

Rancang Bangun Robot Soccer Wireless Berbasis Mikrokontroler.

Tenday Agus Setya Wibawa¹, Arifin.ST.MT², Akuwan Saleh.SST²

¹Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi

²Dosen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : tenday@student.eepis-its.edu e-mail : arifin@eepis-its.edu; akuwan@eepis-its.edu

Abstrak-- Pada saat ini untuk mengontrol sebuah robot, kebanyakan masih menggunakan kabel dan kurang efisien dalam penggunaannya. Sehingga orang (user) tersebut harus menggunakan kabel yang panjang sehingga dapat mengganggu gerak dari robot.

Aplikasi ini menggunakan kontrol joystick sebagai pengontrol robot dengan teknologi wireless 802.15.4 (Zigbee) sebagai transmisi datanya dan robot soccer yang telah diintegrasikan dengan mikrokontroler sebagai minimum sistem. Hardware yang digunakan untuk sistem komunikasi wireless 802.15.4 adalah Xbee Pro, minimum sistem mikrokontroler ATmega 8535, rangkaian robot soccer yang terdiri modul driver H bridge dan motor DC dan roda penggerak. Joystick / remote kontrol dalam hal ini telah terintegrasi dengan Zigbee (Xbee Pro) sebagai pemancar (Tx), sedangkan robot adalah berupa robot soccer yang terkoneksi dengan Zigbee (Xbee Pro) yang bekerja sebagai wireless Receiver atau penerima (Rx), sehingga joystick dapat mengontrol gerakan robot secara wireless.

Hasil dari pembuatan proyek akhir ini yaitu berupa suatu alat pengendali gerak robot secara wireless dengan menggunakan sistem komunikasi 802.15.4 dengan presisi dan akurat.

Kata kunci : robot soccer, wireless 802.15.4, mikrokontroler ATmega 8535.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini untuk mengontrol sebuah robot, kebanyakan masih menggunakan kabel sehingga kurang efisien dalam penggunaannya. Pada umumnya orang (user) tersebut harus menggunakan kabel yang panjang sehingga dapat mengganggu gerak dari robot. Selain itu komunikasi nirkabel sedang mengalami perkembangan yang cukup pesat dan banyak digunakan sebagai salah satu interface pada alat elektronik maupun atau komputer sebagai sarana control jarak jauh.

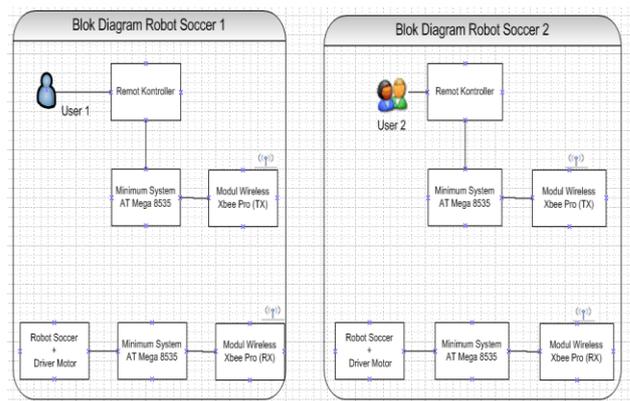
Proyek akhir ini menggunakan joystick sebagai pengontrol robot secara wireless dengan teknologi 802.15.4 (Zigbee) sebagai pentransmisi data dan robot soccer berupa sebuah rangkaian robot beroda yang dilengkapi dengan roda dan kicker motor yang diintegrasikan dengan mikrokontroler Sehingga diharapkan dapat diciptakan sebuah alat pengendali gerak robot soccer secara wireless dengan menggunakan sistem komunikasi 802.15.4 (Zigbee) secara presisi dan akurat.

2. PERENCANAAN SISTEM DAN TEORI PENUNJANG

Secara umum robot soccer wireless adalah sebuah robot simulasi yang digunakan pada permainan sepak bola yang terdiri dari uah buah robot yang saling beradu dalam mencetak gol.

Pada umumnya robot ini dalam penggunaannya masih banyak menggunakan media kabel yang digunakan untuk menghubungkan antara user dengan root namun pada sistem ini tidak lagi menggunakan media kabel, namun menggunakan transmisi wireless dalam setiap pergerakannya.

