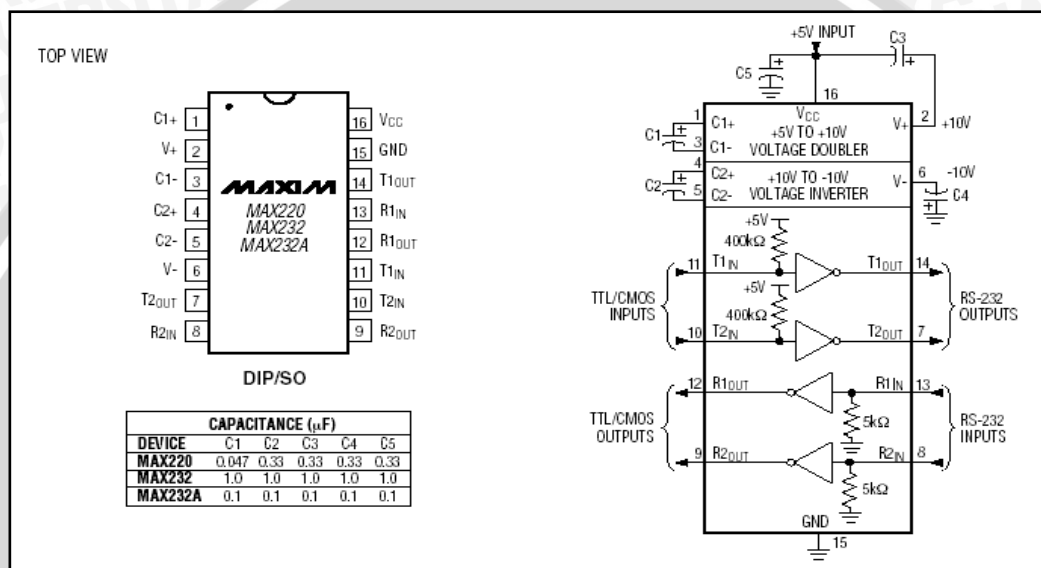


Gambar 2.14 Format data pada konverter level tegangan RS232
Sumber : Peacock, 1998: 33

Gambar 2.14 menunjukkan format data pada saluran pengirim dan penerima pada port RS232. Perbedaan tegangan pada devais dan komputer dapat diatasi dengan konverter level tegangan RS232.

2.6.1 MAX 232

Level Tegangan dari RS232 adalah +3 sampai +25 volt untuk logika “0” sedangkan -3 sampai -25 volt untuk logika “1”. Level tegangan ini berbeda dengan level tegangan logika dari RLP 434A yang bertipe TTL/CMOS dengan *supply* 5 V yang memiliki keluaran untuk logika tinggi minimal 4,5 volt dan logika rendah maksimal 0,3 volt, sehingga dibutuhkan IC MAX 232 yang berfungsi sebagai penyetara level tegangan logika. Gambar IC MAX 232 dan rangkaian minimum sistemnya ditunjukkan dalam Gambar 2.15.



Gambar 2.15 IC MAX232 dan Rangkaian minimum sistemnya
Sumber : Maxim, 2003: 14

IC MAX 232 memiliki empat bagian yaitu *dual charge pump*, konverter tegangan, RS 232 *driver* dan RS 232 *receiver*. *Dual charge pump* mengubah tegangan masukan +5V menjadi $\pm 10V$ (tak terbebani) pada RS 232 *driver*. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan +5V menjadi +10V di C3 pada keluaran V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk membalik +10V menjadi -10V di C4 pada keluaran V-.

Keluaran RS 232 *driver* berayun dari $\pm 8V$ ketika dibebani dengan 5kΩ (nominal) dengan Vcc sebesar 5V. *Pull up* resistor yang tersambung dengan Vcc menyebabkan keluaran *driver* yang tidak digunakan pada kondisi rendah karena semua *driver* adalah terbalik. Spesifikasi EIA/TIA-232 E dan V.28 menentukan bahwa level tegangan yang lebih dari 3V adalah berlogika 0. Jadi semua *receiver* adalah terbalik.

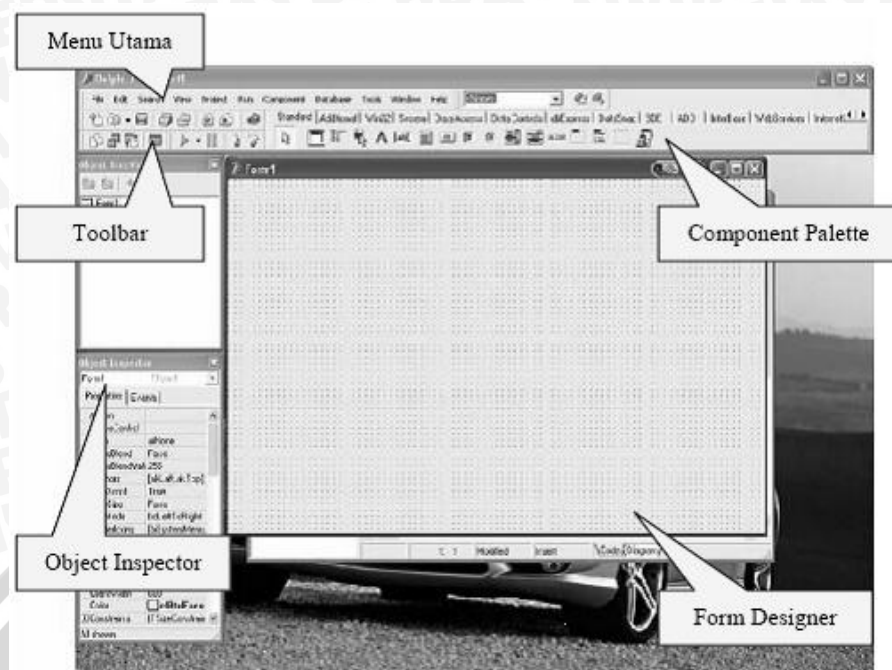
Input Threshold ditentukan pada 0,8V dan 2,4V sehingga keluaran *receiver* akan sesuai dengan level tegangan TTL.

2.7 Bahasa Pemrograman Delphi

Borland Delphi atau biasa disebut Delphi merupakan perangkat lunak pengembangan aplikasi yang sangat populer di lingkungan Linux maupun Windows. Delphi merupakan bahasa pemrograman yang mempunyai cakupan kemampuan yang luas dan canggih. Berbagai jenis aplikasi dapat dibuat dengan Delphi, termasuk aplikasi untuk mengolah teks, grafik, angka, dan aplikasi *web*. Secara umum, kemampuan Delphi adalah menyediakan komponen-komponen dan bahasa pemrograman yang handal, sehingga memungkinkan untuk membuat program aplikasi sesuai dengan keinginan, dengan tampilan dan kemampuan yang canggih.

Untuk mempermudah pemrogram dalam membuat program aplikasi, Delphi menyediakan fasilitas pemrograman yang sangat lengkap. Fasilitas pemrograman tersebut dibagi dalam dua kelompok, yaitu *object* dan bahasa pemrograman. Secara ringkas, *object* adalah suatu komponen yang mempunyai bentuk fisik dan biasanya dapat dilihat (*visual*). *Object* biasanya dipakai untuk melakukan tugas-tugas tertentu dan mempunyai batasan-batasan tertentu. Sedangkan bahasa pemrograman secara singkat dapat disebut sebagai sekumpulan teks yang mempunyai arti tertentu dan disusun dengan aturan tertentu serta untuk menjalankan tugas tertentu. Delphi menggunakan struktur bahasa pemrograman *Object Pascal* yang sudah sangat dikenal di kalangan pemrograman profesional.

Khusus untuk pemrograman, Delphi menyediakan *object* yang canggih, dan lengkap, sehingga memudahkan pemrogram merancang, membuat, dan menyelesaikan aplikasi yang diinginkan. Delphi dapat menangani data dalam berbagai format, misalnya format MS-Access, Oracle, MySQL, MS SQL, DB2, dll. Gambar 2.16 menunjukkan tampilan IDE Delphi.



Gambar 2.16 IDE Delphi
Sumber: MADCOMS, 2006: 2

2.8 Pendeteksian Kesalahan

Pendeteksian kesalahan merupakan kemampuan untuk mendeteksi kesalahan yang disebabkan oleh *noise* atau sebab yang lain dari pemancar ke penerima selama proses transmisi berlangsung. Beberapa skema pendeteksian kesalahan yaitu:

- 1). Skema Pengulangan
- 2). Skema Paritas
- 3). Skema Polaritas
- 4). *Cyclic Redundancy Checks* (CRC)
- 5). *Checksum*
- 6). Hamming distance based checks

Checksum

Metode pendeteksian kesalahan yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode *checksum*. *Checksum* merupakan suatu bentuk pengecekan berulang (*redundancy check*), suatu cara yang sederhana untuk melindungi keaslian data yang dikirim melalui transmisi. Sistem ini bekerja dengan cara menjumlahkan bit-bit pesan yang dikirim dan menyimpan hasil penjumlahan tersebut. Hal ini kemudian diulangi lagi pada penerima, dan hasil penjumlahan pada penerima dibandingkan dengan hasil

penjumlahan data asli. Jika keduanya sama, maka dapat diasumsikan bahwa data/pesan yang diterima sesuai dengan aslinya.

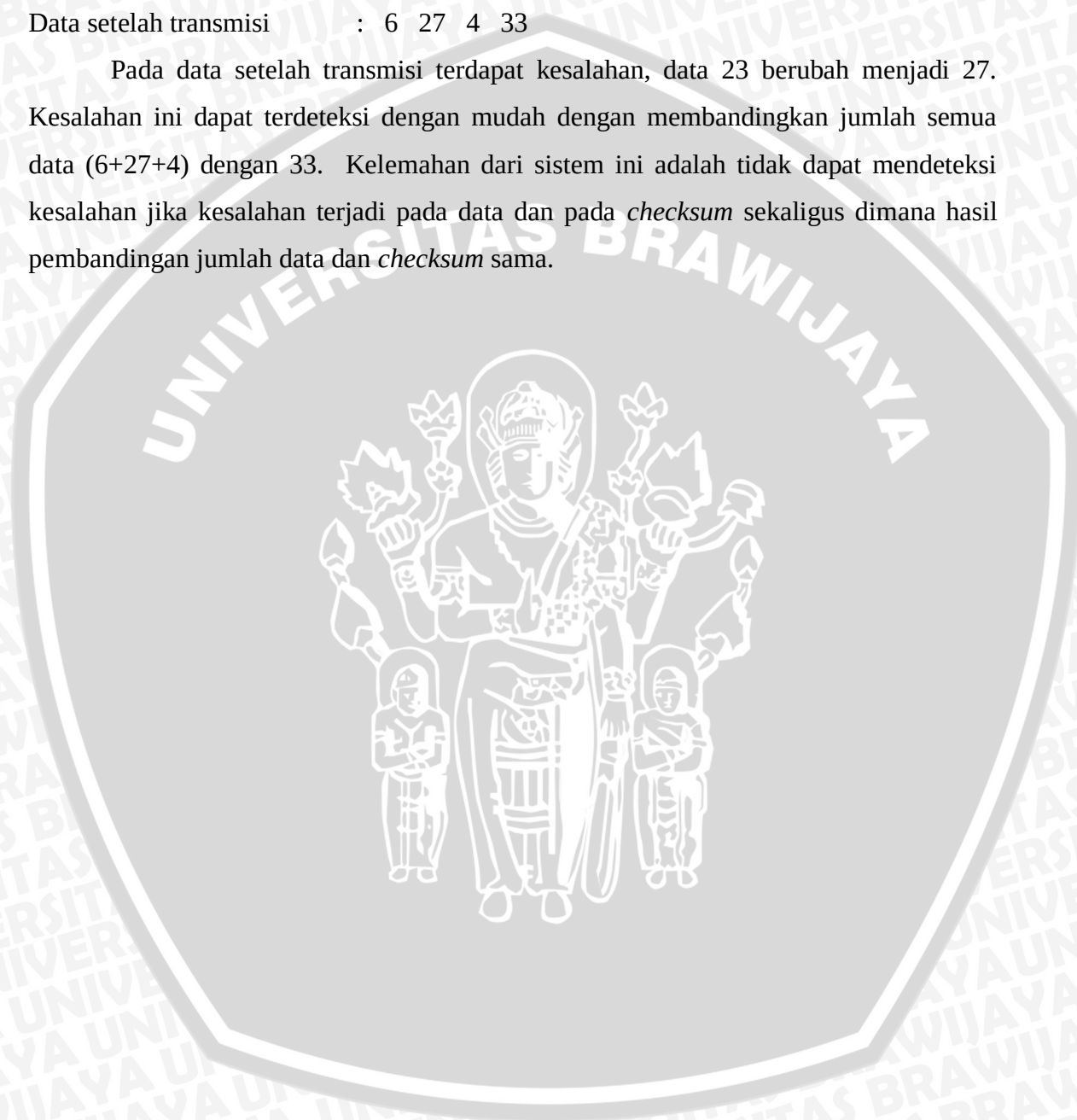
Contoh sederhana penggunaan *checksum* (nilai dalam desimal):

Data : 6 23 4

Data dengan checksum : 6 23 4 33

Data setelah transmisi : 6 27 4 33

Pada data setelah transmisi terdapat kesalahan, data 23 berubah menjadi 27. Kesalahan ini dapat terdeteksi dengan mudah dengan membandingkan jumlah semua data ($6+27+4$) dengan 33. Kelemahan dari sistem ini adalah tidak dapat mendeteksi kesalahan jika kesalahan terjadi pada data dan pada *checksum* sekaligus dimana hasil perbandingan jumlah data dan *checksum* sama.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Pemilihan komponen dilakukan berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang mudah dijumpai di pasaran. Untuk merealisasikan sistem yang telah dirancang, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Perancangan Alat
3. Pembuatan Alat
4. Pengujian Sistem
5. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Sebagai bahan teori yang diperlukan berkaitan dengan hal-hal seperti sistem mikrokontroler, media transmisi radio frekuensi, sistem antarmuka, dan penampilan data pada komputer menggunakan pemrograman visual Delphi.

