

PASSWORD TELEPON PANGGILAN MASUK

NUGROHO YULIANTO
NIM L2F398322

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

ABSTRAK

Alat ini dirancang sebagai peralatan pendukung pesawat telepon, dimana fungsinya sebagai filter atau penyaring panggilan-panggilan telepon masuk yang tidak kita inginkan. Tanpa mengetahui password yang telah dipasang pada alat ini, panggilan-panggilan telepon masuk tidak dapat terhubung. Sehingga panggilan-panggilan telepon yang bersifat mengganggu, seperti ; penelpon gelap, telepon salah sambung dan penipuan lewat telepon yang sering terjadi dapat dihindari.

Bagian utama alat ini adalah dekoder DTMF yang berfungsi sebagai filter dan dekoder digital yang bertugas mengkonversi sinyal-sinyal DTMF telepon menjadi bilangan biner yang kemudian dibandingkan satu persatu dengan data acuan yang ada pada switch dip sebagai password. Data acuan password pada perangkat ini menggunakan angka desimal 2-4-8, untuk pengamanan lebih lanjut, data acuannya dapat diubah setiap waktu.

Pada saat penelpon memanggil nomer telepon yang terpasang peralatan ini, akan mendengar suara peringatan untuk memasukkan password. Suara peringatan ini direkam dan di play back pada IC perekam suara ISD 1420 dengan teknologi DAST (Direct Analog Storage Technology).

Dengan penambahan peralatan ini pada pesawat telepon akan didapatkan suatu tingkat proteksi yang tinggi untuk telepon yang masuk. Setiap penelpon yang tidak mempunyai password atau memasukkan password yang salah tidak dapat terhubung dengan pesawat telepon yang dituju. Sehingga telepon yang tidak diinginkan dapat dicegah.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semakin berkembangnya dunia teknologi menyebabkan dunia makin tinggi peradabannya dalam kedudukan setiap hari. Untuk semua kegiatan itu dibutuhkan peralatan penghubung sebagai penunjang agar pertukaran informasi antar keduanya tercapai. Telepon dipilih sebagai sarana penghubung yang cepat dan relatif aman untuk menyampaikan informasi dari suatu tempat ke tempat lain. Kehadiran telepon dirasa sangat membantu seseorang dalam berkomunikasi, tetapi ada kalanya karena suatu sebab seseorang tersebut tidak ingin diganggu oleh siapapun bila tidak mempunyai suatu keperluan yang dikehendakinya.

Dalam keadaan seperti itu, telepon tidak dapat digunakan sebagaimana fungsinya. Maka untuk mengatasi hal ini dibutuhkan suatu alat yang dapat menambah fungsi dari telepon itu sendiri. Dengan merancang suatu alat yang berfungsi sebagai filter telepon untuk panggilan masuk diharapkan panggilan-panggilan telepon masuk yang tidak diinginkan dapat dikurangi, karena pemanggil diharuskan menekan password yang telah diberikan sebelumnya.

Tujuan

Merancang alat yang berfungsi sebagai password panggilan masuk dengan memanfaatkan sinyal DTMF pada telepon yang melalui saluran telepon sebagai media pengiriman sinyal DTMF untuk menggerakkan relay yang menghubungkan saluran telepon.

Menguji dan mengaplikasikan alat pada saluran telepon, sehingga dapat menambah fungsi telepon.

Batasan Masalah

Pembahasan tugas akhir ini dibatasi sebagai berikut :

1. Pembahasan terbatas pada sistem telepon dan fungsi kerja parameter yang terkandung dalam perancangan peralatan. Tidak membahas lebih dalam tentang sentral telepon.
2. Peralatan ini tidak dapat digunakan pada pesawat telepon *decadic* pulsa karena password yang digunakan memanfaatkan sinyal DTMF telepon.
3. Peralatan ini dirancang hanya untuk *fixed telephone*.

