

## Traffic Light Controller Menggunakan Media RF

Handry Khoswanto, Resmana Lim, Budy Lie Sin Liong

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

e-mail: [handry@petra.ac.id](mailto:handry@petra.ac.id), [resmana@petra.ac.id](mailto:resmana@petra.ac.id)

### Abstrak

Ada beberapa cara dalam pengaturan lampu *traffic light*, diantaranya dengan sistem *networking* dan *standalone*. Kedua sistem tersebut sebenarnya sudah dapat berjalan dengan baik, hanya saja terdapat beberapa kendala yang dihadapi. Kendala pada sistem *networking* adalah pada pembangunan sistem jaringan kabel yang sangat rumit. Kendala pada sistem *standalone* adalah masalah pengaturannya, karena apabila *setting* dari *traffic light* akan dirubah, maka harus datang ke tempat *traffic light* tersebut berada. Sehingga perlu adanya solusi untuk *traffic light setting* dari jarak jauh. Sistem yang dimaksud adalah pengontrolan *traffic light* jarak jauh menggunakan media frekuensi radio sebagai media perantara yang dikirimkan melalui radio HT. Penggunaan Radio HT tidak memerlukan jaringan kabel yang cukup rumit perawatannya. Selain itu Radio HT sangat umum digunakan oleh masyarakat dan memiliki area yang cukup jauh tergantung kekuatan pancaran transmisinya. Sistem yang telah dibangun dapat diakses menggunakan PC (atau *notebook*) yang dihubungkan ke radio modem. Terdapat enam *mode* dan tiga kondisi dalam sistem *traffic light* ini yang masing-masing dapat digunakan sesuai dengan kondisi lalu lintas. Proses pengontrolan pada sistem dilakukan oleh mikrokontroler AT89C51 dan sekaligus sebagai pengolah data yang diterima dari PC. *Software* yang digunakan pada PC untuk pengontrolan adalah bahasa pemrograman Delphi7.0 dengan hubungan serial melalui *port* RS232 yang ada pada PC. Berdasarkan hasil pengujian, sistem memiliki beberapa keuntungan, antara lain lebih praktis bila dibandingkan dengan menggunakan kabel dan *setting traffic light* lebih efisien bila dibandingkan dengan *standalone traffic light*. Sedangkan uji perbandingan biaya antara penggunaan jaringan kabel dan HT belum dilakukan dalam penelitian ini.

**Kata kunci:** Radio Modem, HT, *Traffic Light*, PC.

### Abstract

*There are some ways in controlling traffic light, such as with networking and standalone system. Both of the systems actually can work well, but there are some problems that have to be solved. The networking system problem is very complicated cable network system development. Standalone system problem is about controlling, because if setting from traffic light will be changed, then one has to come to place where the traffic light lies. So it needs a solution for setting the traffic light without using cable network. Such system is long distance controller traffic light using radio frequency media as its medium which delivered through Handy Talky. The system which has been built is accessible by using PC (or notebook) which is connected to radio modem. There are six modes and three conditions in this traffic light system. Each of them can be used based on traffic condition. AT89C51 microcontroller functions as a tool to control the system and process the data which is received from PC. The software at PC is designed by using Delphi 7.0 programming language with serial connection through port RS232. From the experiment result, this system have some advantages. For example, more practical which compare with using cable network and more efficient wick compare with standalone traafic light in traffic light setting.*

**Keywords:** Radio Modem, HT, *Traffic Light*, PC.

### Pendahuluan

Perkembangan teknologi control bertujuan mempermudah manusia dalam melakukan aktifitasnya. Perkembangan tersebut merambah seluruh aspek kehidupan manusia. Pada penelitian ini akan disajikan pengontrolan sebuah *plant traffic light* nirkabel yang memanfaatkan HT sebagai media pengiriman *command*.

Pemilihan media *radio communication* sebagai media transmisi dikarenakan beberapa sebab antara lain: jarak antara plant dengan remote, perkembangan teknologi radio komunikasi yang semakin murah.

