

**RANCANG BANGUN ALAT KONTROL MODUL LISTRIK
DI GEDUNG TERMINAL BANDAR UDARA
SOEKARNO-HATTA**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST) di Jurusan Teknik Elektro
Universitas Mercubuana

Oleh :

Warno
NIM.014 0311 160

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA**

2006

ABSTRAKS

Mengingat fungsi modul listrik sebagai alat distribusi daya listrik, maka dibutuhkan banyak modul listrik untuk memenuhi kebutuhan daya listrik bagi lampu penerangan di Bandar Udara, khususnya di daerah terminal. Karena luasnya daerah terminal, maka diperlukan beberapa ruangan untuk penempatan modul-modul listrik tersebut.

Dengan jarak antar ruangan yang tidak dekat dan jumlah petugas yang terbatas, maka tidak dapat dimungkinkan untuk menghidup dan mematikan modul-modul listrik tersebut secara langsung di ruang-ruang modul listrik. Untuk itu ditempatkan suatu sistem peralatan pusat kontrol sehingga dapat menghidup dan mematikan modul-modul listrik dari pusat kontrol tersebut. Pengontrolan yang dimaksud adalah satu tombol pengontrol dapat mengontrol satu area (zona) tertentu.

Masalah yang sering muncul pada sistem peralatan pusat kontrol adalah putusnya kabel penghubung antara peralatan pusat kontrol dan modul listrik, Sedangkan jumlah kabel penghubung tersebut terlalu banyak. Kendala yang dihadapi adalah kurang lengkapnya data pengkabelan dan terbatasnya jumlah petugas sehingga untuk perbaikan memerlukan waktu yang lama. Dengan adanya rancangan alat kontrol modul listrik dengan sistem pengiriman serial ini, diharapkan dapat mengantisipasi kendala-kendala yang dihadapi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul Rancang Bangun Alat Kontrol Modul Listrik Di Gedung Terminal Bandar Udara Soekarno Hatta. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, ada kendala-kendala yang penulis hadapi tetapi berkat kerja keras, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak baik moril maupun materil dan tak lupa pula selalu diiringi dengan doa akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Untuk itu pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu selesainya penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Drs. Jaja Kustija M.sc, selaku Dosen Pembimbing
2. Segenap Dosen yang telah mengajar dan memberikan pengetahuan Kepada penulis selama mengikuti perkuliahan di Universitas Mercubuana.
3. Untuk semua keluarga-ku, yang dengan sabar memberikan dorongan dan semangat serta doa selama Penulis mengikuti pendidikan di Universitas Mercubuana.
4. Semua rekan-rekan kakak-ku yang ada dibagian Teknisi Otomasi PT.(Persero) Angkasa Pura II Cabang Bandara Soekarno Hatta.
5. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan partisipasinya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penulis dimasa yang akan datang. Dan Semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi para pembaca dan pada diri penulis sendiri.

Jakarta, Februari 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Abstrak.....	iv
Daftar isi.....	v
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penulisan	4
1.5 Metodologi Penulisan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Sistem Modul Listrik	6
2.2 RC Time Constant.....	6
2.3 Komponen Aktif.....	10

2.3.1	LED	10
2.3.2	Triac.....	12
2.4	Teori Digital.....	13
2.4.1	Gerbang Logika.....	13
2.4.1.1	Gerbang AND.....	14
2.4.1.2	Gerbang OR.....	15
2.4.1.3	Gerbang NOT.....	17
2.4.1.4	Gerbang NAND.....	18
2.4.1.5	Gerbang NOR.....	20
2.4.2	Flip-Flop.....	21
2.4.2.1	RS Flip-Flop.....	22
2.4.2.2	D Flip-Flop.....	25
2.4.2.3	JK Flip-Flop.....	26
2.4.3	Pencacah.....	28
2.4.4	Register Geser.....	31
2.4.4.1	Register Geser Beban Seri.....	31
2.4.4.2	Kelemahan Register Geser Beban Paralel.....	33
BAB III	PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN RANCANGAN.....	35
3.1	Rangkaian Keseluruhan.....	36
3.2	Sensor.....	38
3.3	Pemroses.....	39
3.4	Penampil.....	42

BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISIS PENGUKURAN ALAT.....	45
4.1	Tujuan.....	45
4.2	Pengukuran Gelombang frekuensi pada IC 555.....	46
4.3	Pengukuran output digital pada counter IC 74LS193.....	47
4.4	Pengukuran output pada IC Pararel Serial 4021.....	49
4.5	Pengukuran output pada IC Serial Pararel 4094.....	50
4.6	Pengukuran output pada Triac.....	51
4.7	Pengujian Alat.....	51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Tabel kebenaran gerbang AND yang memiliki dua masukan.....14
Tabel 2.2	Tabel kebenaran gerbang AND yang memiliki tiga masukan.....15
Tabel 2.3	Tabel kebenaran gerbang OR yang memiliki dua masukan.....16
Tabel 2.4	Tabel Kebenaran gerbang OR yang memiliki tiga masukan.....17
Tabel 2.5	Tabel kebenaran gerbang NOT.....18
Tabel 2.6	Tabel kebenaran gerbang NAND yang memiliki dua masukan.....19
Tabel 2.7	Tabel kebenaran gerbang NAND yang memiliki tiga masukan.....19
Tabel 2.8	Tabel kebenaran gerbang NOR yang memiliki dua masukan.....20
Tabel 2.9	Tabel kebenaran gerbang NOR yang memiliki tiga masukan.....21
Tabel 2.10	Tabel kebenaran RS flip-flop.....23
Tabel 2.11	Tabel kebenaran D flip-flop.....26
Tabel 2.12	Tabel kebenaran JK flip-flop.....27
Tabel 4.1	Pengukuran gelombang frekuensi pada IC 555.....46
Tabel 4.2	Pengukuran output digital pada IC 74LS193.....48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rangkaian RC time constant	7
Gambar 2.2 Response Arus terhadap waktu.....	8
Gambar 2.3 Response Tegangan terhadap waktu.....	9
Gambar 2.4 Kurva RC time constant.....	10
Gambar 2.5 LED dengan resistor seri.....	11
Gambar 2.6 Simbol Triac.....	12
Gambar 2.7 Karakteristik Tegangan dan Arus Triac.....	12
Gambar 2.8 Rangkaian Pengganti Triac.....	13
Gambar 2.9 Gerbang AND dengan dua masukan.....	14
Gambar 2.10 Gerbang AND yang memiliki tiga masukan.....	15
Gambar 2.11 Gerbang OR yang memiliki dua dan tiga buah masukan.....	16
Gambar 2.12 Gerbang NOT.....	17
Gambar 2.13 Gerbang NAND yang memiliki dua dan tiga buah masukan.....	18
Gambar 2.14 Gerbang NOR yang memiliki dua dan tiga masukan.....	20
Gambar 2.15 Rangkaian flip-flop.....	21
Gambar 2.16 RS flip-flop.....	22
Gambar 2.17 RS flip-flop menggunakan gerbang NAND.....	23
Gambar 2.18 Rangkaian D flip-flop.....	25
Gambar 2.19 Simbol JK flip-flop.....	26
Gambar 2.20 Rangkaian dasar JK flip-flop.....	28

Gambar 2.21	Rangkaian dasar 4 bit binary counter.....	29
Gambar 2.22	Diagram logika dari suatu register geser 4-bit beban seri.....	32
Gambar 2.23	Diagram logika register geser 4-bit beban paralel.....	33
Gambar 3.1	Blok diagram rancangan.....	35
Gambar 3.2	Rangkaian keseluruhan rancangan.....	36
Gambar 3.3	Rangkaian sensor.....	38
Gambar 3.4	Rangkaian pemroses.....	39
Gambar 3.5	Rangkaian penampil.....	42
Gambar 4.1	Pengukuran gelombang frekuensi pada IC 555.....	46
Gambar 4.2	Pengukuran output digital pada IC 74LS193.....	47
Gambar 4.3	Pengukuran output pada IC Pararel Serial 4021.....	49
Gambar 4.4	Pengukuran output pada IC Serial Pararel 4094.....	50
Gambar 4.5	Pengukuran output pada Triac.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bandar Udara Soekarno Hatta sebagai Bandar Udara terbesar di Indonesia merupakan pusat lalu lintas penerbangan baik penerbangan dalam negeri maupun penerbangan luar negeri. Disamping itu fungsi Bandar Udara sebagai pelayanan publik menuntut pengelola Bandar Udara untuk dapat memberikan pelayanan secara optimal kepada para pengguna jasa Bandar Udara yang meliputi penumpang, perusahaan penerbangan dan pihak terkait lainnya.

Bandar udara Soekarno Hatta saat ini dikelola oleh PT.Angkasa Pura II. Pengolahan oleh PT.Angkasa Pura II ini meliputi ATS (Air Traffic Service) seperti lepas landas pesawat udara, pendaratan pesawat udara dan pelayanan terminal Bandar Udara untuk keberangkatan dan kedatangan penumpang pesawat udara.

Terminal Bandar Udara Soekarno Hatta terdiri dari dua bagian terminal yaitu terminal I untuk penerbangan dalam negeri (domestik) dan terminal II untuk penerbangan luar negeri (Internasional). Untuk setiap bagian terminal terdiri dari tiga sub bagian terminal. Terminal I misalnya, terdiri dari terminal A, terminal B dan terminal C sedangkan untuk terminal II terdiri dari terminal D, terminal E dan terminal F. Pada setiap sub bagian terminal ini mempunyai beberapa area antara lain area keberangkatan, area kedatangan dan area ruang tunggu.

Fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh PT. Angkasa Pura II untuk memberikan rasa keamanan dan kenyamanan kepada pengguna jasa Bandar Udara di tiap-tiap sub bagian terminal antara lain TCS (Technical Control Section), lampu penerangan, peralatan X-Ray dan FIDS (Flight Information Data System).

TCS adalah suatu pusat alat kontrol yang berfungsi untuk mengontrol kerja sebagian modul-modul listrik yang berada diruang peralatan listrik. Modul-modul listrik ini berfungsi untuk mendistribusikan kelistrikan diseluruh sub bagian terminal Bandar Udara yang pengoperasiannya dilakukan oleh petugas TIS (Terminal Inspection). Petugas TIS ini bertugas untuk menghidupkan dan mematikan modul-modul listrik yang dikontrol dari ruang TCS, sehingga petugas teknik listrik tidak perlu lagi menghidupkan atau mematikan modul-modul listrik dari ruang peralatan listrik. Sedangkan untuk peralatan TCS itu sendiri ditangani oleh petugas teknik elektronika Bandar Udara Soekarno Hatta.

