

OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK SATU FASA SEBAGAI PENGONTROL BEBAN LISTRIK BERBASIS KOMPUTER

Suhendar

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon – Banten 42435

email: suhendar_tebet@yahoo.com

Abstract

The main function of electric distribution network is to distribute electricity from central power plants through transmission network and reduce the voltage to 380 volts AC and 220 volts AC by using the distribution transformer. The 220 volts AC is a voltage from a onephase distribution network which is mostly used for household and office consumption. The electrical network can be optimized used as transmission to controlling electrical loads that connected with him. It is expected that with this system we can utilize the onephase electric network, work with computer continuously and effectively, and we can also control loads which is connected to the network effectively and efficiently. By using this system, the computer will directly receive alarm signal when there is a problem with one or all electrical load device. This signal is then displayed on the computer screen.

Keywords: Distribution Network, Electrical Load, Frequency Shift Keying, Modulator, Demodulator

I. Pendahuluan

Penggunaan peralatan listrik dan eketronik sudah sangat banyak dalam lingkungan masyarakat rumah tangga, kantor, perusahaan atau industri-industri lainnya. Hal ini akan menambah serta menuntut sistem *saving* atau pengamanan yang lebih efektif dibanding dengan yang sudah ada agar pemakaian seluruh peralatan tersebut dapat berfungsi dengan baik sehingga tidak mengganggu kegiatan bekerja kita. Oleh karena itu diperlukan adanya sistem yang dapat mengontrol beroperasinya setiap jenis peralatan ini.

Dengan cara konvensional kita dapat memasang kabel-kabel yang menghubungkan semua peralatan yang akan kita kontrol, hanya kendala yang akan dihadapi adalah banyaknya investasi biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli dan memasang kabel tersebut. Kita akan memerlukan sistem pengontrolan dari tempat yang berbeda, sulitnya memindahkan peralatan kontrol yang digunakan sehingga kita harus selalu merubah dan memindahkan seluruh kabel yang harus dipasang.

Salah satu alternatif lain yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah di atas adalah memanfaatkan proses pengiriman data melalui jaringan distribusi listrik. Sarana ini memungkinkan mengatasi keperluan tersebut sebab jaringan listrik sudah sangat luas

terpasang, terkoneksi antara jaringan, maka sangat memungkinkan untuk dapat menggunakannya di beberapa tempat yang berbeda. Di samping itu infrastruktur kabel listrik yang sudah ada memiliki kelebihan dalam hal kecepatan pengiriman data hingga mencapai 14 Mbps dibanding *Public Service Telephone Network* (PSTN) yang hanya mampu mengirim data hingga mencapai 56 kbps saja, sedangkan penggunaan *Integrated Service Digital Network* (ISDN) menghabiskan biaya berlangganan yang cukup mahal.

Oleh karena itu penggunaan jaringan distribusi listrik dengan kapasitas tegangan 220 volt, 50 Hz sebagai sarana untuk mengontrol beban listrik akan sangat efektif dan menguntungkan. Melalui jaringan ini dapat menggabungkan teknologi pengiriman data dari komputer dengan teknologi pengiriman data melalui jaringan distribusi listrik 220 volt. Dalam sistem ini kita melakukan pengontrolan beban listrik melalui sebuah komputer. Komputer ini dapat ditempatkan dimana saja sesuai dengan kebutuhan tanpa harus memasang dan memindah-mindah kabel pada saat kita akan melakukan pengontrolan. Cukup dengan memanfaatkan kotak kontak yang terpasang ke beban kita dapat mengontrol beban-beban listrik tersebut dari tempat itu.

Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memperoleh gambaran tentang konfigurasi rangkaian dan cara kerja pengiriman data beban listrik dari jarak jauh dan tempat yang berbeda melalui jaringan distribusi listrik dengan *output* yang dapat ditampilkan melalui layar monitor sebuah komputer pribadi.

