

RANCANG BANGUN ALAT *DOOR LOCK* DENGAN AKSES *SMART CARD* DAN *PIN (PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER)* BERBASIS MIKROKONTROLER

PROYEK AKHIR

Diajukan kepada Tim Penguji Proyek Akhir Jurusan Teknik Elektronika sebagai salah satu persyaratan Guna memperoleh gelar Ahli Madya



Oleh :

ZAINUR AKBAR

NIM : 1208089/2012

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2016

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

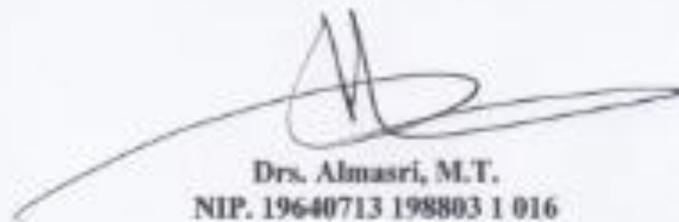
**RANCANG BANGUN ALAT *DOOR LOCK* DENGAN AKSES *SMART CARD*
DAN *PIN (PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER)* BERBASIS
MIKROKONTROLER**

NAMA : Zainur Akbar
NIM : 1208089
Program Studi : Teknik Elektronika D3
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, Juni 2016

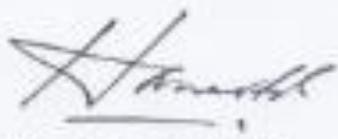
Disetujui Oleh

Pembimbing,



Drs. Almasri, M.T.
NIP. 19640713 198803 1 016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Hanesman, M.M.
NIP. 19610111 198503 1 002

PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Proyek Akhir Program Studi Teknik Elektronika
Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Rancang Bangun Alat *Door Lock* Dengan Akses
Smart Card Dan *PIN (Personal Identification
Number)* Berbasis Mikrokontroler
Nama : Zainur Akbar
NIM : 1208089
Program Studi : Teknik Elektronika D3
Jurusan : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, Juni 2016

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. H. Edidas, M.T.	1. 
2. Anggota	: Drs. Almasri, M.T.	2. 
3. Anggota	: Ahmaddul Hadi, S.Pd., M.Kom.	3. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Proyek Akhir ini benar-benar karya Saya sendiri. Sepanjang pengetahuan Saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Juni 2016

Yang Menyatakan,

The image shows a green Indonesian revenue stamp (Meterai Tempel) with a value of 6000 Rupiah. The stamp includes the text 'METRAI TEMPEL', the Garuda Pancasila emblem, and the serial number 'G0WFOAAT300002104'. A handwritten signature is written over the stamp. Below the stamp, the name 'Zaimur Akbar' is printed.

Zaimur Akbar

ABSTRAK

Zainur Akbar : Rancang Bangun Alat *Door Lock* Dengan Akses *Smart Card* Dan *PIN (Personal Identification Number)* Berbasis Mikrokontroler.

Selama ini sistem untuk pengamanan pintu rumah/ruangan masih menggunakan sistem penguncian manual yaitu menggunakan kunci berbentuk fisik. Penggunaan kunci berbentuk fisik sebagai kunci pintu/ruangan dirasa kurang praktis pada zaman sekarang, karena pemilik rumah harus membawa kunci tersebut ketika bepergian dan terkadang sering lupa membawanya dan bahkan pernah kehilangan kunci. Penguncian pintu menggunakan *Door Lock* Elektrik dan pengaksesan dengan memanfaatkan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) dan keypad, ini akan mencegah terjadinya kehilangan kunci manual dan mencegah terjadinya pencurian.

Dalam proyek akhir ini penulis ingin merancang suatu sistem penguncian dan pengaksesan pintu rumah/ruangan dengan pemanfaatan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*). sistem kerja alat ini sebagai berikut : untuk membuka pintu rumah/ruangan dari luar ruangan menggunakan *Tag* RFID, e-KTP, dan keypad, apabila *ID Tag* cocok dan PIN yang di input kan melalui keypad benar buzzer akan berbunyi maka pintu akan terbuka dan menampilkan informasi di LCD “selamat datang, silakan masuk”. Jika *ID Tag* tidak cocok dan pin yang di input kan salah maka pintu tidak akan terbuka dan menampilkan di LCD “kartu tidak cocok dan PIN salah” kesempatan untuk memasukkan PIN di batasi hanya tiga kali, apabila sudah melebihi, LCD akan menampilkan “ada maling” dan buzzer akan berbunyi panjang, untuk pengaksesan dari dalam ruangan menggunakan sensor PIR. Sensor akan mendeteksi gerakan dan membuka pintu secara otomatis menggunakan motor DC, sistem kerja alat ini di kendalikan oleh Mikrokontroler ATmega 32 sebagai pusat kendalinya..

Hasil dari Proyek Akhir alat penguncian dan pengaksesan otomatis ini dapat membuka dan menutup pintu secara otomatis. Untuk akses dari dalam sebagai input nya adalah Pembacaan *Tag* RFID dan memasukkan PIN pada keypad. Data yang diinputkan dari RFID dan keypad akan di kirim dan diproses oleh mikrokontroler, kemudian mikrokontroler akan mengendalikan motor, untuk akses dari dalam sebagai inputnya adalah sensor PIR, sinyal dari sensor dikirim ke mikrokontroler dan mikrokontroler akan mengendalikan motor untuk membuka pintu secara otomatis.

Keyword : RFID (*Radio Frequency Identification*), Keypad, Buzzer, *Door Lock* Elektrik, Sensor PIR, Motor DC, LCD, Mikrokontroler ATmega 32.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah meninggikan derajat orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “ **Rancang Bangun Alat *Door Lock* Dengan Akses *Smart Card* Dan *PIN (Personal Identification Number)* Berbasis Mikrokontroler** “. Selanjutnya shalawat beserta salam disampaikan kepada junjungan umat Islam, Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan dalam setiap sikap dan tindakan sebagai seorang muslim.

Pembuatan Proyek Akhir ini, merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D3) Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penyelesaian Proyek Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan dengan baik, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, S.T., MSCE., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Hanesman, M.M., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. Almasri, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Penasehat Akademis sekaligus pembimbing Proyek Akhir.
4. Bapak Dr. H. Edidas, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika.

5. Seluruh Staf Pengajar beserta Teknisi Labor Jurusan Teknik Elektronika.
6. Kedua orang tua dan saudara yang telah banyak memberikan dukungan moril maupun materi dan doa yang telah diberikan.
7. Teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang khususnya teman-teman D3 Teknik Elektronika 2012 yang turut membantu dan memberi semangat dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan mohon maaf atas kekurangan dalam Proyek Akhir ini. Penulis sangat berharap kepada pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemungkinan pengembangan Proyek Akhir ini.

Padang, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
BAB II KERANGKA TEORI	
A. Sistem Kontrol	6
B. Catu Daya	15
1. Transformator	16
2. Penyearah Gelombang (<i>Rectifier</i>)	18
3. IC Regulator	21
4. Filter	23
C. Mikrokontroler	25
D. Pengenalan Mikrokontroler ATmega 32	27
1. Fitur ATmega 32	28

2. Struktur Mikrokontroler.....	29
3. Arsitektur ATmega 32.....	29
4. Sistem Minimum ATmega 32	35
E. Motor DC	36
1. Komponen Motor DC.....	37
2. Kelebihan Motor DC.....	38
3. Jenis jenis Motor DC	39
4. Rangkaian Driver Motor DC	42
F. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).	43
G. Keypad	46
H. RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>).....	50
1. Pembacaan RFID	51
2. Tag RFID	52
3. Frekuensi Kerja RFID.....	53
4. Akurasi RFID.....	55
5. Definisi Pin	56
I. Sensor PIR (<i>Passive Infra Red</i>)	56
J. <i>Door Lock</i> Elektrik.....	59
K. Driver IC L 293D.....	62
1. Fungsi Pin <i>Driver</i> Motor DC IC L293D.....	62
2. Feature <i>Driver</i> IC L293D.....	62
L. Komunikasi I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	64
M. Relay	66
N. Buzzer.	67

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Blok Diagram.....	68
B. Prinsip Kerja	70
C. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	71
1. Perancangan dan Pembuatan Catu Daya.....	72
2. Perancangan <i>Emergency Battery</i>	72
3. Perancangan Keypad.....	73

4.	Perancangan Sensor PIR.	73
5.	Perancangan Rangkaian LCD.	74
6.	Perancangan Sistem Minimum ATmega 32.....	74
7.	Perancangan <i>Door Lock</i> Elektrik.	75
8.	Perancangan <i>Driver</i> Motor DC.....	76
9.	Perancangan Modul RFID.	76
10.	Rangkaian Keseluruhan Alat.	77
D.	Sketsa Gambar Alat.....	78
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA	
A.	Pengujian Rangkaian Catu Daya.....	79
B.	Pengujian <i>Emergency Battery</i>	81
C.	Pengujian Keypad.	82
D.	Pengujian Sensor PIR.....	83
E.	Pengujian LCD.....	85
F.	Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler.	86
G.	Pengujian Relay.	88
H.	Pengujian <i>Door Lock</i> Elektrik.....	89
I.	Pengujian Motor DC.	90
BAB V	PENUTUP	
A.	Kesimpulan.	92
B.	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Regulator Tegangan Positif 78xx.....	23
Tabel 2. Fungsi Khusus <i>Port A</i>	32
Tabel 3. Fungsi Khusus <i>Port B</i>	33
Tabel 4. Fungsi Khusus <i>Port C</i>	34
Tabel 5. Fungsi Khusus <i>Port D</i>	34
Tabel 6. Hasil Pengukuran Pada Rangkaian Catu Daya	80
Tabel 7. Hasil Pengukuran Pada Rangkaian <i>Emergency Battery</i>	81
Tabel 8. Hasil Pengukuran Sensor PIR.....	84
Tabel 9. Pengukuran Parameter Mikrokontroler ATmega 32	87
Tabel 10. Pengujian Relay	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Diagram Umum Sistem Kontrol	6
Gambar 2. Sistem Pengendali Lup Terbuka	7
Gambar 3. Sistem Pengendali Lup Tertutup	8
Gambar 4. Sistem Pengendalian Digital	11
Gambar 5. Sistem Kontrol Secara Lengkap	14
Gambar 6. Blok Diagram Catu Daya	15
Gambar 7. Rangkaian Catu Daya.....	15
Gambar 8. Simbol Trafo	17
Gambar 9. Penyearah Setengah Gelombang	18
Gambar 10. Sinyal Output Penyearah Setengah Gelombang	19
Gambar 11. Penyearah Gelombang Penuh	20
Gambar 12. Sinyal Output Penyearah Gelombang Penuh	21
Gambar 13. Rangkaian Dasar Regulator.....	22
Gambar 14. Bentuk Fisik IC LM 78XX.....	22
Gambar 15. Rangkaian Power Supply Dengan Filter Kapasitor	24
Gambar 16. Peta Memori <i>Flash</i> Mikrokontroler ATMega 32.....	29
Gambar 17. Peta Memori Data SRAM	30
Gambar 18. Register-register pada EEPROM	31
Gambar 19. Konfigurasi Pin ATMega 32	35
Gambar 20. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATMega 32.....	36
Gambar 21. Bentuk Fisik dan Simbol Motor DC	36
Gambar 22. Karakteristik Motor DC Shunt	40
Gambar 23. <i>Karakteristik Motor DC Seri</i>	41
Gambar 24. Karakteristik Motor Kompon	42
Gambar 25. Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC Dua Arah.....	42
Gambar 26. Bentuk Fisik LCD 16x2	43
Gambar 27. Konfigurasi Pin LCD	44