Mekanisme dari sistem robot soccer wireless ini dapat dilihat terlihat pada blok diagram berikut ini



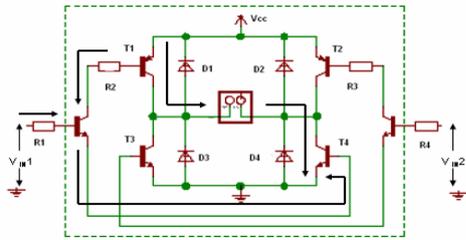
Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

2.1 Bahan & Alat

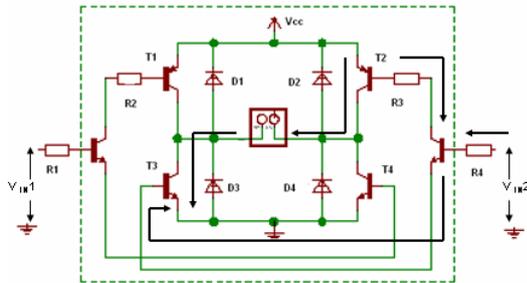
2.1.1 Driver motor DC (H-Bridge)

Pada modul ini dibuat suatu konsep Driver H-Bridge (dinamakan H-Bridge sebab bentuk driver ini jika dicermati mirip huruf H dan bekerja seperti Bridge atau Jembatan yang berfungsi melewatkan arus dari tegangan supply positif ke motor kemudian ke ground) sehingga diharapkan respon dari remot kontrol ke pergerakan motor sangat cepat. Untuk itu digunakan transistor tipe 9013 yang mampu memadukan antara kecepatan dan transfer arus yang besar. Selain itu transistor jenis ini juga low cost.

Motor akan bergerak ke suatu arah tertentu (misalnya arah Kanan) jika saklar A dan D 'ON', serta saklar B dan C 'OFF', sebaliknya jika saklar A dan D 'OFF' serta saklar B dan C 'ON' maka motor akan bergerak ke arah sebaliknya (misalnya Kiri). Pada driver ,kondisi realnya arah arus ditunjukkan pada gambar berikut :



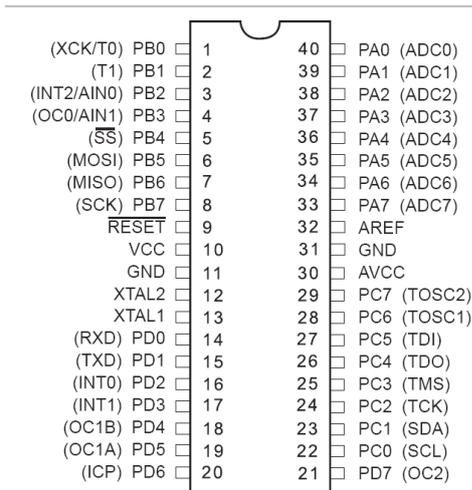
Gambar 2.21 Arah perjalanan arus listrik pada saat Vin 1 high dan Vin 2 low pada driver H bridge



Gambar 2.3 Arah perjalanan arus listrik pada saat Vin 1 high dan Vin 2 high pada driver H bridge

2.1.2 Mikrokontroler ATmega 8535

ATmega 8535 adalah salah satu produk mikrokontroler dari salah satu perusahaan mikrokontroler ternama di dunia, yaitu ATMEL. ATmega 8535 merupakan mikrokontroler 8-bit CMOS yang dibangun menggunakan basis arsitektur AVR RISC. ATmega 8535 memiliki kelebihan yaitu mampu mencapai keluaran yang sepuluh kali lebih cepat daripada mikrokontroler CISC pada umumnya. Hal ini karena ke 32 register kerja dalam mikrokontroler terhubung secara langsung pada *Arithmetic Logic Unit (ALU)* yang memungkinkan dua register berbeda diakses pada satu instruksi yang dijalankan pada satu siklus *clock*. Mikrokontroler ini dibangun dengan teknologi *high density nonvolatile memory* dari ATMEL.



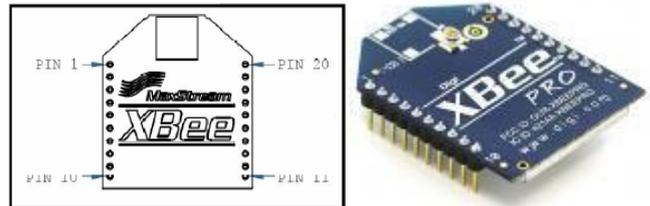
Gambar 2.4 Pin AT Mega 8535

Memory	
Flash Memory	8 KB
EEPROM Data Memory	512 B
SRAM Data Memory	1024 B
General Purpose Registers (Accumulators)	32
MCU Specific	
Clock Frequency	0 - 16 MHz
Supply Voltage	4.5 - 5.5 V
Sleep Modes	5
Hardware Multiplier	Yes
I/O Pins	23
On Chip Oscillator	Yes
Interrupts	18
Interrupts, External pins	2
Brown-out Detection	Yes
Power-on Reset	Yes
Fully Static Operation	Yes
Timers / Counters	
Timer /Counters (8-bit)	2
Watchdog Timer with On-chip Oscillator	Yes
Real Time Counter	Yes
Timer /Counters (16-bit)	1
Pulse Width Modulator	3 ch
Analog I/O	
Analog Comparator	Yes
Analog-to-Digital Converter (10-bit)	6 ch
Analog-to-Digital Converter (8-bit)	2 ch
Programming Modes	
In-System Programming via SPI Port	Yes
High Voltage Parallel Programming (12V)	Yes
Self-Programming via on-chip Boot Program	Yes
Serial I/O	
Full Duplex Serial Peripheral Interface (SPI)	Yes
2-wire Serial Interface (I2C compatible)	Yes
Full Duplex USART	1