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan di kota Surabaya pada bulan Agustus 2004, teknologi pengontrolan *traffic light* menggunakan dua metoda yaitu metoda jaringan yang memanfaatkan kabel dan metoda *standalone*. Kedua metoda tersebut masih dirasakan kurang efektif penggunaannya dalam mengontrol *traffic light*. Penggunaan kabel sebagai

**Catatan:** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2005. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Elektro volume 5, nomor 2, September 2005.

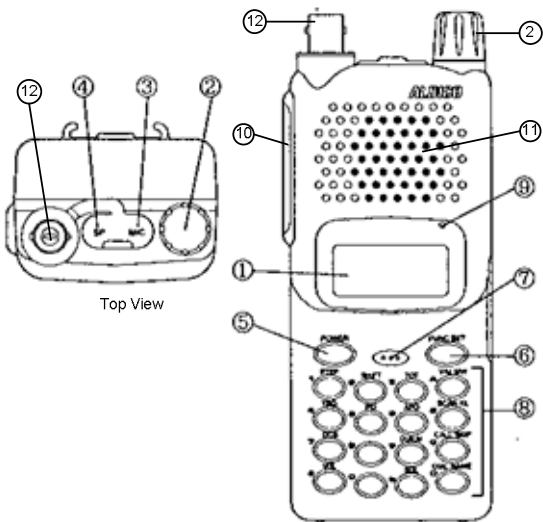
media jaringan sangat rumit dan memiliki tingkat kesulitan cukup tinggi dalam hal perawatan. Apabila menggunakan metoda *standalone* dirasakan cukup susah untuk melakukan perubahan setting yang dibutuhkan.

Penggunaan media Radio frekuensi hanyalah sebagai sarana pengiriman *command* untuk mengganti *setting* durasi, *mode traffic light* dari sebuah plant lampu lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki Pada pusat kontrol, data digital diubah ke *analog* menggunakan *decoder* dan di-*input*-kan ke radio HT untuk dikirim. Selanjutnya pada penerima, data *analog* tersebut diubah kembali ke bentuk data digital dan *microcontroller single chip* akan menerimanya sebagai data yang berisi perintah yang harus dilakukan. Dalam setiap data yang dikirimkan terdapat semacam ID sebagai alamat pos (tempat yang terdapat *traffic light*-nya), sehingga hanya tempat yang ID-nya sesuai saja yang dapat menjalankan perintah yang ada pada data yang diterima.

**Handy Talky (HT)**

Radio panggil atau yang lebih dikenal dengan HT (*Handy Talky*) merupakan sebuah alat komunikasi dua arah (*halfduplex*). Jadi, komunikasi dapat dilakukan dengan berbicara secara bergantian antara orang pertama dan kedua bahkan lebih pada satu jalur frekuensi dengan cara menekan tombol PTT (*Push To Talk*).

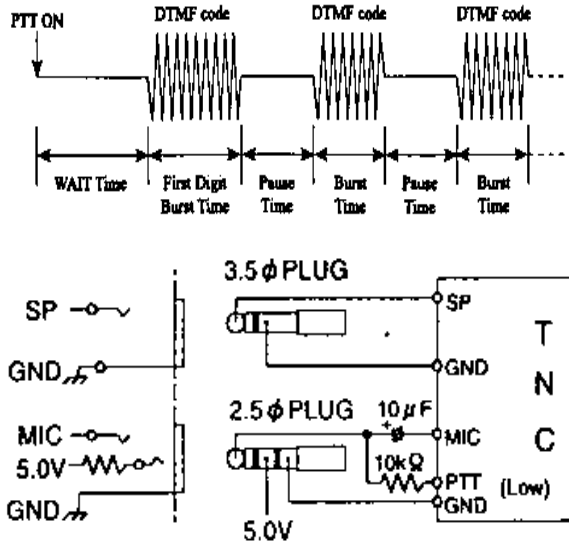


Gambar 1. Handy Talky ALINCO DJ-195

Selain sebagai media pengantar suara untuk komunikasi, HT juga dapat menghasilkan sinyal

DTMF. Sinyal DTMF pada HT ini sama dengan sinyal DTMF pada umumnya seperti halnya yang terdapat pada pesawat telepon. Gambar 2. menunjukkan bentuk dari sinyal DTMF yang dikeluarkan oleh HT.