Ruang Lingkup

Penekanan dalam penulisan ini meliputi:

- a. Jaringan distribusi listrik yang digunakan dalam sistem ini adalah jaringan listrik satu fasa 220 volt dengan frekuensi 50/60 Hz
- b. Menggunakan rangkaian data paralel ke serial dan sebaliknya sebagai pemroses pengiriman data
- c. Menggunakan *Frekuensi Shift Keying* sebagai modulator
- d. Sistem pengiriman dan penerimaan menggunakan antar muka jala-jala listrik
- e. Sebagai penghubung digunakan sistem port paralel komputer pribadi
- f. Sinyal yang dikirim adalah sinyal alarm yang terdapat pada beban listrik pada saat mengalami gangguan

Metodologi

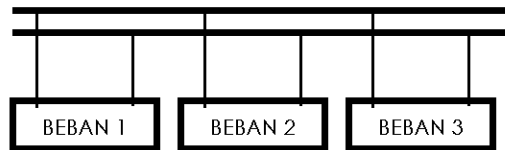
Metode yang digunakan dalam hal ini adalah eksperimen meliputi perencanaan dan penyusunan alat serta program pengontrolan diakhiri dengan analisis dan pengujian alat.

Analisis Dan Hasil

Sistem Penyaluran

Jaringan listrik satu fasa selain berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat beban konsumen (pemakai), juga dapat digunakan sebagai media penyalur informasi. Dilihat konfigurasi jaringannya, jaringan listrik hampir sama dengan jaringan telepon, tetapi pada jaraian listrik terpasangan beban yang akan mempengaruhi impedansi saluran dengan tegangan 220 volt dan frekuensi 50 Hz.

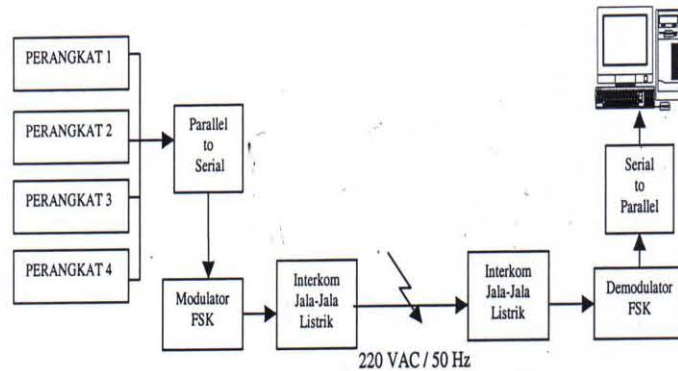
Pada system penyaluran ini, kabel listrik memiliki parameter yaitu kapasitansi, resistansi, induktansi dan konduktansi tertentu sesuai dengan jenis kabel yang digunakan. Parameter ini akan menghasilkan redaman dan menimbulkan rugi-rugi frekuensi pada proses pengiriman data.



Gambar 1. Konfigurasi Beban Listrik

Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini meliputi sistem pengirim data dan rangkaianannya.



Gambar 2. Blok Diagram Utuh Sistem Pengontrolan Beban Listrik

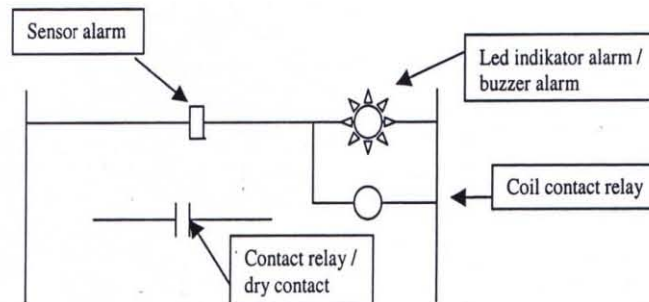
1.1 Pengirim Data

Yang dimaksud pengirim data adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengirimkan data atau sinyal alarm yang terjadi pada beban atau peralatan yang dikontrol. Bagaini ini meliputi kotak kontak alarm beban, antar muka dengan beban, modulator FSK dan antarmuka dengan jaringan listrik.

1.1.1 Penghubung Output Alarm Pada Beban Listrik

Pada jenis beban atau peralatan listrik tertentu, bila mengalami gangguan maka pada peralatan tersebut akan timbul alarm berupa sinyal suara atau lampu indikator “led indikator

alarm” yang terdapat pada papan pengendalinya. Selain itu dilengkapi dengan suatu kontak relay bebas (dry contact). Kumputan penggerak kontak relay ini diparalel dengan led indikator alarm atau dengan buzzer alarm beban, sehingga kontak relay hanya akan bekerja jika terjadi alarm pada beban atau peralatan listrik tersebut. Kontak kontak relay inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai masukkan pengirim data pada beban listrik. Sebagai saklar bantu kita dapat menggunakan saklar SPST (Single Pole Single Throw) sebagai simulasi dari kontak relay pada beban listrik sesuai dengan banyaknya beban yang akan dikontrol.