Cara kerja TCS adalah setiap tombol yang ada diperalatan TCS digunakan untuk mengontrol satu atau lebih modul listrik dan setiap tombol peralatan TCS tersebut mewakili suatu lokasi dimana lampu penerangan harus dihidupkan atau dimatikan. Semakin banyak tombol peralatan TCS yang dioperasikan, maka semakin banyak pula kabel yang digunakan sebagai media penghubung antara peralatan TCS dengan modul-modul listrik.

Permasalahan yang sering terjadi adalah tidak berfungsinya peralatan TCS dikarenakan putusnya kabel yang menghubungkan antara peralatan TCS dengan modul listrik. Oleh sebab itu para teknisi mengalami kesulitan dalam melacak kabel

yang putus karena kurangnya data pengkabelan dan terbatasnya petugas teknik elektronika yang menangani peralatan tersebut. Untuk itu diperlukan suatu alat yang berfungsi untuk mengurangi data pengkabelan, sehingga pada tugas akhir ini dirancang suatu alat atau modul listrik yang berfungsi sebagai pengganti alat TCS (Technical Control Station).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, maka permasalahan yang muncul ini sehubungan dengan judul yang dibuat penulis dalam penulisan tugas akhir yaitu :

1. Apakah dapat dibuat peralatan TCS dengan jumlah kabel penghubung yang tidak banyak.
2. Bagaimanakah rancang bangun peralatan TCS tersebut
3. Bagaimanakah prinsip kerja rancangan tersebut
4. Komponen apa sajakah yang digunakan untuk merealisasikan rancangan tersebut

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian pada identifikasi masalah, akan dibahas rancang bangun peralatan kontrol modul listrik di Terminal Bandar Udara Soekarno Hatta. Rancangan alat ini disertai dengan indikator yang berfungsi memberi petunjuk bahwa peralatan TCS diruang listrik bekerja dengan baik.

1.4 Tujuan Penulisan

Sesuai dengan judul, pada tugas akhir ini dirancang suatu alat yang bertujuan untuk memberikan suatu alternatif pemecahan masalah secara ilmiah dan sistematis terhadap masalah yang terjadi di lingkungan PT.Angkasa Pura II khususnya petugas teknik elektronika Bandar Udara Soekarno Hatta.

1.5 Metodologi Penulisan

Penulisan dilaksanakan berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka, yaitu mempelajari teori dari sistem TCS yang ada di Bandar Udara Soekarno Hatta.
2. Studi Lapangan, yaitu melakukan peninjauan dan pengamatan untuk mengambil data dari sistem TCS itu sendiri yang ada di Bandar Udara Soekarno Hatta.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis akan menguraikan tentang latar belakang, permasalahan, perumusan masalah, tujuan penulisan, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini penulis akan menguraikan teori-teori yang meliputi : dioda, transistor, gerbang logika dan system peralatan TCS.

BAB III : PEMBAHASAN RANCANGAN

Pada bab ini penulis akan menjelaskan uraian alat yang penulis rancang berdasarkan teori-teori dan kondisi yang ada di lapangan.

BAB IV : PELAKSANAAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada bab ini penulis akan menguraikan lokasi dan instrumen penelitian, cara pengujian rancangan dan hasil penelitian serta analisis hasil peneliti.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan kesimpulan dan penutup dari keseluruhan isi tugas akhir yang penulis susun.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Modul Listrik

Modul listrik adalah peralatan yang berfungsi mendistribusikan aliran listrik dari main power ke peralatan-peralatan yang membutuhkan aliran listrik, seperti lampu penerangan, peralatan elektronika dan peralatan lainnya. Karena banyaknya peralatan yang membutuhkan aliran listrik maka dibutuhkan banyak modul listrik agar peralatan dapat berfungsi dengan baik.

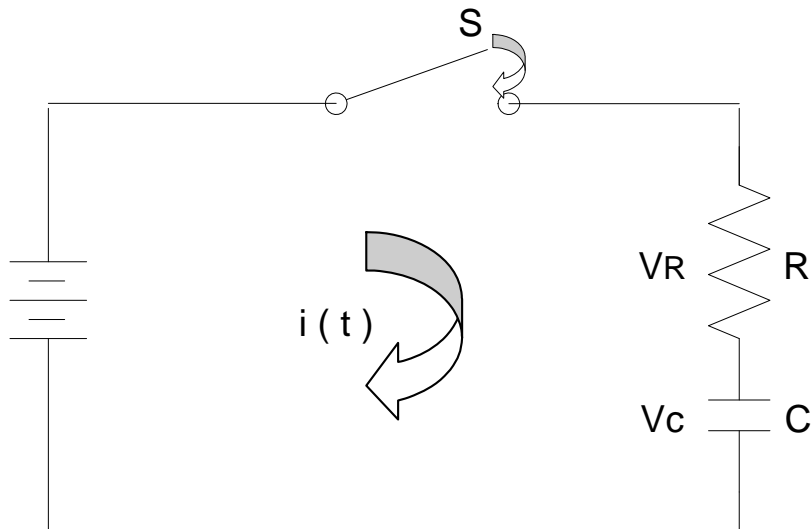
Dengan banyaknya modul listrik maka dapat dimungkinkan untuk menghidupkan dan mematikan modul listrik secara langsung. Untuk itu diperlukan suatu sistem kontrol yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan modul listrik dari suatu ruangan sebagai pusat kontrol. Oleh sebab itu pada tiap modul listrik terdapat kontaktor sebagai obyek yang dikontrol.

Modul-modul listrik ini terdapat di beberapa ruang modul listrik dan banyaknya modul listrik pada tiap-tiap ruangan bergantung pada kebutuhan daya listrik di area tersebut.

2.2 RC Time constant

RC time konstan adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengisian muatan kondensator jika kondensator tersebut dihubungkan dengan sumber arus searah.

Rangkaian RC time constant ini terdiri dari kondensator, resistor dan sumber arus searah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Rangkaian RC time constant

Perhitungan untuk mencari respon arus adalah sebagai berikut :

$$V = R i(t) + V_c$$

$$V = R i(t) + 1/C \int i dt$$

$$V/S = R I(S) + I/CS \cdot I(S)$$

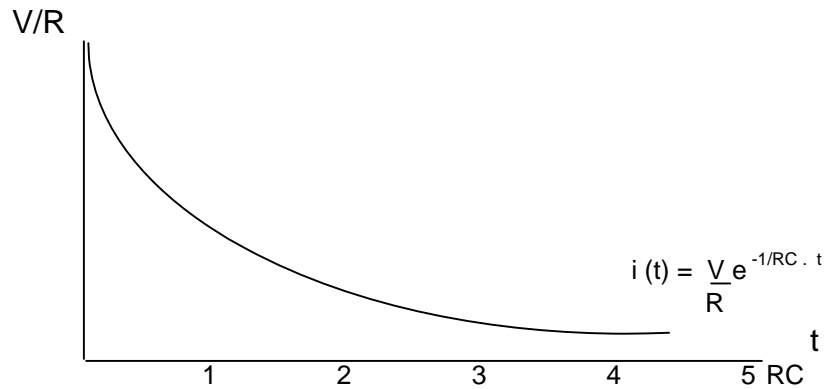
$$V/S = I(S) \cdot [R + I/CS]$$

$$I(S) = V/ S(R+1/CS)$$

$$I(S) = V/ RS(1+1/RCS)$$

$$I(S) = V/R / S+1/RC$$

$$i(t) = V/R \cdot e^{-1/RCt}$$



Gambar 2.2 Response Arus terhadap waktu

Sedangkan perhitungan untuk mencari respon tegangan adalah sebagai berikut :

$$V_c = 1/C \int I(t) dt$$

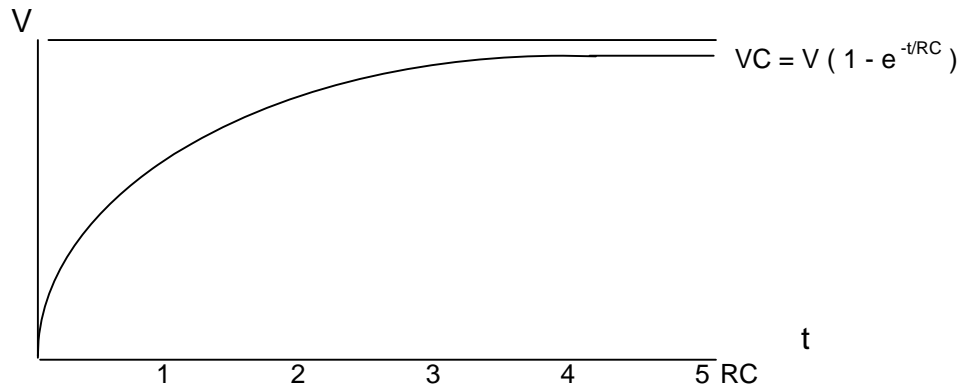
$$V_c = 1/C \int V/R e^{-t/RC}$$

$$V_c = V/RC \cdot (-1/1/RC e^{-t/RC})$$

$$V_c = -V (e^{-t/RC} - e^0)$$

$$V_c = V (e^0 - e^{-t/RC})$$

$$V_c = V (1 - e^{-t/RC})$$



Gambar 2.3 Respon Tegangan terhadap waktu

Pada saat sakelar ditutup, arus rangkaian mengalir sehingga kondensator mulai terisi muatan. RC time constant ini ditentukan oleh nilai kondensator dan resistor, yang dirumuskan sebagai berikut :

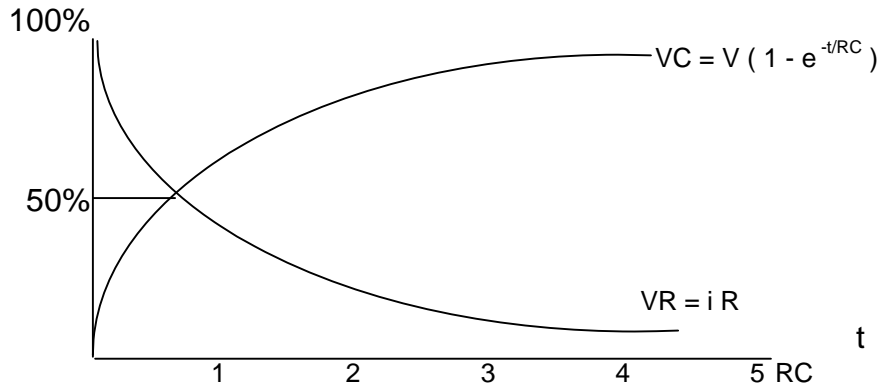
$$RC \text{ time constant} = R \cdot C$$