3.2 Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat, dibuat suatu blok diagram fungsional dari rangkaian yang direncanakan. Perancangan rangkaian dilakukan pada tiap-tiap blok untuk mempermudah perancangan serta penentuan nilai komponen yang digunakan. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir untuk program utama. Secara garis besar perancangan alat dilakukan dalam tahap berikut:

- 1) Penentuan spesifikasi alat.
- 2) Pembuatan diagram blok sistem keseluruhan.
- 3) Perancangan perangkat keras yang terdiri atas rangkaian penerima RF RLP 434A dan rangkaian antarmuka komputer.
- 4) Perancangan perangkat lunak yang menggunakan *software* komputer.

3.3 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dalam skripsi ini meliputi :

- a) Pembuatan alat dilakukan per blok rangkaian terlebih dahulu. Pembuatan alat untuk perangkat keras meliputi pembuatan PCB (pembuatan *lay out*, pengetsaan dan pengeboran). Perakitan komponen dan penyolderan dilakukan pada PCB.
- b) Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan pembuatan diagram alir program terlebih dahulu kemudian dibuat programnya.

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja alat apakah sesuai dengan yang dirancang. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan kemudian secara keseluruhan sistem. Secara garis besar pengujian perblok adalah sebagai berikut:

- a) Pengujian rangkaian penerima RF RLP 434A

Pengujian modul penerima RLP 434A dilakukan dengan mengirimkan data dari modul pemancar TLP 434A ke modul penerima RLP 434A. Apabila data yang diterima sama dengan data yang dikirimkan maka sistem bekerja dengan baik.

- b) Pengujian penyetara level tegangan MAX 232

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan yang berubah-ubah dan mengukur tegangan keluaran rangkaian MAX232. Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah rangkaian MAX232 dapat bekerja dengan baik untuk mengkonversi sinyal dari keluaran rangkaian penerima yang bertipe TTL menjadi sinyal dengan tipe RS232 yang dapat diterima oleh komputer.

- c) Pengujian komunikasi serial antarmuka komputer

Pengujian antarmuka komunikasi serial dilakukan dengan menghubungkan PC dengan komponen masukan, misalnya menggunakan komponen masukan dari RLP 434A. Jika data pada modul penerima RLP 434A sama dengan data yang ditampilkan PC, maka sistem antarmuka bekerja dengan baik.

- d) Pengujian program aplikasi pemrograman visual Delphi

Pengujian aplikasi Delphi dilakukan dengan memasukkan beberapa data ke aplikasi. Jika keluarannya sesuai dengan program, maka program aplikasi bekerja dengan baik.

e) Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan dengan menerima data dari Sistem Pengirim Data dan menghitungnya pada program. Jika program telah dapat melakukan perhitungan sesuai perencanaan dan telah dapat memodelkan lintasan yang ditempuh robot, maka sistem secara keseluruhan telah bekerja dengan baik.

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Tahap berikutnya dalam penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan dari alat yang dibuat. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktik. Tahap terakhir penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan pembuatan alat di masa mendatang.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sekaligus pembuatan sistem pengolahan data lintasan robot beroda menggunakan media transmisi radio frekuensi. Alat dirancang untuk dapat menerima data *rotary* yang berupa data digital yang dikirim oleh alat pengirim data lintasan robot beroda menggunakan media transmisi radio frekuensi (Aditya, 2010). Data yang diterima kemudian diolah dan dianalisis dengan *software* komputer untuk menampilkan lintasan robot yang telah ditempuh. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi perancangan rangkaian penerima RF dan rangkaian antarmuka serial ke PC. Perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi keseluruhan proses pengolahan data yang terdiri atas pemisahan paket data, pengecekan *error*, proses perhitungan dan pemodelan lintasan robot melalui komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi.

4.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Sistem yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

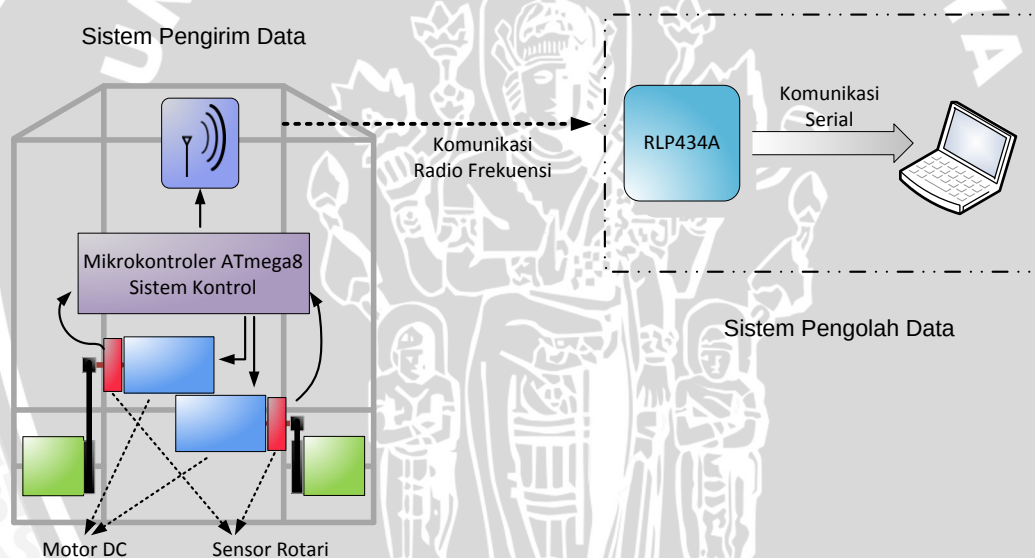
- 1) Media transmisi yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal ke pusat kontrol robot adalah modul RF dengan jarak pancar 25 meter didalam gedung.
- 2) Penerima RF yang digunakan adalah modul RF RLP 434A dengan frekuensi kerja 434 MHz.
- 3) Pemancar RF yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal ke unit robot adalah modul RF TLP 434A.
- 4) Catu daya pada unit penerima RF sebesar 5V.
- 5) Komunikasi antara perangkat RF dengan komputer dilakukan secara serial dengan RS232.
- 6) Komunikasi data serial antara ATmega8 dengan PC menggunakan dengan format data 1-bit *start*, 8-bit data, 1-bit *stop*, tidak ada paritas, dan kecepatan transmisi (*baudrate*) 9600 bps.
- 7) Perangkat lunak Delphi digunakan untuk antarmuka pengguna dengan komputer, dan pengolah data.
- 8) Perhitungan yang dilakukan di komputer adalah perhitungan dengan kinematika gerak melingkar.

4.2 Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok disesuaikan dengan spesifikasi yang diinginkan. Perancangan meliputi perancangan tiap bagian sampai perancangan sistem secara keseluruhan. Dalam perancangan ini, sistem keseluruhan meliputi dua bagian yaitu sistem pemancar dan sistem penerima.

4.2.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Keseluruhan sistem ini terdiri atas dua bagian, Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda dan Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda. Dalam proses pembuatan alat dan laporan, kedua sistem dibuat secara terpisah. Dalam skripsi ini membahas Sistem Pengolah Data Sensor Posisi, sedangkan Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda pembahasannya dilakukan oleh Aditya Ariyandhi (2010). Diagram blok sistem keseluruhan Sistem Pemodelan Lintasan Robot Beroda ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram blok sistem keseluruhan

Sistem pengirim data terdiri atas sensor *rotary* yang membaca data jumlah putaran motor kanan dan motor kiri, mikrokontroler AVR yang memproses data sebelum data tersebut dikirim dan rangkaian pemancar RF. Sistem pengolah data terdiri atas rangkaian penerima RF, sistem antarmuka menggunakan RS232 untuk komunikasi serial dan perangkat lunak untuk mengolah data pada komputer.

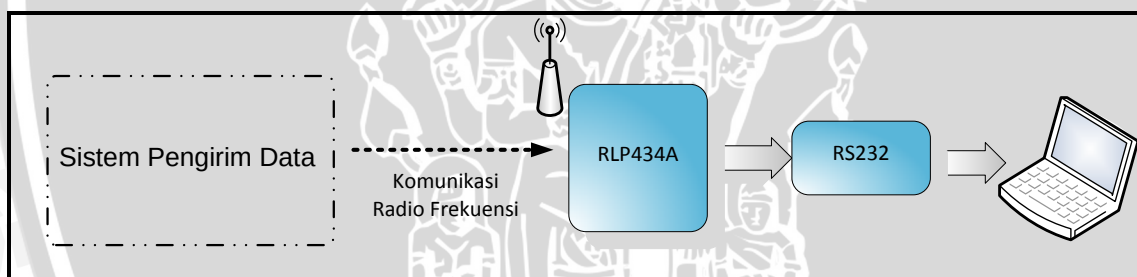
Sistem pengirim data akan mengirim data yang diperoleh dari data sensor *rotary*. Sensor *rotary* mencatat jumlah putaran motor kanan dan motor kiri pada masing-masing roda kanan dan kiri. Data yang berupa pulsa akan *disampling* setiap Δt ms. Data yang

dikirim adalah jumlah data pulsa *rotary* selama Δt ms. Data pulsa yang telah dibaca akan diproses oleh mikrokontroler dan langsung dikirim dengan media transmisi radio frekuensi. Proses pengiriman bersifat *real time*, yaitu pada setiap Δt ms data akan dicatat, dikirim kemudian diolah oleh sistem pengolah data dalam satu waktu pada saat robot masih bergerak.

Pada sistem pengolah data, data yang diterima berupa paket data yang terdiri atas data putaran motor kanan, motor kiri dan data *Checksum*. Proses transmisi data secara serial akan diterima langsung oleh sistem pengolah data. Data yang telah diterima akan melalui proses deteksi *error* menggunakan metode *Checksum* untuk mengetahui ada atau tidaknya *error transmission*. Kemudian program pada komputer akan mengolah data untuk memodelkan lintasan robot yang telah ditempuh.

4.2.2 Diagram Blok Sistem Pengolah Data

Berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan, maka sistem dapat digambarkan secara garis besar dalam sebuah diagram blok seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram blok sistem pengolah data

Data yang dikirim oleh modul RF TLP 434A diterima oleh modul RF RLP 434A. Data tersebut berisi kondisi sensor selama pergerakan robot. Data yang dikirim oleh *transmitter* adalah sudah berupa data digital. Jadi selama proses pengiriman data, proses modulasi yang dilakukan menggunakan modulasi digital ASK. Data yang keluar dari modul RF RLP 434A berupa paket-paket data. Selanjutnya data yang telah diterima dikirim secara serial menggunakan RS232. Pada komputer, paket data yang diterima akan diperiksa untuk mengetahui paket data yang diterima ada *error* atau tidak. Proses pemeriksaan terjadinya *error* menggunakan metode *Checksum*. Kemudian paket data yang terdiri atas jumlah putaran motor kanan dan motor kiri dihitung dengan algoritma untuk memodelkan lintasan yang ditempuh robot. Setelah melalui proses perhitungan

gambar lintasan yang ditempuh robot ditampilkan. Proses pengolahan data pada komputer menggunakan perangkat lunak Delphi 7.