2. DASAR TEORI

2.1. Pesawat Telepon

Istilah telepon pada mulanya berarti “suara dari jarak jauh”, sedangkan perangkat telepon pada tahun-tahun belakang ini telah mengalami perubahan bentuk dan sistem, namun prinsip dasarnya sebagai alat pengirim dan penerima suara dari jarak jauh masih tetap sama seperti sebelumnya.

Untuk berfungsi dengan baik, pesawat telepon haruslah mampu mengubah suara orang menjadi sinyal-sinyal listrik dan kemudian di tempat tujuan (pada ujung yang lain) sinyal-sinyal listrik ini diubah kembali mejadi getaran suara, sehingga dapat didengar seperti percakapan asal (dengan perubahan sekecil mungkin).

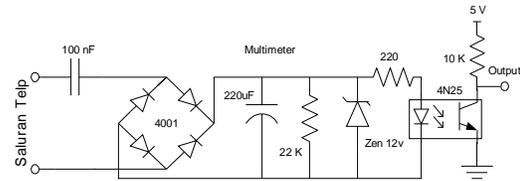


Gambar 2.1. Sistem Percakapan Telepon

2.2. Tegangan dan Arus Pada Saluran Telepon

Pada saat telepon tidak digunakan (*on hook*), arus loop $I_L = 0$ mA dan beda tegangan pada saluran telepon 48 volt. Ketika pesawat telepon sedang digunakan (*off hook*) maka beda tegangannya menurun menjadi sekitar 6 – 8 volt dan arus loop sekitar 16 – 20 mA.

Sinyal dering biasanya 90 Vrms, 20 Hz pada posisi on dibutuhkan waktu 2 detik sedangkan untuk off 3 detik. Berdasarkan informasi perubahan tegangan dan arus yang terjadi pada saluran telepon, maka kita dapat mengetahui apakah pesawat telepon sedang digunakan atau tidak.



Gambar 3.1. Rangkaian Pendeteksi Dering Telepon

2.3. Dekoder MT8870

MT8870 adalah penerima DTMF yang memiliki dua band filter dan dekoder digital. Bagian filter *high group* dan *low group* menggunakan teknik saklar kapasitor, dekoder digunakan untuk mendeteksi dan mendekode 16 tone DTMF menjadi 4 bit. Komponen eksternal menjadi sedikit karena didalam chip telah memiliki *amplifier differensial* detak *oscillator* dan penahan *three state bus interface*.

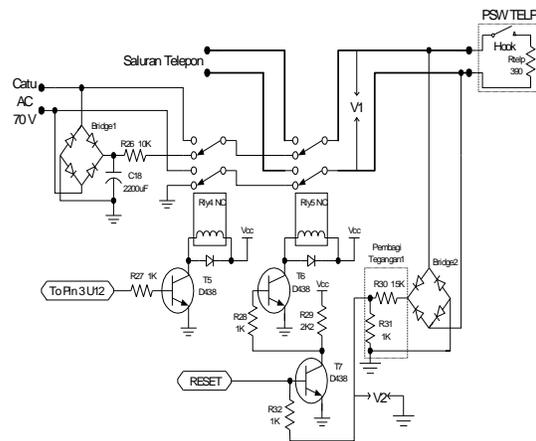
2.4. Penyimpan informasi ISD 1400 Series

Piranti penyimpan informasi seri ISD 1400 adalah sebuah rangkaian terintegrasi (IC) yang mampu merekam dan menjalankan kembali (*play back*) suara percakapan dengan durasi 16 – 20 detik.

Informasi suara yang terekam disimpan pada sel-sel memori *non-volatile*, sehingga dengan demikian penyimpanannya tidak membutuhkan power. Informasi suara disimpan pada memori *non-volatile* tanpa melalui proses digitalisasi dan kompresi, yang dikenal dengan teknologi DAST (*Direct Analog Storage Technology*). Penyimpanan secara langsung ini mampu mereproduksi suara atau musik yang alami sesuai dengan aslinya.

3.1.2. Rangkaian Pendeteksi Hook

Pada prinsipnya rangkaian ini berfungsi sebagai pendeteksi perubahan tegangan. Perubahan tegangan yang terjadi di rangkaian akan menyebabkan perubahan kondisi saluran yang terhubung ke pesawat telepon. Terdapat dua kondisi saluran yang terhubung dengan pesawat telepon yaitu saluran telepon dari sentral telepon dan saluran buatan (saluran internal) dari catu *ringing internal*.