Gambar 28. Konfigurasi Matrix Keypad 4×4	46
Gambar 29. Bentuk Fisik Keypad	47
Gambar 30. Sistem Kerja RFID	51
Gambar 31. RFID Reader MFRC522	55
Gambar 32. Pin Deskripsi RFID MFRC522	56
Gambar 33. Jarak Deteksi Sensor PIR	57
Gambar 34. Diagram Blok Sensor PIR	59
Gambar 35. Simbol Solenoid	61
Gambar 36. Inti Besi Solenoid	61
Gambar 37. <i>Door Lock</i> Elektrik	61
Gambar 38. Konstruksi Pin <i>Driver</i> Motor DC IC L293 D.	62
Gambar 39. Kondisi Sinyal Star dan Stop.	64
Gambar 40. Sinyal ACK dan NACK.	65
Gambar 41. Transfer Bit Pada I2C Bus.	66
Gambar 42. Bentuk Fisik dan Simbol Relay	66
Gambar 43. Buzzer dan Simbol Buzzer	67
Gambar 44. Blok Diagram Sistem Alat	68
Gambar 45. Skema Rangkaian Catu Daya	72
Gambar 46. Rangkaian <i>Emergency Battery</i> Otomatis	72
Gambar 47. Perancangan Keypad	73
Gambar 48. Sensor PIR	74
Gambar 49. Rangkaian LCD	74
Gambar 50. Rangkaian Sistem Minimum ATmega 32	75
Gambar 51. Skematik Rangkaian Saklar <i>Door Lock</i> Elektrik.	75
Gambar 52. Driver Motor DC Dua Arah.	76
Gambar 53. Perancangan RFID.	76
Gambar 54. Rangkaian Keseluruhan Alat	77
Gambar 55. Gambar Alat Tampak Luar.	78
Gambar 56. Gambar Tampak Dalam.	78
Gambar 57. Titik Pengukuran Rangkaian Catu Daya	80
Gambar 58. Titik Pengukuran Rangkaian <i>Emergency Battery</i>	81

Gambar 59. Pengujian Keypad dengan Menekan Angka.	83
Gambar 60. Posisi Sensor PIR.	84
Gambar 61. Titik Pengukuran Sensor PIR.	84
Gambar 62. Konfigurasi Rangkaian LCD Pada Port Mikrokontroler.	85
Gambar 63. Tampilan Pada LCD.	86
Gambar 64. Titik Pengukuran Relay dan <i>Door Lock</i> Elektrik.	88
Gambar 65. <i>Door Lock</i> Elektrik Tidak Diberi Tegangan Listrik.	90
Gambar 66. Titik Pengukuran Rangkaian Motor DC.	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. <i>Listing</i> Program Alat.....	96
Lampiran 2. <i>Data Sheet</i> Mikrokontroler ATMega 32.....	106
Lampiran 3. <i>Data Sheet Driver</i> ICL293D.....	126

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman yang kian hari kian pesat, perkembangan gaya hidup manusia sesuai zamannya diikuti pula dengan berkembangnya teknologi yang siapapun bisa merasakannya. Teknologi bukan lagi hal yang baru di kehidupan, dan seiring perkembangannya dewasa ini, hampir sebagian besar umat manusia di dunia ini sudah menggunakan teknologi dalam kehidupannya sehari-hari. Teknologi sangat dibutuhkan dan merupakan hal yang penting bagi setiap orang. Tidak heran jika teknologi dikatakan sudah tidak dapat lagi dipisahkan dari kehidupan manusia.

Pada saat sekarang ini sudah bisa disebut sebagai zamannya teknologi canggih. Kecanggihan teknologi mulai mengisi kehidupan manusia di segala bidang. Apapun seakan sudah bisa dikembangkan, bahkan hal-hal yang belum terpikirkan sudah bisa kita rasakan, dari sekian banyak teknologi canggih yang sudah sangat berkembang dewasa ini, salah satunya yang sudah sering kita gunakan adalah teknologi digital.

Berdasarkan perkembangan teknologi ini, maka sistim yang terdapat pada Mikrokontroler yang terbaru yang merupakan teknologi digital pada zaman sekarang ini, salah satu nya pada sistim pengamanan yaitu penguncian dan pengaksesan pintu, seperti sistem menggunakan remot control, yaitu memanfaatkan remot sebagai input akses, kemudian menggunakan sistem *Finjer Print*, mencocokkan sidik jari atau pembacaan wajah (*face*) sebagai

input akses, dan sistem menggunakan Modul GSM yaitu memanfaatkan ponsel berupa SMS sebagai input akses, selanjutnya menggunakan sistem NFC (*Near Field Communication*) memanfaatkan aplikasi pada ponsel android sebagai input akses, semua sistem tersebut memanfaatkan Mikrokontroler sebagai pusat kendali nya.

Namun sistem untuk pengamanan pintu rumah/ruangan sekarang ini masih menggunakan sistem penguncian manual yaitu menggunakan kunci berbentuk fisik. Penggunaan kunci berbentuk fisik sebagai kunci pintu/ruangan dirasa kurang praktis pada zaman sekarang karena pemilik rumah harus membawa kunci tersebut ketika bepergian dan terkadang sering lupa membawanya dan bahkan pernah kehilangan kunci. Maka sistem pengaman pintu rumah/ruangan dapat di kembangkan dengan menggunakan alat elektronika sebagai pengganti kunci berbentuk fisik yang merupakan salah satu kemajuan dari teknologi di bidang digital, yaitu dengan menggunakan RFID (*Radio Frequency Identification*) dan juga menggunakan keypad sebagai input PIN dalam mengakses pintu rumah/ruangan berbasis Mikrokontroler ATMega 32.

Kemudian untuk mengatasi permasalahan di atas, seorang Mahasiswa dari Politeknik Negeri Padang yang bernama Dzul Ifham Al-Kiram dengan No Bp. 1101043005, telah merancang suatu alat dengan sistim penguncian pintu otomatis ini dengan judul “ Rancang Bangun Alat *Case Lock* Pintu Menggunakan *Password* Berbasis Mikrokontroler “ pada saat pintu sudah

terbuka maka pengguna yang mendorong pintu saat masuk, dan mendorong pintu saat menutup pintu kembali.

Untuk pengembangan dari alat yang sudah di buat ini, penulis mencoba merancang dan membuat suatu Proyek Akhir yang berjudul : “Rancang Bangun Alat *Door Lock* Dengan Akses *Smart Card* Dan *PIN (Personal Identification Number)* Berbasis Mikrokontroler“. Sedangkan bagian software oleh: Ridho Rusdian NIM: 1208094 dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Door Lock* Dengan Akses *Smart Card* Dan *PIN (Personal Identification Number)* Berbasis Mikrokontroler” memanfaatkan Mikrokontroler sebagai kendali utama, motor DC sebagai penggeser pintu, dan *Door Lock* Elektrik sebagai kunci otomatis.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar masalah, maka dapat diidentifikasi masalahnya sebagai berikut :

1. Pada umumnya penggunaan pintu saat ini kebanyakan masih manual.
2. Terkadang lupanya pemilik rumah/ruangan dalam membawa kunci manual bahkan pernah kehilangan kunci.
3. Penggunaan kunci berbentuk fisik sebagai kunci pintu rumah/ruangan masih kurang praktis.

C. Batasan Masalah

Dalam Proyek Akhir ini penulis membatasi masalahnya sebagai berikut:

1. Perancangan alat ini dirancang dalam bentuk Prototipe, dan alat ini dirancang untuk akses pribadi bukan untuk akses umum, sistem pada alat ini yaitu pembacaan *Tag* pada RFID dan juga menginputkan empat digit angka PIN pada keypad yang ditampilkan pada LCD, sebagai pembuka kait pengunci pintu bagian luar ruangan.
2. Sistem pada alat ini menggunakan sensor PIR, dengan mendeteksi gerakan untuk membuka kait pengunci pintu bagian dalam ruangan.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler tipe: ATmega 32. Sebagai pusat pengendali utamanya.
4. Sistem pembuka pintu ini yaitu pintu geser otomatis, dengan memanfaatkan Motor DC.
5. Komponen yang di gunakan dalam perancangan alat ini yaitu : Motor DC, *Door Lock* Elektrik, sensor PIR, keypad, RFID, Relay, Limit Switch, *buzzer*, dan LCD (*Liquid crystal display*).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diselesaikan, yaitu:

“Bagaimana merancang dan membuat prototipe alat *door lock* dengan akses *smart card* dan *PIN (Personal Identification Number)* berbasis mikrokontoler yang praktis dan efisien ?”

E. Tujuan

Tujuan dari pembuatan Proyek Akhir ini adalah:

1. Dapat merancang dan membuat Rangkaian Catu Daya sebagai sumber tegangan utama.
2. Dapat merancang dan membuat Rangkaian *Emergency Battery* sebagai sumber tegangan cadangan di saat lampu mati.
3. Dapat merancang dan membuat Rangkaian Keypad sebagai input PIN.
4. Dapat merancang penempatan sensor seefisien mungkin sehingga dapat mendeteksi seseorang saat keluar dari ruangan.
5. Merancang dan membuat Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 32.
6. Merancang dan membuat skema rangkaian *Door Lock* Elektrik.
7. Dapat merancang dan membuat Driver Motor DC untuk menggeser pintu saat membuka dan saat menutup secara otomatis.

F. Manfaat

Ada pun manfaat yang ingin dicapai pada pembuatan alat otomatisasi ini adalah sebagai berikut :

1. Mempermudah dalam penguncian dan pengaksesan pintu bagi pemilik rumah/ruangan.
2. Mengatasi resiko kehilangan kunci manual bagi pemilik rumah/ruangan.

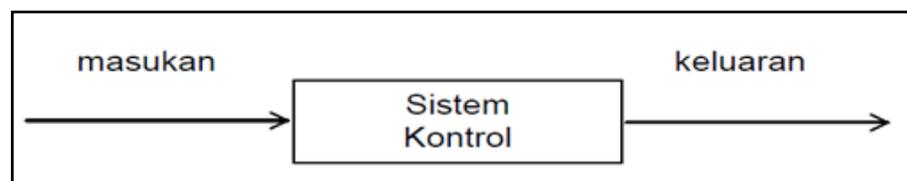
BAB II KERANGKA TEORI

A. Sistem Kontrol

Menurut Katsuhiko Ogata (2002:17)

A control system may consist of a number of components. To show the functions performed by each component, in control engineering, we commonly use a diagram called the block diagram. This section first explains what a block diagram is. Next, it discusses introductory aspects of automatic control systems, including various control actions. Then, it presents a method for obtaining block diagrams for physical systems, and, finally, discusses techniques to simplify such diagrams.

Sistem kontrol proses terdiri atas sekumpulan piranti-piranti dan peralatan-peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi dan mengeliminasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi. Masing-masing komponen dalam sistem kontrol proses tersebut memegang peranan pentingnya masing-masing, tidak peduli ukurannya. Misalnya saja, jika sensor tidak ada atau rusak atau tidak bekerja, maka sistem kontrol proses tidak akan tahu apa yang sedang terjadi dalam proses yang sedang berjalan.