4.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dua bagian, yaitu perancangan rangkaian penerima RF yang bertujuan menerima data pulsa yang dikirim oleh pemancar RF dan perancangan rangkaian MAX232 yang menyetarakan level logika data *output* yang berupa data digital dengan level logika komputer.

4.3.1 Rangkaian Penerima RF

Perancangan rangkaian penerima RF menggunakan modul RF RLP 434A. Data yang dikirim oleh bagian pemancar yang menggunakan modul RF TLP 434A akan didemodulasi sehingga diperoleh sinyal data. Keluaran dan pembacaan data dari modul RF ini yaitu berupa data digital sehingga nantinya dapat dikomunikasikan dengan sistem komunikasi data serial.

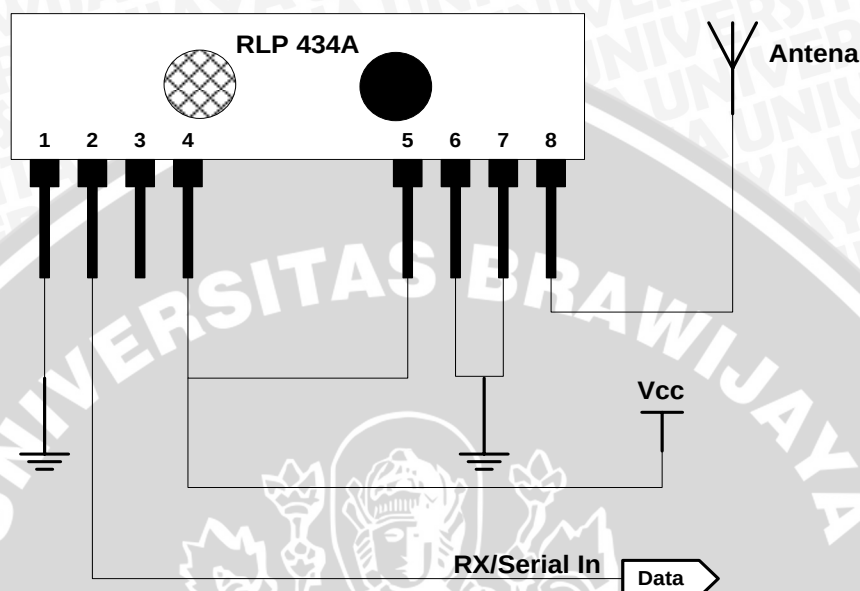
Modul RLP 434A menggunakan modulasi digital ASK (*Amplitude Shift Keying*). Modul ini memiliki frekuensi kerja yang sama antara penerima dan pemancar dengan frekuensi 433,92 MHz. Menggunakan tegangan catu daya DC sebesar 5 volt.. Kecepatan data serial dari *data sheet typical* yang ditransmisikan adalah sebesar 4,8 kbps dan untuk maksimum yang ditransmisikan sebesar 200 kbps. Agar waktu transmisi pengiriman data lebih cepat maka dipilih *baudrate* sebesar 9600 bps.

Nilai *baudrate* ini telah disesuaikan dengan perhitungan nilai *baudrate* perancangan USART mikrokontroler ATmega 8 yang digunakan pada Sistem Pengirim Data. Baudrate 9600 bps dirancang agar lamanya proses transmisi data tidak mempengaruhi proses pengolahan data pada komputer yang akan memproses data sesuai waktu sampling pengiriman data Δt sebesar 50 ms.

Dalam proses perancangan tiap pengiriman 1 byte data, dikirimkan 10 bit dengan rincian 1 *start* bit, 1 byte data dan 1 *stop* bit. Bila 1 paket data yang dikirim terdapat 11 byte data, maka total bit yang terdapat dalam 1 paket data ada 110 bit. Dengan demikian dapat diketahui waktu yang diperlukan untuk pengiriman 1 paket data dengan perhitungan berikut,

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{Jumlah bit dalam paket data}}{\text{Baudrate}} \\ &= \frac{110 \text{ bit}}{9600} \\ &= 11,45 \text{ ms} \end{aligned}$$

Diperoleh bahwa waktu transmisi sebesar 11,45 ms masih lebih kecil dari waktu sampling pengiriman data sebesar 50 ms. Sehingga waktu transmisi data tidak akan mempengaruhi proses pengolahan data pada komputer. Gambar 4.3 menunjukkan rangkaian penerima RF.



Gambar 4.3 Rangkaian penerima RF

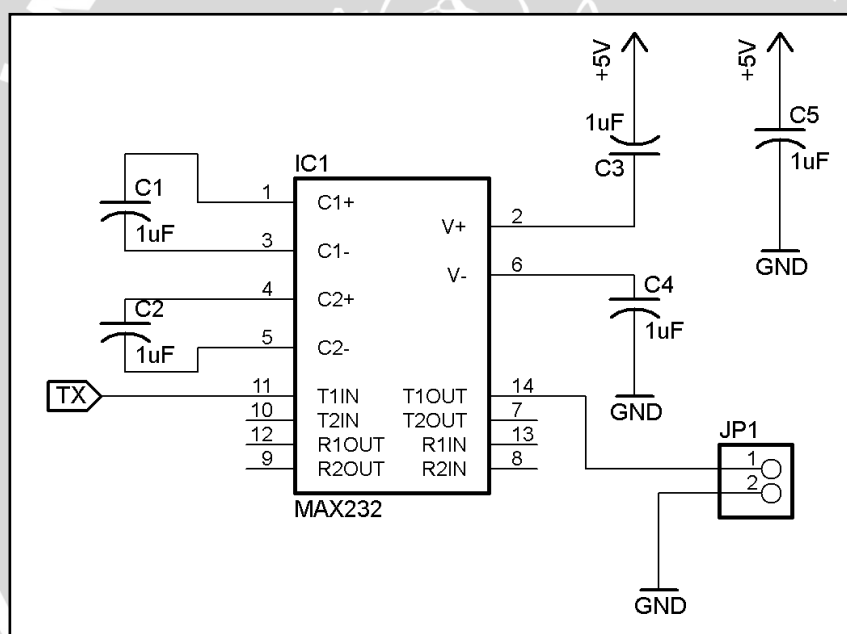
4.3.2 Rangkaian MAX232

Data yang keluar masuk port data dari rangkaian penerima RF menggunakan level tegangan CMOS. Sedangkan keluaran atau masuk dari PC menggunakan standar komunikasi serial RS-232, level tegangan yang digunakan adalah level tegangan yang berkisar antara -3 volt dan -25 volt untuk kondisi logika "1" atau yang disebut dengan keadaan *mark* dan antara +3 volt dan +25 volt untuk kondisi logika "0" atau disebut dengan keadaan *space* atau dengan kata lain standar RS-232 menggunakan logika negatif/terbalik. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah rangkaian untuk mengkonversi perbedaan level tegangan untuk masing-masing logika pada kedua bagian ini, dalam hal ini digunakan komponen MAX232.

IC MAX232 mempunyai 2 *receivers* yang berfungsi sebagai penyesuai level tegangan level RS-232 ke level *Transistor Transistor Logic* (TTL) ataupun CMOS, dan juga mempunyai 2 *drivers* yang berfungsi mengubah level tegangan dari level TTL/CMOS ke level RS-232. Pasangan *driver/receiver* ini berfungsi sebagai TX dan RX, sedangkan pasangan yang lainnya berfungsi sebagai CTS dan RTS.

Nilai kapasitor (C) yang digunakan telah ditentukan sebesar 1uF, nilai ini merupakan konfigurasi *datasheet* MAX232. Gambar 4.4 menunjukkan rangkaian MAX232. Lima kapasitor dalam rangkaian ini digunakan pada:

- C₁ terhubung pada pin 1 (+) dan pin 3(-), sebagai pengganda tegangan (+5 volt menjadi +10 volt). keluaran hasil proses pengganda tegangan ada di pin 2.
- C₂ terhubung pada pin 4(+) dengan pin 5(-), sebagai pembalik tegangan (+10 volt menjadi -10 volt), keluaran ada di pin 6.
- C₃ terhubung pada pin 2(+) dengan pin 16(-), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.
- C₄ terhubung pada pin 6 (-) dan dengan *Ground* (+), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.
- C₅ terhubung pada pin 16(+) dengan *Ground*(-), untuk penstabil nilai arus yang mengalir.



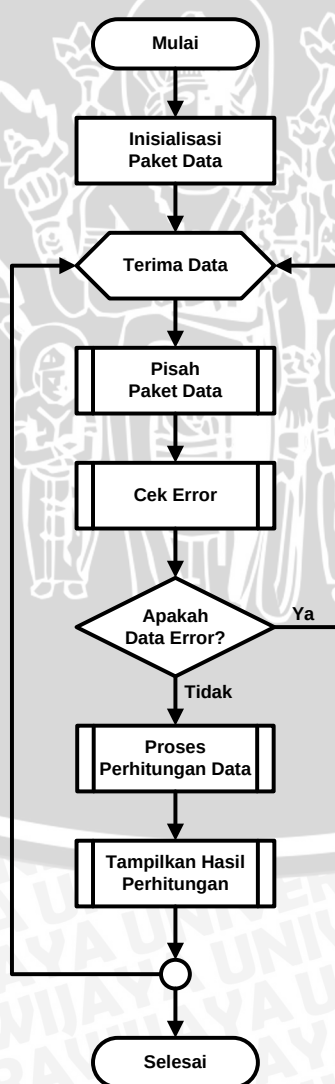
Gambar 4.4 Rangkaian Penyesuai Level Tegangan (MAX232)

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Data yang diterima oleh komputer adalah data pulsa jumlah putaran motor yang dibaca oleh sensor *rotary*. Data tersebut yang akan diolah oleh komputer untuk memodelkan lintasan yang ditempuh oleh robot. Agar data dapat diolah secara maksimal maka dirancanglah perangkat lunak yang terdiri atas dua bagian utama. Bagian pertama merupakan program tampilan pada komputer menggunakan pemrograman visual Delphi 7, dan bagian selanjutnya adalah perancangan proses perhitungan agar data yang diterima dapat ditampilkan dalam bentuk lintasan.

4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak Dengan Delphi 7

Perancangan perangkat lunak dalam memodelkan lintasan robot pada komputer menggunakan Delphi 7. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Pascal. Perangkat lunak ini bertujuan untuk proses pengolahan data yang diterima oleh rangkaian penerima RF dan kemudian memodelkan lintasan robot yang ditempuh. Perancangan perangkat lunak diawali proses pengambilan data dengan cara pembacaan komponen perangkat serial. Kemudian data yang telah diterima dalam bentuk paket data akan dipisahkan sesuai dalam perancangan format paket data. Setelah itu dilakukan proses pengecekan data untuk mengetahui apakah data yang diterima terjadi kesalahan atau *error* yang mungkin terjadi disebabkan oleh kesalahan proses transmisi data. Proses selanjutnya adalah proses perhitungan untuk memodelkan lintasan menggunakan data yang telah diterima dari jumlah putaran motor kanan dan motor kiri. Gambar 4.5 menunjukkan diagram alir perangkat lunak secara umum.



Gambar 4.5 Diagram alir perangkat lunak pada komputer secara umum

4.4.2 Perancangan Perhitungan Untuk Memodelkan Lintasan

Perhitungan untuk memodelkan lintasan robot didasarkan pada perbedaan kecepatan kedua roda robot. Data yang diterima dari Sistem Pengirim Data masih berupa data pulsa *rotary* per tiap waktu pengambilan. Data ini harus diolah sehingga didapatkan kecepatan dari masing-masing roda.