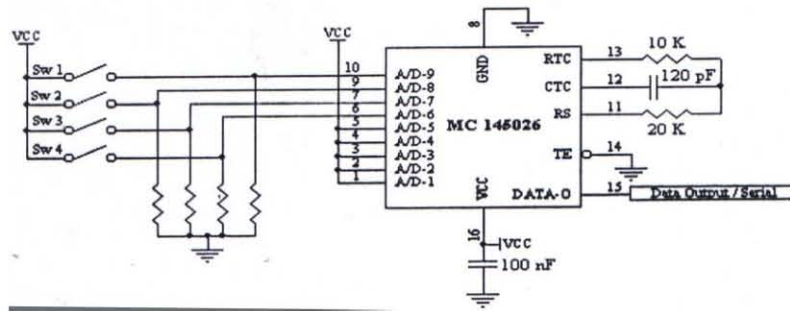


Gambar 3. Konfigurasi Kontak Alarm Pada Peralatan

1.1.2 Interfacing Dengan Beban Listrik

Menggunakan rangkaian *parallel to serial converter* sebagai antarmuka dengan beban

listrik yang akan diontrol. Proses perubahan data dari paralel ke serial dilakukan dengan menggunakan komponen utama IC MC 145026.



Gambar 4. Rangkaian Paralel ke serial

Pada IC jenis ini, pin 1 sampai dengan 5 merupakan masukan alamat (*input adress*) dan pin 6 sampai dengan 9 adalah masukan data (*input data*). Data dan alamat dari 4 bit paralel dikirim dalam bentuk serial dengan menggunakan *clock*, dimana besar frekuensi *clock* ditentukan oleh nilai R dan C dengan menggunakan rumus:

$$\text{Untuk } 1 \text{ kHz} \leq f \leq 400 \text{ kHz.}$$

1.1.3 Modulator Frekuensi Shift Keying (FSK)

$$\text{Dimana } Ctc' = Ctc + C_{\text{clayout}} + 12 \text{ pF}$$

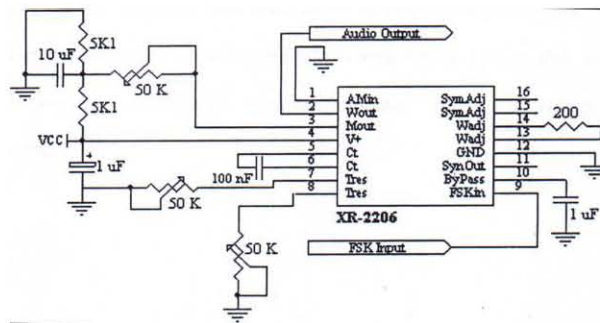
$$R_s \approx 2 \text{ RTC } R_s \geq 20 \text{ k}$$

$$\text{RTC} \geq 10 \text{ k}$$

$$400 \text{ pF} < \text{CTC} < 15 \text{ }\mu\text{F}$$

Keluaran dari IC MC 145026 telah berbentuk data serial yang kemudian dikirimkan ke rangkaian modulator FSK.

Untuk mengubah data serial menjadi bentuk frekuensi digunakan rangkaian Modulator FSK dengan komponen utama IC XR 2206.



Gambar 5. Rangkaian modulator FSK

Data serial masuk ke IC XR 2206 untuk diubah menjadi bentuk sinus, agar bisa dimodulasi dalam bentuk frekuensi (*audio*). Untuk menentukan besarnya frekuensi keluaran FSK (tinggi & rendah) digunakan variabel resistor (*trimpot*) yaitu VR 50 k pada pin 7 untuk frekuensi 2400 Hz dan VR 50 k pada pin 8 untuk frekuensi 1200 Hz. Data masukan tinggi (1) diubah menjadi frekuensi 2400 Hz dan data masukan rendah (0) diubah menjadi frekuensi 1200 Hz. Data output modulator

ini telah berbentuk gelombang sinus yang memiliki dua frekuensi yang berbeda yaitu 1200 Hz pada logic "0" (rendah) dan 2400 Hz pada logic "1" (tinggi). Outputnya dikirimkan ke rangkaian interfacing untuk ditransmisikan melalui jaringan distribusi listrik 220 volt/50 Hz.