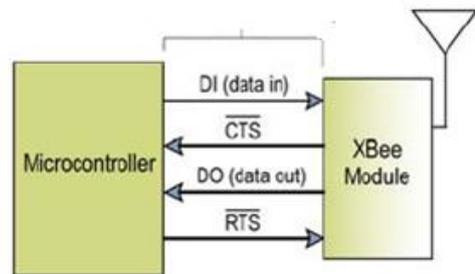
Gambar 2.5 Fitur-fitur AT Mega 8535

2.1.3 Wireless 802.15.4 (XBee-PRO)

Perangkat XBee-PRO merupakan modul RF yang didesain dengan standard protokol IEEE 802.15.4 dan sesuai dengan kebutuhan yang sederhana untuk jaringan sensor tanpa kawat. XBee-PRO hanya membutuhkan energi yang rendah untuk beroperasi dan dimensi fisiknya kecil (gambar 2.6) sehingga praktis dalam penempatan. Modul ini beroperasi pada rentang frekuensi 2.4 GHz.



Gambar 2.6 Bentuk & Pin Xbee Pro



Gambar 2.7 Komunikasi serial Xbee Pro

Tabel 2.1 Spesifikasi dari Xbee- PRO.

Performance	
Indoor Urban-Range	up to 300' (100 m)
Outdoor RF line-of-sight Range	up to 1 mile (1500 m)
Transmit Power Output (software selectable)	60 mW (18 dBm) conducted, 100 mW (20 dBm) EIRP
RF Data Rate	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software selectable)	1200 – 115200 bps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	- 100 dBm (1% packet error rate)
Power Requirements	
Supply Voltage	2.8 – 3.4 V
Idle / Receive Current (typical)	55 mA (@3.3 V)
Power-down Current	< 10 μ A
General	
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz
Frequency Band	2.4 - 2.4835 GHz
Modulation	OQPSK
Dimensions	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector
Networking & Security	
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint & Peer-to-peer
Number of Channels (software selectable)	12 Direct Sequence Channels

Tabel 2.2 Hubungan antara modul pin pada Xbee Pro dan ATMega 8535.

AT Mega 8535		Xbee Pro	
Pin	Nama	Pin	Nama
10	VCC	1	VCC
15	Tx (PD1)	2	Dout (Rx)
14	Rx (PD0)	3	Din (Tx)
11	GND	10	GND

2.2 Cara Kerja Sistem

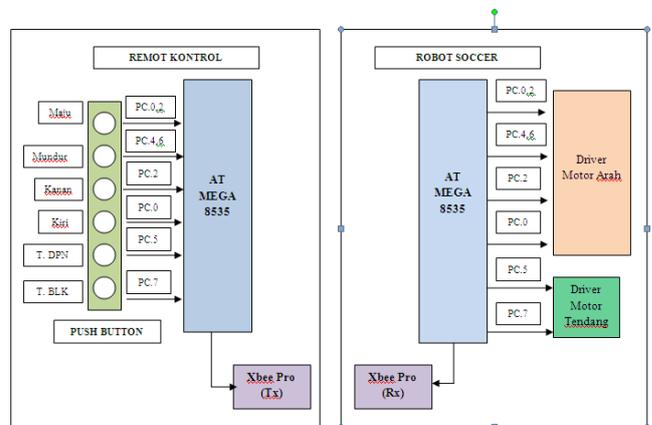
2.2.1 Hardware

Pada sistem ini, ada beberapa pekerjaan yang dilakukan antara lain: membuat hardware robot soccer yang terintegrasi dengan mikrokontroler serta driver modul Xbee Pro sebagai media penerima(receiver) input itu sendiri. Pada robot soccer ini terdiri dari driver rangkaian H-Bridge yang umumnya digunakan sebagai driver motor DC, pada rangkaian H-Bridge ini tersusun dari beberapa transistor NPN (9012) PNP (9013) yang digunakan untuk mendrive polaritas dari motor DC.