Sedangkan untuk membuat kondensator terisi muatan penuh dibutuhkan waktu lima kali RC time constant yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Waktu yang dibutuhkan untuk kondensator terisi penuh} = 5 \cdot R \cdot C$$

Pada saat sakelar dibuka, kondensator yang terisi penuh akan membuang muatannya lewat resistor (R) dan pembuangannya tersebut tidaklah seketika membuat kondensator netral, melainkan membutuhkan waktu yang sama dengan waktu yang dibutuhkan saat kondensator terisi penuh.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.4 Kurva RC time constant

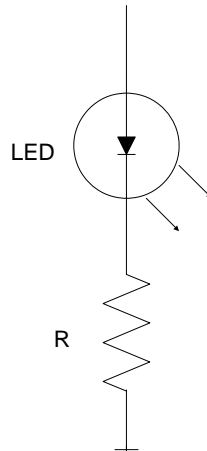
2.3 Komponen Aktif

2.3.1 LED

Dalam uraian ini akan dibahas tentang LED. LED singkatan dari Light Emitting Diode yaitu dioda yang dapat memancarkan cahaya. Dalam sinyal digital LED digunakan sebagai indicator logika, yaitu jika LED menyala mengindikasikan logika 1 dan sebaliknya LED mati mengindikasikan logika 0. Sebagaimana dioda penyearah, jika LED mendapatkan forward bias maka akan mengalir arus dalam rangkaian sehingga LED menyala.

Sebaliknya logika 0 diindikasikan oleh LED padam, jika LED mendapatkan reverse bias maka tidak ada arus mengalir dalam rangkaian sehingga LED tidak menyala (padam).

Intensitas cahaya yang dihasilkan oleh LED yang sedang menyala tergantung dari besar kecilnya arus yang mengalir pada LED tersebut. Oleh sebab itu diperlukan resistor yang dihubungkan seri, seperti tampak pada gambar berikut.

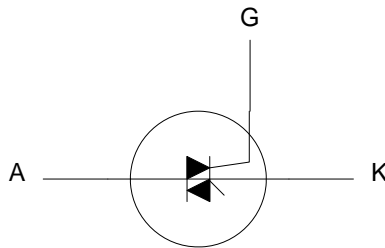


Gambar 2.5 LED dengan resistor seri

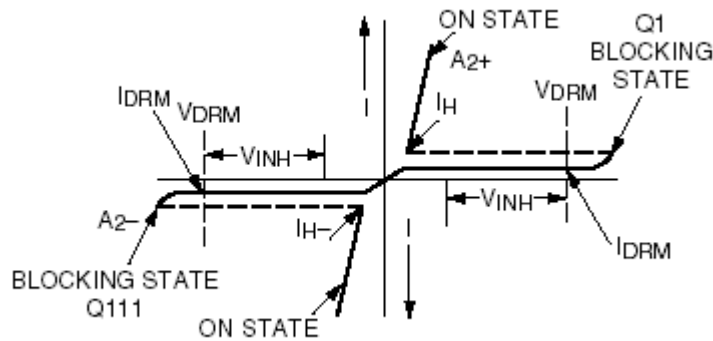
Pada prakteknya, tegangan yang jatuh pada LED berkisar antara 1 Volt sampai dengan 2 Volt. Artinya LED mulai menyala jika tegangan jatuh padanya sebesar 1 Volt dan LED akan rusak jika tegangan jatuh padanya lebih dari 2 Volt. Oleh sebab itu nilai resistor seri yang dipasang diatur sehingga tegangan jatuh pada LED berada pada daerah kerjanya. Berdasarkan kondisi yang ada dipasaran, warna cahaya yang dihasilkan oleh LED bervariasi yang meliputi warna merah, kuning, hijau, biru dan LED tanpa warna cahaya (infra merah).

2.3.2 Triac

Triac adalah kependekan dari Trioda Alternating Current Switch atau saklar trioda untuk arus bolak-balik. Elektroda triac terdiri atas tiga kaki yaitu anoda (A), katoda (K) dan gate (G). Gambar dibawah ini adalah symbol triac.

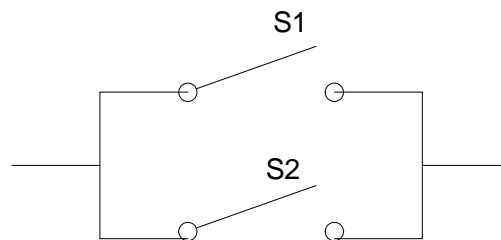


Gambar 2.6 Simbol Triac



Gambar 2.7 Karakteristik Tegangan dan arus Triac

Triac terdiri dari dua buah SCR yang disusun secara anti parallel. Apabila anoda (A) diberi forward bias maka sakelar S1 menutup (ON) dan sebaliknya jika anoda (A) diberi reverse bias, menyebabkan sakelar S2 tertutup (ON). Untuk lebih jelasnya, cara kerja triac dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.8 Rangkaian Pengganti Triac

2.4 Teori Digital

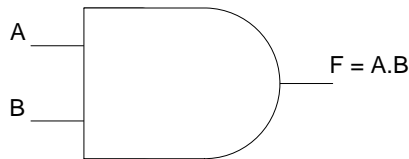
2.4.1 Gerbang Logika

Gerbang logika merupakan dasar pembentuk system digital. Gerbang logika beroperasi dengan bilangan biner (logika 0 dan logika 1). Tegangan yang digunakan dalam gerbang logika adalah tegangan tinggi (logika 1) dan tegangan rendah (logika 0). Harus diingat bahwa gerbang logika merupakan rangkaian elektronika. Rangkaian ini hanya tanggap terhadap tegangan tinggi dan tegangan rendah.

Semua system digital hanya disusun menggunakan tiga logika dasar. Gerbang-gerbang dasar ini disebut gerbang AND, gerbang OR dan gerbang NOT.

2.4.1.1 Gerbang AND

Gerbang AND merupakan suatu rangkaian logika yang memiliki logika semua masuknya berlogika 1. Pada umumnya, gerbang AND mempunyai dua atau lebih masukan dan hanya memiliki satu keluaran.

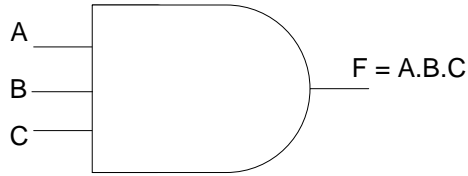


Gambar 2.9 Gambar gerbang AND dengan dua masukan

Dengan memberikan dua masukan A dan B, akan didapatkan empat kemungkinan kombinasi variabel masukan sebagai berikut :

Tabel 2.1. Tabel kebenaran gerbang AND yang memiliki dua masukan

MASUKAN		KELUARAN
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Gambar 2.10 Gerbang AND yang memiliki tiga masukan

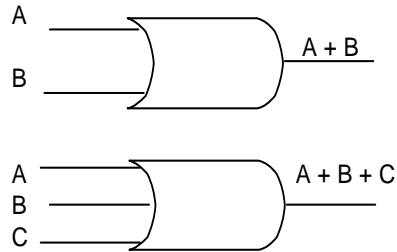
Dalam kondisi lain, dengan memberikan tiga buah masukan A, B dan C, akan didapatkan delapan kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tabel kebenaran gerbang AND yang memiliki tiga masukan

MASUKAN			KELUARAN
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

2.4.1.2 Gerbang OR

Berbeda dengan gerbang AND, gerbang OR merupakan suatu rangkaian logika yang memiliki keluaran logika 1 jika salah satu atau lebih masukannya berlogika 1. Pada umumnya, gerbang OR memiliki dua atau lebih masukan dan hanya memiliki satu keluaran.



Gambar 2.11 Gerbang OR yang memiliki dua dan tiga buah masukan

Dengan memberikan dua buah masukan A dan B, akan didapatkan empat kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.3 Tabel kebenaran gerbang OR yang memiliki dua masukan

MASUKAN		KELUARAN
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

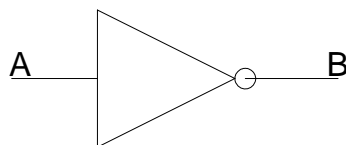
Dengan memberikan tiga buah masukan A, B dan C akan didapatkan delapan kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.4 Tabel kebenaran gerbang OR yang memiliki tiga masukan

MASUKAN			KELUARAN
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

2.4.1.3 Gerbang NOT

Gerbang NOT hanya memiliki satu masukan dan satu keluaran. Kondisi logika keluaran gerbang ini selalu berlawanan dengan kondisi logika masukannya. Jika masukannya berlogika 0 maka keluarannya berlogika 1. Sebaliknya jika masukan berlogika 1 maka keluarannya berlogika 0. Dengan demikian gerbang NOT disebut juga gerbang pembalik atau INVERTER.



Gambar 2.12 Gerbang NOT

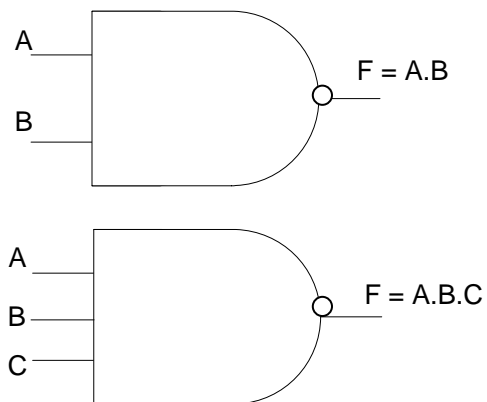
Tabel kebenaran gerbang NOT tampak pada table 2.5 berikut ini :

Tabel 2.5 Tabel kebenaran gerbang NOT

MASUKAN	KELUARAN
A	B
0	1
1	0

2.4.1.4 Gerbang NAND

Gerbang NAND merupakan suatu rangkaian logika yang memiliki keluaran logika 0 jika semua masukannya berlogika 1. Pada umumnya, gerbang NAND memiliki dua atau lebih masukan dan hanya memiliki satu keluaran.



Gambar 2.13 Gerbang NAND yang memiliki dua dan tiga buah masukan

Dengan memberikan dua buah masukan A dan B, akan didapatkan empat kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut.