Gambar 3.2. Rangkaian Pendeteksi Hook

3. PERANCANGAN ALAT

Rangkaian utama operasi perangkat dirancang dengan menggunakan IC MT8870 sebagai penerima sinyal DTMF, ISD 1420 untuk mengirimkan pesan yang telah terekam, komparator IC 74LS85, flip-flop IC 74LS175 – 7473 dan (saklar geser) *switch dip* untuk rangkaian *password*, beberapa relai sebagai penggerak elektromekanis untuk menghubungkan antar rangkaian serta NE555 sebagai pembatas waktu atau *timer*.

3.1. Rangkaian Pendeteksi

Rangkaian pendeteksi terdiri dari beberapa rangkaian yaitu rangkaian untuk mendeteksi tegangan pada saat kondisi *on hook* / *off hook* dan rangkaian pendeteksi dering telepon (arus panggil).

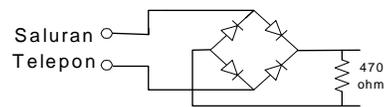
Rangkaian Pendeteksi Dering Telepon

Rangkaian ini berfungsi untuk mendeteksi adanya arus panggil dari sentral. Nada panggil (*ringtone*) yang masuk ke pesawat telepon terpancang akan dideteksi oleh rangkaian pendeteksi dering telepon. Pendeteksian dering telepon ini menggunakan optocoupler tipe 4N25.

3.2. Rangkaian Pembuat Kondisi Off Hook

Rangkaian ini berfungsi untuk membuat dan mempertahankan saluran dalam kondisi *off hook* dengan memberi beban yang setara dengan beban pesawat telepon pada saluran.

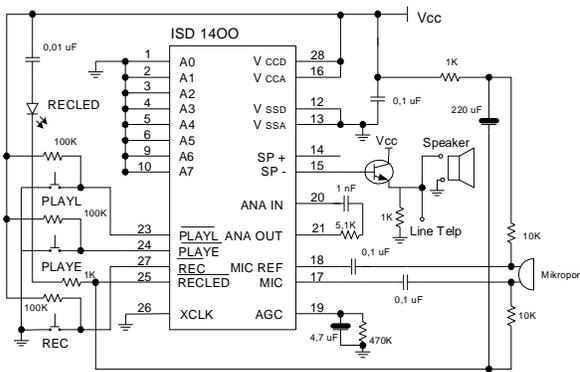
Ketika pesawat telepon sedang digunakan (*off hook*) tegangannya sekitar 6 – 8 volt dan arus loopnya sekitar 16 – 20 mA. Dengan menggunakan hukum ohm dapat dicari harga beban setara beban pesawat telepon



Gambar 3.3. Rangkaian Pembuat kondisi Off Hook

3.3. Rangkaian Pesan ISD 1400

Pemakaian piranti penyimpan suara dalam perancangan alat adalah sebagai piranti untuk membangkitkan suara peringatan pada seseorang yang telah menghubungi agar memasukkan *password*.



Gambar 3.4. Rangkaian Pesan ISD 1400

Piranti penyimpan suara yang digunakan adalah ISD 1400 Series. Piranti ini dapat merekam suara analog dan mengulang kembali suara yang telah direkam. Panjang durasi atau lama perekamannya tergantung dari tipe ISD 1400 yang digunakan. Piranti ISD 1416 memiliki kapasitas lama perekaman selama 16 detik. ISD 1420 memiliki durasi selama 20 detik.

Langkah-langkah perancangan piranti penyimpan suara adalah sebagai berikut :

1. Perekaman Pesan

Dengan menekan saklar *push on REC*, pin 27 (REC) akan menjadi *low*. Jika REC dalam kondisi *low*, proses perekaman akan dimulai sampai memori pesan terisi. Pada waktu memori pesan terisi penuh, proses perekaman akan berhenti. Piranti otomatis akan *power down* setelah REC dibuat *high*.