Kemudian dilakukan pengecekan kinerja H-Bridge dengan memberi tegangan pada tiap inputnya. apabila sudah

berjalan dengan baik maka dilakukan integrasi antara H-Bridge dengan Mikrokontroler ATMega 8538 yang telah diprogram input output dimana PORT B sebagai Input dan PORT C sebagai output. PORT B dipasang tombol Push Button sedangkan pada PORT C dipasang driver H-Bridge disertai dengan 2 motor DC berupa 4 buah roda & gearboxnya. Jika proses ini sudah berhasil maka dilakukan pengiriman data secara serial melalui PORT D.0 dan D.1 pada Mikrokontroler ATMega 8538 ke PC, berupa karakter dengan perintah *putchar()* dalam program CVAVR untuk ditampilkan pada PC. Jika proses ini sudah berjalan dengan baik maka dilakukan pemasangan modul Xbee Pro pada Mikrokontroler ATMega 8538 di PORT D.0 dan D.1 sebagai pengganti transmisi kabel secara serial menjadi transmisi secara nirkabel/wireless.

Selain itu dilakukan pembuatan rangkaian remote kontrol yang terhubung langsung dengan modul Xbee Pro yang diset sebagai pengirim (transmitter) dan Mikrokontroler ATMega 8538 sebagai perantara antara tombol push button dengan ZigBee.



Gambar 2.8 Alokasi pin mikro pada sistem

2.2.2 Software

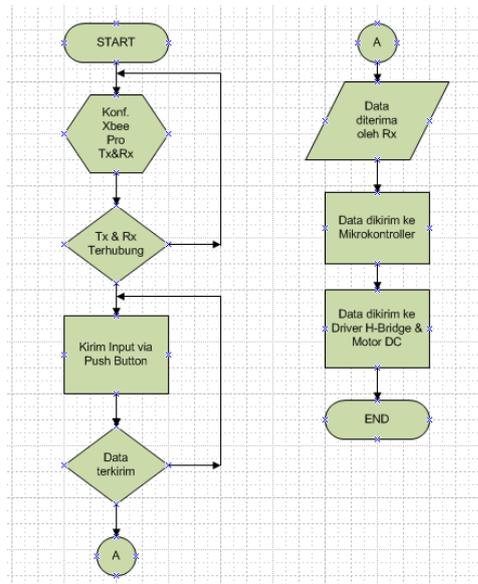
Pada bagian software ini dilakukan pemrograman pada mikrokontroler ATMega 8535 dan konfigurasi pada 802.15.4(ZigBee) yaitu modul xBee-Pro.

Pada rangkaian remote ini akan memberikan inputan data kepada mikrokontroler berupa data karakter tertentu yang dapat dikenali oleh mikrokontroler penerima yang berada pada robot soccer sehingga dapat menjalankan perintah tersebut dengan baik.

Sedangkan untuk Zigbee, harus dikonfigurasi dulu untuk diatur sebagai transmitter dan receiver menggunakan AT command pada software X-CTU.

Tabel 2.3 Konfigurasi & sinkronisasi Pemrograman X-CTU

No.	Model RF 1	Modul RF 2
1	+++ <Enter>	+++ <Enter>
2	ATDL2<Enter>	ATDL1 <Enter>
3	ATMY1 <Enter>	ATMY12 <Enter>
4	ATCHC<Enter>	ATCHC<Enter>
5	ATID1010<Enter>	ATID1010<Enter>
6	ATCN <Enter>	ATCN <Enter>
7	ATWR <Enter>	ATWR <Enter>

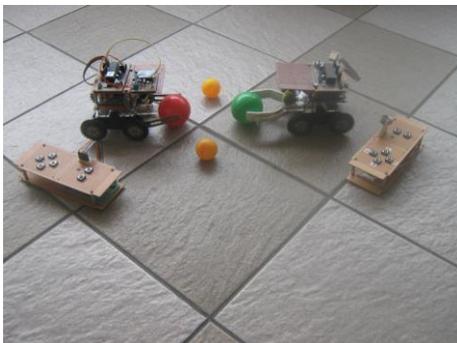


Gambar 2.9 Flow chart program pada sistem

3. PEMBUATAN SISTEM, HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Integrasi Sistem (Robot & Remot)

Pada Sub bab ini menjelaskan penggabungan antara rangkaian driver H-Bridge dengan gearbox dan roda robot berupa 3 buah motor DC, sehingga akan terbentuk suatu robot soccer kemudian robot tersebut diintegrasikan dengan perangkat mikrokontroler ATmega 8535 dan Xbee Pro modul.



Gambar 3.1 Integrasi robot soccer dengan remot control

Sedangkan pada sisi pengirim (remot) dilakukan integrasi antara rangkaian remot dengan ATmega 8535 dan Xbee Pro modul sebagai perangkat pengiriman data secara wireless.



