

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGONTROL JARAK JAUH MENGGUNAKAN SINYAL DTMF

Arya Dian Dwipanegara
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Nurtanio Bandung

ABSTRAKSI

Menurut media yang digunakan, pengendalian jarak jauh dapat dilakukan melalui media kawat atau tanpa kawat. Salah satu pengendali tanpa kawat yang paling banyak digunakan adalah dengan memanfaatkan gelombang elektromagnet. Sinyal yang mengendalikan obyek/beban adalah sinyal pemodulasi bukan sinyal pembawanya. Salah satu sinyal pengendali yang sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan untuk pengendalian jarak jauh adalah sinyal DTMF (*Dual Tone Multi Frequencies*). Sudah banyak *transceiver* yang dilengkapi dengan *DTMF encoder*, sehingga bisa dimanfaatkan untuk pengendalian jarak jauh. Untuk itu, pada bagian penerima hanya diperlukan *transceiver* (dalam keadaan *receive*), *DTMF decoder*, 4 to 16 lines *decoder*, *driver* dan *relay*. Karena dibatasi hanya untuk mengendalikan 4 (empat) beban, maka output 4 to 16 lines *decoder* hanya diambil 8 lines saja (4 lines untuk menghidupkan dan 4 lines lainnya untuk mematikan). Demikian juga dengan *driver* dan *relay*, diperlukan 4 *driver* dan 4 *relay* untuk menghidupkan beban yang berpasangan dengan 4 *driver* dan 4 *relay* untuk mereset (mematikan) nya. Saklar-saklar *relay* yang berpasangan dihubungkan sedemikian rupa sehingga suatu beban akan aktif (hidup) dan terkunci ketika datang sinyal DTMF tertentu, dan akan reset hanya jika dikirimkan sinyal DTMF pasangannya. Dengan demikian keempat beban akan bisa diaktifkan atau direset satu persatu secara bertahap.

Pendahuluan

Dalam kehidupan manusia modern, segala kegiatan dan pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih mudah berkat perkembangan teknologi yang semakin maju. Perkembangan teknologi telah menciptakan beragam peralatan yang sangat canggih sehingga dapat membantu manusia mengerjakan hal-hal yang sangat sulit untuk dilakukan secara manual.

Perkembangan teknologi khususnya elektronika telah mempengaruhi hampir segala aspek kehidupan manusia. Jarak antara tempat di dunia seolah-olah menjadi semakin

pendek dan pekerjaan manusia dapat dilakukan semakin mudah, cepat dan semakin tepat akibat perkembangan teknologi komputer, komunikasi dan otomatisasi yang semakin pesat. Pengontrolan jarak jauh (*remotecontrol*) sudah mulai digunakan pada mainan anak-anak sampai peralatan militer. Remote control digunakan untuk mengontrol suatu objek dari jarak jauh, baik melalui kawat (*by wire*) maupun tanpa kawat (*wireless*). Awalnya *wireless remote control* hanya dapat digunakan untuk mengendalikan satu objek (satu *channel*), yaitu meng ON dan meng OFF kan objek tersebut berdasarkan ada/tidak

adanya sinyal berfrekuensi tinggi yang tidak dimodulasi.

Perkembangan teknologi elektronika memungkinkan untuk membuat bentuk-bentuk pulsa yang diinginkan dengan mudah. Bentuk-bentuk pulsa khusus ini dihasilkan oleh *encoder* pada *transmitter*, dimodulasi pada sinyal pembawa kemudian dipancarkan. Pada *receiver*, sinyal ini diterjemahkan oleh *decoder* untuk mengaktifkan objek-objek yang diinginkan. Ini berarti objek yang dikontrol bisa lebih dari satu (*multi channel*) dengan hanya menggunakan satu frekuensi sinyal pembawa.

Sinyal *Dual Tone Multi Frequency (DTMF)* yang digunakan pada telepon dapat dimanfaatkan untuk *multi channel remote control*. Sinyal ini terdiri dari dua frekuensi rendah yang berurutan yang menyatakan angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 huruf a, b, c, d dan tanda * (bintang) dan # (pagar). Dengan demikian kode *DTMF* dapat digunakan untuk *remote control* 16 *channel*, tetapi belum banyak dimanfaatkan karena hanya bisa digunakan untuk remote control sistem ON – OFF .