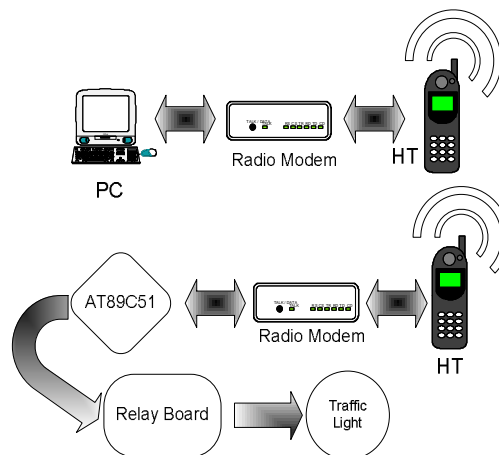
Pada penelitian ini fungsi DTMF tidak digunakan, tetapi lebih menekankan pada pembuatan *signal analog* yang berisi *data digital* dan dikirimkan melalui sebuah radio modem (RF Modem).



Gambar 2. Sinyal DTMF dan Posisi Konektor Mic-Speaker Pada HT

**Perencanaan System**

Perencanaan system meliputi beberapa bagian, antara lain perencanaan *Radio Modem*, *Relay Board*, mikrokontroler AT89C51 dan *interface* antara modem dengan komputer menggunakan kabel *serial RS232* serta koneksi ke radio HT (*Handy Talky*). Berikut ini diberikan gambar blok diagram sistem.



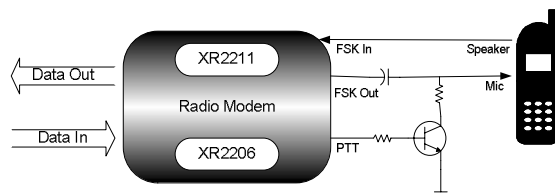
Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Gambar di atas menunjukkan bagian-bagian sistem pengontrolan *traffic light* jarak jauh menggunakan media radio HT. Sistem komunikasi yang akan dibuat yaitu komputer akan mengirimkan data sebagai perintah yang harus dilakukan ke mikrokontroler AT89C51 melalui media HT, namun sebelumnya data tersebut diubah kedalam sinyal FSK (*Frequency Shift Keying*) oleh radio modem. AT89C51 akan memeriksa data yang diterima. Apabila data yang diterima sesuai dengan data perintah yang ada, maka perintah akan segera dilaksanakan dan AT89C51 akan mengirimkan data konfirmasi ke komputer dengan proses yang sama seperti pada saat komputer mengirimkan data ke mikrokontroler. Komputer akan menunggu sampai data konfirmasi diterima. Apabila komputer tidak menerima data konfirmasi ini, maka komputer akan mengirim ulang data tersebut sampai data konfirmasi diterima oleh komputer.

Agar dapat lebih memahami bagian-bagian dan sistem kerja dari alat ini, berikut ini adalah penjelasan dari beberapa bagian tersebut:

### Radio Modem

Radio modem merupakan modem yang terhubung ke media transmisi yang menggunakan gelombang radio. Pada radio modem ini dibagi menjadi beberapa bagian utama, antara lain: bagian modulator, demodulator, *driver* PTT dan menghubungkan RS232 ke rangkaian dengan *level* tegangan TTL.



Gambar 4. Blok Diagram Radio Modem

Radio Modem yang digunakan mempunyai kecepatan 1200 bps dengan frekuensi *mark* 1200 Hz dan frekuensi *space* 2200 Hz. Frekuensi *mark* yaitu frekuensi yang mewakili *logic high* dan frekuensi *space* merupakan frekuensi yang mewakili *logic low*. Frekuensi *mark* dan *space* tersebut membentuk sinyal FSK yang kemudian ditransmisikan melalui radio HT.