Tabel 2.6 Tabel kebenaran gerbang NAND yang memiliki dua masukan

MASUKAN		KELUARAN
A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

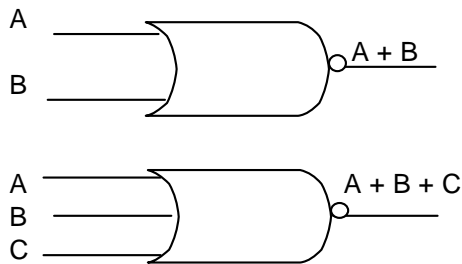
Dalam kondisi lain, dengan memberikan tiga buah masukan A, B dan C akan didapatkan delapan kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.7 Tabel kebenaran gerbang NAND yang memiliki tiga masukan

MASUKAN			KELUARAN
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

2.4.1.5 Gerbang NOR

Gerbang NOR merupakan suatu rangkaian logika yang memiliki keluaran logika 1 jika seluruh masukannya berlogika 0. Pada umumnya, gerbang OR memiliki dua atau lebih masukan dan hanya memiliki satu keluaran.



Gambar 2.14 Gerbang NOR yang memiliki dua dan tiga masukan

Dengan memberikan dua buah masukan A dan B, akan didapatkan empat kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.8 Tabel kebenaran gerbang NOR yang memiliki dua masukan

MASUKAN		KELUARAN
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

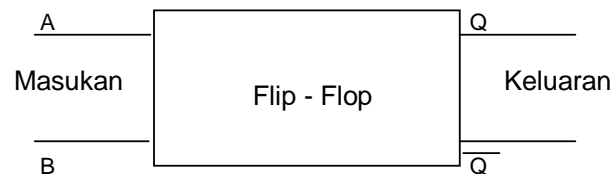
Dengan memberikan tiga buah masukan A,B dan C akan didapatkan delapan kemungkinan kombinasi variable masukan sebagai berikut :

Tabel 2.9 Tabel kebenaran gerbang NOR yang memiliki tiga masukan

MASUKAN			KELUARAN
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

2.4.2 Flip-Flop

Secara umum rangkaian flip-flop dapat digambarkan seperti tampak pada gambar berikut ini.



Gambar 2.15 Rangkaian flip-flop

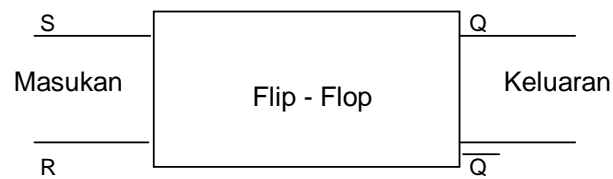
Tampak pada gambar berikut, rangkaian flip-flop memiliki dua buah keluaran yang diberi tanda Q dan Qbar, dimana kedua keluaran dalam kondisi yang selalu berlawanan. Jika Q dalam kondisi logika 1 maka Qbar dalam kondisi logika 0. Sebaliknya, jika Q dalam kondisi 0 maka Qbar dalam kondisi 1.

Terdapat beberapa jenis rangkaian flip-flop diantaranya : RS flip-flop, D flip-flop dan JK flip-flop. Selanjutnya akan diuraikan masing-masing flip-flop tersebut.

2.4.2.1 RS Flip-Flop

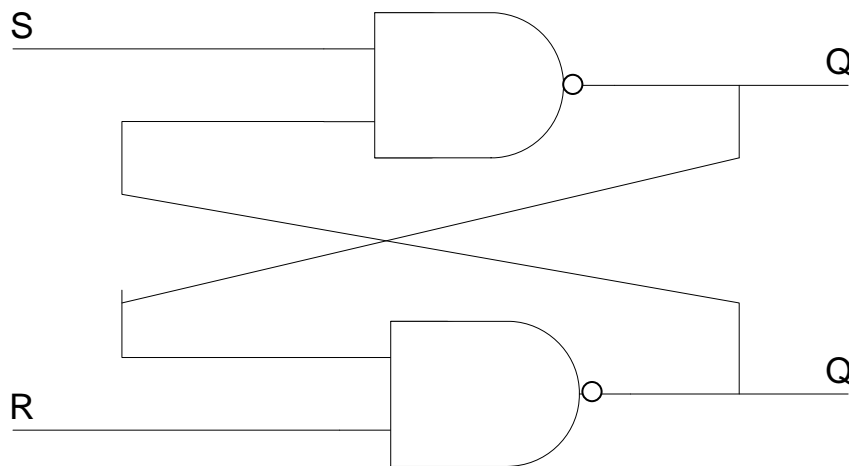
Rangkaian RS flip-flop ini memiliki dua buah masukan yang diberi tanda S (set) dan R (reset) serta memiliki dua buah keluaran yang diberi tanda Q dan Qbar.

Rangkaian RS flip-flop ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.16 RS flip-flop

Rangkaian dasar dari RS flip-flop dapat dibentuk dari gerbang NAND dan gerbang NOR.



Gambar 2.17 RS flip-flop menggunakan gerbang NAND

Berdasarkan kedua rangkaian diatas dapat dibuat table kebenaran dari flip-flop sebagai berikut :

○

Tabel 2.10 Tabel Kebenaran RS flip-flop

MASUKAN		KELUARAN	
S	R	Q	\overline{Q}
0	0	Tak Berubah	Tak Berubah
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Tak dapat ditentukan	Tak dapat ditentukan

Dari keempat kondisi masukan dapat dijelaskan masing-masing kondisi sebagai berikut :

- Jika kedua masukan S dan R diberi masukan 0, tidak merubah kondisi keluaran yang ada. Dengan kata lain RS flip-flop tidak diberikan masukan
- Jika S diberikan masukan logika 1 dan R diberikan masukan logika 0 akan menghasilkan keluaran Q dalam kondisi logika 1 dan keluaran Q dalam kondisi logika 0.
- Jika masukan S diberikan logika 0 dan masukan R diberikan logika 1 akan menghasilkan keluaran Q dalam kondisi logika 0 dan keluaran Q dalam kondisi logika 1.
- Jika kedua masukan S dan R diberikan logika 1, maka keadaan logika keluaran Q dan Qbar tidak dapat ditentukan 1 ataupun 0.

Dapat diambil kesimpulan disini bahwa jika dilihat dari kondisi logika keluaran Q dan Qbar maka :

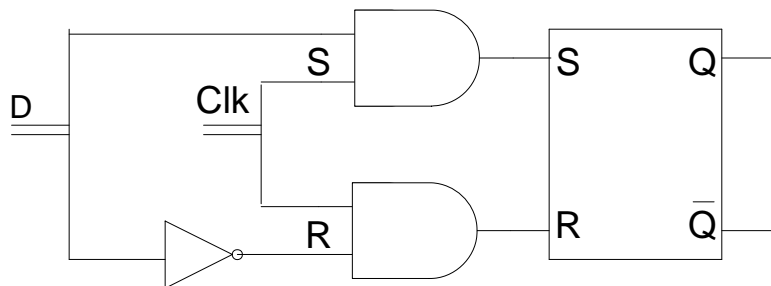
- Keluaran Q dalam kondisi logika 1 dan Qr dalam kondisi logika 0 disebut Set
- Keluaran Q dalam kondisi logika 0 dan Q dalam kondisi logika 1 disebut Reset.

Jika keluaran hanya diambil dari Q saja maka Set adalah membuat kondisi keluaran menjadi 1 dan Reset adalah membuat kondisi keluaran menjadi 0.

2.4.2.2 D Flip-Flop

D Flip-flop dikembangkan untuk mengatasi kekurangan yang ada pada RS flip-flop yaitu pada saat kondisi kedua masukan R dan S sama-sama logika 1 ataupun sama-sama logika 0. Dengan rangkaian seperti pada gambar dibawah ini, didapatkan kerja rangkaian dimana keluaran Q akan sama dengan masukan D jika diberikan masukan clock sesaat. Setelah kondisi tersebut dicapai pemberian masukan clock berikutnya tidak mempengaruhi kondisi keluaran Q.

Dapat dikatakan disini, apa yang ada pada masukan D akan dihasilkan pada keluaran jika diberikan masukan clock. Oleh karena itu D flip-flop seperti kerja memindahkan data yang ada pada kaki masukan D. Tepat kiranya flip-flop ini disebut D flip-flop atau data flip-flop.



Gambar 2.18 Rangkaian D flip-flop

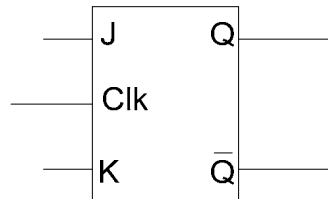
Sedangkan mengenai tabel kebenaran dari D flip-flop dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.11 Tabel Kebenaran D Flip-Flop

D	R	S	Q	Q
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
X	0	0	Q	Q
X	1	0	0	1
X	0	1	1	0
X	1	1	1	1

2.4.2.3 JK Flip-Flop

JK flip-flop merupakan rangkaian flip-flop yang digunakan sebagai dasar pembentukan rangkaian pencacah. Simbol flip-flop tampak pada gambar berikut ini :



Gambar 2.19 Simbol JK flip-flop

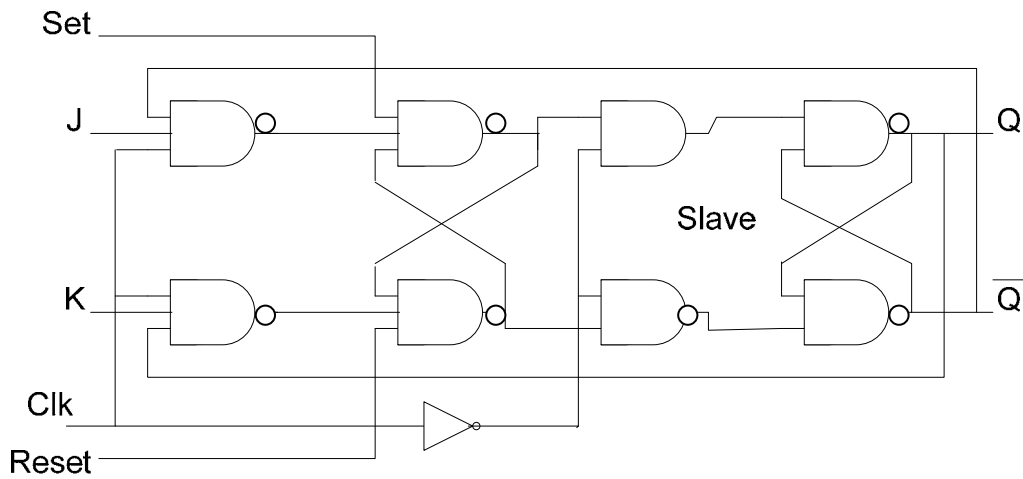
Sedangkan mengenai tabel kebenaran dari JK flip-flop dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.12 Tabel Kebenaran J-K Flip-Flop

J	K	Q	Q
0	0	No Change	No Change
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Toggle	Toggle

Rangkaian JK flip-flop ini dibentuk oleh dua buah clock RS flip-flop yang dihubungkan menjadi satu rangkaian, dimana flip-flop pertama sebagai master dan flip-flop kedua sebagai slave. Dari susunan kedua flip-flop ini, sifat slave selalu mengikuti sifat masternya. Kedua keluaran dari master flip-flop menjadi masukan bagi slave flip-flop. Sedangkan keluaran slave flip-flop diumpan balikkan sebagai masukan dari master flip-flop.