1.1.4 Interfacing Jala-Jala Listrik Sisi Pengirim (Tx)

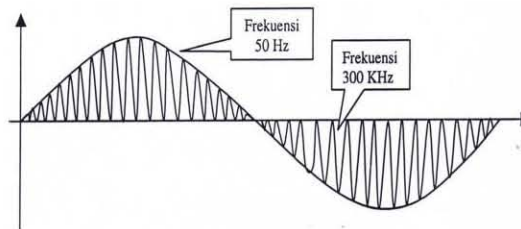
Data keluaran dari rangkaian modulator yang telah berbentuk frekuensi

ditransmisikan melalui jaringan listrik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memodulasi atau menumpangkan sinyal data ke dalam frekuensi 50 Hz jaringan listrik.

Sinyal keluaran masuk ke rangkaian osilator (IC 4069) untuk diosilasikan ke frekuensi 300 kHz. Selanjutnya sinyal tersebut dikuatkan terlebih dahulu oleh rangkaian penguat (*Automatic Gain Control*).

Jika rangkaian interface difungsikan sebagai pengirim data maka saklar SWSPDT diposisikan ke posisi 1 sehingga sinyal yang telah dikuatkan oleh rangkaian *automatic gain control* terkirim ke rangkaian asilator RLC

(modulator AM). Setelah sinyal dimodulasi oleh rangkaian modulator AM, sinyal dikirimkan ke jaringan listrik 220 volt melalui rangkaian trafo IF 455 kHz. Trafo ini berfungsi sebagai kopling ke jaringan listrik sehingga frekuensi 300 kHz yang dikirimkan oleh modulator AM dapat dilewatkan tetapi tegangan 220 volt dari jaringan listrik dapat diblok. Hal ini dapat terjadi karena adanya kapasitor yang dipasang secara seri pada bagian primer trafo IF. Nilai kapasitor yang dipasang adalah 22 nF/400 volt. Sinyal atau frekuensi 300 kHz dari rangkaian interface jaringan listrik dimodulasikan ke frekuensi 50 Hz pada jaringan listrik.



Gambar 6. Modulasi Frekuensi

2.2 Penerima Data

Bagian ini terdiri dari antarmuka jaringan listrik, demodulator FSK, antarmuka ke komputer dan komputer sebagai media pengontrol alarm beban.

2.2.1 Interface Jaringan Listrik Sisi Penerima (Rx)

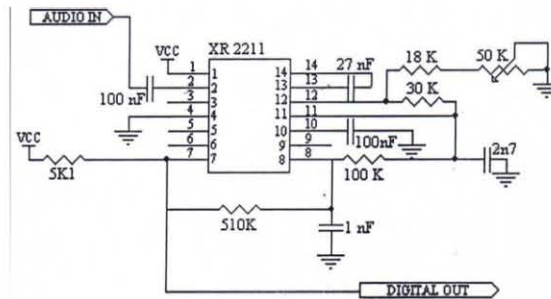
Sinyal data yang dikirimkan melalui jaringan distribusi listrik masuk ke rangkaian interface jaringan listrik pada sisi penerima. Untuk mengatasi dan mencegah agar tegangan sebesar 220 volt dengan frekuensi 50 Hz tidak masuk ke rangkaian, diperlukan suatu pemblok tegangan. Sistem pemblok ini harus dapat melewatkan frekuensi pembawa 300 kHz dari jaringan listrik, tetapi harus dapat memblok tegangan 220 volt dan frekuensi 50 Hz. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasang kapasitor secara seri pada bagian primer trafo

IF. Nilai kapasitor yang di-pasang adalah 22 nF/400 volt. Nilai reaktansi kapasitifnya bernilai besar bagi frekuensi 50 Hz dan akan bernilai kecil bagi frekuensi 300 kHz sehingga sinyal berfrekuensi 50 Hz akan teredam. Tegangan 220 volt dapat diatasi dengan pemakaian kapasitor dengan tegangan breakdown di atas 220 volt.

Trafo yang digunakan sebagai pemblok tegangan adalah trafo IF 455 kHz. Trafo ini berfungsi ganda yaitu sebagai rangkaian resonansi juga sebagai kopling jala-jala listrik.

2.2.2 Demodulator FSK

Alat ini berfungsi untuk mengubah atau mengembalikan bentuk gelombang sinus (*audio*) menjadi sinyal kotak sesuai dengan data yang dikirimkan oleh IC MC 145026 pada sisi pengirim data. Rangkaian demodulator FSK dapat dilihat seperti di bawah ini.