Sebuah modem terdiri atas dua bagian yaitu rangkaian modulator dan demodulator. Pada penelitian ini menggunakan IC modulator XR2206. IC ini merupakan sebuah sinyal generator yang mampu membangkitkan sinyal dari 0,01 Hz sampai lebih dari 1 MHz. Agar dapat menghasilkan kecepatan data sampai 1200 bps, maka frekuensi *mark* dan *space*

harus diset pada frekuensi 1200 Hz dan 2200 Hz. Untuk melakukan pengesetan ini dilakukan dengan jalan menentukan harga dari kapasitor *timing* (C) dan resistor *timing* ( $R_1$  dan  $R_2$ ). Untuk mendapatkan frekuensi *mark* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_m = \frac{1}{C \times R_1} \quad (1)$$

Apabila diinginkan frekuensi *mark* sebesar 1200 Hz, maka:

$$1200 = \frac{1}{C \times R_1}$$

Nilai C ditentukan, yaitu: 33nF, maka:

$$1200 = \frac{1}{33 \cdot 10^{-9} \times R_1}$$

Maka  $R_1$  diperoleh sebesar 25252  $\Omega$ , nilai ini dapat disesuaikan dengan menggunakan VR (*Variable Resistor*) sebesar 10 K $\Omega$  yang dipasang secara seri dengan sebuah *resistor* sebesar 18 K $\Omega$ . Sedangkan untuk mendapatkan frekuensi *space* sebesar 2200 Hz dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$f_s = \frac{1}{C \times R_2} \quad (2)$$

Nilai C ditentukan, yaitu: 33nF, maka:

$$2200 = \frac{1}{33 \cdot 10^{-9} \times R_2}$$

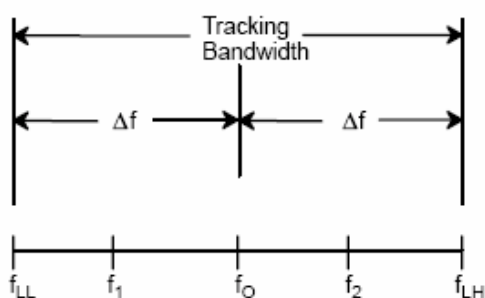
Besarnya  $R_2$  adalah 13774  $\Omega$ , nilai ini dapat disesuaikan dengan menggunakan VR (*Variable Resistor*) sebesar 10 K $\Omega$  yang dipasang secara seri dengan sebuah *resistor* sebesar 5,7 K $\Omega$ .

Untuk komponen lainnya nilainya disesuaikan dengan *datasheet* yang ada. Besarnya amplitudo gelombang FSK yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan cara mengeset  $R_3$  yang berupa VR. Hasil *output* dari XR2206 ini ada baiknya di-*coupling* dengan kapasitor untuk menghindari adanya *output* berupa sinyal DC. Perlu diingat bahwa besarnya amplitudo dari sinyal FSK yang dihasilkan tidak boleh lebih dari 2 Volt.

Rangkaian selanjutnya adalah rangkaian *Demodulator*. *Demodulator* yang dikemukakan disini adalah untuk mengubah sinyal FSK yang dihasilkan oleh modulator XR2206 menjadi sinyal data. Sebuah IC XR2211 dapat digunakan sebagai *demodulator*-nya. XR2211 mempunyai *input* yang bervariasi antara 2 mV hingga 3 Vrms.

Harga komponen-komponen yang dibutuhkan pada rangkaian demodulator ini adalah  $R_o$ ,  $C_o$ ,  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $R_F$ ,  $R_B$  dan  $C_F$ . Sedangkan nilai dari komponen lainnya merupakan nilai yang diberikan oleh *datasheet*. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk mendapatkan harga komponen yang sesuai dengan setting yang ada pada modulator yaitu untuk frekuensi *space* 2200 Hz dan frekuensi *mark* 1200 Hz:

- Untuk mempermudah perhitungan, nilai  $F_o$  harus didapatkan terlebih dahulu dengan cara:



Gambar 5. Besar Bandwidth XR2211

dimana:

$F_o$  adalah frekuensi tengah

$F_1$  adalah frekuensi *mark* = 1200 Hz.