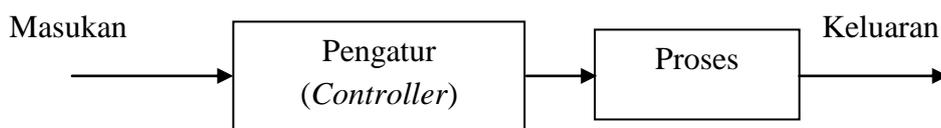


Gambar 1. Diagram Umum Sistem Kontrol

Sumber : Katsuhiko Ogata (2002: 17)

Sistem kontrol dibagi menjadi dua, yaitu *open loop* dan *close loop*. *Open loop* adalah suatu sistem kontrol yang mana *plant* tidak dapat mempengaruhi controller. Contoh dari *open loop* adalah kran tangki air otomatis menggunakan *timer*, jadi kondisi tangki penampung air (*plant*) tidak mempengaruhi controller. Jadi, sekali perintah buka kran dengan waktu tertentu, kran akan terbuka dengan waktu yang telah ditentukan dengan mengabaikan apakah tangki telah penuh atau belum.

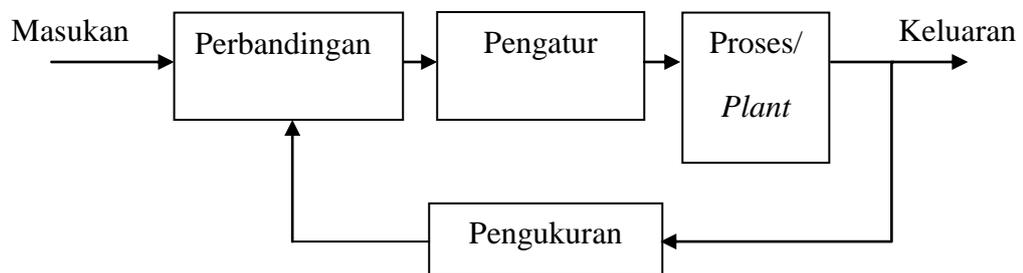
Sistem kendali lup terbuka atau umpan maju (*feedforward control*) umumnya mempergunakan pengatur (controller) serta aktuator kendali (*control actuator*) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik. Sistem kendali ini keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh controller. Suatu keadaan apakah *plant* benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja controller.



Gambar 2. Sistem Pengendali Lup Terbuka
 Sumber : Katsuhiko Ogata (2002: 18)

Sedangkan *close loop* memungkinkan adanya pengaruh kondisi aktual *plant* terhadap controller. Pada sistem kendali lup tertutup (*closed loop system*) memanfaatkan variabel yang sebanding dengan selisih respon yang terjadi terhadap respon yang diinginkan. Sistem seperti ini juga sering dikenal

dengan sistem kendali umpan balik. Aplikasi sistem umpan balik banyak dipergunakan untuk sistem kemudi kapal laut dan pesawat terbang. Perangkat sehari-hari yang juga menerapkan sistem ini adalah penyetelan temperatur pada almari es, *oven*, tungku, dan pemanas air.



Gambar 3. Sistem Pengendali Lup Tertutup

Sumber : Katsuhiko Ogata (2002: 19)

Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (*output*) dalam suatu sikap, kondisi, keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (*input*) melalui elemen sistem kontrol. Masukan dan keluaran merupakan variabel atau besaran fisis. Keluaran merupakan hal yang dihasilkan oleh kendalian, artinya yang dikendalikan, sedangkan masukan adalah yang mempengaruhi kendalian, yang mengatur keluaran. Kedua dimensi masukan dan keluaran tidak harus sama.

Akan dikaji beberapa istilah-istilah yang dipergunakannya.

1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (*controlled variable*) adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi (*condition*) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari system.
3. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasi oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.

4. Kontroller

Kontroller dapat terdiri dari sebuah rangkaian elektronik sederhana seperti sebuah transistor dan beberapa relay. Penggunaan kontroller yang lebih kompleks dan lebih canggih menjadi pertimbangan dari perancangan suatu sistem kontrol seperti penggunaan FPGA dalam suatu sistem. Aplikasi yang membutuhkan sistem yang kompleks namun membutuhkan suatu kontroller yang simpel dan murah, mungkin penggunaan mikrokontroller akan memberikan suatu solusi yang sangat memuaskan. Jenis mikrokontroller dipasaran telah bermacam-macam merek dan arsitektur dari mikrokontroller itu sendiri. Seperti 8051 dari Intel yang telah dikembangkan oleh Atmel dengan seri at89, avr dari Atmel atau jenis ARM dan PIC. Beberapa jenis kontroller yang sering dipakai di industri adalah PLC, SCADA, FPGA, Mikrokontroller dan lain-lain.

5. Masukan

Masukan atau input adalah rangsangan dari luar yang diterapkan ke sebuah sistem kendali untuk memperoleh tanggapan tertentu dari sistem pengaturan. Masukan juga sering disebut respon keluaran yang diharapkan.

6. Keluaran adalah tanggapan sebenarnya yang didapatkan dari suatu sistem kendali.

7. *Plant* Seperangkat peralatan atau objek fisik dimana variabel prosesnya akan dikendalikan, misalnya pabrik, reaktor nuklir, mobil, sepeda motor, pesawat terbang, pesawat tempur, kapal laut, kapal selam, mesin cuci, mesin pendingin (sistem AC, kulkas, *freezer*), penukar kalor (*heat exchanger*), bejana tekan (*pressure vessel*), robot dan sebagainya.

8. Proses yaitu berlangsungnya operasi pengendalian suatu variabel proses, misalnya proses kimiawi, fisika, biologi, ekonomi, dan sebagainya.

9. Diagram blok

Bentuk kotak persegi panjang yang digunakan untuk mempresentasikan model matematika dari sistem fisik. Contohnya adalah kotak pada gambar 1 atau 2.

10. Fungsi Alih (*Transfer Function*)

Perbandingan antara keluaran (*output*) terhadap masukan (*input*) suatu sistem pengendalian. Fungsi alih sistem pengendali loop terbuka gambar 2 dapat dicari dengan membandingkan antara *output* terhadap *input*. Demikian pula fungsi alih pada gambar 3.

11. Sistem Pengendalian Umpan Maju (*open loop system*)

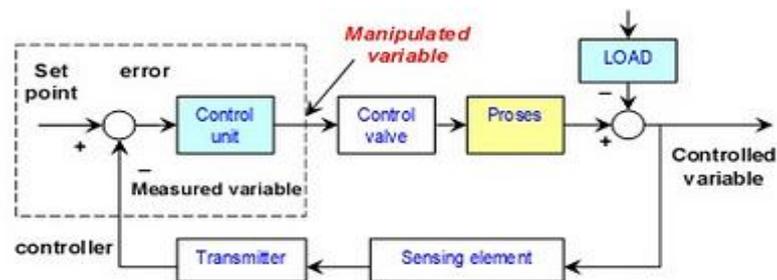
Sistem kendali ini disebut juga sistem pengendalian lup terbuka. Pada sistem ini keluaran tidak ikut dalam aksi pengendalian sebagaimana dicontohkan gambar 2. Kinerja kontroler tidak bisa dipengaruhi oleh *input referensi*.

12. Sistem Pengendalian Umpan Balik

Istilah ini sering disebut juga sistem pengendalian loop tertutup. Pengendalian jenis ini adalah suatu sistem pengaturan dimana sistem keluaran pengendalian ikut dalam aksi kendali.

13. Sistem Pengendalian Digital

Dalam sistem pengendalian otomatis terdapat komponen - komponen utama seperti elemen proses, elemen pengukuran (*sensing element dan transmitter*), elemen kontroler (*control unit*), dan *final control element* (*control value*).



Gambar 4. Sistem Pengendalian Digital
 Sumber : Katsuhiko Ogata (2002: 18)

14. Gangguan (*disturbance*)

Suatu sinyal yang mempunyai kecenderungan untuk memberikan efek yang melawan terhadap keluaran sistem pengendalian (variabel terkendali). Besaran ini disebut *load*.

15. *Sensing element*

Bagian paling ujung suatu sistem pengukuran (*measuring system*) atau sering disebut sensor. Sensor bertugas mendeteksi gerakan atau fenomena lingkungan yang diperlukan sistem kontroler. Sistem dapat dibuat dari sistem yang paling sederhana seperti sensor *on/off* menggunakan limit switch, sistem analog, sistem bus paralel, sistem bus serial serta sistem mata kamera. Contoh sensor lainnya yaitu *thermocouple* untuk pengukur temperatur, *accelerometer* untuk pengukur getaran, dan *pressure gauge* untuk pengukur tekanan.

16. *Transmitter*

Alat yang berfungsi untuk membaca sinyal sensing element dan mengubahnya supaya dimengerti oleh kontroler.

17. Aktuator

Piranti elektromekanik yang berfungsi untuk menghasilkan daya gerakan. Perangkat bisa dibuat dari sistem motor listrik (motor DC servo, motor DC stepper, ultrasonic motor, *linier moto*, *torquemotor* , solenoid), sistem pneumatik dan hidrolis. Untuk meningkatkan tenaga mekanik aktuator atau torsi gerakan maka bisa dipasang sistem *gear box* atau *sprocket chain*.

18. Transduser

Piranti yang berfungsi untuk mengubah satu bentuk energi menjadi energi bentuk lainnya atau unit pengalih sinyal. Suatu contoh mengubah sinyal gerakan mekanis menjadi energi listrik yang terjadi pada peristiwa pengukuran getaran. Terkadang antara transmitter dan transduser dirancukan, keduanya memang mempunyai fungsi serupa. Transduser lebih bersifat umum, namun transmitter pemakaiannya pada sistem pengukuran.

19. *Measurement Variable*

Sinyal yang keluar dari transmitter, ini merupakan cerminan sinyal pengukuran.

20. *Setting point*

Besar variabel proses yang dikehendaki. Suatu kontroler akan selalu berusaha menyamakan variabel terkendali terhadap set point.

21. *Error*

Selisih antara set point dikurangi variabel terkendali. Nilainya bisa positif atau negatif, bergantung nilai set point dan variabel terkendali. Makin kecil error terhitung, maka makin kecil pula sinyal kendali kontroler terhadap *plant* hingga akhirnya mencapai kondisi tenang (*steady state*).

22. Alat Pengendali (*Controller*)

Alat pengendali sepenuhnya menggantikan peran manusia dalam mengendalikan suatu proses. Kontroler merupakan elemen yang mengerjakan tiga dari empat tahap pengaturan, yaitu membandingkan *set*

point dengan *measurement variable* menghitung berapa banyak koreksi yang harus dilakukan, mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungannya.

23. Control Unit

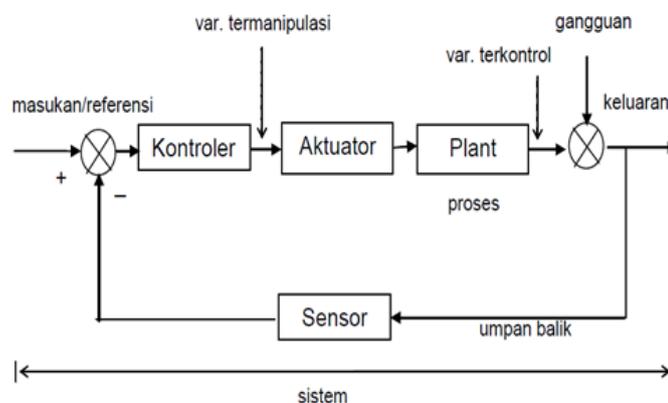
Bagian unit kontroler yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan.

24. Final Controller Element

Bagian yang berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan memanipulasi besarnya *manipulated variable* atas dasar perintah kontroler.