2. Edge – Activated Playback

Dengan menekan saklar PLAYE sesaat, pin 24 (PLAYE) akan mendapat pulsa *low*. Apabila pin ini mendapat pulsa *low*, proses *playback* akan dimulai dari awal pesan sampai selesai. Kenaikan pulsa pada PLAYE tidak akan mempengaruhi jalannya proses *playback*. Jika piranti mendeteksi adanya EOM selama proses *playback*, piranti otomatis akan *power down*.

3. Level – Activated Playback

Dengan menekan saklar PLAYL, pin 23 (PLAYL) akan menjadi *low*. Pin ini mempunyai fungsi yang sama dengan pin 24 (PLAYE) yaitu memulai proses *playback*. Tetapi selama proses *playback*, pin ini harus tetap dalam kondisi *low* dan jika mendapatkan pulsa *high* proses *playback* akan berakhir. Piranti akan *power down*.

4. Operasi RECLEd

Pin keluaran RECLEd adalah aktif *low*. Keluaran ini digunakan untuk men – *drive* LED sebagai indikator proses perekaman dan akhir *playback* jika dideteksi adanya EOM atau akhir dari memori.

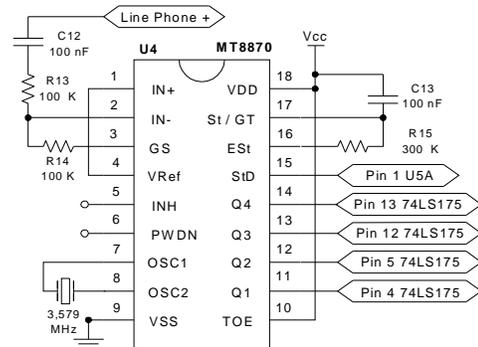
3.4. Rangkaian Password

3.4.1. Dekoder DTMF MT8870

Rangkaian penerima nada dial DTMF (Dual Tone Multy Frequency) berfungsi untuk mendeteksi sinyal nada dial yang terdapat pada saluran telepon. Rangkaian

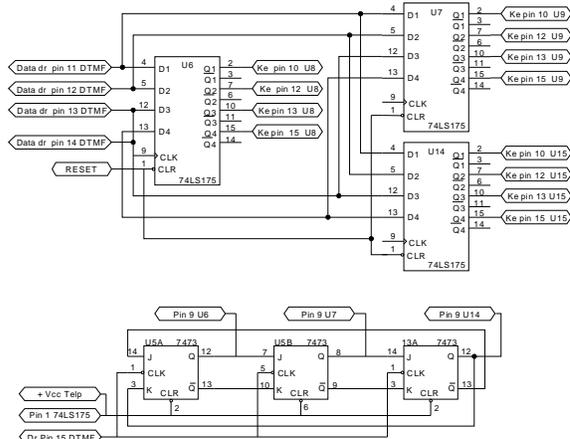
penerima nada DTMF dibentuk dari komponen terintegrasi MT8870 produksi dari Mitel.

Perancangan rangkaian ini disesuaikan dengan aplikasi yang dipakai seperti pada data sheet DTMF MT8870.



Gambar 3.5. Dekoder DTMF MT8870

3.4.2. Penyimpan Data Biner 4 bit



Gambar 3.6. Penyimpan Data Biner 4 Bit

Rangkaian ini dibentuk oleh Flip Flop Tipe D (IC 74LS175) dan Dual J-K (IC 7473). Data keluaran dari dekodeur DTMF berupa biner 4 bit diterima oleh IC penyimpan 74LS175 dan akan dibandingkan datanya dengan data acuan di IC pembanding 74LS85. Sedangkan flip-flop dual J-K IC 7473 adalah rangkaian pencacah geser yang berfungsi sebagai rangkaian pemicu detak IC 74LS175.