Gambar 7. Rangkaian Demodulator FSK

Gelombang sinus dengan frekuensi 1200 Hz dan 2400 Hz diubah menjadi gelombang kotak dengan cara mengatur besarnya nilai VR 50 K pada voltage control osilator, karena besarnya tegangan memengaruhi besarnya

$$f_o = \frac{1}{R_o \cdot C_o} \text{ Hz}$$

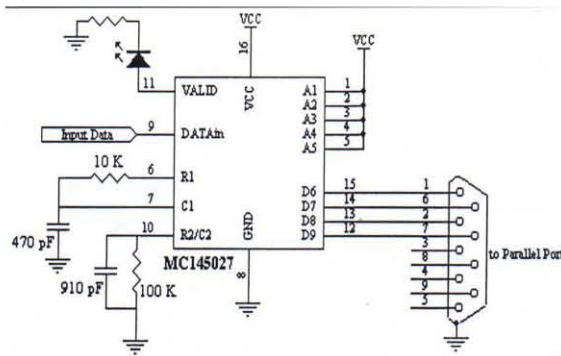
Keluaran dari rangkaian demodulator ini telah berbentuk gelombang kotak atau data serial untuk dikirimkan ke komputer melalui interface serial to paralel.

2.2.3 Interface Dengan Komputer

Data serial keluaran dari demodulator FSK masuk ke rangkaian serial to paralel IC MC 145027. Rangkaian *serial to paralel* dengan IC

frekuensi. Untuk menentukan frekuensi 1200 kHz menjadi logika “0” (rendah) dan frekuensi 2400 kHz menjadi logika “1” (tinggi), VR 50 K diatur berdasarkan rumus dari IC XR 2211, yaitu:

MC 145027. Rangkaian dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Data serial yang masuk dihubungkan ke IC MC 145027 yang merupakan pasangan dari IC MC 145026 (*paralel to serial*). Apabila alamat yang dikirim oleh IC MC 145026 sama dengan alamat yang diset di IC MC 145027 maka data pada IC MC 145026 akan dikeluarkan sama pada D6 sampai dengan D9 pada IC MC 145027.



Gambar 8. Rangkaian Serial ke Paralel

Agar IC MC 145027 dapat menerima data dari IC MC 145026 maka diperlukan besaran osilator yang sama dengan

menentukan besaran nilai R & C yang tergantung pada IC MC 145026 sesuai dengan rumus pada IC MC 145027 yaitu:

$$f_{osc} = \frac{1}{2.3 \cdot R_{TC} \cdot C_{TC}}$$

Keluaran IC MC 145027 telah menjadi data paralel 4 bit dan sesuai dengan data masukan 4 bit pada IC MC 145026. Jika data masukan pada IC MC 145026 bernilai tinggi maka keluaran IC MC 145027 akan bernilai tinggi, begitu juga sebaliknya. Data paralel 4 bit tersebut sebagai masukan ke komputer melalui port paralel (port printer). Data yang bernilai tinggi akan dibaca oleh komputer dan disertai dengan suara bel (tone).

2.2.4 Port Paralel

Alat ini banyak digunakan sebagai interface peralatan. Alat ini menyediakan masukan sampai dengan 9 bit atau 12 bit keluaran pada satu waktu yang diberikan, kemudian diperlukan minimal rangkaian luar untuk melakukan beberapa masukan sinyal. Port ini disusun dari 4 saluran pengendali, 5 saluran keadaan dan 8 saluran data. Port paralel ini biasanya terpasang di belakang komputer pribadi dengan menggunakan konektor betina tipe D 25 pin (DB25), namun ada beberapa juga tipe D 25 pin konektor jantan. Paralel port yang terbaru adalah di bawah standar IEEE 1284 tahun 1994 yang menetapkan lima sistem operasi sebagai berikut:

- a. Compatibility Mode, cara ini disebut juga “Centronic Mode” yang hanya dapat mengirim data arah maju pada kecepatan 50 kilobyte per detik atau lebih
- b. Nibble Mode, berfungsi sebagai penerima data
- c. Byte Mode, cara ini digunakan untuk dua arah untuk masukan 1 byte (8 bit) data dalam arah kebalikan
- d. EPP Mode (*Enhanced Paralel Port*)
- e. ECP Mode (*Extended Capabilities Mode*)