Kecepatan (V) didapat dari rumus dasar

$$V = \frac{s}{t} \quad (4.1)$$

dimana s merupakan jarak yang ditempuh dan t merupakan waktu tempuh. Nilai s belum diketahui, namun dapat dicari dari data-data fisik robot. Roda robot memiliki jari-jari r , sehingga kelilingnya (k) dalam satuan meter (m) adalah

$$k = 2 \cdot \pi \cdot r \quad (4.2)$$

Satu buah *rotary* memiliki n segmen. Jika l adalah jarak yang ditempuh roda per satu pulsa *rotary*,

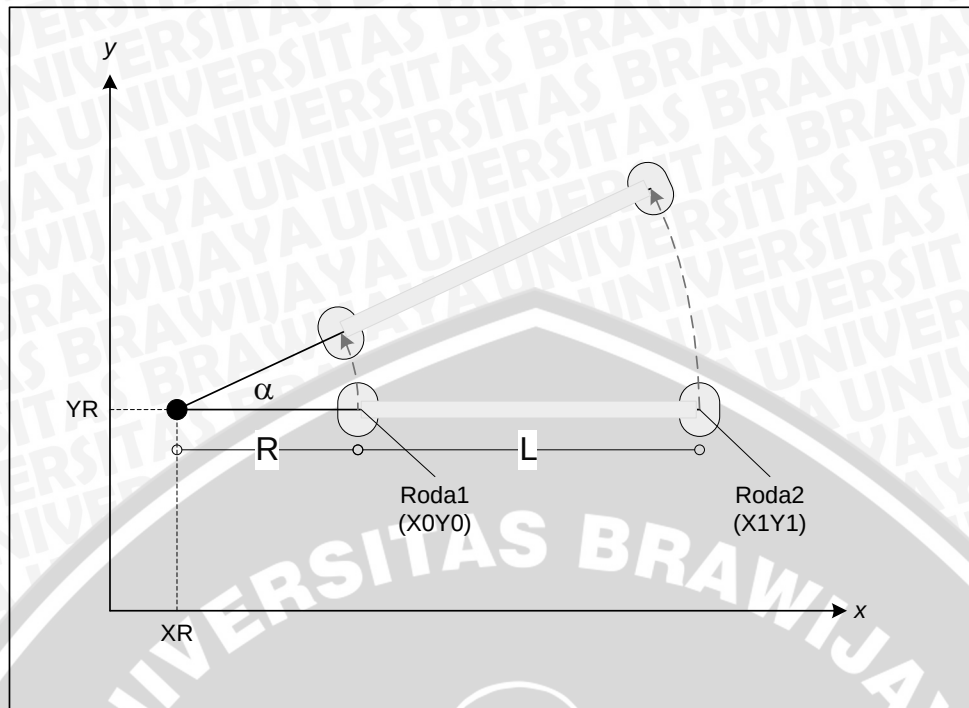
$$l = \frac{k}{n} \quad (4.3)$$

maka jika data yang diterima adalah w , jarak yang telah ditempuh roda dan kecepatan roda diperoleh dari

$$\begin{aligned} s &= l \times w \\ V_{T0} &= \frac{s_0}{t_0} \\ V_{T1} &= \frac{s_1}{t_1} \end{aligned} \quad (4.4)$$

dengan satuan cm/s. Dimana V_{T0} adalah kecepatan roda kiri dan V_{T1} adalah kecepatan roda kanan. Nilai dari V_{T0} dan V_{T1} inilah yang akan dibandingkan untuk perhitungan plot lintasan.

Jika nilai V_{T0} dan V_{T1} tidak sama, maka robot akan berbelok. Arah beloknya mengikuti nilai V_{T0} atau V_{T1} yang lebih besar. Ilustrasi contoh gerakan berbelok pada robot ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Ilustrasi gerak robot

Gerakan berbelok pada robot diasumsikan merupakan transformasi rotasi yang berpusat di (x_r, y_r) . Jarak terdekat antara roda robot dengan (x_r, y_r) disebut R , sedangkan jarak antar roda robot disebut L . Sudut α merupakan sudut rotasi. Dengan diketahui nilai V_{T0} dan V_{T1} maka nilai R dan sudut α dapat dicari.

Perhitungan untuk mencari nilai R adalah sebagai berikut. Jika m adalah perbandingan nilai V_{T0} dan V_{T1} seperti

$$m = \frac{V_{T0}}{V_{T1}} \quad (4.5)$$

dan karena kedua roda bergerak dengan titik pusat yang sama maka keduanya membentuk dua lingkaran yang sepusat. Dua lingkaran yang sepusat memiliki nilai kecepatan sudut yang sama, maka

$$\omega_0 = \omega_1 \quad (4.6)$$

$$\frac{V_{T0}}{R} = \frac{V_{T1}}{(R+L)} \quad (4.7)$$

$$m = \frac{R}{(R+L)} \quad (4.8)$$

$$R = \frac{mL}{1-m} \quad (4.9)$$

maka nilai ω juga dapat diketahui,

$$\omega_0 = \frac{V_{T0}}{R} \quad (4.10)$$

$$\omega_1 = \frac{V_{T1}}{R + L}$$

sehingga sudut α (dalam radian) didapat dari

$$\alpha = \omega \cdot \Delta t \quad (4.11)$$

dimana Δt merupakan selang waktu sampling data *rotary*.

Setelah jarak R dan sudut α diketahui, berikutnya adalah memperkirakan posisi robot untuk mengetahui dimana titik (x_r, y_r) . Ada 16 kemungkinan posisi robot, yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Rotasi

No	Posisi Roda	Sudut	Ilustrasi	Kondisi
1	Horizontal	+		$Y_R = Y_0 = Y_1$ $X_R < X_0 < X_1$
2	Horizontal	+		$Y_R = Y_0 = Y_1$ $X_R > X_0 > X_1$
3	Horizontal	-		$Y_R = Y_0 = Y_1$ $X_R > X_0 > X_1$
4	Horizontal	-		$Y_R = Y_0 = Y_1$ $X_R < X_1 < X_0$

Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Rotasi (Lanjutan)

5	Vertikal	+		$Y_R < Y_0 < Y_1$ $X_R = X_0 = X_1$
6	Vertikal	+		$Y_R > Y_0 > Y_1$ $X_R = X_0 = X_1$
7	Vertikal	-		$Y_R < Y_1 < Y_0$ $X_R = X_0 = X_1$

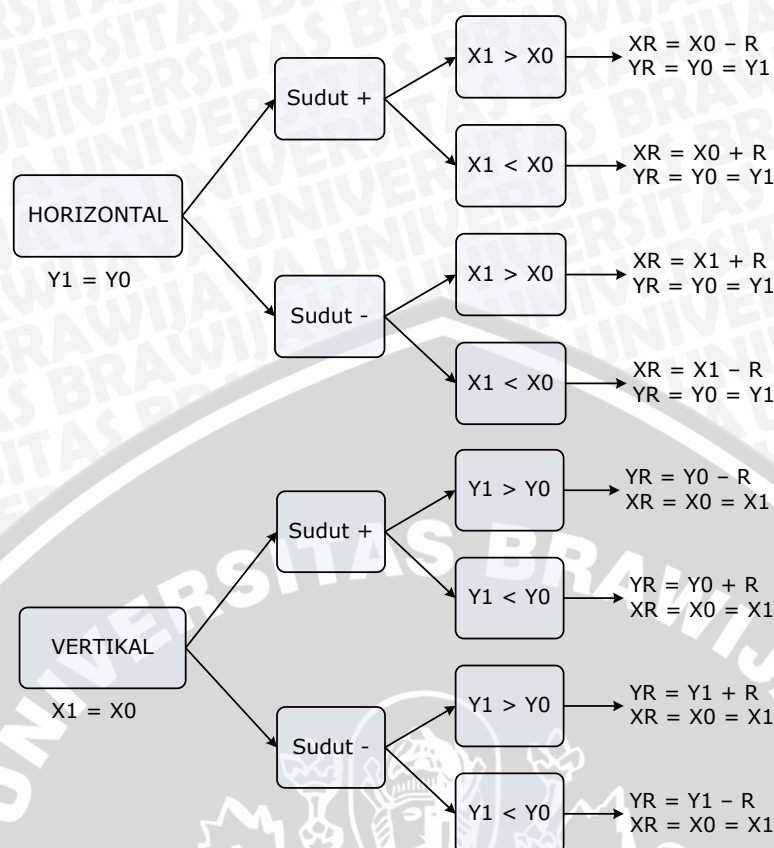
Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Rotasi (Lanjutan)

8	Vertikal	-		$Y_R > Y_1 > Y_0$ $X_R = X_0 = X_1$
9	Miring, Gradien Positif	+		$Y_R < Y_0 < Y_1$ $X_R > X_0 > X_1$
10	Miring, Gradien Negatif	-		$Y_R < Y_1 < Y_0$ $X_R < X_1 < X_0$
11	Miring, Gradien Positif	+		$Y_R < Y_0 < Y_1$ $X_R < X_0 < X_1$
12	Miring, Gradien Negatif	-		$Y_R < Y_1 < Y_0$ $X_R > X_1 > X_0$

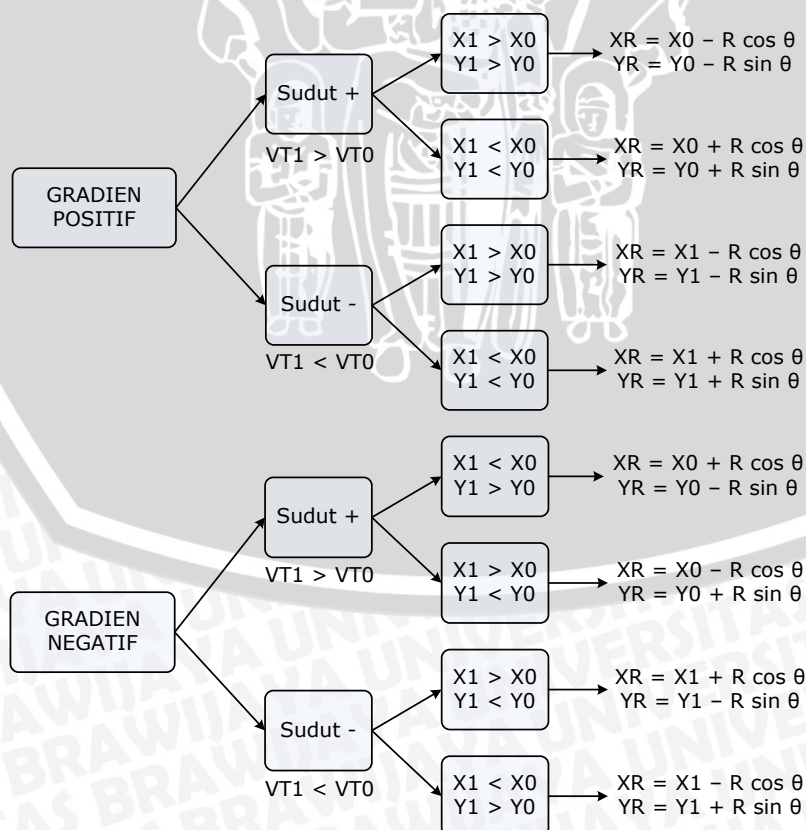
Tabel 4.1 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Rotasi (Lanjutan)

13	Miring, Gradien Positif	+		$Y_R > Y_0 > Y_1$ $X_R > X_0 > X_1$
14	Miring, Gradien Negatif	+		$Y_R > Y_0 > Y_1$ $X_R < X_0 < X_1$
15	Miring, Gradien Positif	-		$Y_R > Y_1 > Y_0$ $X_R > X_1 > X_0$
16	Miring, Gradien Negatif	-		$Y_R > Y_1 > Y_0$ $X_R < X_1 < X_0$

Dari Tabel 4.1 dapat dibuat penyederhanaan fungsinya untuk pemrograman, dan perhitungan untuk mengetahui nilai (x_r, y_r) yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai (x_r, y_r)



Gambar 4.8 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai (x_r, y_r)

Langkah selanjutnya setelah (x_r, y_r) diketahui adalah mencari titik selanjutnya dari pergerakan robot dengan transformasi homogen untuk gerak rotasi. Gerak rotasi yang dilakukan robot tidak berpusat pada titik $(0,0)$, maka digunakan transformasi komposit. Transformasi komposit merupakan beberapa transformasi dasar yang digabungkan menjadi satu langkah perhitungan.

Dalam perhitungan transformasi komposit ini ada tiga perhitungan, translasi titik (x_0, y_0) dan (x_1, y_1) ke titik awal, hasilnya dirotasikan dengan sudut alpha, hasil rotasi kembali ditranslasi balik dengan matriks translasi awal.