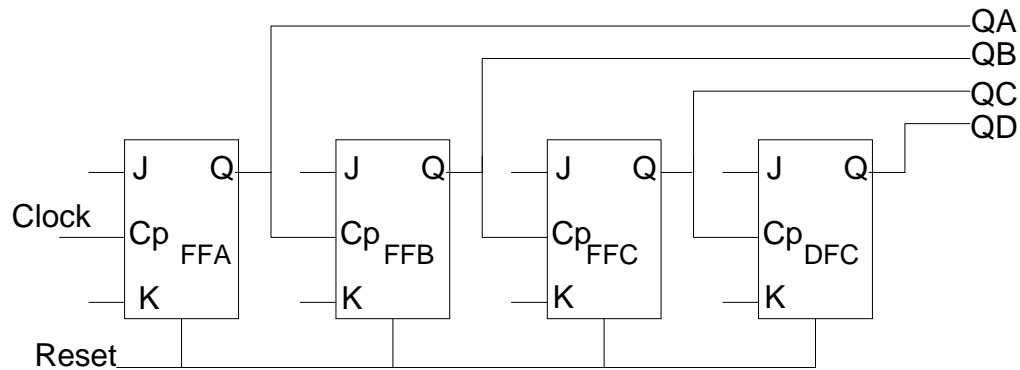
Rangkaian dari JK flip-flop yang dibentuk oleh dua buah clock RS flip-flop dapat dilihat pada gambar 2.20



Gambar 2.20 Rangkaian dasar JK flip-flop

2.4.3 Pencacah

Pencacah atau counter adalah rangkaian logika sekuensial yang dapat dipergunakan untuk menghitung jumlah pulsa yang masuk, yang dinyatakan dalam bilangan biner. Sebagai rangkaian yang dapat menghitung pulsa yang masuk, dalam operasinya, hitungannya diawali dari angka yang terkecil menuju ke angka yang besar (hitungan naik) yang disebut Up Counter. Sedangkan hitungan yang diawali dari angka terbesar menuju ke angka kecil (hitungan turun) disebut Down Counter.



Gambar 2.21 Rangkaian dasar 4 Bit Binary Counter

Beberapa jenis pencacah yang sering digunakan diantaranya : 4 Bit Binary Counter dan Decode Counter. Empat bit binary counter dibentuk oleh empat buah JK flip-flop seperti tampak pada gambar diatas.

Tampak pada gambar tersebut, keluaran flip-flop A dihubungkan ke masukan flip-flop B. Demikian pula keluaran flip-flop B dan C berturut-turut diberikan pada masukan flip-flop C dan D. Kaki masukan flip-flop A dihubungkan ke sumber pulsa.

Mula-mula keempat keluaran dalam kondisi 0000. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan masukan logika 0 pada kaki reset. Pada saat pulsa pertama datang dan berubah dari kondisi logika 1 ke logika 0 mengakibatkan keluaran QA berubah dari logika 0 ke logika 1. Keluaran QB masih tetap logika 0 karena sinyal yang masuk pada flip-flop B ini merupakan keluaran QA yang berada dalam kondisi logika 0 ke logika 1. Flip-flop C dan D juga tidak terjadi perubahan. Dengan demikian kondisi keluaran menjadi 0001 (DCBA). Jadi sesudah masukan pulsa pertama diberikan mengakibatkan keluaran dalam kondisi biner 0001 (DCBA).

Pada saat pulsa kedua datang, keluaran QA berubah dari logika 1 menjadi logika 0 yang membuat keluaran flip-flop B (QB) berubah dari kondisi logika 0 ke logika 1. Hal ini tidak mengakibatkan perubahan pada flip-flop C dan D. Jadi sesudah masukan pulsa kedua diberikan, mengakibatkan keluaran dalam kondisi biner 0010. Demikian pula jika pulsa ketiga diberikan, tentunya akan mengakibatkan keluarannya menjadi 0011. Demikian seterusnya, hingga pulsa ke-15 diberikan, maka keluarannya menjadi 1111 dan saat pulsa ke-16 diberikan keluaran kembali ke hitungan semula yaitu 0000.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diambil suatu pemahaman bahwa jika empat buah flip-flop disusun sehingga membentuk seperti gambar tersebut diatas, keluaran yang dapat dihasilkan berkisar antara hitungan 0 (0000) sampai dengan hitungan 15 (1111). Telah disebutkan bahwa pencacah dapat dikelompokkan menjadi Up counter dan Down Counter. Rangkaian diatas merupakan rangkaian Up Counter karena hitungan yang dilakukan berubah dari angka kecil ke angka yang besar (naik).

Untuk membentuk rangkaian Down Counter, keluaran Q dari flip-flop sebelumnya dihubungkan ke masukan flip-flop berikutnya. Dengan demikian keluaran Down Counter akan tampak berubah mulai dari 111, 1110, 1101 sampai dengan akhirnya menjadi 0000.

Dengan menyusun rangkaian pencacah ini sedemikian rupa, dapat dibentuk rangkaian yang mampu menghasilkan keluaran yang berubah dari 0 (0000) sampai dengan hitungan 10 (1010) atau sebaliknya. Rangkaian yang demikian ini dinamakan Dekade Counter.

2.4.3 Register Geser

Register geser merupakan salah satu piranti fungsional yang paling banyak digunakan di dalam sistem digital. Register geser dikelompokkan sebagai urutan rangkaian logika dan oleh karena itu register geser disusun dari flip-flop. Register geser digunakan sebagai memori sementara dan untuk penggeseran data ke kiri atau ke kanan. Register geser juga digunakan untuk mengubah data seri ke parallel atau data parallel ke seri.

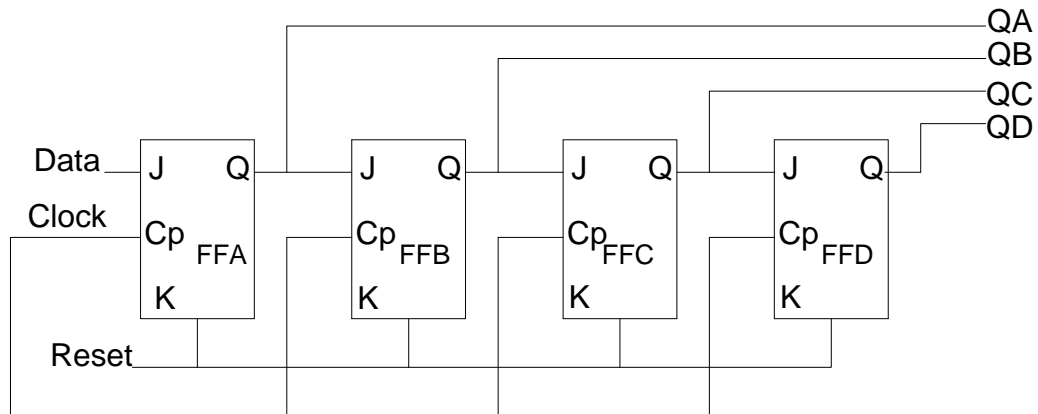
Suatu metode pengidentifikasian register geser adalah bagaimana data dimuat dan dibaca dari unit penyimpanan. Sesuai dengan fungsinya, register geser di klasifikasikan menjadi empat yaitu :

- Masukan dan keluaran seri
- Masukan seri, keluaran parallel
- Masukan parallel, keluaran seri
- Masukan dan keluaran parallel

2.4.4.1 Register Geser Beban Seri

Register geser beban seri adalah register geser yang mendapat masukan seri.

Suatu register geser 4-bit sederhana, ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



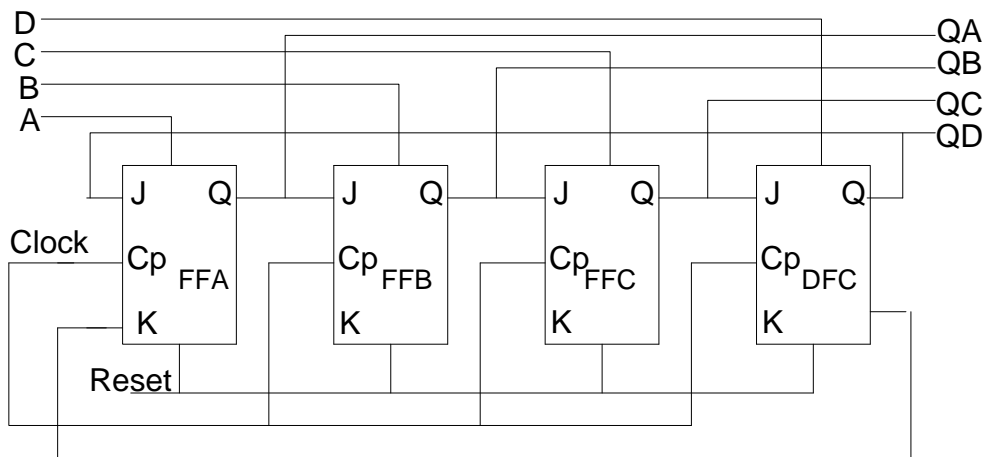
Gambar 2.22 Diagram logika dari suatu register geser 4-bit beban seri

Rangkaian ini terdiri atas empat flip-flop D. Masukan data logika 0 dan 1) dimasukan ke dalam masukan D dari FF1. Masukan CLR akan mereset semua flip-flop ke logika 0, bila masukan tersebut diaktifkan oleh suatu level rendah. Pulsa pada masukan detak akan menggeser data dari masukan data seri ke Q dari FF1. Indikator (A, B, C, D) pada bagian atas gambar menunjukkan isi dari masing-masing flip-flop atau isi dari register.