25. Sistem Pengendalian Kontinu

Sistem pengendalian yang berjalan secara kontinu, pada setiap saat respon sistem selalu ada. Pada gambar 5. Sinyal $e(t)$ yang masuk ke kontroler dan sinyal $m(t)$ yang keluar dari kontroler adalah sinyal kontinu.



Gambar 5. Sistem Kontrol Secara Lengkap

Sumber : Katsuhiko Ogata (2002: 21)

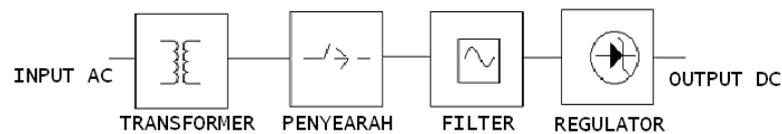
B. Catu Daya

Catudaya atau power supply merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Hampir semua peralatan elektronik membutuhkan catudaya agar dapat berfungsi.

Menurut Usman (2008:515)

Sistem minimum dan rangkaian FP-S100X memerlukan tegangan DC 5V untuk beroperasi. Tegangan ini bisa diperoleh langsung dari sumber tegangan AC 220V (PLN), tentu saja setelah melalui proses penurunan tegangan dan perubahan tegangan DC oleh rangkaian regulator.

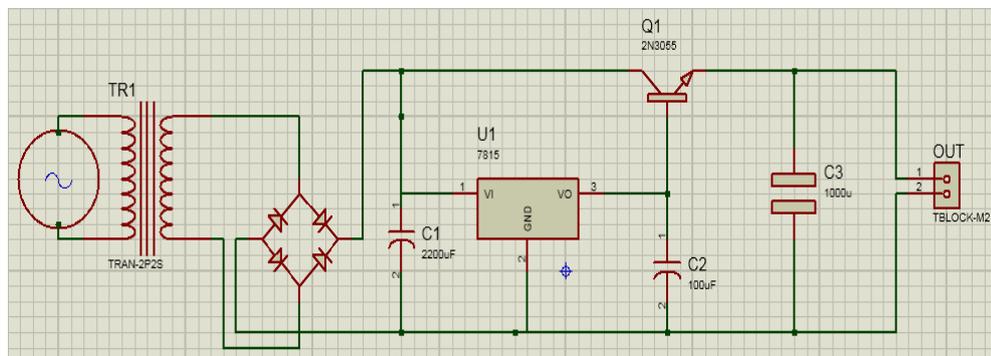
Bagian catu daya ini dapat dibuat dalam suatu blok diagram seperti rangkaian dibawah ini :



Gambar 6. Blok Diagram Catu Daya.

Sumber : Usman (2002: 515)

Berikut ini adalah rangkaian dari catu daya :



Gambar 7. Rangkaian Catu Daya

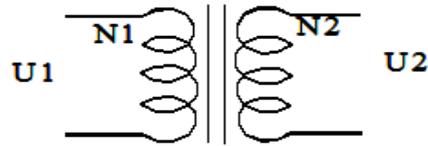
Penjelasan dari rangkaian catu daya di atas adalah arus listrik dari PLN yaitu 220 V dalam tegangan AC, sesuai dengan kebutuhan yaitu 15V dalam tegangan DC maka di gunakan lah Trafo jenis *Step Down*, output dari trafo ini untuk merubah tegangan menjadi tegangan DC digunakan lah dioda sebagai penyearah, kemudian output dari dioda tegangan nya sudah menjadi DC tetapi belum sempurna, selanjut nya digunakan lah kapasitor sebagai filter dan di teruskan ke IC Regulator sehingga sempurna menjadi tegangan DC, dalam catu daya di gunakan lampu LED sebagai indikator, agar LED tidak putus maka di gunakan resistor sebagai hambatan.

1. Transformator

Menurut Salwin (2008 : 42)

Transformator adalah suatu peralatan listrik yang dipergunakan untuk memindahkan daya atau energi listrik dari suatu bagian rangkaian ke rangkaian yang lain secara induksi dengan tegangan dan arus berubah serta frekuensi tetap (melalui suatu gandingan magnet dan prinsip-prinsip elektromagnet).

Transformator terbuat dari suatu teras baja lunak tertutup yang berlapis-lapis dilengkapi dengan kumparan primer dan sekunder. Apabila kumparan primer P dihubungkan pada arus bolak – balik, maka akan timbul arus gaya magnet yang akan menginduksi kumparan primer P dan juga kumparan sekunder S.



Gambar 8. Simbol Trafo.

Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$U_1 : U_2 = N_1 : N_2$$

dimana: U_1 : Tegangan primer U_2 : Tegangan sekunder

N_1 : Jumlah lilitan primer N_2 : Jumlah lilitan sekunder

Fungsi transformator adalah untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC tinggi menjadi tegangan AC yang lebih rendah. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi. Sebuah transformator terdiri atas beberapa kawat yang terisolasi dan lilitan-lilitan yang mengelilingi kumparan-kumparan inti besi lunak. Kumparan inti sering disebut dengan kumparan primer dan kumparan sekunder.

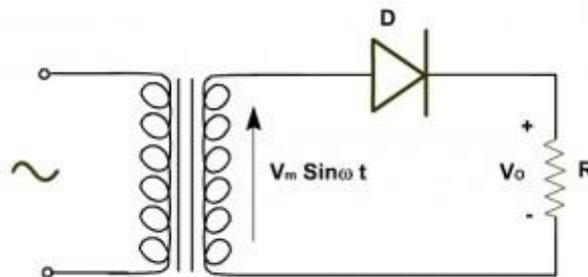
Tegangan bolak-balik AC dari sumber 220V diberikan pada kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder merupakan outputnya. Jika lilitan pada kawat kumparan sekunder lebih banyak dari kumparan primer, maka tegangan output lebih besar dari tegangan input. Ini disebut dengan transformator penaik tegangan (*Trafo Step-Up*). Sebaliknya, jika lilitan kawat pada kumparan sekunder lebih sedikit dari kumparan primer, maka tegangan outputnya lebih kecil dari tegangan inputnya, ini disebut dengan transformator penurun tegangan (*Trafo Step-Down*).

2. Penyearah Gelombang (*Rectifier*)

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari power supply/catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah diode yang dikonfigursikan secara forward bias. Dalam sebuah power supply tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator stepdown.

Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

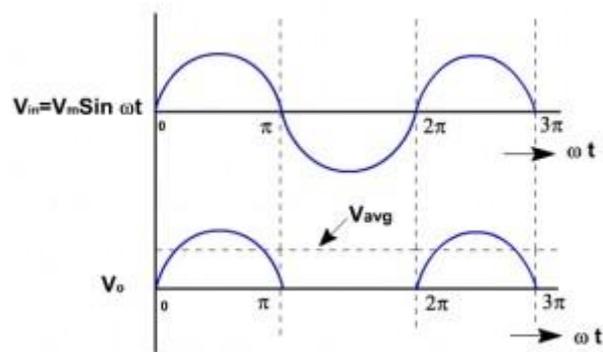
a. Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave rectifier*)



Gambar 9. Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave rectifier*)
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*) hanya menggunakan 1 buah diode sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah

gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan forward bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi reverse bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah setengah gelombang berikut.



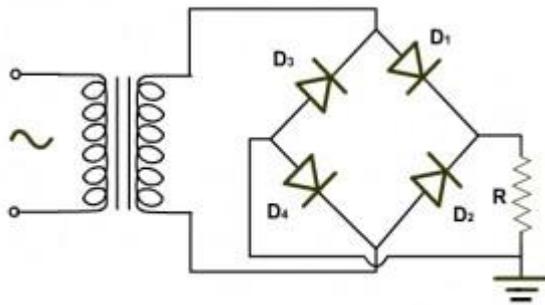
Gambar 10. Sinyal Output Penyearah Setengah Gelombang.
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

Formulasi yang digunakan pada penyearah setengah gelombang sebagai berikut.

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi}$$

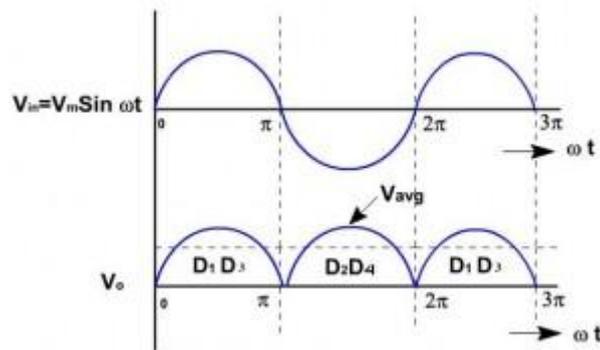
b. Penyearah Gelombang Penuh (*Full wave Rectifier*)

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 11. Penyearah Gelombang Penuh (*Full wafe Rectifier*)
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

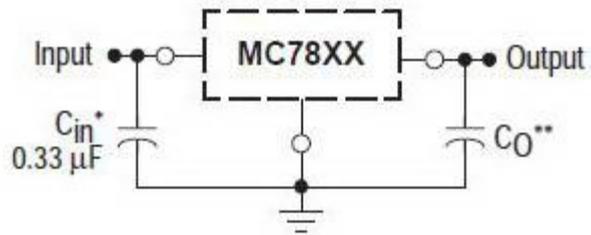
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut.



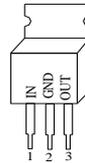
Gambar 12. Sinyal Output Penyearah Gelombang Penuh.
 (Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

3. IC Regulator

Salah satu tipe regulator tegangan tetap adalah 78XX. Regulator tegangan tipe 78XX adalah salah satu regulator tegangan tetap dengan tiga terminal, yaitu terminal VIN, GND dan VOUT. Tegangan keluaran dari regulator 78XX memungkinkan regulator untuk dipakai dalam sistem logika, instrumentasi dan Hifi. Regulator tegangan 78XX dirancang sebagai regulator tegangan tetap, meskipun demikian dapat juga keluaran dari regulator ini diatur tegangan dan arusnya melalui tambahan komponen eksternal. Pada umumnya catu daya selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan regulator tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Cara pemasangan dari regulator tegangan tetap 78XX pada catu daya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 13. Rangkaian Dasar Regulator Tegangan Positif 78xx
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/regulator-tegangan-positif-78xx/>)



Gambar 14. Bentuk Fisik IC LM 78XX
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/regulator-tegangan-positif-78xx/>)

Kondensator masukan C_1 dibutuhkan untuk perata tegangan sedangkan kondensator keluaran C_2 memperbaiki tanggapan peralihan. Regulator tegangan tetap 78XX dibedakan dalam tiga versi yaitu 78XXC, 78LXX dan 78MXX. Arsitektur dari regulator tegangan tersebut sama, yang membedakan adalah kemampuan mengalirkan arus pada regulator tegangan tersebut. Data karekteristik dari regulator tegangan tipe 78XX dapat dilihat pada tabel berikut.

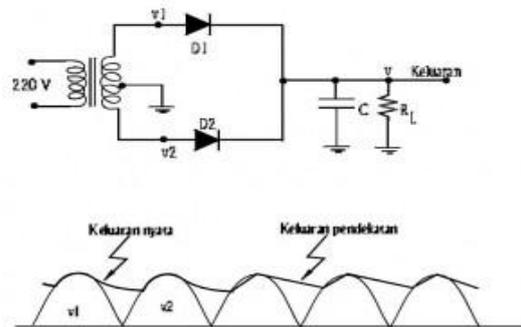
Tabel 1. Karakteristik Regulator Tegangan Positif 78xx.