Saat ini sudah banyak *Handy Transceiver (HT)* yang sudah dilengkapi dengan *DTMF encoder*, sehingga bisa secara langsung dapat dimanfaatkan sebagai bagian *remote control* yang dapat meng ON dan meng OFF kan beberapa objek dari jarak jauh.

Perumusan Masalah

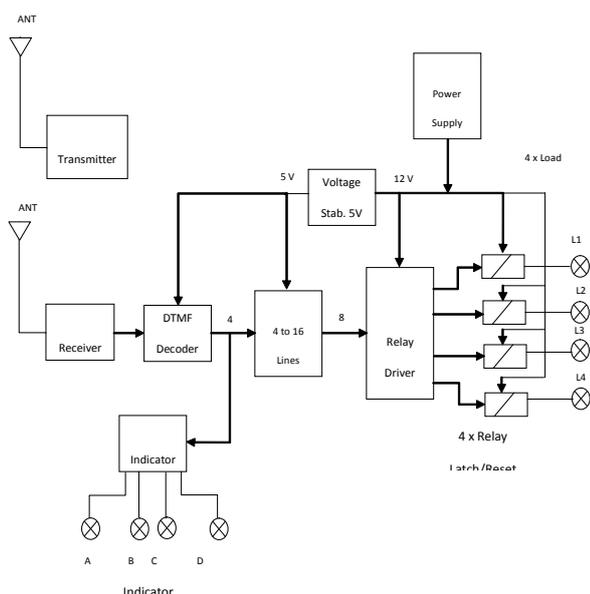
Masalahnya adalah bagaimana merancang decoder sinyal *DTMF*, untuk kemudian mengontrol beberapa objek berupa peralatan listrik/elektronika dengan memanfaatkan *handy transceiver* yang dilengkapi dengan *DTMF encoder*.

Perancangan Sistem

Diagram Blok

Dengan alat pengontrol jarak jauh (*remote control*) ini dikehendaki agar beberapa beban disuatu tempat dapat dikontrol (ON/OFF) dari tempat lain yang berjauhan dengan menggunakan sinyal *DTMF*. Alat ini harus dapat mengontrol beban satu persatu, lebih dari satu, atau keseluruhannya. Sesuai dengan ruang lingkup, beban yang akan dikontrol sebanyak 4 (empat) buah yang dicatu oleh tegangan AC 220 Volt dan daya masing-masing < 500 watt.

Secara garis besar, sistem pengontrol terdiri dari dua kelompok yaitu bagian pengirim (pengontrol) dan bagian penerima (yang dikontrol). Pengirim terdiri dari *transmitter (Tx)* yang dilengkapi dengan *DTMF encoder* sehingga memancarkan sinyal *DTMF*, sedangkan penerima terdiri dari *receiver (Rx)* yang menerima sinyal *DTMF* tersebut, kemudian diolah sedemikian rupa sehingga dapat mengontrol beban yang dikehendaki. Diagram blok sistem pengontrol dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok

Digit keypad pada *transmitter* yang digunakan untuk pengontrolan adalah digit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Empat digit digunakan untuk mengaktifkan (set) beban, sedangkan empat digit lainnya untuk mematikan (*reset*) beban.

Diperlukan dua buah *transceiver*, yaitu yang pertama berfungsi sebagai transmitter pengontrol dan yang kedua sebagai *receiver* (yang dikontrol), dan keduanya harus bekerja pada frekuensi yang sama. *Transceiver* yang digunakan, memanfaatkan *transceiver* yang banyak diperoleh dipasaran yaitu VHF FM *Transceiver* (*Handy talky*) yang bekerja pada frekuensi sekitar 130 Mhz sd 160 Mhz. *Tranceiver* ini banyak digunakan oleh anggota ORARI (Organisasi Radio Amatir Indonesia) yang bekerja pada frekuensi 145 sd 148 Mhz, sedangkan frekuensi-frekuensi lainnya dimanfaatkan oleh dinas-dinas tertentu

ataupun perorangan yang tidak jelas perijinannya.

Walaupun VHF FM *Transceiver* digunakan oleh umum, tetapi sinyal pembicaraan tidak akan mempengaruhi pengontrolan. Syarat utama dari *transceiver* yang akan digunakan sebagai *transmitter* harus dilengkapi dengan DTMF *encoder*.