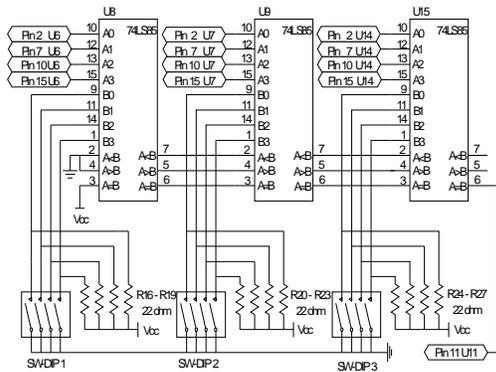
3.4.3. Komparator 4 bit

Sinyal keluaran DTMF penerima dalam bentuk biner empat bit yang telah disimpan oleh IC 74LS175 diantaranya akan masuk ke komponen IC pembanding, IC yang dipakai adalah 74LS85, digunakan sebagai pembanding tiga buah susunan biner yang masing-masing sebanyak tiga bit tersebut terdiri dari A0–A3 (dari DTMF penerima) dan B0 – B3 (dari data acuan), dimana A3 dan B3 sebagai MSB dari susunan tersebut.

Sistem kerja dari pembanding ini adalah data yang diterima dari rangkaian penyimpan yang berupa biner empat bit akan dibandingkan dengan data acuan, data acuan

ini direalisasikan dengan menggunakan saklar geser (*switch dip*) dengan alasan sebagai berikut :

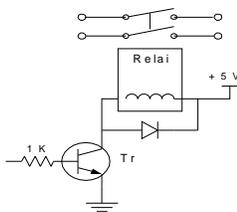
- Jika isinya terlupa, dapat dilihat kembali.
- Rangkaian sederhana dan ekonomis.
- Isi dengan mudah dapat dirubah setiap saat.



Gambar 3.7. Komparator

3.5. Rangkaian Relai

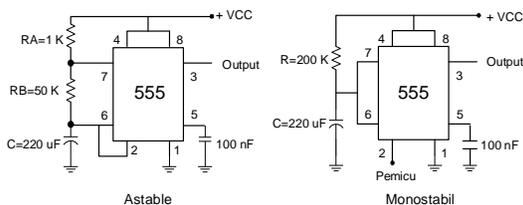
Kontaktor saklar relai akan menutup atau membuka dengan cara mengalirkan atau memutuskan arus listrik pada kumparan magnetnya. Pemutusan dan pengaliran arus kumparan magnet relai, menggunakan transistor yang difungsikan sebagai saklar elektronik.



Gambar 3.8. Rangkaian Relai

3.6. Rangkaian Pengatur Waktu (Timer)

IC NE 555 dipilih sebagai komponen rangkaian pengatur waktu karena mudah dalam perancangannya untuk menghasilkan tundaan waktu yang cukup cermat dari mikrodetik sampai beberapa menit. Pada rangkaian ini IC NE 555 digunakan dalam 2 operasi yaitu multivibrator monostable dan astable. Dalam keseluruhan rangkaian *password* telepon panggilan masuk menggunakan 4 rangkaian pengatur waktu yang terdiri dari 3 rangkaian multivibrator monostable dan 1 rangkaian multivibrator astable



Gambar 3.9. Rangkaian Timer

4. PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

4.1. Rangkaian Pendeteksi

4.1.1. Rangkaian Pendeteksi Dering Telepon

Saat ada sinyal dering (90 Vrms ac), tegangan yang diperoleh untuk mengaktifkan led optotransistor adalah 1,46 volt, tegangan ini cukup untuk mengaktifkan optransistor yang mempunyai keluaran berlogika 0.



Gambar 4.1. Pengujian Rangkaian Pendeteksi Dering Telepon

Dari hasil pengujian rangkaian pendeteksi dering telepon keluaran dari optotransistor pada saat ada dering telepon adalah berlogika 0, keluaran ini dapat memicu rangkaian *timer 1*.