Tipe	V _{Out} (V)	I _{Out} (A)			V _{in} (V)	
		78xxC	78Lxx	78Mxx	Min	Max
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7809	9	1	0,1	0,5	11,7	24
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

Angka xx pada bagian terakhir penulisan tipe regulator 78xx merupakan besarnya tegangan output dari regulator tersebut. Kemudian huruf L, M merupakan besarnya arus maksimum yang dapat dialirkan pada terminal output regulator tegangan positif tersebut. Untuk penulisan tanpa huruf L ataupun M (78(L/M)xx) pada regulator tegangan positif 78xx maka arus maksimal yang dapat dialirkan pada terminal outputnya adalah 1 ampere. Karakteristik dan tipe-tipe kemampuan arus maksimal output dari regulator tegangan positif 78xx dapat dilihat pada tabel diatas.

4. Filter

Tapis kapasitor sangat efektif digunakan untuk mengurangi komponen AC pada keluaran penyearah. Pertama akan kita lihat karakter kapasitor sebagai tapis dengan memasang langsung pada keluaran penyearah tanpa memasang beban. Rangkaian power supply dengan filter/tapis kapasitor dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 15. Rangkaian Power Supply Dengan Filter Kapasitor
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/filter-power-supply-dengan-kapasitor/>)

Saat sumber tegangan (masukan) dihidupkan, satu diode berkonduksi dan keluaran berusaha mengikuti tegangan transformator. Pada kondisi ini tiba-tiba tegangan kapasitor menjadi besar dan arus yang mengalir menjadi besar (dalam hal ini, $i = C \, dv/dt : dv/dt = \infty$). Saat masukan membesar keluaran juga akan membesar, namun saat masukan menurun tegangan kapasitor atau keluaran tidak mengalami penurunan tegangan karena tidak ada proses penurunan tegangan. Dalam keadaan ideal ini, tegangan keluaran DC akan sama dengan tegangan puncak masukan dan akan ditahan untuk seterusnya.

Efektivitas kapasitor sebagai tapis tergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah :

- a. Kapasitas/ukuran kapasitor.
- b. Nilai beban RL yang dipasang.
- c. Waktu.

Ketiga faktor tersebut mempunyai hubungan sebagai berikut :

$$T = R \times C$$

dimana T adalah waktu dalam detik, R adalah hambatan dalam ohm dan C adalah kapasitansi dalam farad. Perkalian RC disebut sebagai “konstanta waktu” merupakan ukuran seberapa cepat tegangan dan arus tapis (kapasitor) merespon perubahan pada masukan. Kapasitor akan terisi sampai sekitar 62,2% dari tegangan yang dikenakan selama satu konstanta waktu. Demikian saat dikosongkan selama satu konstanta waktu, maka tegangan kapasitor akan turun sebanyak 62,2%. Untuk mengisi kapasitor sampai penuh diperlukan waktu sekitar 5 kali konstanta waktu.

C. Mikrokontroler

Menurut Sumardi (2013:1)

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang di khususkan untuk instrumentasi dan kendali contoh aplikasi adalah pada kendali motor, berperan seperti PLC (*Programmable Logic Controller*) pengaturan pengapian dan injeksi bahan bakar pada kendaraan bermotor atau alat mengukur suhu besaran, seperti suhu, tekanan, kelembaban dan lain lain.

Mikrokontroler digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan *computer mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen–elemen dasar yang sama. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi–instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu

sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer.

Beberapa fitur yang umumnya ada di dalam mikrokontroler adalah sebagai berikut :

1. RAM (*Random Access Memory*)

RAM digunakan oleh mikrokontroler untuk tempat penyimpanan variable. Memori ini bersifat volatile yang berarti akan kehilangan semua datanya jika tidak mendapatkan catu daya.

2. ROM (*Read Only Memory*)

ROM seringkali disebut sebagai kode memori karena berfungsi untuk tempat penyimpanan program yang akan diberikan oleh *user*.

3. Register

Merupakan tempat penyimpanan nilai-nilai yang akan digunakan dalam proses yang telah disediakan oleh mikrokontroler.

4. *Special Function Register*

Merupakan register khusus yang berfungsi untuk mengatur jalannya mikrokontroler. Register ini terletak pada RAM.

5. Input dan Output Pin

Pin input adalah bagian yang berfungsi sebagai penerima signal dari luar, pin ini dapat dihubungkan ke berbagai media inputan seperti *keypad*, sensor, dan sebagainya. Pin output adalah bagian yang berfungsi untuk mengeluarkan signal dari hasil proses algoritma mikrokontroler.

6. *Interrupt*

Interrupt bagian dari mikrokontroler yang berfungsi sebagai bagian yang dapat melakukan interupsi, sehingga ketika program utama sedang berjalan, program utama tersebut dapat diinterupsi dan menjalankan program interupsi terlebih dahulu. Beberapa *interrupt* pada umumnya adalah sebagai berikut :

a. *Interrupt Eksternal*

Interrupt akan terjadi bila ada inputan dari pin *interrupt*.

b. *Interrupt timer*

Interrupt akan terjadi bila waktu tertentu telah tercapai.

c. *Interrupt serial*

Interrupt yang terjadi ketika ada penerimaan data dari komunikasi serial.

D. Pengenalan Mikrokontroler ATmega 32

ATmega 32 termasuk dalam *microcontroller unit* (MCU) 8-bit keluarga AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) ATmega yang berdaya guna tinggi dan berdaya rendah. ATmega 32 dirancang berdasarkan arsitektur RISC, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus.

1. Fitur ATMega 32
 - a. Mikrokontroler AVR berkemampuan tinggi.
 - b. Di desain berdaya rendah dan semua operasi bersifat statis.
 - c. Memori *flash* sebesar 32K *bytes*.
 - d. EEPROM sebesar 1024 *bytes*.
 - e. SRAM internal sebesar 2K *bytes*.
 - f. Antarmuka (*interface*) JTAG (memenuhi standar IEEE 1149,1).
 - g. Dua buah *timer/counter* 8 *bit*.
 - h. Satu buah *timer/counter* 16 *bit*.
 - i. PWM (*Pulse Width Modulation*) sebanyak 4 (empat) kanal (*channels*).
 - j. ADC (*Analog to Digital Converter*) internal dengan fidelitas 10 *bit* sebanyak 8 *channels*.
 - k. Portal komunikasi serial (USART).
 - l. *Analog comparator internal*.
 - m. Enam pilihan *mode sleep* penghemat penggunaan daya listrik.
 - n. Tegangan operasi 2,7 – 5,5V (untuk ATMega 32 L) dan 4,5 – 5,5V (untuk ATMega 32).
 - o. Kecepatan maksimal 16 MHz.
 - p. Antarmuka SPI.
 - q. Unit interupsi internal dan eksternal.
 - r. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *B*, *C*, dan *D*.
 - s. ATMega 32 terdiri dari 40 *pin* PDIP, 44 *lead* TQFP, dan 44 *pad* MLF.

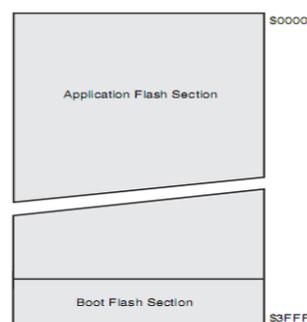
2. Struktur Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *chip* tunggal mikrokomputer, yang lebih cocok untuk kontrol dan otomatisasi mesin dan proses. Mikrokontroler memiliki *Central Processing Unit* (CPU), memori, *port input/output* (I/O), *timer* dan *counter*, *analog-to-digital converter* (ADC), *digital-to-analog converter* (DAC), *port serial*, *interrupt logic*, osilator sirkuit dan lain sebagainya. Penggunaan mikrokontroler tidak hanya mengurangi biaya otomatisasi tetapi juga memberikan fleksibilitas lebih. Perangkat dapat diprogram untuk membuat sistem cerdas.

3. Arsitektur ATMega 32

a. Memori *Flash* (Program Memori)

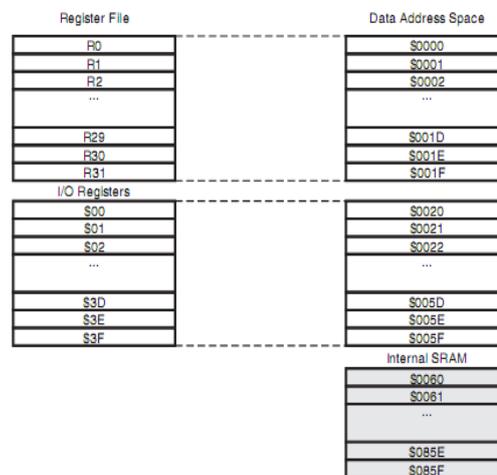
Mikrokontroler ATMega 32 memiliki memori *flash* sebesar 32K *bytes* yang dapat diprogram berulang-ulang (*reprogrammable*). Demi keamanan *software*, memori *flash* dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu bagian *boot program* dan bagian *application program*. Memori *flash* terletak pada alamat \$0000 - \$3FFF. Peta memori *flash* ditunjukkan pada Gambar dibawah.



Gambar 16. Peta Memori *Flash* Mikrokontroler ATMega 32
(Sumber : Data Sheet ATMega 32)

b. Memori Data SRAM (*Static Random Access Memory*)

Mikrokontroler ATmega 32 memiliki SRAM internal sebesar 2K *bytes*. Organisasi memori data SRAM pada mikrokontroler ATmega data dilihat pada peta memori data seperti yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 17. Peta Memori Data SRAM

(Sumber : Data Sheet ATmega 32)

c. EEPROM

EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah salah satu dari tiga tipe memori pada ATmega 32. EEPROM tetap dapat menyimpan data saat tidak dicatu daya dan juga dapat diubah saat program berjalan. Oleh karena itu, EEPROM sangat berguna untuk menyimpan informasi, seperti nilai kalibrasi, nomor ID dan juga *password*. Pada EEPROM terdapat 3 buah register yang harus diatur untuk menuliskan data ke dalam EEPROM, ketiga

register tersebut adalah EEAR (EEPROM *address Register*), yaitu tempat alamat data pada EEPROM yang akan ditulis. EEDR (EEPROM *Data Register*), yaitu register untuk menyimpan data yang akan disimpan di EEPROM, dan EECR (EEPROM *Control Register*) yang digunakan untuk mengontrol operasi EEPROM.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	EEAR9	EEAR8	EEARH
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	EEARL
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	X	

(a)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	MSB							LSB	EEDR
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

(b)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE	EECR
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	X	0	

(c)

Gambar 18. Register-register Pada EEPROM
 (a) Register EEAR, (b) Register EEDR, (c) Register EECR
 (Sumber : Data Sheet ATmega 32)

EECR (*EEPROM Control Register*) memiliki empat *bit*, yaitu EEMWE, EEWB, EERIW, dan EERE. EERE (*EEPROM Read Enable*) digunakan untuk membaca EEPROM. Untuk dapat menulis pada EEPROM, pertama yang harus dilakukan adalah EEMWE (*EEPROM Master Write Enable*) dan jika tidak terlebih dahulu mengatur EEMWE, maka pengaturan EEWB (*EEPROM Write Enable*) tidak akan berpengaruh. *Bit* EEWB juga digunakan apabila EEPROM siap digunakan untuk ditulis *byte* baru.

d. *Port Input / Output (I/O Port)*

Mikrokontroler ATmega 32 memiliki 32 *pin I/O bidirectional*. Semua *pin* ini dapat diprogram sebagai *input* atau *output*. *Port A* adalah *port* dengan fungsi khusus, yaitu sebagai *port* masukan sinyal analog untuk ADC (*Analog to Digital Converter*). Perlu diperhatikan bahwa ketika difungsikan sebagai masukan analog untuk ADC, maka *port A* tidak boleh digunakan sebagai *output* karena akan mengakibatkan hasil konversi ADC menjadi tidak tepat. Sebaiknya *port* yang digunakan untuk *output* adalah selain *port A*.