Matriks translasi $T(x_r, y_r)$ adalah

$$T(x_r, y_r) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_r \\ 0 & 1 & y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.12)$$

matriks rotasi $R(\alpha)$ adalah

$$R(\alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.13)$$

maka jika dilakukan transformasi komposit, matriks transformasinya merupakan perkalian antara tiga matriks transformasi sebagai berikut,

$$M = T(x_r, y_r)R(\alpha)T(-x_r, -y_r) \quad (4.14)$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_r \\ 0 & 1 & y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -x_r \\ 0 & 1 & -y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.15)$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_r \\ 0 & 1 & y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & -x_r \cos \alpha + y_r \sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha & -x_r \sin \alpha - y_r \cos \alpha \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.16)$$

$$M = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & -x_r \cos \alpha + y_r \sin \alpha + x_r \\ \sin \alpha & \cos \alpha & -x_r \sin \alpha - y_r \cos \alpha + y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4.17)$$

Maka nilai (x_2, y_2) adalah

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & -x_r \cos \alpha + y_r \sin \alpha + x_r \\ \sin \alpha & \cos \alpha & -x_r \sin \alpha - y_r \cos \alpha + y_r \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4.18)$$

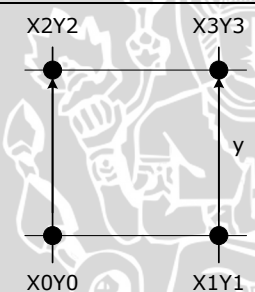
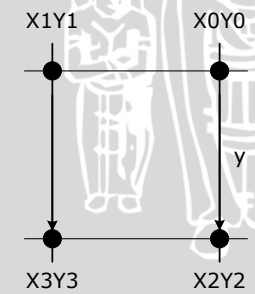
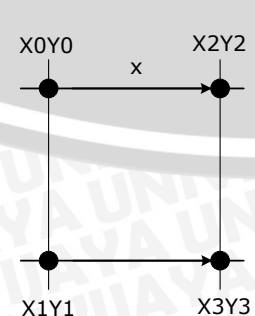
Secara konsep perhitungan, perkalian matriks transformasi dengan titik adalah perkalian matriks 3x3 dengan matriks 3x1 namun dalam bahasa pemrograman, dapat disederhanakan dengan

$$\begin{aligned} x_2 &= x_0 \cos \alpha - y_0 \sin \alpha - x_r \cos \alpha + y_r \sin \alpha + x_r \\ y_2 &= x_0 \sin \alpha + y_0 \cos \alpha - x_r \sin \alpha - y_r \cos \alpha + y_r \end{aligned} \quad (4.19)$$

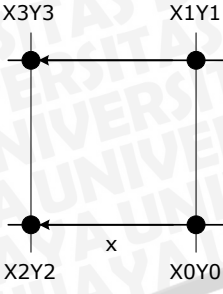
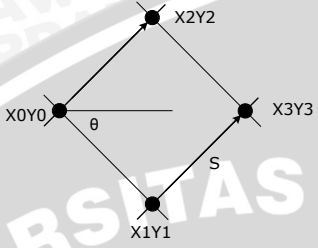
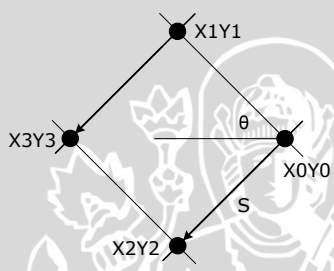
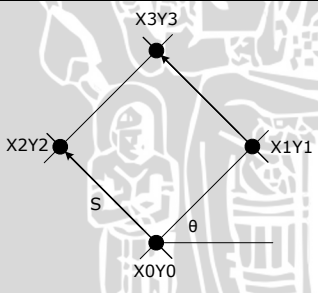
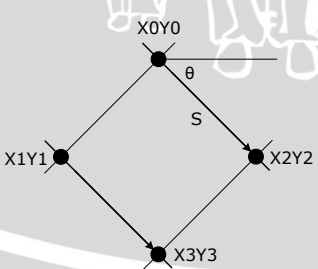
Perhitungan yang sama dilakukan untuk mencari nilai (x_3, y_3) namun nilai (x_0, y_0) diganti dengan (x_1, y_1) .

Jika kecepatan roda kanan dan kiri sama, maka robot bergerak lurus ke depan. Ada 8 kemungkinan posisi robot untuk melakukan gerak lurus, yang terdapat dalam Tabel 4.2.

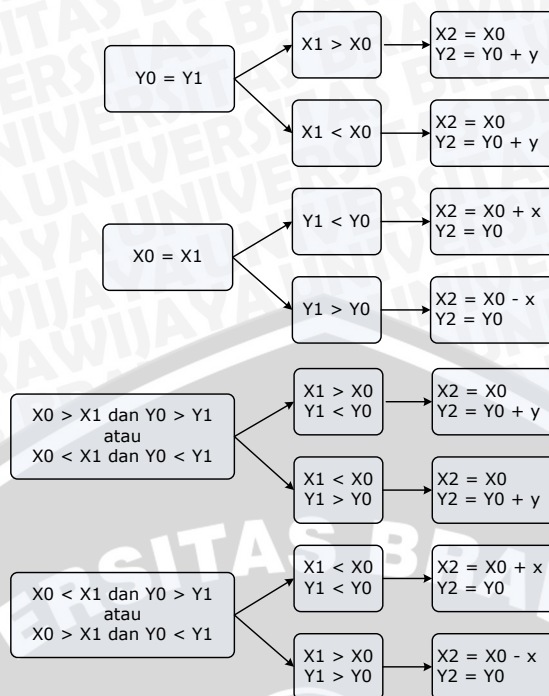
Tabel 4.2 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Lurus

No	Posisi Roda	Ilustrasi	Kondisi	Titik Akhir
1	Horizontal		$X_0 < X_1$	$X_2 = X_0$ $Y_2 = Y_0 + y$
2	Horizontal		$X_0 > X_1$	$X_2 = X_0$ $Y_2 = Y_0 - y$
3	Vertikal		$Y_0 > Y_1$	$X_2 = X_0 + x$ $Y_2 = Y_0$

Tabel 4.2 Tabel Perkiraan Posisi Robot Untuk Gerak Lurus (Lanjutan)

4	Vertikal		$Y0 < Y1$	$X2 = X0 - x$ $Y2 = Y0$
5	Miring ($m < 0$)		$X0 < X1$ $Y0 > Y1$	$X2 = X0 + S \cos \theta$ $Y2 = Y0 + S \sin \theta$
6	Miring ($m < 0$)		$X0 > X1$ $Y0 < Y1$	$X2 = X0 - S \cos \theta$ $Y2 = Y0 - S \sin \theta$
7	Miring ($m > 0$)		$X0 < X1$ $Y0 < Y1$	$X2 = X0 - S \cos \theta$ $Y2 = Y0 + S \sin \theta$
8	Miring ($m > 0$)		$X0 > X1$ $Y0 > Y1$	$X2 = X0 + S \cos \theta$ $Y2 = Y0 - S \sin \theta$

Untuk kemudahan pemrograman, fungsi-fungsi diatas dapat dirangkum dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penyederhanaan perhitungan untuk mencari nilai titik (x_2, y_2)

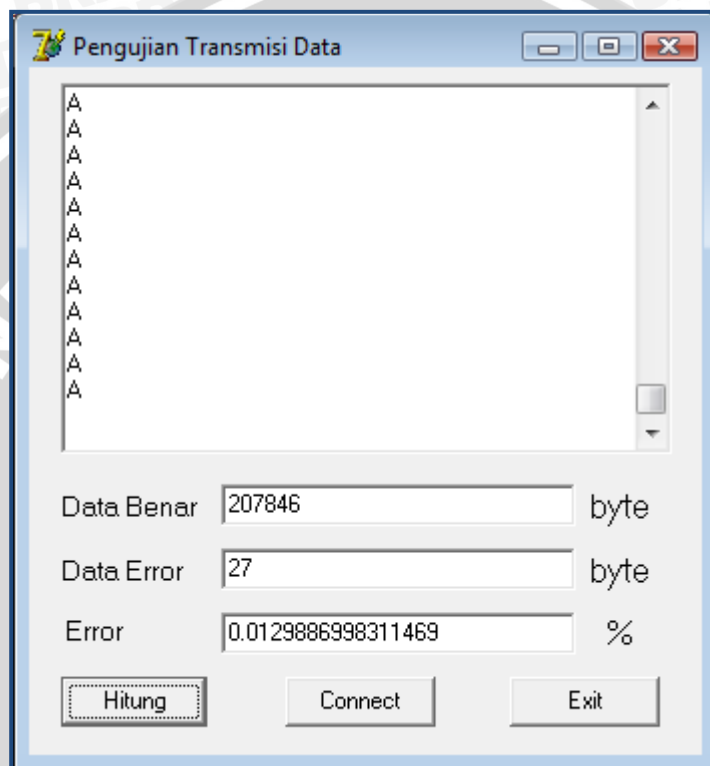
Titik (x_3, y_3) dihitung dengan mengubah nilai (x_0, y_0) pada perhitungan diatas dengan (x_1, y_1) . Setelah titik (x_2, y_2) dan (x_3, y_3) ditemukan, perhitungan diulang lagi dengan menjadikan nilai (x_2, y_2) dan (x_3, y_3) sebagai titik awal (x_0, y_0) dan (x_1, y_1) terus menerus hingga data terakhir. Semua hasil perhitungan disimpan dan lintasan akan diplot sesuai dengan data-data titik hasil perhitungan.

4.5 Perancangan Metode Jalur Transmisi Data

Suatu jalur transmisi data memiliki tiga macam metode pengiriman. Macam metode pengiriman tersebut yaitu *simplex*, *half duplex* dan *full duplex*. Dalam perancangan Sistem Pemodelan Lintasan Robot ditentukan bahwa metode yang digunakan adalah *simplex*. Metode *simplex* yang lebih dikenal metode transmisi satu arah merupakan jalur transmisi yang hanya dapat membawa informasi data dalam satu arah saja, tidak bisa bolak-balik. Jadi nantinya Sistem Pengolah Data hanya bisa menerima data dan tidak dapat mengirim balik ke Sistem Pengirim Data.

Pemilihan metode *simplex* dalam perancangan Sistem Pemodelan Lintasan Robot ditentukan berdasarkan hasil pengujian unit RF, yaitu antara pemancar dan penerima. Selain itu dengan metode *simplex* dapat lebih mengurangi durasi waktu sampling pengiriman data sehingga proses pengiriman yang bersifat *real time* dapat berjalan efektif. Gambar 4.10 menunjukkan hasil pengujian pengiriman data dengan

menggunakan program Delphi dan baudrate 9600 bps. Selama pengujian menunjukkan bahwa unit RF memiliki nilai *error* sebesar 0,013% yaitu 27 byte data yang hilang dari 207 kbyte data yang diterima. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan satu karakter secara terus menerus tanpa menggunakan *delay* pengiriman data. Maka jika panjang paket data sebanyak 11 karakter atau 11 byte (1 karakter = 1 byte), kemungkinan data hilang 0,0014 byte. Oleh karena itu metode *simplex* ini relevan untuk digunakan.



Gambar 4.10 Hasil pengujian unit RF dengan program delphi dan baudrate 9600 bps

4.6 Perancangan Format Paket Data

Agar proses komunikasi dapat berjalan baik dan data yang diterima dapat lebih mudah untuk dikenali dan diolah, maka antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data disepakati bentuk perancangan format paket data. Format paket data berbentuk string yang tersusun atas beberapa karakter. Pada saat proses perancangan diketahui bahwa selama pemancar dan penerima RF aktif tetapi tidak terjadi proses transmisi data, pada bagian penerima RF akan menerima bermacam-macam karakter yang tidak dikenali. Oleh karena itu dirancanglah format paket data yang ditunjukkan dalam gambar 4.11.

Kepala (1 byte)	Rotary kanan (3 byte)	Rotary kiri (3 byte)	Cek error (3 byte)	Ekor (1 byte)
[	---	---	---	]

Gambar 4.11 Format paket data

Pengolah Data Penjelasan dari format paket data diatas adalah sebagai berikut:

- Kepala : Satu buah karakter (1 byte) yang diletakkan diawal sebagai penanda agar paket data bisa dikenali dan menandakan awal dari proses pengiriman data.
- Rotary kanan : tiga buah karakter (3 byte) yang menyatakan nilai jumlah pulsa yang terbaca oleh *rotary* kanan.
- Rotary kiri : tiga buah karakter (3 byte) yang menyatakan nilai jumlah pulsa yang terbaca oleh *rotary* kiri.
- Cek Error : tiga karakter (3 byte) data yang digunakan untuk mengecek kebenaran data yang dikirim.
- Ekor : satu buah karakter (1 byte) yang ditempatkan di bagian akhir yang menandakan akhir dari pengiriman data.