$F_2$  adalah frekuensi *space* = 2200 Hz.

Sehingga besarnya  $f_o$  adalah:

$$f_o = \frac{f_2 - f_1}{2} + f_1 = 1700 \text{ Hz}$$

- Menghitung  $R_o$   
 Harga yang disarankan untuk  $R_t$  ( $R_o + R_t$ ) adalah antara 10K $\Omega$  sampai dengan 100K $\Omega$ . Apabila ditentukan nilai  $R_o$  adalah sebesar 22K $\Omega$  dan dipasang seri dengan sebuah VR 5 K $\Omega$ , maka harga total dari  $R_t$  adalah 27K $\Omega$ .
- Menghitung  $C_o$

$$C_o = \frac{1}{R_t \times f_o} = \frac{1}{27000 \times 1700}$$

$$C_o = 2,17806 \cdot 10^{-8} \text{ Farad}$$

Dari harga tersebut harga komponen yang digunakan adalah 22 nF.

- Menghitung  $R_1$   
 Untuk mendapatkan harga dari  $R_1$  dapat menggunakan cara:

$$R_1 = \frac{R_t \times f_o}{(F_1 - F_2)} = \frac{27000 \times 1700}{(2200 - 1200)}$$

$$R_1 = 45900\Omega$$

Sehingga  $R_1$  dapat berharga 47 K $\Omega$ .

- Menghitung  $C_1$

$$C_1 = \frac{1250 \times C_o}{R_1 \times \zeta^2} = \frac{1250 \times 22nF}{47000 \times 0,5^2}$$

$$C_1 = 2,34nF$$

Untuk menghindari masuknya frekuensi diluar frekuensi *bandwidth*, maka  $C_1$  yang digunakan harus lebih besar dari 2,34 nF oleh karena itu dapat menggunakan nilai 4,7 nF.

- Menghitung  $R_F$   
 Harga  $R_F$  yang digunakan tidak boleh melebihi lima kali dari besarnya  $R_1$ , oleh karena itu nilai yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah 120 K $\Omega$ .
- Menghitung  $R_B$   
 Nilai dari  $R_B$  tidak boleh melebihi lima kali dari besarnya  $R_F$ , harga yang dipakai yaitu 220 K $\Omega$ .
- Menghitung  $R_{SUM}$

$$R_{SUM} = \frac{(R_F + R_1)R_B}{(R_F + R_1 + R_B)}$$

$$R_{SUM} = \frac{(120000 + 47000)220000}{120000 + 47000 + 220000}$$

$$R_{SUM} = 94 \text{ K}\Omega$$

- Menghitung  $C_F$

$$C_F = \frac{0,25}{(R_{SUM} \cdot \text{BaudRate})}$$

$$C_F = \frac{0,25}{(94000 \cdot 1200)}$$

$$C_F = 2,21 \cdot 10^{-9} \text{ Farad}$$

Besarnya  $C_F$  yang digunakan yaitu 2,2nF.

- Menghitung  $R_D$  (*Resistor Lock Detect*) dan  $C_D$  (*Capacitor Lock Detect*)  
 Apabila nilai  $R_D$  adalah 470K $\Omega$ , maka nilai dari  $C_D$  adalah:

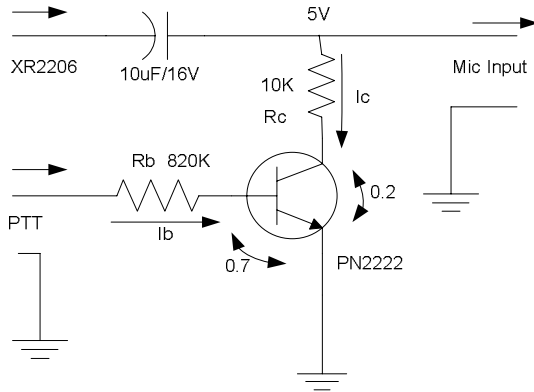
$$\Delta F = F_2 - F_1 = 1000 \text{ Hz}$$

Besarnya  $C_D$  adalah:

$$C_D \geq \frac{16}{1000} \geq 0,016 \text{ uF}$$

Nilai tersebut adalah harga minimal dari  $C_D$ , jadi  $C_D$  dapat menggunakan nilai 0,1 $\mu$ F.