Port paralel mempunyai tiga hal yang biasa digunakan sebagai dasar pengalaman. Dasar pengalaman 3BCh adalah masukan asli yang digunakan port paralel sebelum video card alamat ini dihilangkan untuk sementara, ketika port paralel sebelumnya diganti dari video card. Saat ini dsimunculkan kembali sebagai pilihan port paralel yang terhubung ke papan induk (*mother board*), susunannya dapat diubah dengan menggunakan BIOS (*Basic Input atau Output System*). LPT1 biasa ditetapkan alamat dasar 378h, sedangkan LPT2 ditetapkan 278h. Ketika pertama komputer dihidupkan, BIOS akan menentukan nomor port yang akan memiliki dan memberikan nama piranti LPT1, LPT2 & LPT3.

Tabel 1. Alamat Port Paralel

Alamat	Fungsi
3BCh–3BFh	Dugunakan untuk port paralel yang tidak berhubungan dengan video card – Tidak mendukung alamat ECP
378h–37Fh	Biasa digunakan alamat untuk LPT1
278h–27Fh	Biasa digunakan untuk alamat LPT2

Perangkat Lunak

Perangkat lunak digunakan untuk membaca masukan data ke komputer yang dikirim melalui interface port paralel. Interface ini dihubungkan langsung dengan peralatan penerima data. Data-data yang dikirimkan melalui interface tersebut menggunakan alamat

0378h – 037Fh pada bus alamat komputer pribadi. Kemudian diproses di dalam rangkaian komputer pribadi tersebut dan dikeluarkan melalui keluaran layar monitor. Data-data yang dikirim adalah data-data 4 bit (0000-1111) atau dalam desimal 0 sampai dengan 15.

Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 5.0 dan tampil pendukung program tersebut menggunakan fasilitas dan fungsi-fungsi yang tersedia pada program tersebut. Borland delphi versi 5.0 adalah bahasa pemrograman yang dirancang untuk bekerja dalam MS-Windows (Microshoft Windows) dan dapat memanfaatkan kemampuan windows secara optimal. Borlan Delphi 5.0 menggunakan bahas object Pascal yang sanagt terkenal dan mendukung pemrograman berorientasi obyek yang dikenal sebagai bahasa OOP (Object Oriented Programming).

Pada saat mengujicuba alat ini maka secara otomatis Borlan Delphi 5.0 aan membuat file-file yang diperlukan pada pemrograman tersebut, antara lain sebagai berikut:

- a. File Unit (*.pas)
Berkas file berperluasan extension pas ini dipakai untuk menyimpan program (kode program). Biasanya unit.pas berhubungan langsung dengan form, tetapi kadangkala unit hanya berupa prosedur atau fungsi yang tidak berhubungan dengan form.
- b. File Form (*.dfm)
Berkas file ini dipakai untuk menyimpan semua informasi mengenai form.
- c. File Project Option (*.dfo)
Berkas file ini dipakai untuk menyimpan semua setting mengenai pilihan proyek
- d. File Resource (*.res)
Berkas file ini dipakai untuk menyimpan ikon yang dipakai proyek
- e. File Backup (*.~dp, *.~df, *.~pa)
Berkas file ini dipakai untuk menyimpan berkas cadangan (backup), form dan unit.

Pada awal program akan tampil dan terdapat *windows, message, sysutils, classes, graphics, form, dialog, extctrls, stdctrls* dan di bawahnya terdapat baris *timer, image, label* dan lain-lain yang secara otomatis muncul diberikan oleh Borland Delphi 5.0. Item-item ini mewakili komponen-komponen pada tampilan pemrograman yang akan kita buat. Selanjutnya pada bagian kedua yaitu terdapat prosedur `Tfrom1.Timer1.Timer(Sender:Tobject);` `Var Point_0` dan lainnya, ini adalah variabel yang akan kita jadikan salah satu alamat pemrograman. Alamat ini dapat dibuat sesuai

dengan kehendak kita. Selanjutnya pindahkan \$37F ke Dx, masukkan Dx ke A1, kalikan \$01 dengan A1. Pindahkan A1 ke point_0. Demikianlah seterusnya untuk variabel Point_1 sampai dengan Point_4.