4.7 Perancangan Protokol Komunikasi

Agar format paket data yang dirancang dapat diterima dan diolah oleh komputer, maka diperlukan adanya protokol komunikasi. Protokol komunikasi ini yang mengatur mulai dari proses pengiriman data, pengiriman data sampai data diterima oleh Sistem Pengolah Data. Protokol komunikasi antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data adalah sebagai berikut,

- 1) Pertama harus dipastikan bahwa kedua sistem antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data dalam keadaan aktif dan setting *baudrate*-nya sama.
- 2) Setelah kedua sistem dalam keadaan aktif, robot siap dijalankan. Pada saat robot mulai berjalan mikrokontroler pada Sistem Pengirim Data akan menghitung jumlah putaran motor kanan dan motor kiri yang terbaca oleh sensor *rotary encoder*.
- 3) Sistem Pengirim Data akan mengirim data ke Sistem Pengolah Data yang terdiri dari data *rotary* kanan, data *rotary* kiri dan data nilai *Checksum*. Data akan dikirim tiap Δt ms sesuai waktu sampling yang telah disepakati.
- 4) Data yang diterima oleh Sistem Pengolah Data kemudian diperiksa dengan sistem *Checksum*. Jika nilai *checksum* pada data yang diterima terjadi kesalahan maka dilakukan pengambilan data baru.

- 5) Jika data yang telah diterima tidak terjadi kesalahan pada proses perhitungan *checksum*, maka komputer pada Sistem Pengolah Data akan mengolah data tersebut dan proses komunikasi akan kembali ke no.3 sampai robot berhenti.



BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil perancangan dan pembuatan alat apakah sesuai yang diharapkan. Pengujian dilakukan tiap blok perancangan untuk memudahkan analisis data. Pengujian dilakukan dengan memberikan perubahan pada masukan blok rangkaian dan mengamati keluaran dari blok rangkaian yang diuji tersebut. Untuk mempermudah pengecekan keberhasilan sistem, maka pengujian dilakukan perblok dan kemudian dilakukan pengujian secara keseluruhan bersama dengan Sistem Pengirim Data. Data pengujian dianalisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

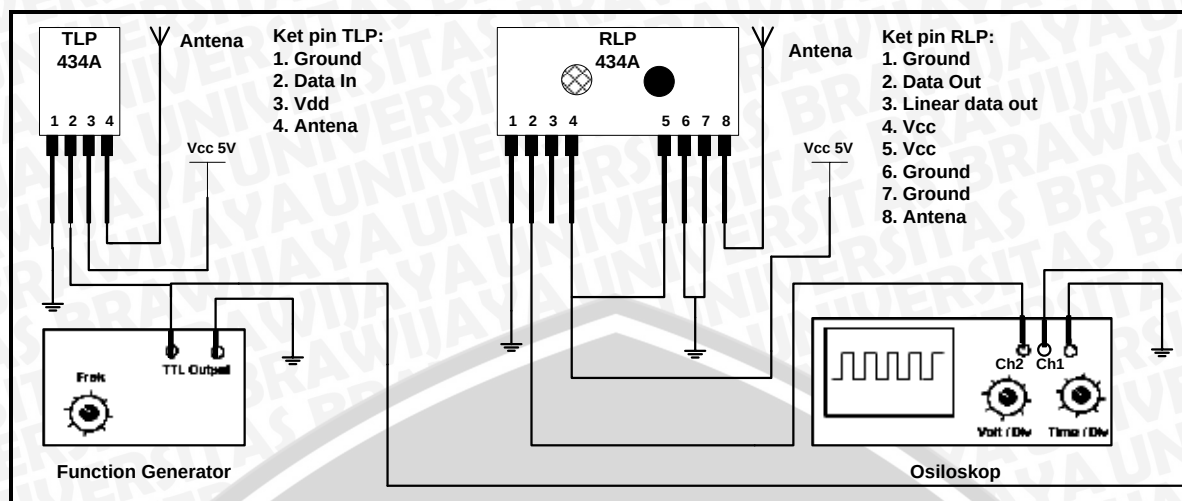
Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- 1) Pengujian Pemancar dan Penerima RF
- 2) Pengujian Rangkaian MAX 232
- 3) Pengujian Transfer Data Serial
- 4) Pengujian Jarak Transmisi Pengiriman Data
- 5) Pengujian Perangkat Lunak Pisah Paket Data
- 6) Pengujian Keseluruhan Sistem

5.1 Pengujian Pemancar dan Penerima RF

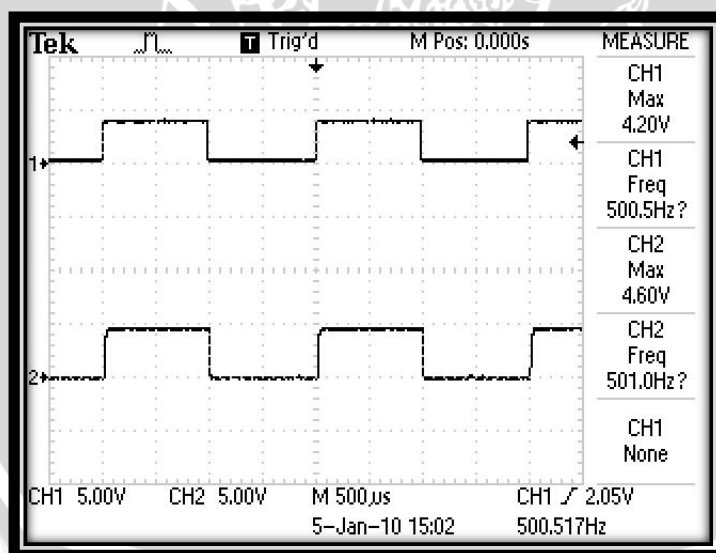
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian pemancar dan penerima RF dapat menerima dan mengirimkan data dengan baik. Pengujian dilakukan dengan memberikan data berupa data logika 0 dan 1. Peralatan pengujian yang dibutuhkan adalah Rangkaian Pemancar RF TLP 434A, Rangkaian Penerima RF RLP 434A, Function Generator, Osiloskop.

Proses pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan peralatan-peralatan pengujian seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1.

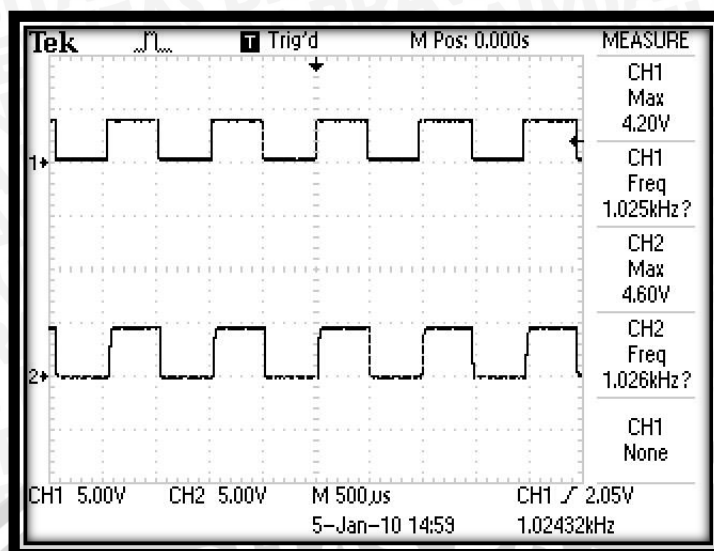


Gambar 5.1 Rangkaian pengujian pemancar dan penerima RF

Keluaran dari function generator dihubungkan pada pemancar TLP 434A dan keluaran dari penerima RLP 434A dihubungkan pada *channel* 2 osiloskop. Keluaran dari function generator juga dihubungkan ke *channel* 1 osiloskop. Kemudian sinyal yang diterima oleh penerima RLP 434A pada *channel* 2 dibandingkan dengan sinyal yang dikirim oleh pemancar yang berasal dari function generator yang terhubung langsung ke *channel* 1 osiloskop.



Gambar 5.2 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 50 Hz



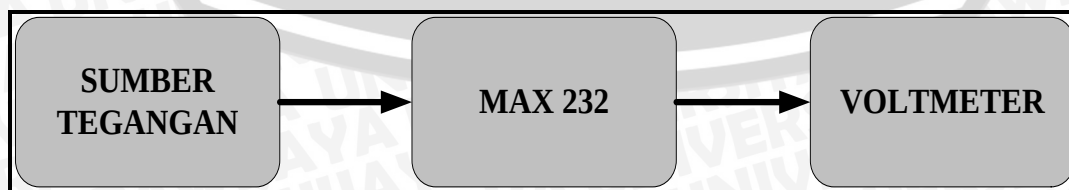
Gambar 5.3 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 1 kHz

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 didapatkan bahwa sinyal digital dari *function generator* yang dihubungkan dengan pemancar TLP434A (*channel 1*, bagian atas) dapat diterima dengan baik oleh rangkaian penerima RLP434A (*channel 2* bagian bawah). Frekuensi data yang dikirim secara berubah-ubah dan hasil yang diterima menunjukkan nilai sama dengan apa yang dikirimkan.

5.2 Pengujian Rangkaian MAX232

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa apakah rangkaian MAX232 dapat bekerja dengan baik untuk mengkonversi sinyal dari mikrokontroler yang bertipe CMOS menjadi sinyal dengan tipe RS232 yang dapat diterima oleh komputer. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah rangkaian MAX232, multimeter digital dan catu daya +5V dan 0V.

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan sebesar 0V dan 5V secara bergantian dan mengukur tegangan keluaran rangkaian MAX232. Diagram blok pengujian MAX232 ditunjukkan dalam Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Diagram blok pengujian MAX232

Tabel 5.1 Hasil pengujian rangkaian MAX232

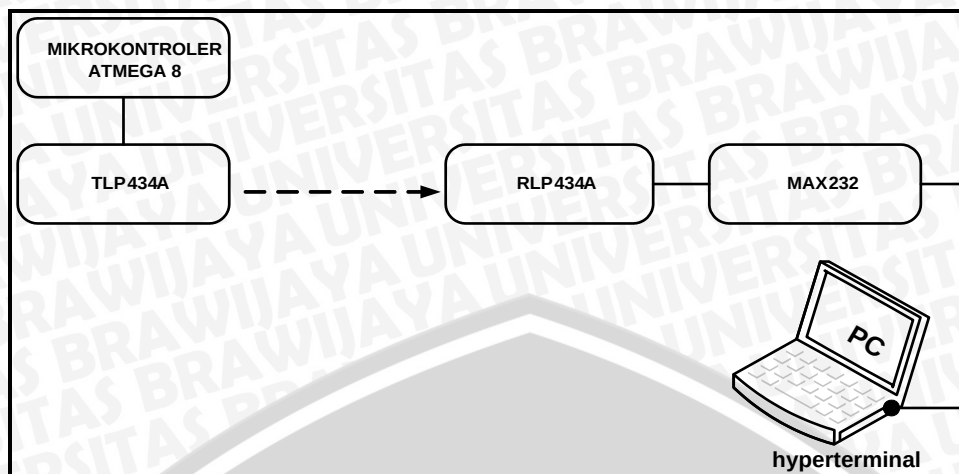
Tegangan Masukan MAX232	Tegangan Keluaran MAX232
0 volt	9,11 volt
4,9 volt	-9,20 volt

Berdasarkan hasil pengujian dalam Tabel 5.1 dapat dianalisis bahwa tegangan yang dihasilkan dengan masukan 4,9V adalah -9,20V. Nilai tegangan ini sudah sesuai dengan level logika "high" pada RS232. Sedangkan pada masukan 0V tegangan yang dihasilkan adalah 9,11V. Nilai tegangan ini sudah sesuai dengan level logika "low" pada RS232.