Gambar 3.2 Permainan Robot Soccer

3.1.2 Pembuatan Perangkat Lunak

3.1.2.1 Konfigurasi Parameter Xbee Pro pada X-CTU

Konfigurasi ini maka modul Xbee- PRO siap digunakan untuk melakukan komunikasi *point to point*, dengan *baud rate* 9600 bps. Parameter yang perlu di ubah agar kedua xbee pro bisa saling berkomunikasi dengan baik.

```
+++OK
atd1
2
atmy
1
atch
C
atid
1010
atcn
OK
atwr

+++OK
atd1
1
atmy
2
atch
C
atid
1010
atcn
OK
atwr
```

Gambar 3.3 Parameter yang disetting pada Xbee Pro (Tx&Rx)

3.1.2.2 Pembuatan program mikrokontroler pada CVAVR

Pada sub bab ini dilakukan inisialisasi port dan pin yang digunakan dalam sistem ini. Penggunaan port pada mikrokontroler ATmega 8535 dialokasikan untuk penggunaan alamat driver H-Bridge motor serta sebagai tempat keluar masuknya data dari xbee pro secara wireless.

Tabel 3.1 Inisialisasi karakter pada Mikrokontroler.

Gerakan Robot	Inisialisasi karakter Mikrokontroler Tx	Inisialisasi karakter Mikrokontroler Rx
Maju	W	W
Kiri	A	A
Mundur	S	S
Kanan	D	D
T. Depan	F	F
T. Belakang	B	B

3.2 Pengujian & Analisa Sistem

3.2.1 Pengujian Pengiriman data mikrokontroler ke PC Tujuan:

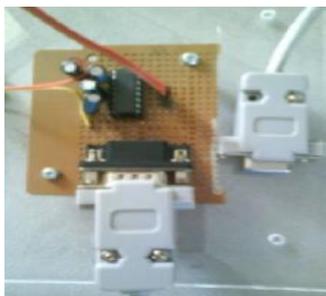
Untuk mengetahui apakah port serial (USART) mikro pada pin D0 & D1 dapat mengirimkan data yang ada pada program dapat diterima serta ditampilkan di PC.

Peralatan:

- Mikrokontroler ATmega 8535
- Rangkaian push button (remot)
- Rangkaian Serial USART DB9 Max 232
- Power supply 12 Volt

Prosedur :

- Hubungkan kabel serial (DB9) dengan PC
- Beri tegangan input 5VDC untuk rangkaian max232.
- Hubungkan pin Tx dan Rx IC max232 secara langsung dengan benda berbahan konduktor.
- Amati apa yang terjadi pada sisi PC.



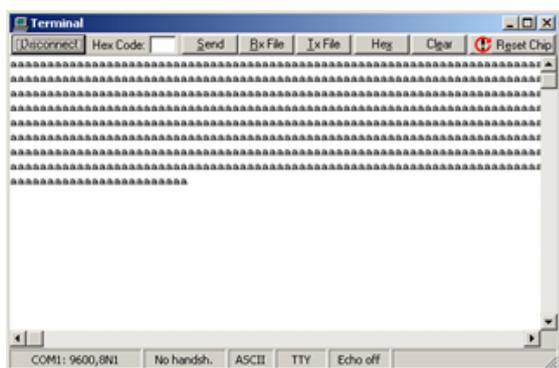
Gambar 3.4 Max232 dan DB9

Cuplikan program :

```
while (1)
{
    // Place your code here
    input=getchar();
    if(input=='w') {
        putchar('a'); }
    else if(input=='a')
    {
        putchar('a');
    }
    else if(input=='c')
    {
        putchar('a');
    }
    else if(input=='d')
    {
        putchar('a');
    }
    else PORTA=255;
};
```

Hasil dan Analisa:

Dari program yang dibuat, maka tampilan yang didapatkan saat program pertama kali dijalankan maka harus membuka tab terminal kemudian dilakukan proses koneksi. Setelah itu dilakukan penekanan keyboard berupa karakter w,a,c,d dimana pada layar terminal akan ditampilkan karakter berupa huruf a saja. Apabila huruf yang di inputkan selain huruf yang ada pada program maka tidak akan ditampilkan pada terminal tersebut.



Gambar 3.5 Hasil pengiriman data secara serial

3.2.2 Pengujian Led dan Push Button

Tujuan:

Untuk mengetahui apakah data yang diinputkan dari push button dapat diterima dan dioutputkan dengan led.