Prinsip Kerja

Misalnya digit 1, 2, 3 dan 4 digunakan untuk mengaktifkan beban, sedangkan digit 8, 7, 6 dan 5 untuk mematikannya. Jika digit 4 pada *transmitter* ditekan, maka *transmitter* akan mengirimkan sinyal DTMF yang merupakan gabungan frekuensi 770 Hz dan 1209 Hz. *Receiver* akan menerima dan mengolahnya hingga diperoleh sinyal DTMF seperti yang dipancarkan. Selanjutnya DTMF *decoder* akan mengolah dan mengubahnya ke dalam bilangan biner yang mempresentasikan bilangan desimal 4 yaitu 0 1 0 0. Bilangan biner ini, setelah melalui *driver* akan diperagakan oleh 4 buah indikator LED dalam bentuk padam-menyala-padam-padam. Selain itu, output DTMF *decoder* diteruskan ke input 4 to 16 lines *decoder*. 4 to 16 lines *decoder* mempunyai 4 input (bilangan biner 4 bit) dan 16 output. Salah satu output akan aktif (logika 1) sesuai dengan bilangan biner yang masuk.

Jadi , jika yang masuk 0 1 0 0 maka output yang aktif adalah output empat (4), sedangkan output-output yang lainnya dalam keadaan 0. Output 4 akan tetap dalam

keadaan 1 (*latch*) walaupun input hanya datang sebentar saja. Output hanya akan berubah apabila datang input berikutnya yang menyatakan bilangan biner lainnya (selain 0 1 0 0).

Sesuai ruang lingkup, maka hanya 8 output yang digunakan yaitu output 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Kedelapan output tersebut, masing-masing dihubungkan ke driver untuk mengaktifkan *relay* terkait. Jadi ketika digit 4 pada *transmitter* ditekan, maka output 4 to 16 lines *decoder* yang aktif (1) adalah output 4. Akibatnya *relay* 4 bekerja sehingga load 4 akan aktif (misalnya lampu 4 menyala). Load 4 akan tetap aktif walaupun input *driver* berubah, kecuali jika digit pe-resetnya pada *transmitter* (misalnya digit 5) ditekan. Dengan demikian maka :

1. Beban bisa diaktifkan satu persatu dan dapat di *reset* oleh tombol digitnya masing-masing.
2. Lebih dari satu beban (maksimal 4) bisa diaktifkan secara bertahap dan di *reset* secara bertahap juga.

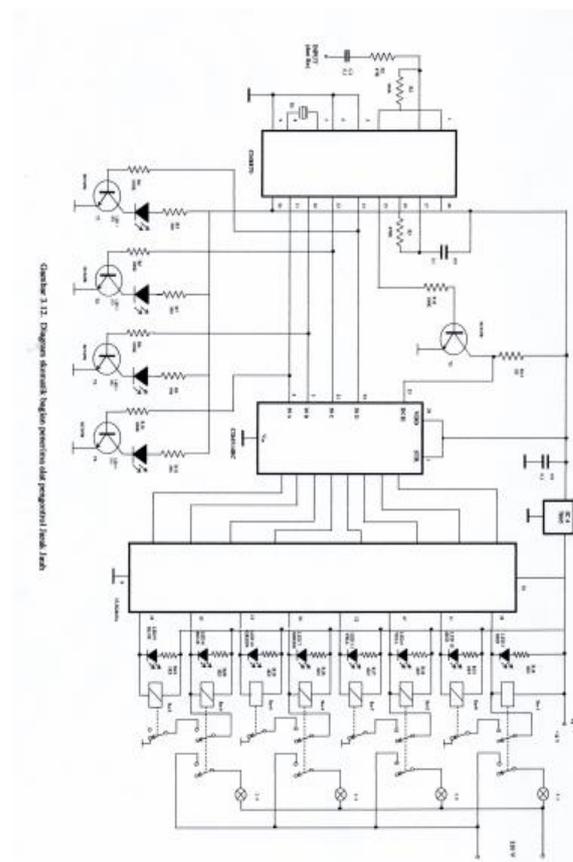
Menurut fungsinya terdapat dua macam fungsi *relay*. Pertama untuk mengaktifkan dan mengunci (*latch*) beban, dan yang keduanya untuk mereset beban.

Jika tidak dilengkapi dengan pengunci, maka hanya satu beban saja yang bisa aktif. Sebagai contoh, jika tombol digit 4 pada *transmitter* ditekan, maka beban 4 akan aktif. Tetapi jika selanjutnya ditekan digit 3,

maka beban 3 akan aktif tetapi beban 4 akan *reset* (tidak aktif).