Table 2. Fungsi Khusus Port A

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PA7	ADC7 (ADC <i>input channel</i> 7)
PA6	ADC6 (ADC <i>input channel</i> 6)
PA5	ADC5 (ADC <i>input channel</i> 5)
PA4	ADC4 (ADC <i>input channel</i> 4)

PA3	ADC3 (ADC <i>input channel</i> 3)
PA2	ADC2 (ADC <i>input channel</i> 2)
PA1	ADC1 (ADC <i>input channel</i> 1)
PA0	ADC0 (ADC <i>input channel</i> 0)

(Sumber : *Data Sheet ATmega 32*)

Selain *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D* mikrokontroler ATmega 32 juga memiliki fungsi khusus. Tabel 3, 4, dan 5 menunjukkan fungsi-fungsi tersebut.

Table 3. Fungsi Khusus *Port B*

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB3	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
PB2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)
PB0	T0 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>) XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

(Sumber : *Data Sheet ATmega 32*)

Tabel 4. Fungsi Khusus Port C

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin 2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin 1</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC4	TDO (<i>JTAG Test Data Out</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC2	TCK (<i>JTAG Test Clock</i>)
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)

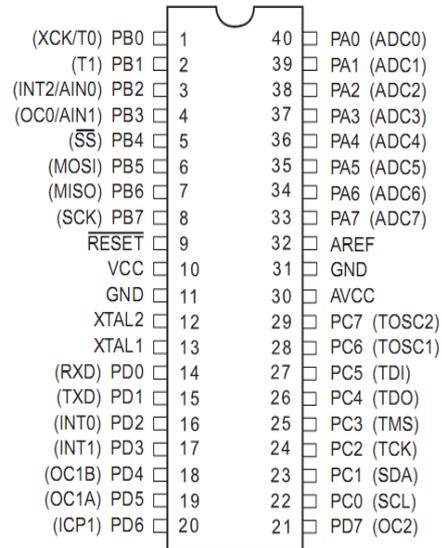
(Sumber : Data Sheet ATmega 32)

Tabel 5. Fungsi Khusus Port D

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

(Sumber : Data Sheet ATmega 32)

e. Konfigurasi *Pin* dari Mikrokontroler ATmega 32

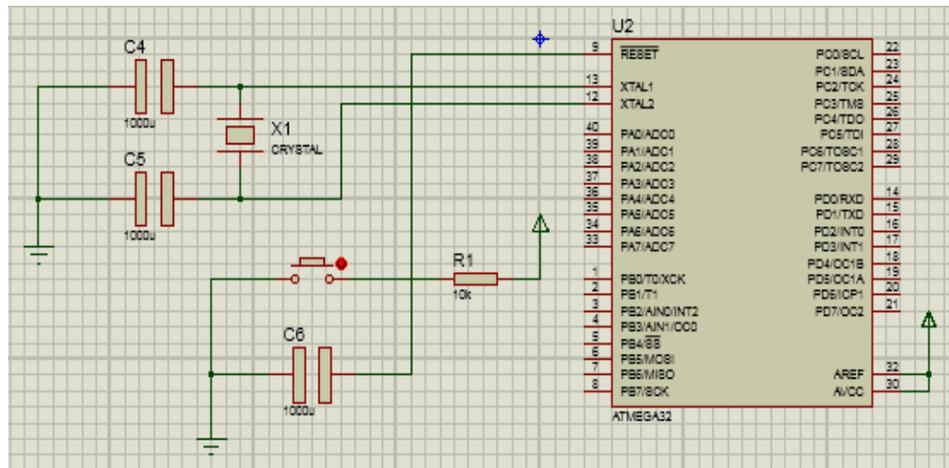


Gambar 19. Konfigurasi *Pin* ATmega 32
(Sumber : Data Sheet ATmega 32)

4. Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 32

Sistem Minimum Mikrokontroler adalah sebuah rangkaian sederhana dari sebuah mikrokontroler agar IC mikrokontroler tersebut bisa beroperasi dan di program. Sistem minimum ini kemudian bisa di hubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan aplikasi tertentu. Mikrokontroler seri ATmega 32, adalah salah satu seri yang banyak di gunakan.

Dapat di lihat Skematik sistem minimum Mikrokontroler ATmega 32 sebagai berikut :



Gambar 20. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 32

E. Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



Gambar 21. Bentuk Fisik dan Simbol Motor DC.
(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

1. Komponen Motor DC

Gambar diatas memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :

a. Kutub Medan Magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

b. Kumparan Motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC

c. Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

2. Kelebihan Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

- a. Tegangan kumparan Motor DC – meningkatkan tegangan kumparan Motor DC akan meningkatkan kecepatan
- b. Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya, motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC. Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$\text{Gaya elektromagnetik} \quad : \quad E = K \Phi N$$

$$\text{Torque} \quad : \quad T = K \Phi I_a$$

Dimana:

E = Gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal
kumparan motor DC (volt)

Φ = Flux medanyang berbanding lurus dengan arus medan

N = Kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = Torque elektromagnetik

I_a = Arus kumparan motor DC

K = Konstanta persamaan.

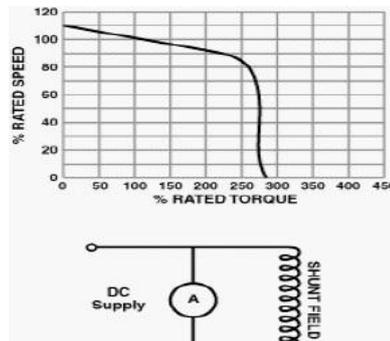
3. Jenis jenis Motor DC

a. Motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.

b. Motor DC sumber daya sendiri/*self excited*: motor shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC.



Gambar 22. Karakteristik Motor DC Shunt.
(Sumber : <http://.zoniaelektro.net/motor-dc/>)

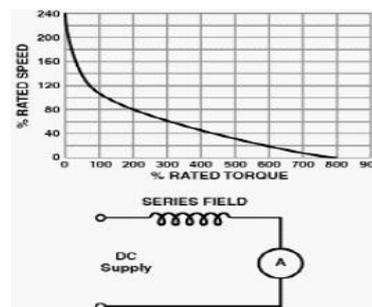
Berikut tentang kecepatan motor shunt

- 1). Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
 - 2). Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).
- c. Motor DC daya sendiri: motor seri

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC, berikut tentang kecepatan motor seri :

- 1). Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- 2). Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban
sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada gambar berikut

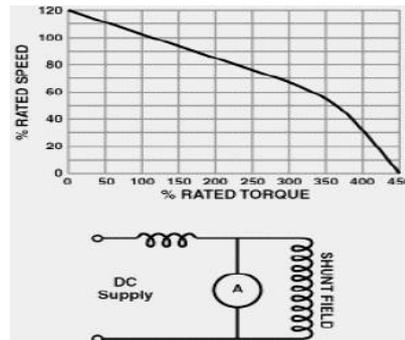


Gambar 23. Karakteristik Motor DC Seri.
(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

d. Motor DC Kompon/Gabungan

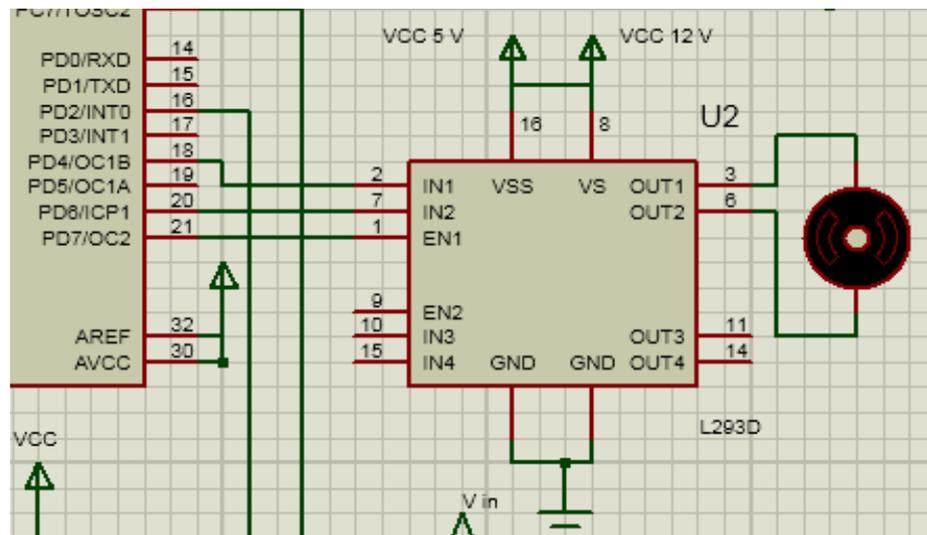
Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat

pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok.



Gambar 24. Karakteristik Motor Kompon/gabungan.
(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

4. Rangkaian Driver Motor DC 2 Arah Putaran.

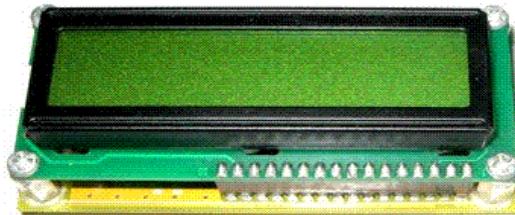


Gambar 25. Rangkaian Driver Motor DC Dua Arah.

F. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut Afrie Setiawan (2011:24)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD.



Gambar 26. Bentuk Fisik LCD 16x2.
Sumber : Afrie Setiawan (2011:24)

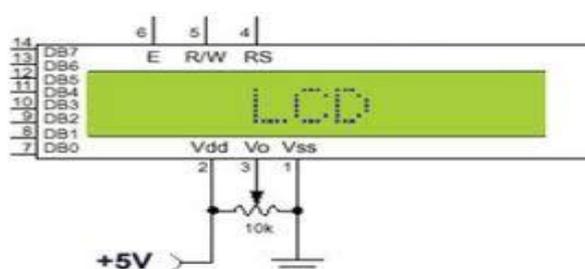
LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah LED terdapat sebuah bidang datar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan

diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan.

Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi *portable* karena dapat menggunakan catudaya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang – remang atau dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang di belakang layar tampilan.

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada *display*. Keuntungan dari LCD ini adalah:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan *port* I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit kontrol.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relatif sangat kecil.



Gambar 27. Konfigurasi pin LCD
 Sumber : Afrie Setiawan (2011:24)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Cursor ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*.

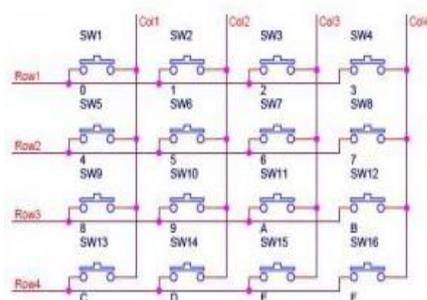
Lapisan film yang berisi Kristal cair diletakkan diantara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul Kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian diaktifkan.