4.1.2. Rangkaian Pendeteksi Kondisi Hook

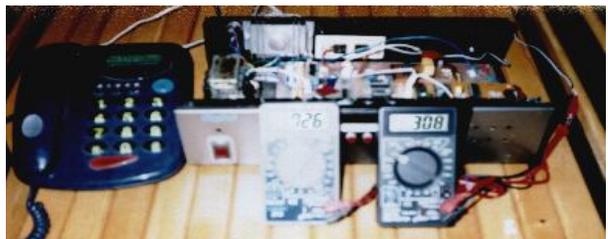
Rangkaian ini mendeteksi adanya perubahan tegangan yang dihasilkan oleh pembagi tegangan. Perubahan tegangan ini digunakan untuk menghubungkan beberapa saluran dengan pesawat telepon.



Gambar 4.2. Pengujian Rangk Pendeteksi Pada Kondisi On Hook



Gambar 4.3. Pengujian Rangk Pendeteksi Pada Kondisi Off Hook



Gambar 4.4. Pengujian Rangk Pendeteksi Pada Kondisi Ringing
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Rangkaian Pendeteksi Kondisi Hook

Kondisi	V ₁ (volt)	V ₂ (volt)
On Hook	58,1 dc	2,81 volt
Off Hook	7,21 dc	0,40 dc
Ringing	72,6 ac	3,08 volt

4.1.3. Rangkaian Pembuat Off Hook

Pengujian dengan menghubungkan rangkaian pada saluran telepon. Dengan tahanan yang setara beban telepon, dapat membuat saluran telepon menjadi kondisi Off Hook.

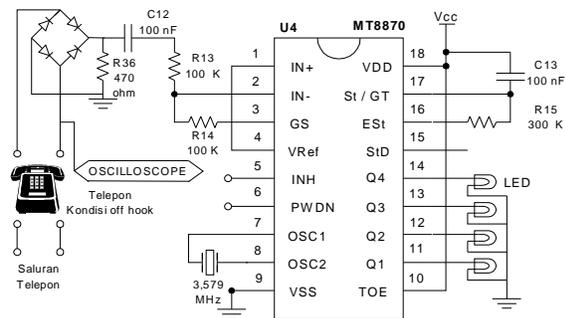
4.2. Rangkaian Pesan ISD 1420

Pengujian rangkaian dilakukan dengan menghubungkan rangkaian pada saluran dan pesawat telepon Hasil perekaman suara pesan dapat didengar jelas setelah salah satu pin SP+ atau SP- dihubungkan dengan penguat tambahan.

4.3. Rangkaian Password

Rangkaian password ini terdiri dari 3 rangkaian, yaitu: dekoder DTMF, penyimpan data biner 4 bit dan komparator.

4.3.1. Rangkaian Password



Gambar 4.5. Pengujian Dekoder DTMF

Sinyal DTMF dari pesawat telepon diterima oleh MT8870 diubah menjadi bilangan biner. Seperti terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.2. Hasil Dekoder DTMF

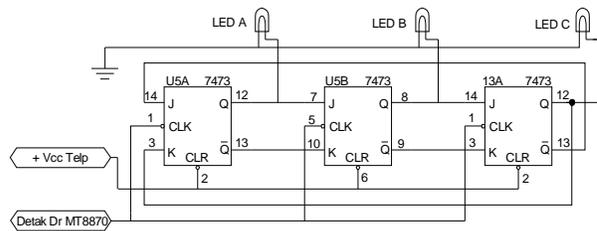
Digit	Q4	Q3	Q2	Q1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1

#	1	1	0	0
---	---	---	---	---

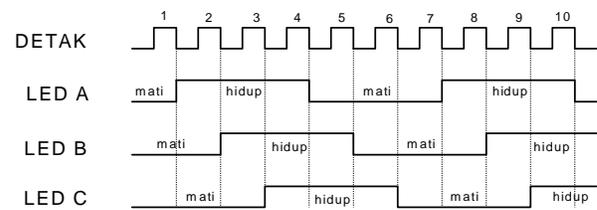
4.3.2. Rangkaian Penyimpan Data Biner 4 bit

Rangkaian yang digunakan seperti pada gambar 3.6. dibangun oleh IC 74LS175 (FF tipe D) dan IC 7473 (FF Dual J-K). Masukan IC 74LS175 terhubung langsung dengan keluaran dekoder MT8870 yang berupa data biner 4 bit. IC 74LS175 ini akan aktif apabila mendapat detak menuju tinggi dan clear dalam kondisi tinggi. Sumber detak bagi IC 74LS175 adalah IC 7473 yang dirangkai seperti gambar 3.6. yang disebut dengan shift counter atau pencacah geser.