Apabila dimasukan logika 1 pada masukan CLR dan masukan data, kemudian diberikan satu pulsa pada masukan detak, maka keluaran akan menunjukkan kombinasi logika 1000 (A = 1, B = 0, C = 0, D = 0). Apabila dimasukan lagi logika 0 pada masukan data dan diberikan pulsa pada masukan detak untuk kedua kali, maka keluaran akan menunjukkan kombinasi logika 0100. Sesudah pulsa yang ketiga, keluaran menunjukkan kombinasi logika 0010 dan sesudah pulsa yang keempat, keluaran menunjukkan kombinasi logika 0001. Kombinasi logika 0001 telah dibebankan pada register tersebut, maka hal ini disebut pembebanan seri.

2.4.4.2 Kelemahan Register Geser Beban Parallel

Kelemahan register geser beban seri adalah bahwa untuk membebani register tersebut diperlukan banyak pulsa detak. Suatu register geser beban parallel membebani semua bit informasi dengan segera. Salah satu register geser beban parallel 4-bit yang sederhana digambarkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.23 Diagram logika Register geser 4-bit beban parallel

Rangkaian ini menggunakan empat flip-flop JK dengan kedua masukan CLR dan PS untuk masing-masing flip-flop JK. Masukan di sebelah kiri gambar adalah masukan clear, detak dan empat data parallel. Indikator keluaran dibagian atas gambar menunjukkan keadaan keluaran Q dari masing-masing flip-flop. Masukan CLR dan PS adalah masukan rendah aktif. Masukan-masukan tersebut juga merupakan masukan asinkron yang menolak semua masukan lainnya.

Masukan clear akan mereset semua flip-flop menjadi kombinasi logika 0000. Bila masukan tersebut diaktifkan oleh suatu level rendah. Pada saat masukan data parallel A dan B diaktifkan, bila masukan menjadi asinkron maka keluaran dari FF1 dan FF2 segera menjadi tinggi sehingga register dibebani dengan kombinasi logika 1100. Pada pulsa detak 1, dua buah logika 1 bergeser satu posisi ke kanan sehingga sesudah pulsa detak 1 hasil keluaran menjadi kombinasi logika 0110.

Pada jumlah detak 2, terjadi pergeseran ke kanan yang lain sehingga keluaran dari flip-flop JK menjadi kombinasi logika 0011. Untuk pulsa detak 3 dan pulsa detak 4, proses pergeseran data sama dengan pulsa detak 1 dan pulsa detak 2 sehingga keluaran dari flip-flop JK menjadi kombinasi logika 1001 dan 1100. Kejadian ini berlangsung secara berkesinambungan selama ada masukan pulsa detak.

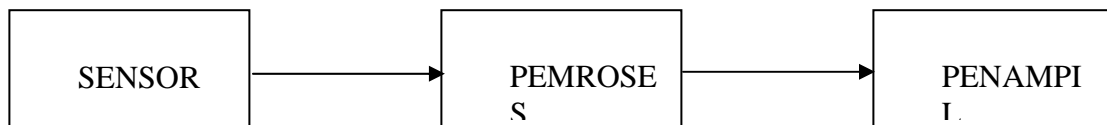
BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN RANCANGAN

Pada Bab III ini, akan dijelaskan tentang rancangan rangkaian sistem kontrol modul listrik yang meliputi fungsi dan cara kerjanya berdasarkan teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Rancangan rangkaian ini terdiri dari tiga bagian yaitu :

1. Sensor, yang dibentuk oleh sakelar dua kondisi dan indikator LED sebagai indikasi kerja sakelar.
2. Pemroses, yang dibentuk oleh rangkaian pemindah data.
3. Penampil, yaitu indikasi cahaya oleh lampu dan rangkaian kontrol *kontaktor* modul listrik.

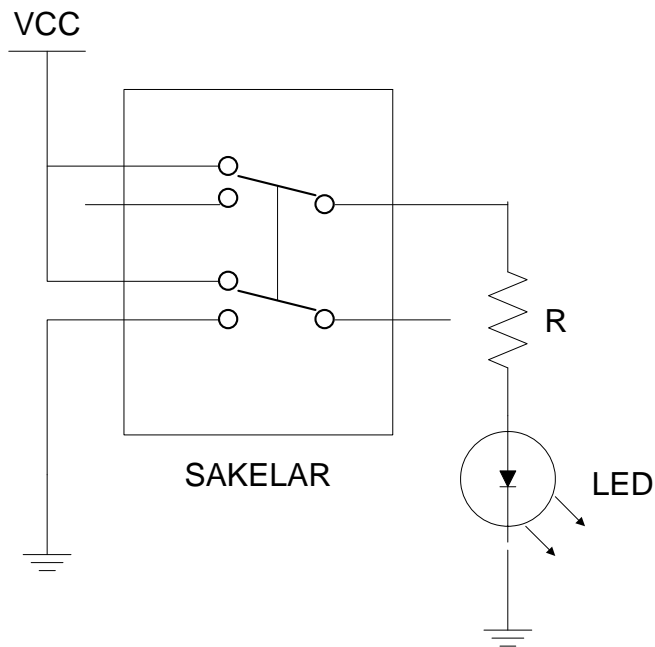
Hubungan antara bagian-bagian tersebut dapat digambarkan dalam gambar 3.1 dalam bentuk blok diagram rancangan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.1. Blok diagram rancangan.

3.1 Sensor

Bagian sensor dibentuk oleh sakelar dua kondisi dan indikator LED yang berfungsi memberikan indikasi kerja sistim kontrol di tiap-tiap sakelar. Sakelar dua kondisi berfungsi untuk memberikan adanya masukan data yang merupakan obyek yang akan dikontrol. Masukan data yang dimaksud adalah tegangan +5 Volt sebagai masukan logika 1 dan tegangan 0 Volt sebagai masukan logika 0. Rangkaian sensor dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2. Rangkaian sensor.

Pada saat tombol sakelar ditekan, kondisi kaki 1, kaki 2 dan kaki 4, kaki 5 terhubung. Terhubungnya kaki 1 dan kaki 2 mengakibatkan indikator LED mendapat *forward bias* sehingga indikator LED menyala dan terhubungnya kaki 4 dan kaki 5 mengakibatkan masukan ke pemroses mendapat logika 1. Pada saat tombol sakelar belum ditekan. Kondisi kaki 2, kaki 3 dan kaki 5, kaki 6 terhubung. Terhubungnya kaki 1 dan kaki 2 mengakibatkan indikator LED tidak mendapat *forward bias* sehingga indikator LED tidak menyala (padam) dan terhubungnya kaki 5 dan kaki 6 mengakibatkan masukan ke pemroses mendapat logika 0.

3.2 Pemroses

Bagian pemroses ini dibentuk dari beberapa IC yang mempunyai fungsi masing-masing. Bagian awal pemroses adalah *osilator* 10 KHz yang dihasilkan oleh rangkaian IC 555 yang difungsikan sebagai *multivibrator* tak stabil. Frekuensi 10 KHz ini dapat dihasilkan dengan mengatur nilai resistansi R.19, R.20 dan nilai kapasitansi C.1.

Untuk menentukan frekuensi 10 KHz yang dikehendaki, pertama-tama ditentukan nilai kapasitansi C1 sebesar 0,1 μ F. Berdasarkan rumusan pada bab II, dapat dihitung nilai resistansi R.19 dan R.20 yang diperlukan.

$$f = \frac{1,44}{(R_A + 2 R_B) C_1}$$

$$f = \frac{1,44}{(R_1 + 2 R_2) C_1}$$

Dengan menentukan nilai R19 sama dengan R20, maka :

$$f = \frac{1,44}{3RC_1}$$

$$R = \frac{1,44}{3fC_1}$$

$$R = \frac{1,44}{3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-7}}$$

$$R = \frac{1,44}{3 \cdot 10^{-3}}$$

$$R = 480 \text{ Ohm}$$

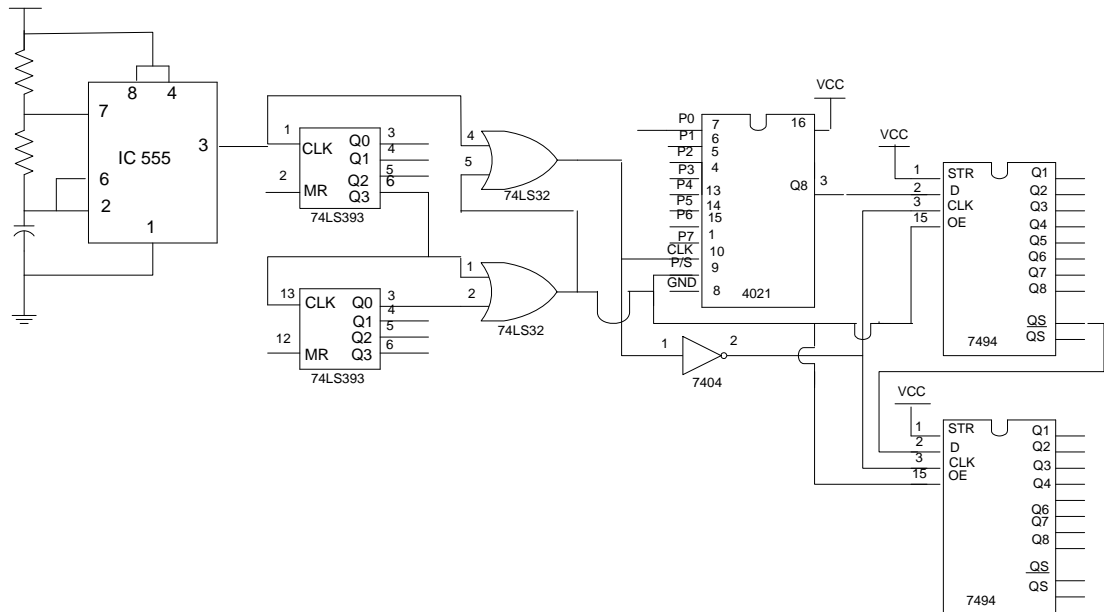
Dengan menyesuaikan resistor yang ada di pasaran bebas, maka digunakan resistor bernilai 470 Ohm.

Dari rangkaian *osilator* 10 KHz diumpankan ke IC pencacah 74LS393. IC 74LS393 ini dapat menghasilkan delapan keluaran, sedangkan digunakan lima keluaran (Q0,Q1,Q2,Q3,Q4) sehingga dapat melakukan hitungan dari hitungan ke-1 (00000) sampai dengan hitungan ke-32 (11111) secara berurutan dan berkesinambungan. Jumlah hitungan ini berdasar pada jumlah masukan yang diterima pemroses.