Jika salah satu atau keempat masukkan pada interface port paralel tersebut mendapat masukan sinyal, maka program tersebut bekerja selanjutnya pada proses pemrograman yang berikutnya. Jika point_0 adalah 0 kemudian mulai beberapa tampilan akan diubah warna sesuai program yang dibuat tersebut, jika tidak, begin (mulai) bunyi beep dimunculkan dan beberapa warna akan diubah menjadi warna merah. Pewaktu edua bekerja untuk menampilkan kedipan (blinking) selama perubahan warna ini. Bila program tidak berada pada tampilan utama layar, maka akan ditampilkan pada tampilan utama. Demikian juga untuk masukkan data lainnya. Selanjutnya setelah masukkan kembali seperti semula maka program berikutnya akan bekerja untuk mengembalikan ke keadaan semula. Yaitu semua kedipan dan warna pada tampilan kembali seperti semula dan pewaktu pertama akan bekerja kembali terus menerus membaca data pada alamat tersebut.

3. Hasil Uji Coba

Untuk mengujicoba digunakan komputer pribadi sebagai penerima data dengan bantuan suatu perangkat lunak (software) Delphi Borland 5.0. Beberapa beban listrik yang dikontrol sebagai pengirim data, disimulasikan dengan menggunakan saklar SPDT (Toggle switch) sebanyak jumlah peralatan listrik yang dikontrol, dalam hal ini digunakan beban berupa Air Conditioner (AC) sebanyak empat buah. Saklar-saklar tersebut menggantikan fungsi kontak alarm pada peralatan atau beban listrik yang dikontrol, yaitu:

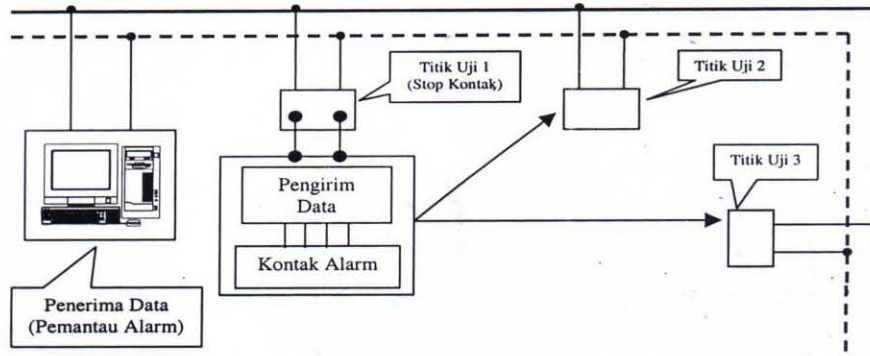
- a. Saklar 1 sebagai kontak alarm dari AC 1
- b. Saklar 2 sebagai kontak alarm dari AC 2
- c. Saklar 3 sebagai kontak alarm dari AC 3
- d. Saklar 4 sebagai kontak alarm dari AC 4

Parameter yang digunakan dalam uji coba ini adalah jarak antara pengirim data dengan penerima. Dalam ujicoba yang dilakukan, pengirim data jaraknya akan diubah-ubah yaitu 10, 50 dan 60 meter. Pengirim data dapat langsung dihubungkan dengan stop kontak pada saluran listrik fasa yang sama dengan penerima

data. Konfigurasi uji coba pengiriman data ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Komputer sebagai penerima data atau pengontrol alarm, akan menerima dan membaca data yang masuk dari pengirim data dengan menggunakan program ini. Kondisi awal keempat saklar pengirim data dalam keadaan off sehingga semua ikon pada monitor komputer dalam keadaan diam (kondisi normal). Bila

saklar 1 pengirim data di on-kan, maka ikon 1 (AC 1) pada layar monitor komputer akan berkedip dengan warna merah dan juga speaker PC akan berbunyi. Begitu juga bila saklar yang lain di on-kan secara bergantian atau bersamaan, maka ikon pada monitor komputer akan berkedip sesuai dengan saklar mana yang aktif. Data hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



Gambar 9. Konfigurasi Rangkaian Uji Coba Pengiriman Data

Tabel 2. Hasil Uji Coba Pengiriman Data

DATA YANG DIKIRIM				DATA YANG DITERIMA (Tampilan Ikon Pada Monitor PC)											
				Titik Uji 1				Tititk Uji 2				Titik Uji 3			
S1	S2	S3	S4	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Dari hasil uji coba yang dilakukan dengan jarak bervariasi, tampilan ikon pada layar monitor PC masih dapat merespon kondisi saklar sebagai pengirim data. Pada saat saklar 1 sampai dengan 4 dihidupkan secara bersamaan, ikon pada tampilan

monitor PC secara bersamaan berkedip sebagai tanda adanya penerimaan data secara bersama-sama dalam satu waktu. Hal ini merupakan salah satu kelebihan dari pengontrolan jarak jauh dengan menggunakan komputer pribadi. Sehingga walaupun peralatan

listrik yang kita kontrol terjadi alarm bersamaan, kita dapat mengetahuinya sekaligus dalam satu waktu.