Rangkaian pencacah geser seperti gambar 4.6. sumber detaknya diperoleh dari keluaran pin 15 / StD MT8870. Pin ini akan berlogika tinggi bila ada sinyal tone yang diterima oleh MT8870, sebaliknya akan berlogika rendah bila tidak ada sinyal yang masuk. Pada pengujian rangkaian ini keluaran dari pencacah diberi indikator LED.



Gambar 4.6. Pengujian rangkaian Shift Counter



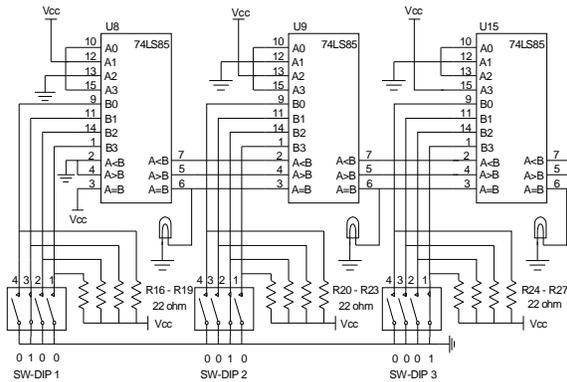
Gambar 4.7. Keluaran Shift Counter 7473

Dari hasil pengujian rangkaian pada gambar 4.7, keluaran rangkaian pencacah geser IC 7473 (dalam hal ini diwakili oleh indikator LED) dapat aktif / menyala secara bertahap. Pada saat mendapat detak pertama, LED A hidup, LED B dan C mati. Detak kedua, LED A dan B hidup, LED C mati. Detak ketiga, ketiga LED hidup. Kondisi ini sesuai dengan yang dibutuhkan untuk mencatu detak penyimpan data biner IC 74LS175, karena data yang akan disimpan sebanyak 3 angka yang bertahap. Dalam perangkat ini data password-nya adalah 2-4-8.

4.3.3. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator dibangun dari IC 74LS85 dan switch dip sebagai data acuan. Rangkaian ini adalah rangkaian susunan terakhir pada rangkaian password.

Untuk pengujian rangkaian seperti pada gambar 4.8. Pin masukan A0 – A3 untuk semua IC 74LS85 diberi simulasi masukan yaitu dihubungkan dengan Vcc (untuk logika 1) atau dengan ground (untuk logika 0) dan data acuan pada switch dip juga ditentukan. Pada pin keluaran diberi indikator LED.



Gambar 4.8. Pengujian Komparator

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian Komparator

No IC	Input IC				Data Acuan Switch Dip				Output IC		
	A0	A1	A2	A3	1	2	3	4	A<B	A>B	A=B
U8	0	1	0	0	off	off	on	off	0	0	1
U9	0	0	1	0	off	on	off	off	0	0	1
U15	0	0	0	1	on	off	off	off	0	0	1