Karena rangkaian pengontrol mempunyai delapan masukan, maka dibutuhkan dua gerbang OR agar ketigapuluh dua hitungan dapat berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan. Pada saat hitungan ke-1 sampai dengan hitungan ke-8, keluaran gerbang OR1 *enable* karena kaki kedua gerbang OR1 mendapat masukan logika 0 dari keluaran gerbang OR2. Kondisi ini mengakibatkan IC 4021 dan dua IC 4094 mendapat masukan pulsa *oscilator* 10 KHz. Karena IC 4021 berisi rangkaian flip-flop D yang menunda masukan data satu pulsa, maka untuk menunda masukan data satu pulsa pada IC 4094, masukan pulsa *oscilator* 10KHz diumpankan ke gerbang NOT terlebih dahulu sebelum masuk ke IC4094.

Kondisi ini mengakibatkan terjadinya perpindahan masukan data dari IC 4021 yang mendapat masukan dari rangkaian sensor ke IC 4094 untuk diumpankan ke rangkaian penampil dan rangkaian pengontrol kontraktor. Perpindahan data ini dilakukan secara serial sehingga hanya diperlukan satu saluran untuk proses perpindahan data tersebut.

Pada saat hitungan ke-9 sampai dengan hitungan ke-32, keluaran gerbang OR1 *disable* karena kaki kedua gerbang OR1 mendapat masukan logika 1 dari keluaran gerbang OR2. Kondisi ini mengakibatkan IC 4021 dan dua IC 4094 selalu mendapat masukan logika 1 sehingga tidak terjadi perpindahan data. Kondisi ini berlangsung secara berurutan dan berkesinambungan. Rangkaian keseluruhan dari bagian pemroses ini dapat dilihat pada gambar 3.3. berikut ini.



Gambar 3.3. Rangkaian Pemroses.

3.3 Penampil

Sebagai alat yang berfungsi untuk mengontrol kerja panel listrik, rancangan ini dilengkapi dengan tampilan cahaya lampu untuk memberikan petunjuk bahwa suatu panel listrik dalam kondisi sedang dikontrol. Pada saat cahaya indikator LED menyala memberikan petunjuk bahwa suatu panel listrik sedang dalam kondisi dihidupkan sedangkan pada saat cahaya indikator LED tidak menyala (padam) memberikan petunjuk bahwa panel listrik dalam kondisi tidak dihidupkan.

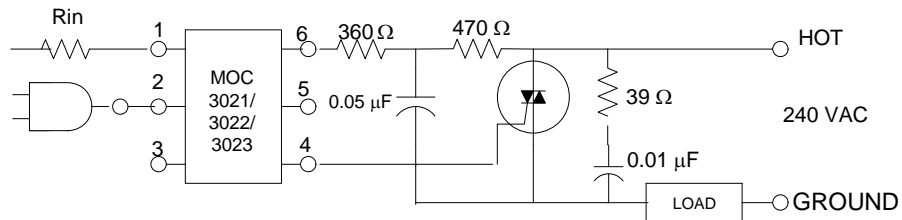
Penampil dengan cahaya lampu ini terdapat di ruang modul listrik dan di ruang kontrol TCS. Untuk cahaya lampu yang berada di ruang modul listrik, masukannya

berasal dari IC 4094 dimana IC 4094 tersebut mendapat masukan dari keluaran serial IC 4021. Sedangkan cahaya lampu yang berada di ruang kontrol TCS, masukannya berasal dari IC 4094 diman IC 4094 tersebut mendapat masukan dari keluaran serial IC 4094 yang berada di ruang modul listrik.

Guna keperluan rancangan, rangkaian penampil yang digunakan oleh penulis adalah dindikator LED. Rangkaian ini mendapat masukan logika 1 atau logika 0 dari keluaran rangkaian pemroses. Pada saat rangkaian penampil mendapat masukan logika 1, indikator LED mendapat *forward bias* sehingga indikator LED menyala. Sedangkan pada saat rangkaian penampil mendapat masukan logika 0, indikator LED tidak mendapat *forward bias* sehingga indikator LED tidak menyala (padam).

Sedangkan untuk rangkaian pengontrol *kontaktor*, digunakan komponen optotriac dan triac. Rangkaian ini mendapat masukan tegangan yang sama dengan masukan data rangkaian penampil karena kedua rangkaian tersebut terhubung *parallel*. Perlu diketahui bahwa di dalam optotriac terdapat LED dan triac. Pada saat indikator LED menyala, optotriac mendapat masukan tegangan dari rangkaian pemroses Kondisi ini mengakibatkan indikator LED dalam optotriac menyala dan membuat triac dalam optotriac tersebut bekerja. Keluaran optotriac ini diumpankan ke triac sehingga membuat triac bekerja. Kondisi ini mengakibatkan *kontaktor* terhubung langsung dengan tegangan 220 Volt sehingga dapat menghidupkan modul listrik Pada saat indikator LED tidak menyala, optotriac tidak mendapat masukan

sehingga triac dan kontaktor tidak bekerja. Untuk lebih jelasnya, Rangkaian keseluruhan dari bagian penampil ini dapat dilihat pada gambar 3.4. berikut ini.



Gambar 3.4. Rangkaian penampil.

3.4 Rangkaian Keseluruhan

Berdasar uraian pada tiap-tiap bagian blok diagram sebelumnya, masukan berasal dari rangkaian sensor yang ditandai dengan menyala atau tidaknya indikator LED. Jika indikator LED menyala maka keluaran rangkaian sensor adalah logika 1 dan jika indikator LED tidak menyala maka keluaran rangkaian sensor adalah logika 0. Keluaran rangkaian sensor ini diumpankan ke IC 4021 rangkaian pemroses.

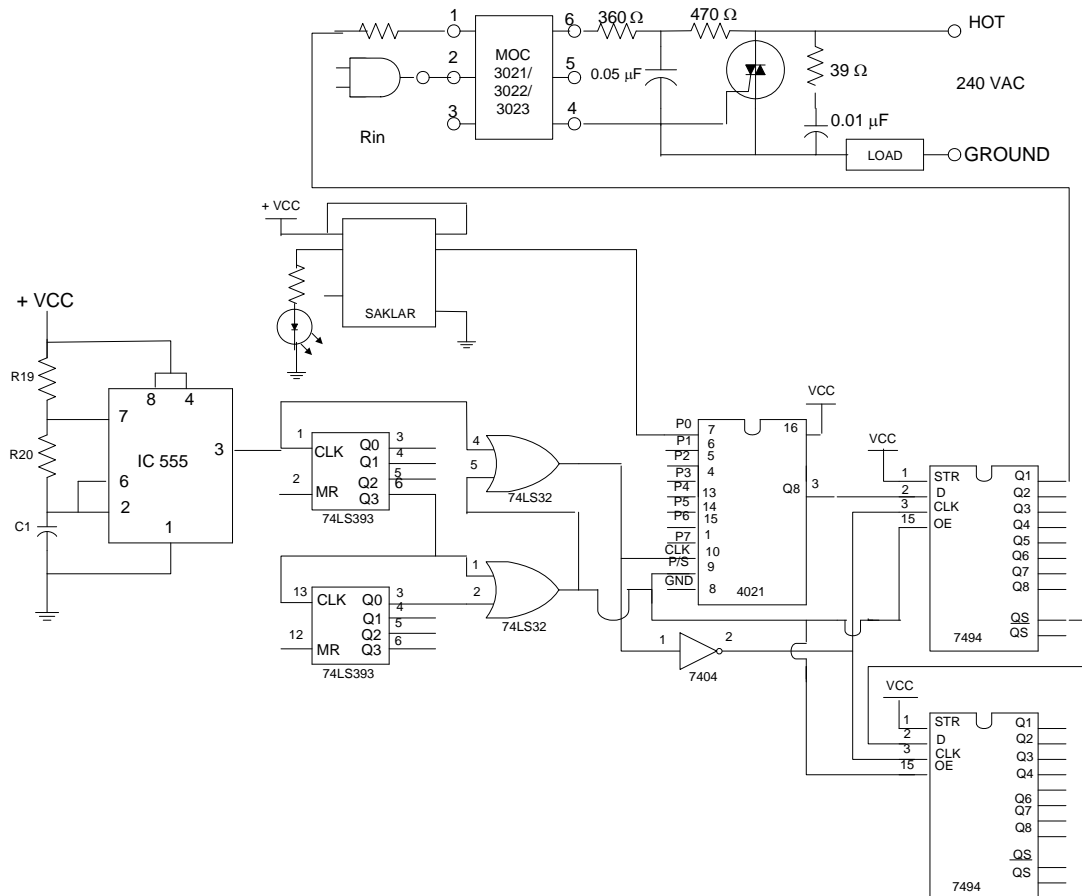
Dalam rangkaian pemroses terdapat rangkaian *osilator* 10 KHz, rangkaian pencacah dan rangkaian pemindah data. *Osilator* 10 KHz ini dihasilkan oleh rangkaian IC 555 yang difungsikan sebagai *multivibrator* tak stabil. Untuk menentukan frekuensi 10 KHz yang dikehendaki, ditentukan terlebih dahulu nilai

kapasitor sehingga dapat dihitung nilai resistansi R19 dan R20. *Osilator* 10 KHz ini diumpankan ke rangkaian pencacah.

Rangkaian pencacah terdiri dari IC pencacah 74LS393 yang mempunyai delapan keluaran sedangkan yang digunakan lima keluaran (Q0, Q1, Q2, Q3, Q4) dan gerbang OR IC 7432 untuk menentukan proses perpindahan data pada rangkaian pemindah data. Pada hitungan ke-1 sampai dengan hitungan ke-8 gerbang OR *enable* sehingga terjadi proses perpindahan data dan pada hitungan ke-9 sampai dengan hitungan ke-32, gerbang OR *disable* (keluaran logika 1) sehingga tidak terjadi proses perpindahan data.

Pada rangkaian pemindah data terdapat IC 4021 yang berfungsi menerima *parallel data input* dan mengirimkan *serial data output* sedangkan IC 4094 berfungsi menerima *serial data output* IC 74166 dan menghasilkan *parallel data output*. Pengiriman data ini dilakukan secara *serial* sehingga dibutuhkan satu saluran untuk proses tersebut.

Keluaran rangkaian pemroses diumpankan ke rangkaian penampil yang ditandai dengan nyala indikator LED. Menyalanya indikator LED menunjukkan bahwa pengontrolan sedang dilakukan. Rangkaian keseluruhan rancangan ini dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Rangkaian keseluruhan rancangan.