Untuk selanjutnya akan dibahas rangkaian driver PTT. Driver PTT (*Push To Talk*) yang dimaksud disini adalah untuk mengaktifkan PTT yang ada pada saat proses pengiriman data. Sedangkan pada saat penerimaan data, tombol ini akan tidak aktif.



Gambar 6. Driver PTT

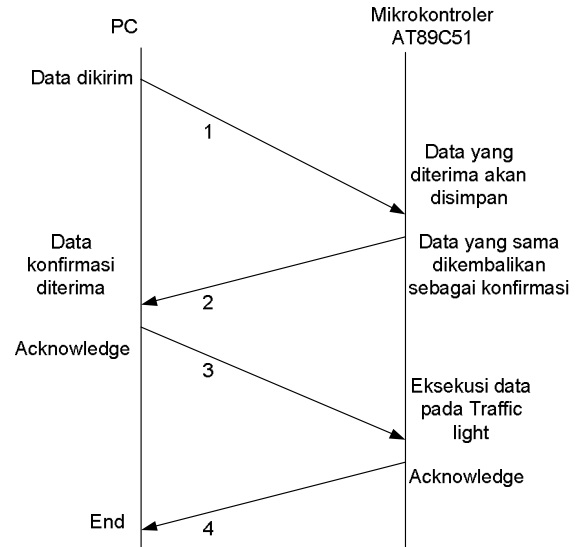
Pada saat pengiriman data melalui Radio Modem, maka tombol PTT secara otomatis harus aktif agar proses pengiriman data dapat berjalan. Tombol PTT itu sendiri sebenarnya akan aktif apabila tegangan yang masuk ke *mic input* lebih kecil dari dua Volt, jadi tombol pada PTT hanya berfungsi untuk menurunkan tegangan hingga dibawah 2 Volt. Rangkaian PTT sendiri secara internal menjadi satu dengan rangkaian *mic input* yang ada pada HT (*Handy Talky*), Rc berfungsi sebagai pembatas arus dan tegangan agar sinyal FSK tidak hilang karena terhubung ke *ground* pada saat transistor saturasi.

### Perencanaan Software

Agar sistem yang telah dibangun dapat berfungsi dengan baik, maka dibutuhkan suatu sistem komunikasi antara komputer dengan mikrokontroler. Pembangunan sistem komunikasi untuk tugas akhir ini dibuat cukup sederhana, yaitu hanya terjadi dua kali pengiriman data dan dua kali penerimaan data.

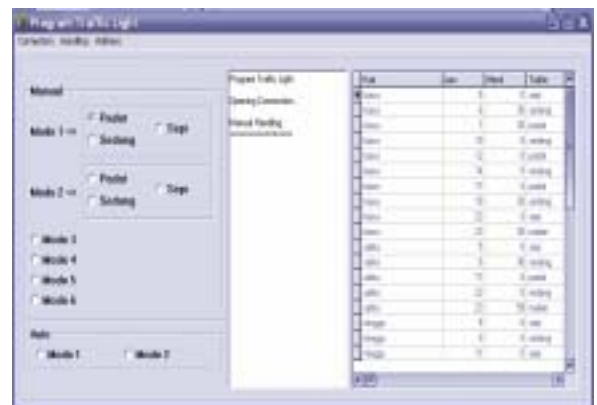
Sistem komunikasi yang terjadi merupakan sistem komunikasi dua arah (*halfduplex*), yaitu masing-masing bagian (PC dan mikrokontroler) dapat berkomunikasi secara bergantian. PC akan mengirimkan data yang berisi data perintah kepada mikrokontroler, data tersebut selanjutnya oleh mikrokontroler tidak langsung di eksekusi melainkan akan disimpan. Setelah menerima data, mikrokontroler akan mengirimkan data balasan sebagai konfirmasi bahwa data telah diterima.