Data yang masuk ke dalam masukan A0 – A3 dibandingkan dengan data acuan dari *switch dip*. Apabila ada salah satu keluaran pin 6 / A = B dari ketiga IC komparator ini (U8, U9, U15) ada yang rendah (dalam hal ini LED indikator *mati*), disebabkan oleh karena adanya data masukan yang dibandingkan tidak sesuai dengan data acuan, keluaran komparator terakhir (U15) akan tetap berlogika rendah walaupun data masukan dan data yang dibandingkan pada komparator U15 adalah sama. Dan apabila semua data yang masuk pada setiap komparator (U8, U9, U15) sama dengan data acuannya, keluaran komparator U15 pin 6 / A=B akan berlogika tinggi. Keluaran komparator U15 ini digunakan sebagai salah satu masukan untuk mengaktifkan *timer* 12.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan, pengujian dan analisa perangkat *password* telepon panggilan masuk maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Untuk pencacah geser pada peralatan ini lebih baik menggunakan IC 7473 dari pada 74LS73. Pada beberapa kali pengujian rangkaian pencacah geser dengan menggunakan beberapa IC 74LS73 yang berbeda produk, hasil yang dicapai semuanya gagal.
2. Karena pembanding data yang digunakan adalah IC 74LS85, maka *password* yang digunakan harus dari bit rendah ke tinggi. Dalam alat ini angka *password* yang dipasang adalah 2-4-8.
3. *Password* dapat diubah setiap waktu sesuai dengan keinginan, karena data acuan yang dipakai sebagai pembanding menggunakan *switch dip*.
4. Hasil perekaman yang didengar lewat pin 14 (sp +) dan pin 15 (sp -) pada IC ISD 1420 yang terhubung

dengan speaker ber-impedance 16 Ω sangat lemah dan hampir tidak terdengar. Untuk mengatasi hal ini, keluaran dari salah satu pin 14 atau 15 harus diberi penguat.

5. Peralatan dapat menghasilkan suara peringatan agar pemanggil memasukkan *password*. Suara peringatan dapat diubah sesuai keinginan, karena sinyal suara peringatan disimpan dalam *memory flash* dengan metode DAST yaitu teknik penyimpanan sinyal suara analog secara langsung.
6. Pesawat telepon yang terpasang pada line out pada peralatan dapat berdering bila pemanggil memasukkan dengan benar 3 bit *password* yang ada.

5.2. Saran

Untuk meningkatkan kehandalan dan untuk pengembangan lebih lanjut peralatan *password* ini, penulis memberikan beberapa saran :

1. Dengan menggunakan mikrokontroler, peralatan ini dapat lebih handal dan penambahan fungsinya menjadi lebih banyak.
2. Peralatan *password* ini dapat diubah menjadi sistem PABX yang sederhana.

Daftar Pustaka

1. A.P., Malvino, “Prinsip – Prinsip Elektronika”, Edisi-3, Jilid 1, PT. Erlangga, Jakarta, 1992.
2. A.P., Malvino, Donald P. Leach, Ph.D., Ir. Irwan Wijaya, “Prinsip – Prinsip Dan Penerapan Digital”, PT. Erlangga, Jakarta, 1985.
3. George Loveday, “Intisari Elektronika. Penjelasan Alfabetik Dari A sampai Z”, PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1988.
4. Drs. Gouzali Saydam, Bc.TT, “Sistem Telekomunikasi”, Penerbit Djambatan, Jakarta, 1993.
5. William L. Schweber, “Data Communication”, edisi 1, 1988.
6. Wasito S., “Data sheet book 1”, PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedi, Jakarta, 1992.
7. Wasito S., “Vademekum Elektronika”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1990.
8. Dedy Rusmadi, “Digital Dan Rangkaian”, CV. Pionir Jaya, Badung, 1997.
9. Roger L. Freeman, “Telecommunication Transmission Handbook”, Third Edition, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, Inc., 1991.
10. S. Roddy Coolen, Ir. Kamal Idrisw, “Komunikasi Elektronika”, Edisi-3, Jilid 2, PT. Erlangga, Jakarta, 1986.
11. A.P. Malvino, Tjia May On, “Elektronika Komputer Digital, Pengantar Mikrokomputer”, Edisi-2, Erlangga, Jakarta, 1993.
12. W. Foulsham & Co. Ltd., New York Toronto Cape Town Sydney “Data Dan Persamaan Transistor (Towers’ International Transistor selector)”, Edisi-5, PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1996.
13. A.P. Malvino, Hanapi Gunawan, “Prinsip-Prinsip elektronika”, Edisi-2, Penerbit Erlangga, Jakarta,

14. P.C. den Heijer, R. Tolsma, "Komunikasi Data", PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1991.
15. P.H. Smale, "Sistem Telekomunikasi I", Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.

Pembimbing

Sukiswo, ST
NIP. 132 162 548