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik lain seperti *Global Positioning System (GPS)*, *Balgraph display*, dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk *Dual In-line Package (DIP)* dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter ataupun gambar, pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode *screening*. Metode *screening* adalah mengaktifkan daerah perpotongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua.

Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD.

G. Keypad

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Matrix keypad 4×4 merupakan salah satu contoh keypad yang dapat digunakan untuk berkomunikasi antara manusia dengan mikrokontroler. Matrix keypad 4×4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan port mikrokontroler karena jumlah *key* (tombol) yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem dengan mikrokontroler. Konstruksi matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler dapat dibuat seperti pada gambar berikut.



Gambar 28. Konfigurasi Matrix Keypad 4×4.

(Sumber :<http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/matrix-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>)



Gambar 29. Bentuk Fisik Keypad.

(Sumber :<http://.elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/matrix-keypad-4x4-untuk-mikrokontroler/>)

Konstruksi matrix keypad 4×4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupa saklar push buton yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar push buton dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari matrix keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau output dari matrix keypad 4×4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasikan kolom sebagai input dan baris sebagai output atau sebaliknya tergantung programernya.

Proses Scaning Matrix Keypad 4×4 Untuk Mikrokontroler.

Proses scanning untuk membaca penekanan tombol pada matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler diatas dilakukan secara bertahap kolom demi kolom dari kolom pertama sampai kolom ke 4 dan baris pertama hingga baris ke 4. Program untuk scanning matrix keypad 4×4 dapat bermacam-macam, tapi pada

intinya sama. Misal kita asumsikan keypad aktif LOW (semua line kolom dan baris dipasang resistor pull-up) dan dihubungkan ke port mikrokontroler dengan jalur kolom adalah jalur input dan jalur baris adalah jalur output maka proses scanning matrix keypad 4×4 diatas dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Mengirimkan logika Low untuk kolom 1 (Col 1) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
2. Mengirimkan logika Low untuk kolom 2 (Col 2) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.

3. Mengirimkan logika Low untuk kolom 3 (Col 3) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111.
4. Mengirimkan logika Low untuk kolom 4 (Col 4) dan logika HIGH untuk kolom yang lain kemudian membaca data baris, misal tombol SW1 ditekan maka data baris pertama (Row1) akan LOW sehingga data baris yang dibaca adalah 0111, atau tombol yang ditekan tombol SW5 maka data pada baris ke 2 akan LOW sehingga data yang terbaca 1011, atau tombol SW9 yang ditekan sehingga data yang terbaca 1101, atau tombol SW13 yang ditekan maka data yang dibaca adalah 1110 dan atau tidak ada tombol pada kolom pertama yang di tekan maka data pembacaan baris akan 1111. Kemudian data pembacaan baris ini diolah sebagai pembacaan data penekanan tombol keypad. Sehingga tiap tombol pada matrix keypad 4×4 diatas dengan teknik scanning tersebut akan menghasilkan data penekanan tiap-tiap tombol sebagai berikut.

SW1 = 0111 0111	SW9 = 0111 1101
SW2 = 1011 0111	SW10 = 1011 1101
SW3 = 1101 0111	SW11 = 1101 1101
SW4 = 1110 0111	SW12 = 1110 1101
SW5 = 0111 1011	SW13 = 0111 1110
SW6 = 1011 1011	SW14 = 1011 1110
SW7 = 1101 1011	SW15 = 1101 1110
SW8 = 1110 1011	SW16 = 1110 1110

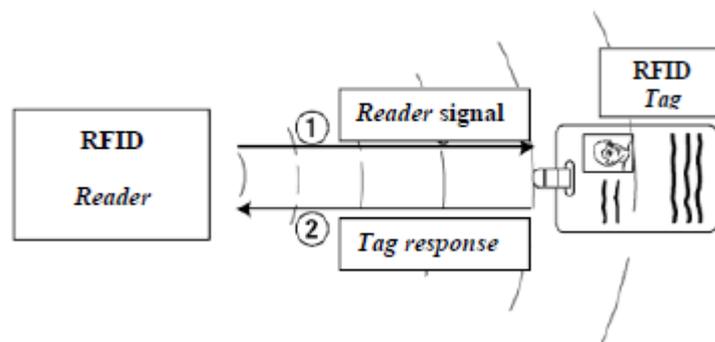
Data port mikrokontroler, misalkan pada SW2 = 1011 0111 tersebut terbagi dalam nibble atas dan nibble bawah dimana data nibble atas (1011) merupakan data yang kita kirimkan sedangkan data nibble bawah (0111) adalah data hasil pembacaan penekanan tombol keypad SW2 pada proses scanning matrix keypad 4×4 diatas.

H. RFID (*Radio Frequency Identification*)

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio. Teknologi mampu mengidentifikasi berbagai objek secara simultan tanpa diperlukan kontak langsung (atau dalam jarak pendek). RFID dikembangkan sebagai pengganti penerus barcode. RFID bekerja dengan HF (*High Frequency*) untuk aplikasi jarak dekat (*proximity*) dan bekerja pada UHF (*Ultra High Frequency*) untuk aplikasi jarak jauh (*vicinity*).

Sensor RFID adalah sensor yang mengidentifikasi suatu barang dengan menggunakan frekuensi radio. Sensor ini terdiri dari dua bagian penting *transceiver (reader)* dan *transponder (tag)*. Setiap *tag* tersimpan data yang

berbeda. Data tersebut merupakan data identitas *tag*. *Reader* akan membaca data dari *tag* dengan perantara gelombang radio. Pada *reader* biasanya berhubungan dengan suatu mikrokontroler. Mikrokontroler ini berfungsi untuk mengolah data yang didapat *reader*. Struktur cara kerja RFID terdapat pada gambar 30.



Gambar 30. Sistem Kerja RFID

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/definisi-dan-aplikasi-rfid-radio-frequency-identification/>)

1. Pembacaan RFID

Sebuah RFID harus menyelesaikan dua buah tugas yaitu :

- a. Menerima perintah software aplikasi
- b. Berkomunikasi dengan *Tag* RFID

Pembaca RFID merupakan penghubung antara software aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan gelombang radio ke tag RFID. Gelombang radio yang diemisikan oleh antena propagasi pada ruangan sekitarnya. akibatnya data dapat berpindah secara wireless ke tag RFID yang berada berdekatan dengan antena.

2. *Tag* RFID

Tag RFID adalah perangkat yang dibuat dari rangkaian elektronika dan antena yang terintegrasi didalam rangkain tersebut. Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki memori sehingga tag ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Memori pada *tag* secara dibagi menjadi sel-sel. Beberapa sel menyimpan data *Read Only*, misalnya serial number yang unik yang disimpan pada *tag* tersebut diproduksi. Selain pada RFID mungkin dapat juga dapat ditulis dan dibaca secara berulang.

Berdasarkan catu daya *tag*, *tag* RFID dapat digolongkan menjadi:

- a. *Tag* Aktif: yaitu catu daya diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang diperlukan oleh pembaca RFID dan *tag* dapat mengirimkan informasi dalam jarak lebih jauh. Kelemahan tipe ini harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar karena lebih kompleks. Semakin banyak fungsi yang dilakukan oleh *tag* RFID maka rangkaiannya semakin komplek dan ukuranya semakin besar.
- b. *Tag* Pasif: yaitu catu dayanya yang diperoleh dari medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID. Rangkaiannya lebih sederhana dan harganya jauh lebih murah, ukuranya sangat kecil, dan lebih ringan. Kelemahanya adalah *tag* hanya dapat mengirim informasi dalam jarak dekat dan pembaca RFID harus menyediakan daya tambahan untuk *tag* RFID.

Tag RFID telah sering dipertimbangkan untuk digunakan *barcode* pada masa yang akan datang. Pembacaan informasi *tag* RFID tidak memerlukan kotak sama sekali. Karena kemampuan rangkaian terintegrasi yang modern. Maka *tag* RFID dapat menyimpan jauh lebih banyak dibandingkan dengan *barcode*.

3. Frekuensi Kerja RFID

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Ini adalah frekuensi yang digunakan untuk berkomunikasi *wireless* antara pembaca *tag* RFID.

Ada beberapa band frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID yaitu:

<i>Low Frequency</i> (LF)	: 125 – 134 KHz
<i>High Frequency</i> (HF)	: 13.56 MHz
<i>Ultra High Frequency</i> (UHF)	: 868 – 956 MHz
<i>Microwave</i>	: 2.45 GHz

Pemilihan dari frekuensi kerja sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain, kecepatan komunikasi data, ukuran dan antena. Untuk frekuensi yang rendah (*Low Frequency* (LF) : 125 – 134 KHz) umumnya menggunakan *tag* pasif (tidak memiliki sumber energi sendiri tanpa *battery*, modulasi akan aktif setelah *tag* menerima gelombang elektromagnetik dari *reader*) dan frekuensi tinggi (*High Frequency* (HF) : 13.56MHz- *Microwave* : 2.45 GHz) digunakan tag aktif (memiliki sumber energi sendiri, modulasi aktif

langsung dari tag sendiri). Pada frekuensi rendah, *tag pasif* tidak dapat mentransmisikan data dengan jarak jauh, karena keterbatasan daya yang diperoleh dari medan magnetik. Akan tetapi komunikasi tetap dilakukan tanpa kontak langsung. Pada penelitian ini hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah *tag pasif* harus terletak jauh dari objek logam, karena logam secara signifikan mengurangi fluks dari medan magnet. Akibatnya *tag* RFID tidak bekerja dengan baik, karena *tag* tidak menerima daya minimum untuk dapat bekerja.

Pada frekuensi tinggi, jarak antara *tag* aktif dengan pembaca RFID dapat lebih jauh tapi masih terbatas oleh daya yang ada. Sinyal elektromagnetik pada frekuensi tinggi juga mendapatkan kelemahan (atenuasi) ketika tag tertutupi oleh es atau air. Pada kondisi terburuk, *tag* yang tertutup oleh logam tidak terdeteksi oleh pembaca RFID.

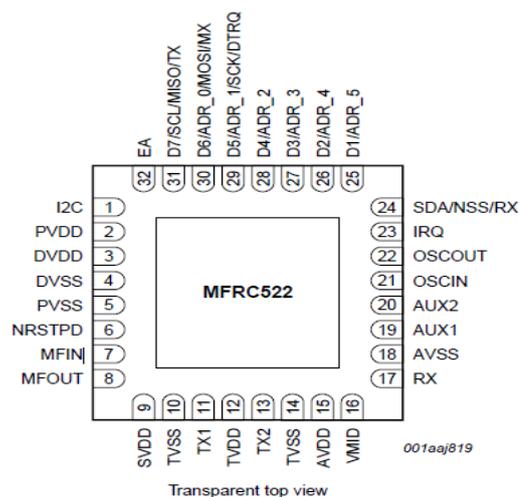
Ukuran antena yang harus digunakan untuk transmisi data bergantung dari panjang gelombang elektromagnetik. Untuk frekuensi rendah maka antena harus dibuat dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan RFID dengan frekuensi tinggi.

4. Akurasi RFID

Akurasi RFID dapat didefinisikan dengan tingkat keberhasilan pembaca RFID melakukan identifikasi sebuah *tag* yang berada pada area kerjanya. Keberhasilan dari proses identifikasi sangat dipengaruhi oleh beberapa fisik, yaitu.

- Posisi antena pada RFID
- Karakteristik dari material lingkungan yang mencakup sistem RFID
- Batasan *catu daya*
- Frekuensi kerja RFID

Sensor RFID yang digunakan adalah RFID MFRC522. Sensor ini digunakan karena RFID dengan frekuensi 13.56 MHz merupakan model yang banyak dijumpai di pasaran dan memiliki harga yang relatif terjangkau.