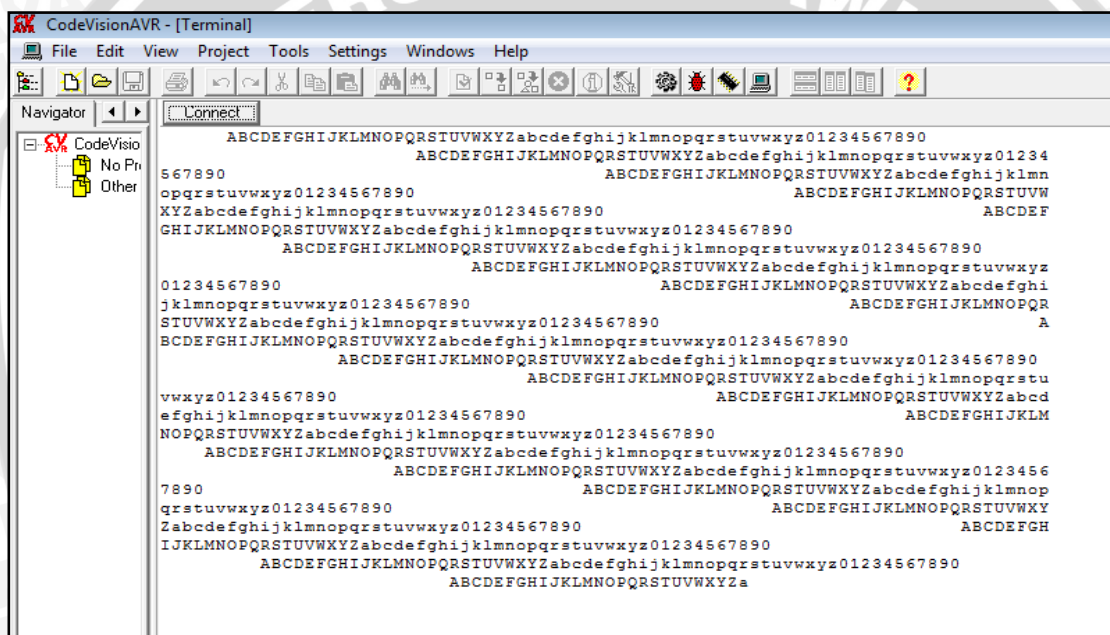
5.3 Pengujian Transfer Data Serial

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis apakah komunikasi antara pemancar dan penerima RF dapat menerima data secara serial dengan baik. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah mikrokontroler, pemancar dan penerima RF, MAX232 dan komputer.

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data secara serial ke komputer menggunakan mikrokontroler dan menerima data-data tersebut menggunakan *hyperterminal* program *Code Vision AVR* pada PC. Mikrokontroler diprogram untuk mengirimkan data berupa string yang terdiri atas karakter-karakter huruf dan angka. Karakter-karakter huruf dan angka yang dikirim oleh mikrokontroler secara serial adalah "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789". Kemudian *hyperterminal* akan menampilkan data yang dikirim oleh mikrokontroler. Diagram blok pengujian penerimaan data secara serial ini ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Diagram blok pengujian *software* penerimaan data secara serial



Gambar 5.6 Hasil pengujian *software* penerimaan data secara serial

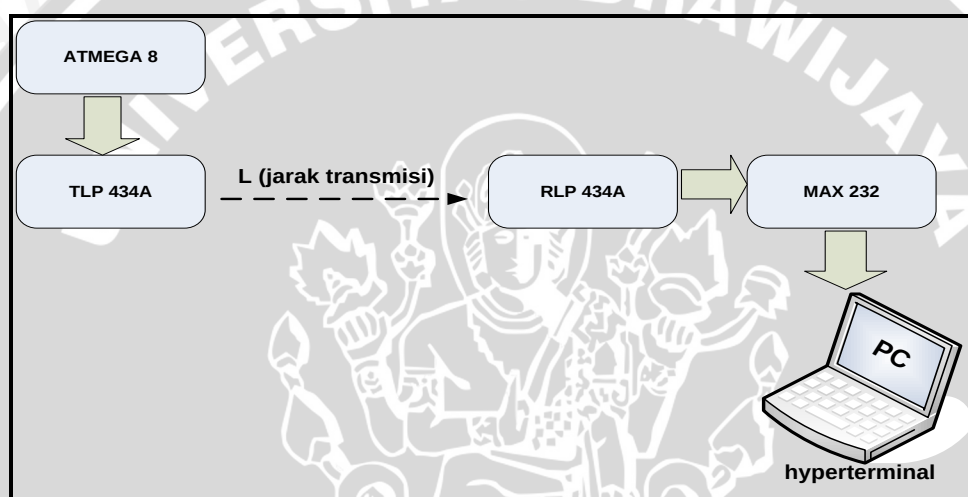
Hasil pengujian *software* penerimaan data serial ditunjukkan dalam Gambar 5.6. Pada tampilan program *Hyperterminal Code Vision AVR* tampak bahwa pengujian komunikasi data dengan mengirimkan karakter dapat diterima dan tidak ada data yang hilang. Karakter yang dikirim oleh rangkaian pemancar RF dapat diterima dengan baik oleh rangkaian penerima RF.

5.4 Pengujian Jarak Transmisi Pengiriman Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak jangkauan maksimal penerimaan unit penerima RF saat menerima transmisi data dari unit pemancar RF pada kondisi

didalam gedung. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah mikrokontroler, pemancar dan penerima RF, MAX232 dan komputer.

Proses pengujian dilakukan dengan mengaktifkan Hyperterminal yang ada dalam program *Code Vision AVR* pada PC. Mikrokontroler mengirimkan data berupa string sebanyak 64 karakter yang terdiri dari huruf dan angka. Data dikirim secara berulang tiap 100 ms. Melakukan perubahan jarak jangkau transmisi (L) tiap 5 meter kemudian mengamati hasil transmisi pada *Hyperterminal* program *Code Vision AVR*. Pengujian dilakukan sampai jarak 25 meter sesuai spesifikasi alat yang telah ditentukan. Untuk setiap jarak jangkau transmisi, data yang diperiksa sebanyak lima data. Diagram blok pengujian jarak transmisi pengiriman data ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Diagram blok pengujian jarak transmisi pengiriman data

Hasil pengujian jarak jangkau transmisi data antara unit pemancar dan unit penerima RF ditunjukkan dalam Tabel 5.2. Dari data yang diperoleh dalam Tabel 5.2 untuk jarak 25 meter menunjukkan bahwa dengan paket data yang berisi 64 karakter dengan jumlah data yang diterima sebanyak 5 paket data, tidak ada karakter yang hilang atau rusak dalam setiap paket data yang diterima. Berdasarkan pengukuran jarak jangkau transmisi menunjukkan bahwa data yang diterima oleh unit penerima RF sampai jarak 25 meter tidak terdeteksi *error*. Sehingga disimpulkan bahwa transmisi komunikasi data dapat menjangkau sampai jarak 25 meter.

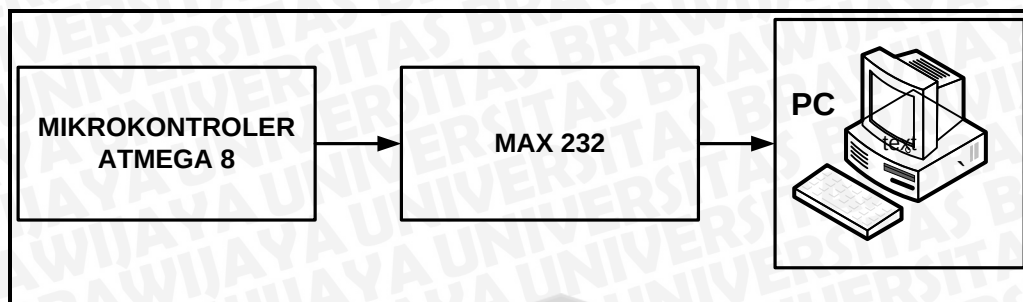
Tabel 5.2 Hasil pengujian jarak jangkauan transmisi data

No	Jarak Transmisi (meter)	Jumlah Karakter	Jumlah Data Masuk	Karakter Rusak	Akurasi Keberhasilan (%)
1.	5	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
2.	10	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
3.	15	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
4.	20	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
5.	25	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
6.	30	64	5	0	98,44
				3	
				0	
				2	
				0	

5.5 Pengujian Perangkat Lunak Delphi Pisah Paket Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dirancang sudah dapat memisah paket data yang dirancang dengan baik. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah mikrokontroler, MAX232 dan komputer.

Pengujian ini dilakukan dengan cara mikrokontroler diprogram untuk mengirimkan data sesuai paket data yang dirancang. Data yang dikirim akan dibaca oleh perangkat lunak yang telah dirancang. Kemudian pada tampilan *software* dilihat apakah data yang ditampilkan sudah sesuai yang diinginkan yaitu memisah paket data yang dikirim oleh mikrokontroler. Gambar 5.8 menunjukkan diagram blok pengujian perangkat lunak pemisahan data.



Gambar 5.8 Diagram blok pengujian perangkat lunak pisah paket data

Hasil dari pengujian perangkat lunak delphi pemisahan paket data ditunjukkan dalam Gambar 5.9.

Paket Data

Gambar Lintasan

Data Diterima

[095092187]

[101095196]

[097104201]

[101097198]

[101100201]

[092090182]

[105094199]

[097090187]

[104097201]

[094105199]

No	Rotary Kanan	Rotary Kiri	Validitas Data
1	095	092	OK
2	101	095	OK
3	097	104	OK
4	101	097	OK
5	101	100	OK
6	092	090	OK
7	105	094	OK
8	097	090	OK
9	104	097	OK
10	094	105	OK

Gambar 5.9 Hasil dari pengujian perangkat lunak pisah paket data

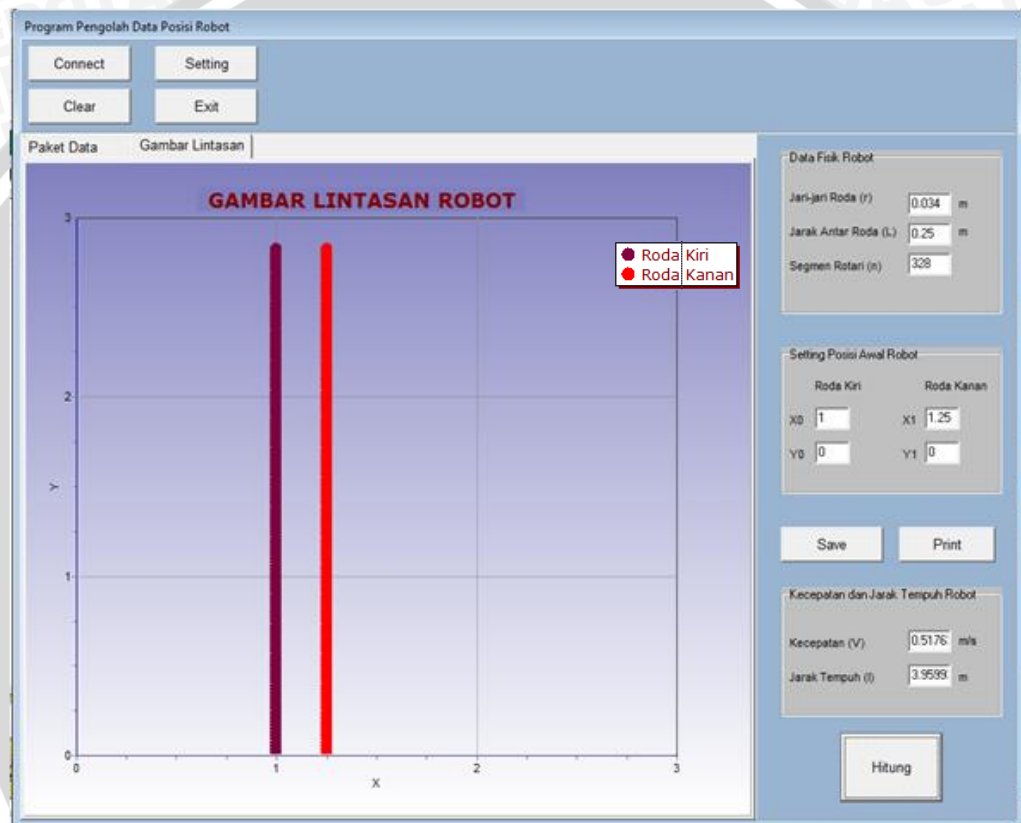
Dalam Gambar 5.9 menunjukkan bahwa pada kolom Data Diterima baris pertama menerima paket data [095092187]. Kemudian paket data tersebut dipisahkan sesuai dengan perancangan yaitu 3 karakter pertama antara kepala dan ekor merupakan data *rotary* kanan, 3 karakter kedua data *rotary* kiri dan 3 karakter terakhir merupakan nilai *Checksum*. Paket data tersebut dipisahkan menjadi seperti yang ditunjukkan dalam tabel sebelah kanan kolom Data Diterima. Validitas data yang menyatakan 'OK', menunjukkan bahwa nilai *Checksum* sudah sesuai dengan penjumlahan data *rotary* kanan dan *rotary* kiri sebesar 187. Pada pengujian ini menunjukkan bahwa paket data telah dapat dipisah menjadi bagian-bagian sesuai perancangan.