Peralatan:

- a. Rangkaian LED
- b. Mikrokontroler AT Mega 8535
- c. Rangkaian push button (remot)
- d. Rangkaian Led
- e. Power supply 9VDC

Prosedur :

- a. Pasang Xbee-Pro pada sisi transmitter dan receiver di setiap mikrokontroler AT Mega 8535.
- b. Pastikan power supply sudah terpasang dengan baik sebesar 9 V
- c. Pasang rangkaian Led sesuai konfigurasi pin pada mikrokontroler.
- d. Pastikan kedua Xbee Pro ini telah dikonfigurasi dengan baik sehingga dapat saling berkomunikasi dengan baik.

Pengujian led dan push button ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah data yang diinputkan dapat dioutputkan oleh mikrokontroler sesuai dengan kerja sistem. Untuk pengecekan I/O dari penekanan push button dan penyalan led ditunjukkan dengan cuplikan program berikut:

```
//Program pada sisi remot (Tx)
while (1)
{
    // Place your code here
    if (PINC.1==0) putchar('a');
    //jika push button 1 ditekan maka kirim karakter a
    else if (PINC.2==0) putchar('b');
    else if (PINC.3==0) putchar('c');
    else if (PINC.4==0) putchar('d');
    else putchar(' ');
    //jika push button 1 ditekan maka kirim karakter kosong (spasi)
};

//Program pada sisi robot soccer (Rx)
void Led1 ()
{
    PORTD.7=0; //nyala saat bernilai nol
    delay_ms(100); //0.1detik
    PORTD.7=1; //mati saat bernilai satu
    delay_ms(100);
}

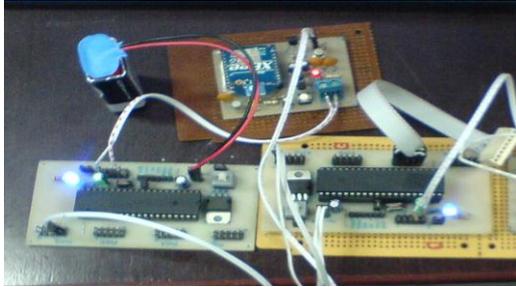
void Led2 ()
{
    PORTD.7=0;
    delay_ms(500);
    PORTD.7=1;
    delay_ms(500);
}

char tes ()
{
    if(input=='a') Led1();
    //jika karakter yang diterima maka panggil fungsi Led1
    else if(input=='b') Led2();
    PORTB=255; //matikan PORTB
}
```

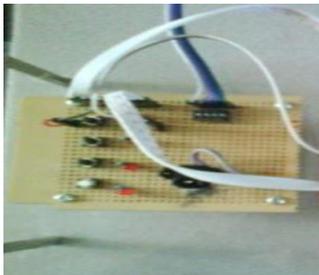
```

    }
    return;
}
while (1)
{
    // Place your code here
    input=getchar(); //input = dapat
    data dari kiriman
        tes();
};

```



Gambar 3.6 Komunikasi 2 buah mikro dengan transmisi wireless



Gambar 3.7 LED Tester

Hasil dan Analisa:

Dari program yang diatas, maka tampilan yang didapatkan saat program pertama kali dijalankan yaitu led akan padam semuanya dan jika push button pertama dan kedua ditekan maka led pertama dan kedua menyala

3.2.3 Pengujian komunikasi pada Xbee Pro

Tujuan:

Untuk mengetahui kemampuan Xbee Pro dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data.

Peralatan:

- a. Modul Xbee-pro
- b. Mikokontroller AT Mega 8535
- c. PC & downloader
- d. Power Suplay 5 dan 9 VDC
- e. Oscilloscope

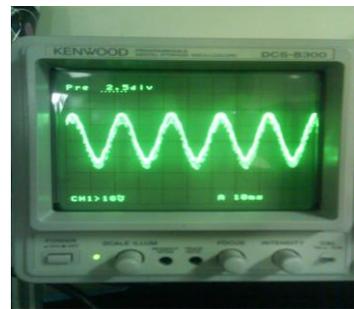
Prosedur :

- e. Pasang Xbee-Pro pada sisi *transmitter* dan *receiver*.
- f. Pastikan black housing terpasang pada masing-masing pin yang sesuai.
- g. Beri power supplay 9 VDC untuk mikrokontroler pada sisi *transmitter* dan 5VDC untuk sisi *receiver*.
- h. Pastikan kedua Xbee Pro ini telah dikonfigurasi dengan baik sehingga dapat saling berkomunikasi dengan baik..