Eksekusi data pada mikrokontroler akan dilakukan setelah mikrokontroler menerima data *acknowledge* dari PC yang berarti data dapat dieksekusi. Setelah proses eksekusi berlangsung, mikrokontroler akan mengirimkan data *acknowledge* kepada PC dengan tujuan agar PC mengetahui bahwa data telah dieksekusi. Apabila komunikasi ini selesai, maka proses pengiriman data oleh PC telah berhasil.



Gambar 7. Time Sequence Pengiriman Data PC dan Mikrokontroler

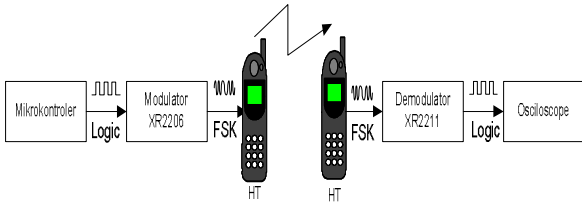
Dalam system ini juga menggunakan PC sebagai pusat yang mengatur setting *traffic light*. Jadi fungsi dari PC disini adalah sebagai pusat kontrol dalam pengaturan *traffic light* dari jarak jauh.



Gambar 8. Tampilan Windows Pada PC

### Pengujian System

Pengujian dilakukan untuk menguji performa dari system yang dibentuk. Pengujian ini meliputi pengujian *hardware radio modem* dan pengujian system. Pengujian *radio modem* dilakukan sesuai dengan blok sebagai berikut ini.



Gambar 9. Pengujian Radio Modem

Tujuan dari pengujian bagian ini adalah untuk melihat hasil proses modulasi dan demodulasi apabila *modem* dihubungkan ke HT. Sinyal FSK hasil modulasi ditransmisikan ke bagian *demodulator* melalui media HT.

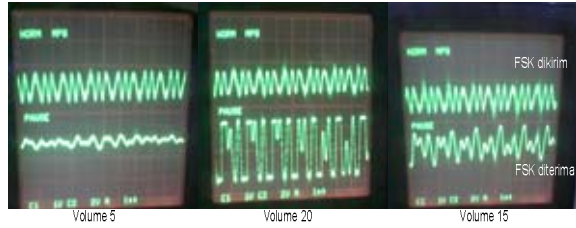
Pengujian bagian ini adalah bertujuan untuk melihat perubahan yang terjadi pada sinyal FSK apabila ditransmisikan lewat HT. Pada pengujian ini data yang dikirimkan adalah 11001100 secara kontinyu yang berasal dari *function generator* (*function generator* di-*setting* pada frekuensi 300 Hz).



Gambar 10. Karakteristik Sinyal FSK Yang Dikirim Lewat HT

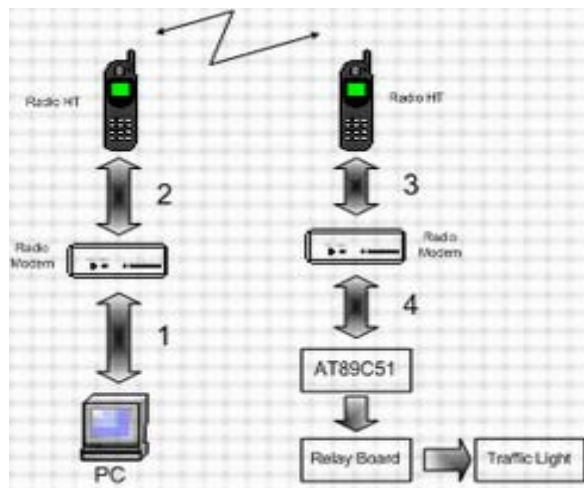
Perubahan yang terlihat pada sinyal FSK tersebut adalah besarnya amplitudo dari sinyal FSK yang diterima lewat HT tidak rata, padahal sinyal FSK yang dikirimkan amplitudonya rata. Pada frekuensi 1200 Hz, sinyal FSK yang diterima amplitudonya sama (bahkan sedikit lebih besar). Sedangkan untuk frekuensi 2200 Hz amplitudonya terlihat lebih kecil. Dari gambar 12. dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi frekuensi yang ditransmisikan lewat HT, maka amplitudo dari frekuensi tersebut semakin kecil.