5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

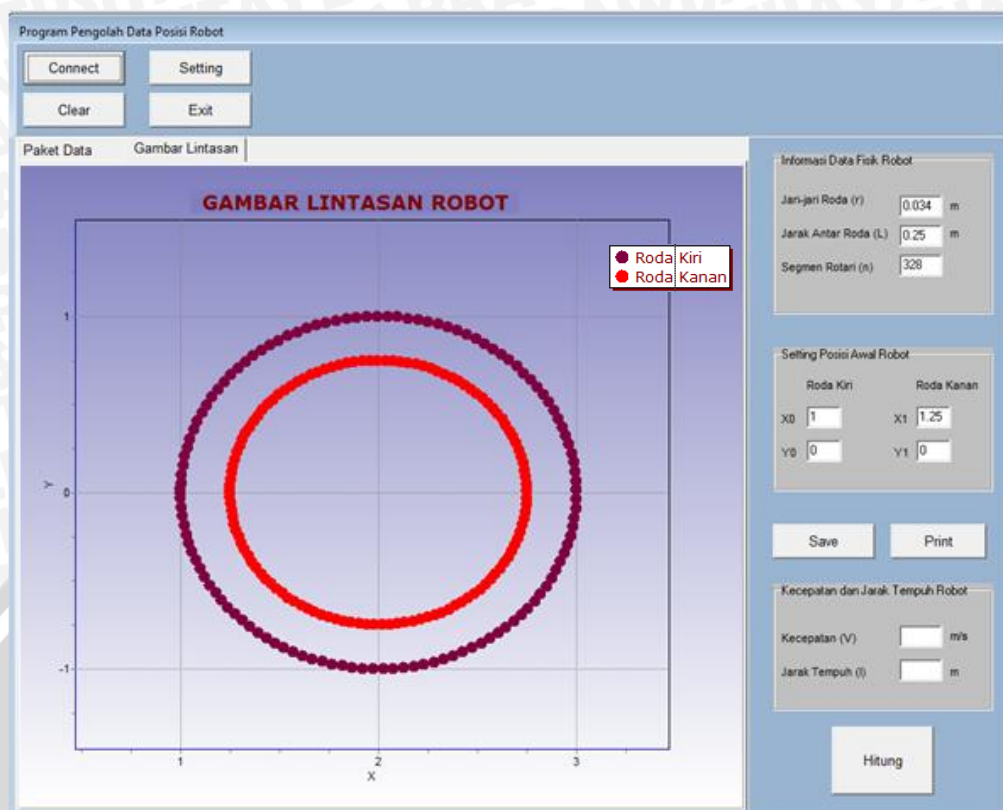
Pengujian keseluruhan dilakukan dengan menerima data dari Sistem Pengirim Data dan menghitungnya pada program. Pengujian dilakukan dengan dua tahap, yaitu pengujian menggunakan simulasi program dan pengujian gerak robot secara langsung.

5.6.1 Pengujian Menggunakan Simulasi Program

Pengujian menggunakan simulasi program bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak Delphi yang dirancang dapat berjalan sesuai dengan perhitungan.



Gambar 5.10 Hasil simulasi data gerak lurus



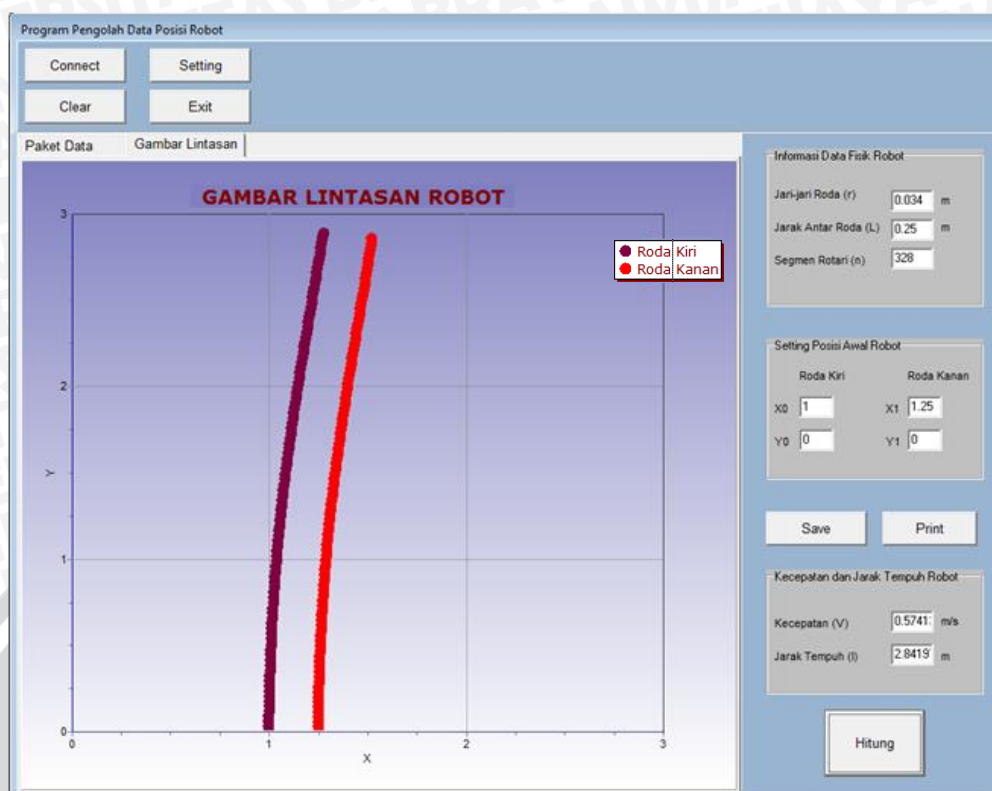
Gambar 5.11 Hasil simulasi data gerak melingkar

Pengujian dengan simulasi program dilakukan dengan titik awal robot mulai bergerak pada titik (1,0) untuk roda kiri dan (1,25;0) untuk roda kanan. Data yang diberikan untuk simulasi pertama adalah data sama antara roda kiri dan roda kanan, sehingga diharapkan lintasan yang terbentuk adalah gerak lurus. Simulasi program yang kedua menggunakan data yang berbeda antara roda kiri dan roda kanan yaitu roda kiri lebih cepat daripada roda kanan. Data *rotary* yang dikirim selalu tetap mulai data awal sampai terakhir, sehingga diharapkan gambar lintasan berbentuk lingkaran.

Hasil tampilan program ditunjukkan dalam Gambar 5.10 dan 5.11. Dapat dilihat bahwa program telah berhasil melakukan perhitungan sesuai dengan perencanaan. Gambar 5.10 menunjukkan lintasan robot yang bergerak lurus. Gambar 5.11 menunjukkan lintasan robot yang bergerak melingkar.

5.6.2 Pengujian Gerak Robot Secara Langsung

Pengujian gerak robot secara langsung yaitu dilakukan saat robot berjalan dan Sistem Pengirim Data mengirimkan data pulsa *rotary*-nya secara langsung. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai presisi antara nilai perhitungan program Delphi dengan jarak sebenarnya yang ditempuh oleh robot.



Gambar 5.12 Hasil pengujian gerak robot pada saat robot berjalan

Pengujian gerak robot secara langsung pada saat robot berjalan dilakukan dengan titik awal (1,0) roda kiri dan (1,25;0) roda kanan. Dari paket data yang diterima oleh Sistem Pengolah Data, jumlah paket data sebanyak 98 paket data dengan rata-rata *rotary* kiri 44,80 dan *rotary* kanan 43,95. Waktu sampling antara data yang satu dengan yang lainnya pada proses transmisi data yaitu 50 ms. Dari data yang diperoleh tersebut maka gerak robot akan cenderung berbelok kekanan. Gambar 5.12 menunjukkan gerak robot yang berbelok kekanan. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa program telah dapat melakukan perhitungan sesuai perencanaan dan telah dapat memodelkan lintasan yang ditempuh robot.

Selain itu dari hasil perhitungan jarak yang telah ditempuh robot, pada program menunjukkan bahwa jarak tempuhnya sejauh 2,84 meter. Sedangkan dari hasil pengukuran jarak yang sebenarnya adalah 2,90 meter. Data jarak tersebut menunjukkan bahwa antara program dengan nilai sebenarnya ada selisih jarak 6 cm. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya slip roda dan pembulatan hasil perhitungan pada program Sistem Pengolah Data.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan baik pengujian tiap blok rangkaian maupun pengujian sistem secara keseluruhan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perancangan Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian penerima RF RLP 434A yang dikomunikasikan secara serial ke PC sebagai tempat pengolahan data. Perancangan yang dilakukan telah berhasil melakukan komunikasi antara unit pemancar dan penerima RF dengan jarak jangkauan transmisi sejauh 25 meter dan mampu melakukan komunikasi data selama robot bergerak.
- 2) Perancangan antarmuka komputer dengan rangkaian penerima RF menggunakan IC MAX232. Antarmuka yang menghubungkan penerima RF dengan komputer telah berfungsi baik dengan komunikasi serial. Komunikasi berjalan lancar dengan penggunaan *baudrate* 9600 bps dan sistem komunikasi tidak terjadi kesalahan pada transmisi data yang menggunakan metode transmisi *simplex*.
- 3) Perancangan perangkat lunak untuk memodelkan lintasan robot menggunakan *software* Delphi. Data pulsa *rotary* yang diterima kemudian diolah dan dihitung menggunakan perhitungan kinematika gerak lurus dan gerak melingkar. Perangkat lunak yang dirancang telah berfungsi dengan baik untuk dapat menerima data yang dikirim dan mengolahnya untuk memodelkan lintasan robot dalam bentuk grafik. Selisih antara gerak robot sebenarnya dengan gambar program sejauh 6 cm.

6.2 Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Metode transmisi kedepan dapat dikembangkan dengan metode *full duplex*. Sehingga nantinya sistem dapat bersifat *close loop* untuk dapat memberikan umpan balik bagaimana gerak robot sebenarnya.
- 2) Perhitungan dapat dibuat lebih teliti dan akurat dengan memperhitungkan beban (berat) robot, dan kemungkinan terjadinya slip.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyandhi, Aditya. 2010. *Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi*. Malang. Universitas Brawijaya.
- Bretscher, Otto. 2005. *Linear Algebra with Applications*. New Jersey: Pearson Education.
- Cantu, Marco. 2003. *Mastering Delphi 7*. Sybex Inc.
- Forouzan, Behrouz A. 2000. *Data Communications and Networking 2nd edition*. New York. Mc Graw-Hill International Edition.
- Laipac. 2003. *RF ASK Hybrid Modules for Radio Control*. Canada. Laipac Technology, Inc.
- Lovine, John. 2002. *Robots, Androids, and Animatrons*. USA: McGraw-Hill eBook.
- MADCOMS. 2006. *Seri Panduan Pemrograman: Pemrograman Borland Delphi 7*. Yogyakarta: Andi.
- Maxim. 2003. *MAXIM RS 232 Drivers/Receivers*. USA: MAXIM Integrated Products.
- Prasad, Dr. K. V. 2003. *Principles of Digital Communication Systems and Computer Networks*. Hingham. Charles River Media, Inc.
- Sagita, Annisa. 2009. *Sistem Pengolah Data Sensor Posisi Untuk Pemodelan Lintasan Robot Beroda*. Malang. Universitas Brawijaya.
- Sandin, Paul E. 2003. *Robot Mechanisms and Mechanical Devices Illustrated*. USA. McGraw-Hill eBook.
- Stallings, William. 2004. *Data and Computer Communications*. New Jersey: Prentice Hall.

LAMPIRAN