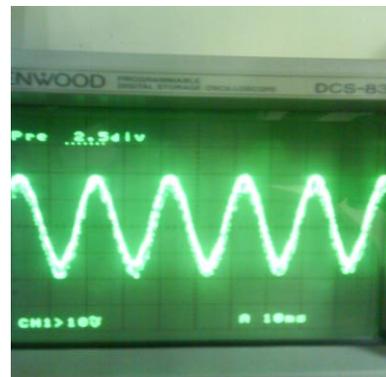
- i. Download program komunikasi secara dua arah seperti pengujian sebelumnya.
- j. Hubungkan 2 probe oscilloscope dimana probe ke1 dihubungkan ke pin Tx pada Xbee Pro di sisi remot(Tx) sedangkan probe ke dua dihubungkan ke pin Rx dari Xbee Pro di sisi robot (Rx)
- k. Nyalakan Oscilloscope,lakukan kalibrasi dan atur V/div maupun Time/div pada Ch1 dan Ch2.
- l. Amati apa yang terjadi.

Hasil dan Analisa:

Pada pengujian ini, diharapkan terjadi komunikasi antara Xbee Pro di sisi remot dengan Xbee Pro di sisi robot sehingga robot tersebut bisa bekerja sesuai dengan input perintah dari remot.namun untuk pengujiannya dilakukan pada Oscilloscope dimana dihasilkan siny sinus di sisi pemancar dan penerima dengan nilai amplitude dan tegangan (Vpp) yang sama besarnya.. Jadi artinya Tx sukses mengirimkan sinyal ke Rx dengan baik.



Gambar 3.8 Tampilan Sinyal Output Xbee Pro Remot (Tx).



Gambar 3.9 Tampilan Sinyal Output Xbee Pro Robot (Rx).

3.2.4 Pengujian jarak maksimal pada Xbee Pro

Tujuan:

Untuk mengetahui kemampuan jangkauan area Xbee Pro dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data dalam robot soccer wireless.

Peralatan:

- a. Remot control yang terintegrasi dengan mikrokontroler dan Xbee Pro sebagai pengirim / Tx
- b. Robot soccer yang terintegrasi dengan mikro dan Xbee pro yang berfungsi sebagai penerima / Rx
- c. Baterai 9 volt

Prosedur :

- Pasang baterai pada remot kontrol dan robot soccer
- Hidupkan saklar On/Off pada remot dan robot
- Jalankan robot melalui remot kontrol.
- Ukur jarak antara remot dan robot, dan carilah jangkauan maksimal pengiriman data pada system tersebut.

Tabel 3.2 Jarak maksimum komunikasi data pada Xbee pro dalam kondisi diluar ruangan (Outdoor Area)

No.	Jarak (meter)	Keterangan
1	10	Ok
2	20	Ok
3	50	Ok
4	100	Ok
5	101	Ok
6	102	Ok
7	103	Gagal
8	104	Gagal
9	105	Gagal

Tabel 3.3 Jarak maksimum komunikasi data pada Xbee pro dalam kondisi di dalam ruangan (Indoor Area)

No.	Jarak (meter)	Keterangan
1	10	Ok
2	20	Ok
3	50	Delay 15-20 detik
4	60	Delay 20 detik
5	70	Delay 20-22 detik
6	80	Delay 25 detik
7	90	Delay 20-35 detik
8	100	Loss

Berdasarkan pengujian Xbee Pro yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa Xbee Pro dapat mengirim karakter dengan baik tanpa ada loss dan delay ketika berada di area terbuka.hal itu dikarenakan pada ruangan terbuka, sinyal input dapat diterima secara langsung tanpa mengalami defleksi/pemantulan maupun pembelokan sinyal sehingga dapat diterima secara langsung oleh xbee pro penerima (robot)

Ketika dilakukan pengujian yang berada di area dalam ruangan, untuk jarak 1 s/d 49 meter berlangsung dengan baik. Namun pada jarak 50 meter sudah mengalami delay selama 15-20 detik.dan pada jarak 100 meter data tersebut mengalami rugi-rugi (*loses*). Sehingga mengakibatkan terputusnya komunikasi antara remot kontrol dan robot. Hal tersebut dipengaruhi adanya defleksi sinyal input selain itu factor kontur/relief daerah tersebut yang mempengaruhi kinerja transmisi data pada sistem ini.

3.2.5 Pengujian waktu transmisi data pada Xbee Pro Tujuan:

Untuk mengetahui kemampuan waktu /kecepatan Xbee Pro dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data dalam robot soccer wireless pada jarak tertentu.

Peralatan:

- Remot control yang terintegrasi dengan mikro dan Xbee Pro sebagai pengirim / Tx

- Robot soccer yang terintegrasi dengan mikro dan Xbee pro yang berfungsi sebagai penerima / Rx
- Baterai 9 volt.
- Stopwatch.