Diagram Rangkaian Lengkap

Diagram skematik bagian penerima alat pengontrol jarak jauh dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2 Diagram skematik bagian penerima alat pengontrol jarak jauh

Prinsip kerja

Misalkan pada keadaan awal, seluruh beban (L_1, L_2, L_3, L_4) dalam keadaan tidak aktif. Pada keadaan ini, misalkan output DTMF *decoder* (IC 1) dalam keadaan $Q_4 = Q_3 = Q_2 = Q_1 = 0$, output 4 to 8 lines *decoder* (IC-2) $S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = S_6 = S_7 = S_8 = 0$, dan output *driver*

(IC-3) out1=out2=out3=out4=out5=out6=out7=out8=0.

Jika *transmitter* mengirim sinyal DTMF-1, maka *receiver* akan mengolahnya sehingga outputnya mengeluarkan sinyal DTMF-2 tersebut yang diteruskan ke input DTMF *decoder*. Sinyal ini diproses sedemikian rupa sehingga pada output DTMF *decoder* akan dihasilkan $Q_4, Q_3, Q_2, Q_1 = 0001$ yang dinyatakan oleh indikator LED 1 sampai dengan LED-4 berupa cahaya padam-padam-padam-menyalakan. Selain ke indikator, sinyal 0001 ini masuk ke 4 to 16 lines *decoder* (dimanfaatkan sebagai 4 to 8 lines), sehingga output *decoder* tersebut (IC-2) menjadi $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8 = 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$. Hal ini bisa terjadi karena input INH = 0. Seperti telah dikemukakan, jika DTMF *decoder* menerima sinyal DTMF yang valid maka output std akan ada dalam keadaan 1 yang kemudian dibalik oleh *invertir* T5 menjadi 0 sehingga INH = 0. Output $S_1 = 1$ diperkuat oleh *driver* (IC-3) yang membuat *relay* Re-1 bekerja. Salah satu saklarnya akan menghubungkan beban L-1 ke sumber daya 220 VAC sehingga aktif (menyalakan). Saklar lainnya akan terhubung ke ground melalui saklar *relay* Re-2 sehingga *relay* Re-1 dan beban L-1 terkunci.

Bila selanjutnya *receiver* menerima sinyal DTMF-2, maka beban L-2 akan tetap aktif (menyalakan) tetapi beban L-1 akan tetap aktif (menyalakan) karena sudah terkunci. Demikian pula jika kemudian berturut-turut diterima sinyal DTMF-3 dan DTMF-4 maka

beban L3 dan L4 akan aktif menyalakan dan terkunci, sehingga semua beban (L_1, L_2, L_3, L_4) akan aktif. Beban akan tetap aktif selama tidak direset oleh sinyal DTMF yang khusus untuk itu.

Untuk mereset beban L-1, diperlukan sinyal DTMF-8. Pada saat sinyal tersebut datang maka output IC-1 (Q_4, Q_3, Q_2, Q_1) menjadi 1000, indikatornya menjadi menyalakan-padam-padam-padam, output IC-2 ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8$) menjadi 00000001 dan output IC-3 (out1, out2, out3, out4, out5, out6, out7, out8) menjadi 00000001. Dengan demikian maka *relay* Re-8 akan bekerja sehingga saklarnya akan melepas hubungan *relay* Re-1 ke ground. Akibatnya *relay* Re-1 berhenti bekerja sehingga beban L1 akan reset. Untuk beban L_2, L_3 dan L_4 diperlukan sinyal DTMF 7, 6 dan 5. LED- 5 sampai dengan L12 berfungsi sebagai indikator untuk menunjukkan bekerja tidaknya *relay* yang bersangkutan.

Percobaan dengan Bread – Board

Bread board adalah papan percobaan untuk membuktikan bahwa suatu rangkaian dapat berfungsi tanpa penyolderan, sehingga komponen-komponen yang di gunakan dapat digunakan lagi jika rangkaian dapat bekerja dengan baik.