Perubahan bentuk sinyal FSK juga akan terjadi apabila *volume* dari HT penerima terlalu kecil atau terlalu besar. *Setting volume* yang ada pada HT adalah 0 sampai dengan 20. Berdasarkan hasil pengujian, sinyal FSK yang diterima cukup baik apabila *setting volume* pada angka 15.



Gambar 11. Pengaruh *Volume* Pada Bentuk Sinyal FSK yang Diterima

Pengiriman data pengaturan nyala lampu *traffic* dilakukan oleh PC. Mikrokontroler akan mengatur nyala lampu *traffic* berdasarkan data yang berisi perintah yang diterima dari PC. Dalam pengujian ini jarak kedua bagian hanya sekitar 3 meter. Data yang diterima oleh mikrokontroler sebenarnya merupakan data untuk perubahan *mode* dari nyala lampu *traffic*. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data dari PC ke mikrokontroler. Data yang dikirimkan dan hasil dari pengujian ini antara lain:



Gambar 12. Blok Diagram Pengujian Sistem



Gambar 13. Penerimaan Kondisi Akhir Traffic



Gambar 14. Penerimaan Data Saat Lampu Traffic Baru Beroperasi

Pada saat pertama kali beroperasi, PC akan mengecek kondisi akhir dari *traffic*. Pengecekan ini dilakukan PC dengan cara mengirimkan data *request* kepada mikrokontroler. Pada saat mikrokontroler menerima data *request*, maka mikrokontroler akan mengirimkan data informasi kondisi saat ini kepada PC. Sehingga PC akan mengetahui kondisi akhir dari *traffic*.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan melakukan transmisi data. Tujuan pengujian tersebut adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan pengiriman data. Berikut ini disajikan tabel hasil pengujian tersebut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengesetan Lampu Traffic

Data	Mode	Data Gagal	Konfirmasi Gagal	Proses Pengiriman
01010101	1 (Sepi)	2	2	Ok
01011010	2 (Padat)	3	-	Ok
01011000	2 (Sepi)	1	2	Ok
01011101	5	1	2	Ok
01011100	4	2	2	Ok

Berdasarkan tabel pengujian di atas masih terjadi kegagalan dalam pengiriman data. Kegagalan pengiriman data ini diatasi dengan protokol pengiriman data yang dilakukan berulang ulang. Presentase keberhasilan pengiriman data sebesar 80%.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Frekuensi *mark* yang digunakan sebesar 1350 Hz. Hal ini dilakukan karena saat menggunakan frekuensi *mark* 1200 Hz, bentuk gelombang FSK

yang diterima oleh demodulator tidak sempurna. Akibatnya proses demodulasi pada bagian demodulator terganggu, yaitu tidak dapat menghasilkan data yang baik dan benar.

2. Pengalamatan (*addressing*) dilakukan karena jumlah *traffic light* yang dikontrol lebih dari satu buah. Jika hanya satu *traffic light* yang dikontrol, pengalamatan tidak perlu dilakukan. Dengan adanya pengalamatan satu PC dapat digunakan untuk mengontrol lebih dari satu traffic.

## Daftar Pustaka

- [1] ARC Electronics. *RS232 Data Interface (a Tutorial on Data Interface and Cables)*. <[http://www.arcelect.com/RS232 Tutorial on Data Interface and cables.htm](http://www.arcelect.com/RS232_Tutorial_on_Data_Interface_and_cables.htm)>
- [2] Hendra, Lim. *Model Sistem Kontrol Traffic Light Standalone Melalui SMS Menggunakan Microcontroller*. Tugas Akhir. Surabaya: Universitas Kristen Petra, 2004.
- [3] Nalwan, Paulus Andi. *Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2003.
- [4] Technicothica. *XR2206 and XR2211 Tone Generator and Tone Decoder Integrated Circuits (Together, they make a great modem for Amateur Radio!)*. 2004, January 1. <<http://www.klmtech.com/technicothica/faq.html>>