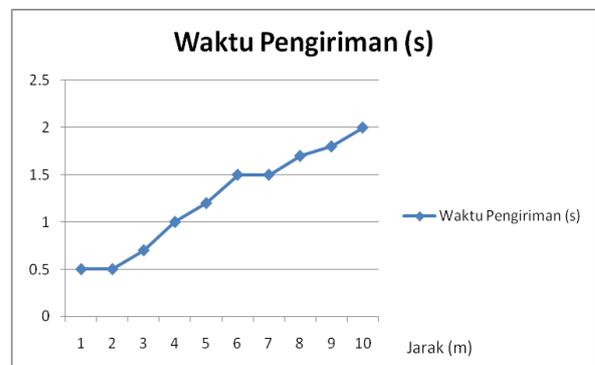
Prosedur :

- Pasang baterai pada remot kontrol dan robot soccer
- Hidupkan saklar On/Off pada remot dan robot
- Jalankan robot melalui remot kontrol.
- Tekan tombol arah maju (W) sambil melakukan perpindahan tempat mulai dari 1 meter s/d 10 meter dengan step kenaikan tiap 1 meter.
- Ukur dengan stopwatch setiap ada penerimaan data dari remote ke robot secara wireless.

Berikut ini adalah data pengamatan yang dilakukan di kampus PENS-ITS di gedung D4.

Tabel 3.4 Waktu transmisi secara *wireless* pada jarak tertentu

Data Input	Jarak (M)	Waktu Pengiriman (s)
W	1	1
W	2	1
W	3	1
W	4	1
W	5	1
W	6	1.5
W	7	1.5
W	8	1.7
W	9	1.8
W	10	2.0



Gambar 3.10 Grafik rata-rata waktu pengiriman data menggunakan xBee dengan jarak tertentu

3.2.6 Pengujian waktu transmisi data pada Xbee Pro Tujuan:

Untuk mengetahui pergerakan robot (gerak motor) dalam melakukan tindakan sesuai dengan perintah dari user melalui remot kontrol.

Peralatan:

- Remot control yang terintegrasi dengan mikro dan Xbee Pro sebagai pengirim / Tx
- Robot soccer yang terintegrasi dengan mikro dan Xbee pro yang berfungsi sebagai penerima / Rx
- Power Supply.

Prosedur :

- a. Pasang baterai pada remot kontrol dan robot soccer
- b. Hidupkan saklar On/Off pada remot dan robot
- c. Jalankan robot melalui remot kontrol.
- d. Tekan tombol arah maju,kiri,kanan,mundur serta tending depan &belakang
- e. Amati gerak motor kanan,kiri & depan pada robot soccer.
- f. Pastikan pada remot kontrol (Tx) dan robot soccer (Rx) telah di program pada CVAVR.

Tabel 3.6 Pergerakan Robot

Perintah	Kirim Karakter	Gerak motor pada robot
Maju	W	Motor kanan CW, Motor kiri CCW
Kiri	A	Motor.kanan CW
Kanan	D	Motor. kiri CCW
Mundur	S	Motor kanan CCW, Motor kiri CW
T. Depan	F	Motor Depan CW
T. Belakang	B	Motor Depan CW

Keterangan :

CW : Clockwise (searah jarum jam)

CCW: Counter Clockwise (berlawanan jarum jam)

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengiriman xbee-pro dengan keadaan terbuka (open area) dengan baik sampai jarak kurang lebih 100 meter. Jika jarak sudah mencapai lebih dari 100 meter maka akan terjadi gangguan pada transmisi data seperti hilangnya data maupun delay.
2. Pengiriman xbee-pro dalam keadaan dalam ruangan (*indoor area*) berhasil dengan baik pada jarak kurang lebih 1 s/d 50 meter. Pada keadaan ini, selama posisi *transmitter* dan *receiever* dalam keadaan horisontal (point to point) dengan sedikit halangan maka jarak yang ditempuh akan semakin jauh. Akan tetapi jika keadaan *transmitter* dan *receiver* horisontal dengan dihalangi gedung maka kemungkinan besar pengiriman data akan losses bahkan bisa juga data tidak bisa diterima oleh *receiver*.
3. Semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver* maka kemungkinan data yang diterima untuk hilang jauh lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

[1.] Slamet Hariyadi, “Sistem Koordinasi Robot Krci Expert Swarm 2008”, Proyek akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, ITS, September 2008

[2.] Evan Pratama Saputra, “Pembuatan Prototype Kontrol Pintu Air Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 8535”, EEPIS – ITS, September 2008

[3.] X-CTU Configuration & Test Utility Software, <http://www.digi.com/support/eservice/login.jsp>

[4.] Informasi data sheet DT AVR Low Cost Nano System, <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>

[5.] www.inovativeelektronik.com

[6.] XBee® & XBee-PRO® 802.15.4 OEM RF Modules, <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>

[7.] Modul Workshop robot soccer Teknik Elektro ITS.

[8.] <http://www.ilmukomputer.com/C++.html>

[9.] <http://www.elektroindonesia.com/usart.php>