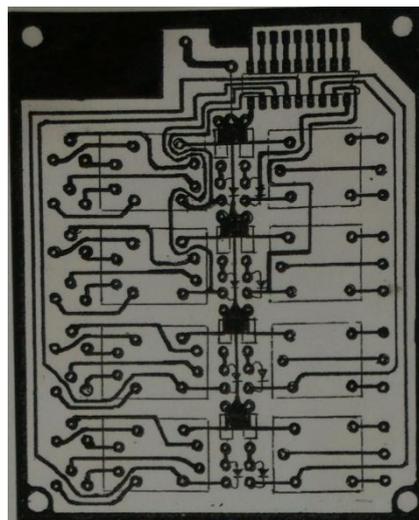
Berdasarkan gambar 3. telah dilaksanakan percobaan-percobaan dengan menggunakan *bread board* secara bertahap mulai dari DTMF *decoder* sampai dengan penggerak beban. Percobaan dilakukan tanpa beban lampu pijar,

tetapi cukup hanya dengan melihat indikator-indikator LED digunakan.

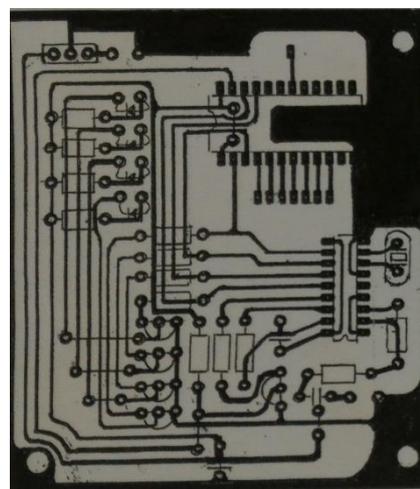
Dalam percobaan tersebut, rangkaian-rangkaian yang menggunakan komponen-komponen hasil rancangan, ternyata dapat berfungsi dengan baik. FM *transceiver* yang digunakan adalah tipe *Yaesu tipe FT 60* untuk transmitter dan tipe *Icom IC 25* untuk *receivernya*. Tetapi dengan menggunakan tipe lain (*Suicom SH 135/430*) rangkaian masih tetap dapat bekerja dengan baik.

Perancangan dan Pembuatan PCB

Untuk merakit komponen-komponen tersebut perlu dirancang dan dibuat PCB nya terlebih dahulu. Karena rumitnya konduktor-konduktor penghubung, maka PCB dibuat dalam dua bagian, yaitu bagian DTMF *decoder* + 4 to 8 lines *decoder* dan bagian penggerak beban. Mula-mula dibuat *layout* komponen dengan ukuran yang tidak sebenarnya serta hubungan antar komponen. Setelah itu dibuat rancangan PCB nampak atas dengan ukuran sebenarnya. Dengan membalik serta menggambar kembali jalur-jalur penghubungnya maka akan diperoleh rancangan PCB nampak bawah. Garis-garis penghubung diperiksa kembali untuk melihat apakah ada yang terputus atau terhubung pendek.



Gambar 3 Rancangan PCB Nampak Atas



Gambar 4 Rancangan PCB Nampak Bawah

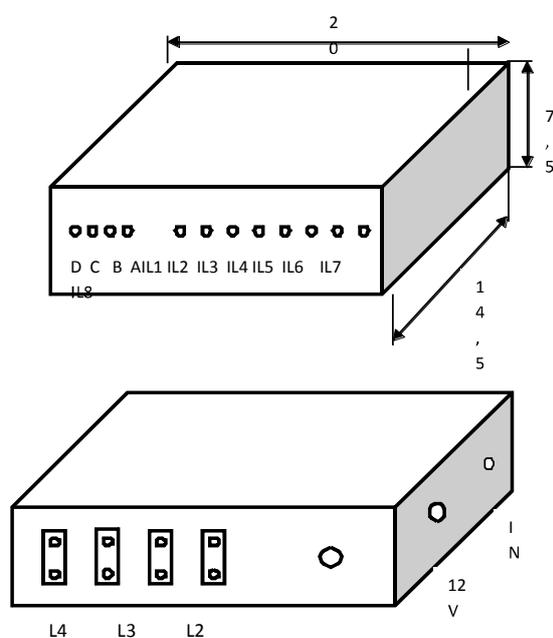
Perakitan

Setelah PCB dibuat dan dilubangi maka komponen-komponen yang sudah dicoba, disolderkan pada PCB. Untuk IC (kecuali IC 4) perlu menggunakan socket agar IC mudah diperiksa atau dilepas bilamana diperlukan. Kemudian, PCB I dan PCB II dihubungkan sesuai diagram dalam gambar 2.