Uji coba selanjutnya dilakukan dengan tidak menampilkan ikon alarm pada monitor komputer, tetapi program pengontrolan pada komputer tetap bekerja. Hal ini akan terjadi karena komputer yang kita gunakan sebagai pengontrol alarm beban juga kita gunakan untuk melakukan pekerjaan yang lainnya. Pada saat itu yang tampil di monitor komputer adalah hal yang sedang kita kerjakan. Jika pada saat tersebut tiba-tiba peralatan yang kita kontrol terjadi alarm maka secara otomatis komputer akan menampilkan ikon alarm dari alat atau beban yang kita kontrol. Komputer dapat langsung menampilkan status alarm jika terjadi alarm pada beban atau peralatan listrik yang kita kontrol.

4. PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan uji coba yang dilakukan terdapat beberapa hal sebagai kesimpulan, diantaranya:

- Sistem konfigurasi komputer di dalam BIOS harus diatur sesuai, agar port paralel komputer dapat berkomunikasi dengan rangkaian luar.
- Jaringan distribusi listrik yang digunakan harus menggunakan sistem jaringannya satu fasa, yaitu satu jalur penghantar fasa dan satu jalur penghantar netral. Pada saat memindahkan salah satu rangkaian ke kabel penghantar fasa lain, ternyata data yang dikirim tidak dapat diterima dan tidak ada sinyal frekuensi yang diterima juga. Hal ini disebabkan karena pada penghantar yang berbeda fasa, saat data dikirim dengan menumpang ke frekuensi 50 Hz jaringannya listrik harus melalui kumparan pada transformator gardu distribusi listrik yang memiliki redaman sangat tinggi. Oleh karena itu data yang dikirim tidak dapat menembus redaman pada kumparan transformator tersebut.
- Pengontrolan alarm beban dengan menggunakan sistem ini menjadi sangat efektif karena kita dapat bekerja secara optimal di samping sekaligus dapat melakukan pengontrolan terhadap beban listrik lainnya
- Rangkaian masih mendapatkan sedikit gangguan pada saat diberikan sedikit frekuensi noise sehingga sesekali data masuk ke komputer tidak dapat diterima dengan baik.

B. SARAN

Agar kemampuan daya hantar pengiriman sinyal lebih jauh, diperlukan frekuensi yang lebih besar. Sistem ini dapat lebih dikembangkan untuk sistem

pengiriman data-data seperti internet, sistem radio, satelit, mikrowave dan lain-lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, Arika (1994). *Pengiriman Data Melalui Jala-Jala Listrik Menggunakan Teknik DTMF*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Busono (192). *Panduan Pembuatan Program & Rangkaian Mikrokontroler MC68705U3*. Dinastindo.
- <http://www.beyondlogic.org/spp/paralel> (2001). *Interfacing The PC*.
- <http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/opamp.html> (2001). *Teori Dasar Penguatan Operasional*.
- <http://www.infokomputer.com/arsip/041999/infotek/infotek.shtml> (2001). *Port Paralel*
- <http://www.itb.ac.id/~adnan/arc101/bab2.html> (2001). *Dasar Osilator*.
- <http://www.promelec.ru/pdf/mc145026.pdf> (1998). *Motorola Semikonduktor Technical Data*. Motorola Inc.
- Silprijadi, Priyo & Salim, Nur (2001). *Pemantauan Peralatan Listrik Berbasis Komputer Melalui Jala-Jala Listrik*. UNISMA Bekasi.
- Widyatmo, Arianto. (1996). *Belajar Mikroprosesor-Mikrokontroler Melalui PC*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Wasito (1985). *Cata Sheet Book 1, Data IC Linier, TTL dan CMOS*. Elex Media Komputindo, Jakarta
- Yoshifumi (1994). *Rangkaian Dan Sistem Komunikasi*. POLTEK Surabaya, Surabaya