BAB IV

PELAKSANAAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1 Pelaksanaan Penelitian

Untuk mengetahui unjuk kerja rancangan, telah dilakukan penelitian antara bulan Mei sampai dengan bulan Juli tahun 2003 di ruang teknisi Dinas Teknik Elektronika Umum Bandar Udara Soekarno-Hatta. Pengujian dilakukan dengan kegiatan-kegiatan yang meliputi kegiatan merangkai rancangan, pengukuran dan melakukan pengujian dan selanjutnya mendiskusikan hasil rancangan dengan sesama teknisi.

Instrumen yang digunakan dalam perakitan dan pengujian rancangan menggunakan AVO meter. Disamping itu dilakukan pengamatan pada kondisi yang ditampilkan oleh lampu indikator LED yang terdapat pada tiap-tiap keluaran bagian blok diagram. AVO meter digunakan untuk mengukur tegangan pada titik-titik uji (test point) sedangkan indikator LED digunakan sebagai indikasi logika 1 dan logika 0.

Langkah-langkah yang penulis lakukan dalam melaksanakan perakitan dan pengujian rancangan adalah sebagai berikut :

- Mempersiapkan alat ukur dan alat bantu lain yang diperlukan.

- Pengaturan tegangan +5 Volt sesuai dengan kebutuhan catu daya rangkaian IC TTL dan CMOS yang digunakan.
- Merangkaikan komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam perancangan ke papan rangkaian (PCB).
- Tegangan catu daya +5 Volt disambungkan ke rancangan, setelah yakin bahwa rancangan terangkai dengan benar.
- Kemudian dilakukan pengamatan pada nyala dan matinya lampu indikator LED pada rangkaian sensor, rangkaian pemroses dan rangkaian penampil, disamping pengukuran tegangan dengan menggunakan AVO meter. Pengamatan dan pengukuran ini dilakukan secara bertahap mulai dari rangkaian sensor, rangkaian *multivibrator* tak stabil, rangkaian pencacah, rangkaian pemindah data sampai dengan rangkaian penampil.
- Tahap berikutnya adalah mensimulasikan kerja rangkaian pada obyek yang dikontrol, jika tombol sakelar ditekan maka *kontaktor* modul listrik akan bekerja.
- Pengujian kinerja rangkaian ini dilakukan secara berulang-ulang sehingga didapatkan kesimpulan tentang kinerja rangkaian yang diteliti.

4.2 Hasil Penelitian

Dalam tahap ini, penelitian dilakukan pada tiap-tiap bagian rangkaian yang digunakan sehingga didapatkan hasil pengukuran pada tiap-tiap bagian rangkaian tersebut. Data yang dihasilkan pada pengukuran dan pengamatan rangkaian sensor menunjukkan bahwa pada saat indikator LED menyala, AVO meter menunjukkan hasil pengukuran tegangan +5 Volt. Sedangkan pada saat indikator LED padam, AVO meter menunjukkan hasil pengukuran tegangan 0 Volt. Pengukuran pada rangkaian sensor ini menunjukkan bahwa rangkaian sensor dapat berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan.

Untuk selanjutnya pengujian dilakukan pada rangkaian IC 555 yang difungsikan sebagai *multivibrator* tak stabil. Dengan indikator LED yang diletakkan pada keluaran rangkaian IC 555, data yang didapat menunjukkan bahwa rangkaian ini dapat menghasilkan pulsa-pulsa yang ditandai dengan menyala dan padamnya indikator LED. Sedangkan data yang didapatkan pada pengukuran dengan menggunakan AVO meter menunjukkan tegangan 0 Volt dan 5 Volt yang dihasilkan secara periodik. Pengujian ini dilakukan pada IC 555 yang menghasilkan frekuensi 1 Hz.

Penelitian yang dilakukan pada rangkaian pencacah IC 74LS393 menunjukkan bahwa setiap terjadi perubahan kondisi keluaran rangkaian IC 555 dari logika 1 ke logika 0 mengakibatkan perubahan kombinasi logika pada keluaran IC 74LS393. Keluaran IC 74LS393 terdiri dari Q0, Q1, Q2, Q3 dan Q4 (Q5, Q6 dan Q7 tidak digunakan)

dimana kombinasi logika bertambah satu hitungan ke atas setiap terjadi perubahan keluaran pulsa dari rangkaian IC 555, yaitu dari kombinasi logika 00000 (hitungan ke-1) sampai dengan kombinasi logika 11111 (hitungan ke-32).

Penggunaan gerbang OR IC 74LS32 setelah rangkaian pencacah dimaksudkan untuk mengatur jumlah pulsa keluaran rangkaian IC 555 yang diumpankan ke rangkaian pemindah data (IC 4021 dan IC 4094). Karena banyaknya data yang dipindahkan berjumlah delapan maka diperlukan delapan pulsa dari rangkaian IC 555. Pengamatan pada gerbang OR dilakukan dengan meletakkan indikator LED pada keluaran gerbang OR1 dan frekuensi 1 Hz pada keluaran rangkaian IC 555. Proses perpindahan tersebut dimulai pada hitungan ke-1 sampai dengan hitungan ke-8. Kondisi ini terjadi karena keluaran gerbang OR1 enable.

Sedangkan pada hitungan ke-9 sampai dengan hitungan ke-32 rangkaian pemindah data tidak mendapat masukan pulsa dari rangkaian IC 555 karena keluaran gerbang OR1 disable. Kondisi ini mengakibatkan tidak terjadinya proses perpindahan data. Setelah hitungan ke-32 (kombinasi 11111), hitungan pada rangkaian pencacah akan kembali ke hitungan pertama (kombinasi 00000) dan berlanjut sampai hitungan ke-32. Dengan demikian rangkaian pencacah dan gerbang OR ini bekerja dengan baik.

Gambar 4.1. Timing Diagram Rangkaian Pencacah.

Tabel 4.1. Kondisi logika hasil pengamatan pada IC 74LS393 dan IC 74LS32.

Pengamatan selanjutnya dilakukan pada rangkaian pemindah data yaitu IC 4021 dan IC 4094. Untuk IC 4021, pengamatan dilakukan dengan memasang indikator LED pada keluarannya. Jika masukan data diberikan dan delapan pulsa rangkaian IC 555 diberikan, indikator LED pada keluaran akan memberikan data yang sesuai dengan masukan data.

Sedangkan untuk IC 4094, pengamatan dilakukan pada indikator LED rangkaian penampil yang terjadi pada saat hitungan ke-9 sampai dengan hitungan ke-32.

Tabel 4....Kondisi logika hasil pengamatan pada IC 4021 dan IC 4094

Kondisi Masukan IC 4021								Kondisi Masukan IC 4021							
7	6	5	4	13	14	15	1	4	5	6	7	14	13	12	11
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 4....Kondisi logika pada saat sakelar ke-1 ditekan

OBJEK YANG DIAMATI	HASIL PENGAMATAN SAAT HITUNGAN KE-1 SAMPAI DENGAN KE-8	HASIL PENGAMATAN SAAT HITUNGAN KE-9 SAMPAI DENGAN KE-32
MASUKAN IC 4021	1	1
KELUARAN GERBANG OR 1	ENABLE	DISABLE
KELUARAN IC 4094	0	1

Pada rangkaian penampil, selain dilakukan pengamatan pada indikator LED, dilakukan pula pengukuran dengan menggunakan AVO meter. Jika indikator LED menyala maka hasil pengukuran menunjukkan tegangan 3 Volt. Rangkaian penampil ini mempunyai masukan yang sama dengan masukan rangkaian pengontrol *kontaktor* modul listrik.

Untuk rangkaian pengontrol kontaktor ini, pengamatan dilakukan dengan mengukur tegangan pada keluaran IC 4094. Rangkaian ini terdiri dari optotriac dan triac yang berfungsi sebagai sakelar penghubung antara tegangan 220 Volt dengan kontaktor modul listrik. Sedangkan pada triac, pengukuran tegangan dilakukan pada elektroda anoda dan katoda, sesuai dengan fungsi triac sebagai sakelar penghubung. Pada saat indikator LED rangkaian penampil tidak menyala (padam), triac tidak bekerja karena elektroda gate tidak mendapat masukan tegangan sehingga pengukuran menunjukkan tegangan 220 volt pada kaki anoda (A) dan kaki katoda (K). Sedangkan pada saat indikator LED menyala, elektroda gate mendapat masukan tegangan sehingga pengukuran menunjukkan tegangan 0 Volt.

4.3 Analisa Hasil Penelitian

Mengacu pada hal-hal yang telah diuraikan pada tinjauan teori dan pembahasan tentang rancangan serta hasil pengukuran dan pengujian, rancangan menunjukkan kinerja yang baik. Dengan demikian dapat dianalisis bahwa :

- Rangkaian saklar yang difungsikan sebagai sensor dapat bekerja dengan baik, yang ditunjukkan dengan menyalnya indikator LED pada rangkaian sensor dan rangkaian penampil jika sakelar ditekan.
- Proses perpindahan data dari IC 4021 ke IC 4094 ditentukan oleh gerbang OR IC 74LS32, sedangkan jumlah pulsa multivibrator tak stabil untuk proses

perpindahan data ditentukan oleh jumlah masukan data. Pada sat hitungan ke-1 sampai dengan hitungan ke-8, gerbang OR enable sehingga proses perpindahan data terjadi. Sedangkan pada hitungan ke-9 sampai dengan hitungan ke-32, gerbang OR disable sehingga tidak terjadi proses perpindahan data. Kondisi ini terjadi secara berurutan dan berkesinambungan. Kondisi enable terjadi jika kaki kedua gerbang OR1 mendapat logika 0 sedangkan kondisi disable terjadi jika kaki kedua gerbang OR1 mendapat logika 1.

- Pada saat tombol belum ditekan, semua masukan data berlogika 0 dan semua indikator LED pada tombol padam. Kondisi yang sama juga terjadi pada semua keluaran data yaitu berlogika 0 dan semua indikator LED pada rangkaian penampil padam.
- Pada saat semua tombol ditekan, semua masukan data berlogika 1 dan semua indikator LED pada tombol menyala. Kondisi yang sama juga terjadi pada semua keluaran data, yaitu berlogika 1 dan semua indikator LED pada rangkaian penampil menyala.
- Nyala indikator LED memberikan petunjuk bahwa modul listrik sedang dikontrol. Nyala indikator LED pada tombol menunjukkan bahwa masukan data adalah tegangan +5 Volt (logika 1), sedangkan nyala indikator LED pada rangkaian penampil menunjukkan bahwa modul listrik sedang dihidupkan.