Pengemasan

PCB beserta komponen-komponen yang telah disolderkan perlu dikemas dalam kotak yang sesuai. Kotak yang digunakan adalah kotak plastik berukuran panjang x lebar x tinggi = 20 cm x 14,5 cm x 7,5 cm. Pada panel depan terdapat 4 buah LED (D,C,B,A) sebagai indikator output DTMF *decoder*, empat buah LED (IL₁, IL₂, IL₃, IL₄) sebagai indikator beban dan empat buah LED (RL₄, RL₃, RL₂, RL₁) sebagai indikator beban yang terakhir direset.

Pada panel belakang terdapat lubang untuk kabel AC 220V dan empat buah outlet untuk beban (L₁, L₂, L₃, L₄). Pada panel samping kanan terdapat jack input (IN) dan jack output (+12 V). Bagan kotak (kemasan) beserta panel-panelnya dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Bagan Kotak

Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa sinyal DTMF dapat dimanfaatkan untuk pengendalian jarak jauh dengan menggunakan sepasang *transceiver* yang *transmitter*nya dilengkapi dengan DTMF *encoder*. Hasil rancangan pembuatan dan ujicoba adalah sebagai berikut :

1. Bagian pengirim alat pengendali jarak jauh terdiri dari FM *handytransceiver* (P out = 4 W) yang dilengkapi DTMF encoder dengan *stick antenna*, sedangkan bagian penerima terdiri dari FM *handy transceiver* (dalam posisi *receive*), DTMF decoder, 4 to 16 lines *decoder* (diambil 8 lines), *driver* dan *relay*.
2. Sesuai ruang lingkup, alat pengendali jarak jauh ini akan dapat mengontrol 4 (empat) buah obyek (beban). Seluruh (empat) beban dapat diaktifkan dan direset satu persatu secara bertahap. Alat ini belum dilengkapi dengan *password* sehingga masih rawan terhadap gangguan berupa sinyal DTMF yang secara sengaja atau tidak sengaja dikirim oleh seseorang.
3. Jarak jangkauan pengendalian, terutama tergantung pada ketinggian dan jenis antenna *receiver* yang digunakan. Jarak jangkauan maksimum adalah sekitar 1 km bila *receiver*

menggunakan *stick antenna* pada ketinggian sekitar 1 meter.

4. Berdasarkan hasil pengukuran, arus konsumsi maksimum dari bagian penerima (di luar *receiver*) hanya sekitar 215 mA pada tegangan 12 V. dengan demikian cukup digunakan pencatu daya 12V/1A.

Saran

1. Jika sinyal DTMF ingin dimanfaatkan secara penuh (dapat mengontrol 8 beban), maka perlu digunakan 16 *driver* (2 buah IC tipe ULN2803A) dan 16 *relay*.
2. Agar jarak jangkauan pengendalian dapat lebih jauh, disarankan untuk mempertinggi ketinggian antenna *receiver* atau mengganti stick antena dengan antenna gain yang lebih tinggi.
3. Disarankan untuk menambah rangkaian *password* agar tidak mudah diganggu (terganggu).

Daftar Pustaka

1. Chattopadhyay, D. diterjemahkan oleh Sutanto, 1989, *Dasar Elektronika*, Penerbit Universitas Indonesia
2. Daryanto, 2005, *Pengetahuan Teknik Elektro*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
3. Editors of Elementry Electronic, 1981, *The Giants Book of Easy to*

buildElectronics Project, Davis Productions Inc USA

4. Husanto dan Thomas, 2007, *Programmable Logic Control*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
5. Ibrahim, K,F., diterjemahkan oleh P. Insap Santosa 1996, *Teknik Digital*, Penerbit Andi Yogyakarta
6. Loveday George, 1986, *Intisari Elektronika Penjelasan Alfabetik dari Asampai Z*, Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia Jakarta.
7. Malvino dan H. Gunawan,1999, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
8. Millman, J., diterjemahkan oleh Sutanto, 1992, *Sistem digital dan Rangkaian analog* Penerbit Erlangga, Jakarta.
9. Shoemaker Charles, 1986, *101 Sound, Light and Power IC Project*, TAB Books Inc. USA
10. Technical Information Center, 1978, *Motorola CMOS IntegratedCircuit*, Motorola Inc. TexasUSA.