Gambar 31. RFID Reader MFRC522

5. Definisi pin

Pin	Symbol	Type ^[1]	Description
1	I2C	I	I ² C-bus enable input ^[2]
2	PVDD	P	pin power supply
3	DVDD	P	digital power supply
4	DVSS	G	digital ground ^[3]
5	PVSS	G	pin power supply ground
6	NRSTPD	I	reset and power-down input: power-down: enabled when LOW; internal current sinks are switched off, the oscillator is inhibited and the input pins are disconnected from the outside world reset: enabled by a positive edge
7	MFIN	I	MIFARE signal input
8	MFOUT	O	MIFARE signal output
9	SVDD	P	MFIN and MFOUT pin power supply
10	TVSS	G	transmitter output stage 1 ground
11	TX1	O	transmitter 1 modulated 13.56 MHz energy carrier output
12	TVDD	P	transmitter power supply: supplies the output stage of transmitters 1 and 2
13	TX2	O	transmitter 2 modulated 13.56 MHz energy carrier output
14	TVSS	G	transmitter output stage 2 ground
15	AVDD	P	analog power supply

Gambar 32. Pin Deskripsi RFID MFRC522

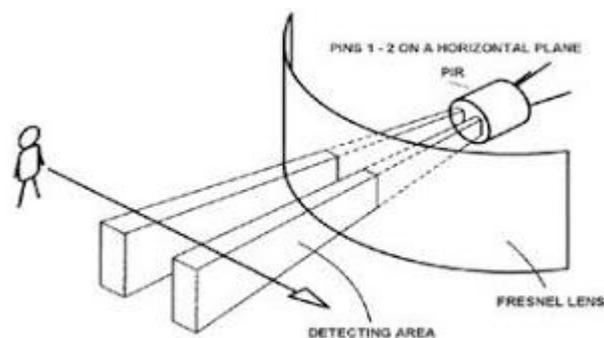
I. Sensor PIR (*Passive Infra Red*)

Menurut Jazi Eko Istiyanto (2014:129)

Sensor PIR (*Passive Infra Red*) adalah sensor penerima radiasi sinar infra merah, yaitu rangkaian modul sebagai detektor level fluktuasi radiasi inframerah. Modul sensor akan memberikan sinyal luaran High saat terjadi diferensiasi sinyal positif akibat pergerakan benda yang memancarkan radiasi inframerah (misalnya manusia, hewan, atau perangkat pemanas).

Fungsi dari masing masing Pin sensor PIR yaitu, pin D (*Drain*) untuk masukan tegangan catu daya 3 hingga 20 V, Pin S (*Source*) sebagai sinyal luaran tegangan analog, dan Pin G untuk koneksi ke GND (atau ke pin 0V catu daya)

Keadaan ruangan dengan perubahan temperatur pada manusia dalam suatu ruangan menjadi nilai awal (set point) yang menjadi acuan dalam sistem pengontrolan. Perubahan temperatur pada manusia dalam ruangan akan terdeteksi oleh Sensor PIR (*Passive Infra Red*). Dikatakan PIR (*Passive InfraRed*) karena sensor ini hanya mengenali lingkungan tanpa adanya energi yang harus dipancarkan. PIR (*Passive InfraRed*) merupakan kombinasi sebuah kristal pyroelectric, filter dan lensa Fresnel. Sensor ini sangat sensitif terhadap perubahan temperatur pada manusia dengan sudut deteksi 60°. Kekurangan dari sensor ini adalah: Pertama, power up delay mencapai 25 detik. Kedua, selain sudut deteksinya yang cukup besar, respon sensor ketika mendeteksi objek dan ketika sensor tidak mendeteksi objek cukup lama yaitu 0.5 detik.



Gambar 33. Jarak Deteksi Sensor PIR
 Sumber : Jazi Eko Istiyanto (2014:129)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 33, cara kerja dari sensor ini adalah ketika ada sebuah objek melewati sensor, pancaran radiasi infra merah pasif yang dihasilkan akan dihasilkan akan dideteksi oleh sensor.

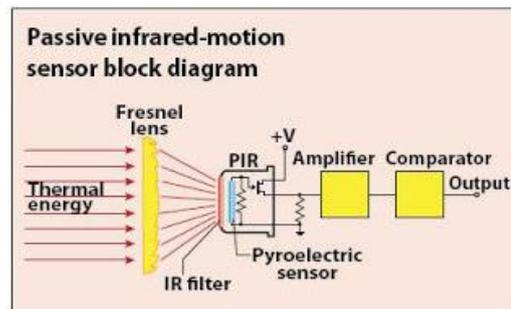
Energi panas yang dibawa oleh sinar infra merah pasif ini menyebabkan aktifnya material pyroelektrik di dalam sensor yang kemudian menghasilkan arus listrik.

Sensor passive infrared (PIR) telah banyak dimanfaatkan dalam alat-alat yang memerlukan sensor pendeteksi gerakan. Sebagai contoh yang sudah banyak kita jumpai adalah sistem pintu otomatis yang terpasang disupermarket, mall-mall dan perkantoran, pintu tersebut akan terbuka jika ada orang yang mendekatinya. Sensor PIR akan bekerja dengan mendeteksi radiasi infra merah yang terjadi ketika ada pergerakan manusia yang memiliki temperatur berbeda dengan lingkungan sekitarnya.

Di dalam sensor PIR ini terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu Fresnel Lens, IR Filter, Pyroelectric sensor, amplifier, dan comparator. Sensor PIR ini bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Seperti tubuh manusia yang memiliki suhu tubuh kira-kira 32 derajat celcius, yang merupakan suhu panas yang khas yang terdapat pada lingkungan. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh Pyroelectric sensor yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan Pyroelectric sensor yang terdiri dari galium nitrida, caesium nitrat dan litium tantalate menghasilkan arus listrik. Mengapa bisa menghasilkan arus listrik Karena pancaran sinar inframerah pasif ini

membawa energi panas. Prosesnya hampir sama seperti arus listrik yang terbentuk ketika sinar matahari mengenai solar cell.

Di dalam sensor PIR ini terdapat bagian-bagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu Fresnel Lens, IR Filter, Pyroelectric sensor, amplifier, dan comparator.



Gambar 34. Diagram Blok Sensor PIR.
Sumber : Jazi Eko Istiyanto (2014:129)

Ketika sensor mendeteksi benda yang bergerak, sensor akan mengirimkan tegangan ke penguat (op-amp), op-amp akan mengirimkan tegangan ke komparator dengan tegangan keluaran jika high (5 volt) dan low (0 volt) yang nanti akan disampaikan ke mikrokontroller dalam bentuk logika (0 dan 1). Sensor tidak dapat mendeteksi benda yang diam dengan jangkauan deteksi sensor maksimal 5 meter dan sudut 60 derajat.

J. Door Lock Elektrik (Pengunci Pintu Elektrik)

Door Lock Elektrik adalah perangkat kontrol akses yang digunakan untuk pintu. Untuk menggantikan *lock case* pintu biasa. seperti *lock case* biasa, *Door Lock* Elektrik biasanya memunculkan kait pengunci untuk menahan pintu agar tidak bisa dibuka. Namun untuk memunculkan/menarik

kait pengunci menggunakan listrik. Mekanik untuk menarik dan memunculkan kait pengunci ini menggunakan solenoid didalam mekaniknya. Solenoid adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat dan dapat diasumsikan bahwa panjangnya jauh lebih besar daripada diameternya. Dalam kasus solenoid ideal, panjang kumparan adalah tak hingga dan dibangun dengan kabel yang saling berhimpit dalam lilitannya, dan medan magnet di dalamnya adalah seragam dan paralel terhadap sumbu solenoid.

Kuat medan magnet untuk solenoid ideal adalah:

$$B = \mu_0 i n$$

di mana:

B = kuat medan magnet,

μ_0 = permeabilitas ruang kosong,

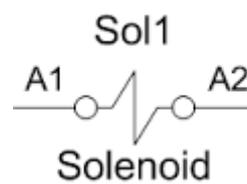
i = kuat arus yang mengalir,

n = jumlah lilitan.

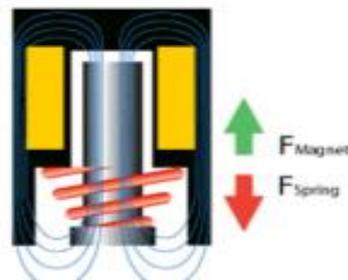
Jika terdapat batang besi dan ditempatkan sebagian panjangnya di dalam solenoid, batang tersebut akan bergerak masuk ke dalam solenoid saat arus dialirkan. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas, membuka pintu, atau mengoperasikan relay sistem kerja solenoid

Di dalam solenoid terdapat kawat melingkar pada inti besi (lihat gambar dibawah). Ketika arus listrik melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang bisa mendorong/menarik inti besi.

Poros dalam dari solenoid adalah piston seperti silinder yang terbuat dari besi atau baja yang disebut *plunger* (setara dengan sebuah dinamo). Medan magnet kemudian menerapkan kekuatan untuk *plunger* ini, baik menarik atau repeling (kembali posisi). Ketika medan magnet dimatikan, pegas *plunger* kemudian kembali ke keadaan semula.



Gambar 35. Simbol Solenoid



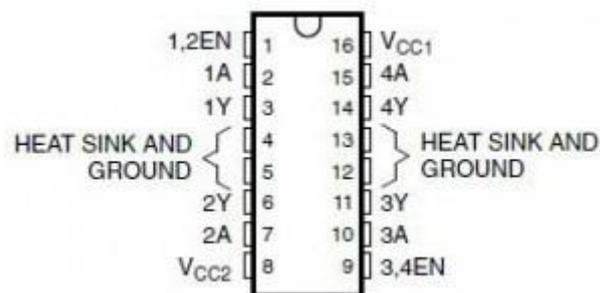
Gambar 36. Inti Besi Solenoid



Gambar 37. *Door Lock* Elektrik

K. Driver IC L 293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Konstruksi pin driver motor DC IC L293D adalah sebagai berikut.



Gambar 38. Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>)

1. Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D

- a. Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengijinkan driver menerima perintah untuk menggerakan motor DC.
- b. Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC.

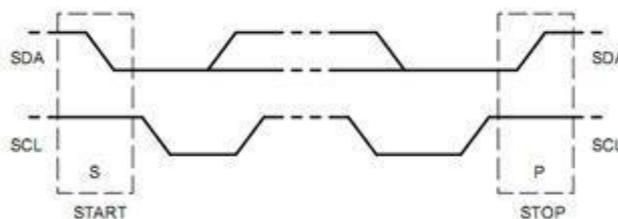
- c. Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC.
 - d. Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan.
 - e. Pin GND (Ground) adalah jalur yang harus dihubungkan ke ground.
2. Feature Driver IC L293D

Driver motor DC IC L293D memiliki feature yang lengkap untuk sebuah driver motor DC sehingga dapat diaplikasikan dalam beberapa teknik driver motor DC dan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis motor DC. Feature yang dimiliki adalah sebagai berikut :

- a. *Wide Supply-Voltage Range: 4.5 V to 36 V*
- b. *Separate Input-Logic Supply*
- c. *Internal ESD Protection*
- d. *Thermal Shutdown*
- e. *High-Noise-Immunity Inputs*
- f. *Functionally Similar to SGS L293 and SGS L293D*
- g. *Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)*
- h. *Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)*
- i. *Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D)*

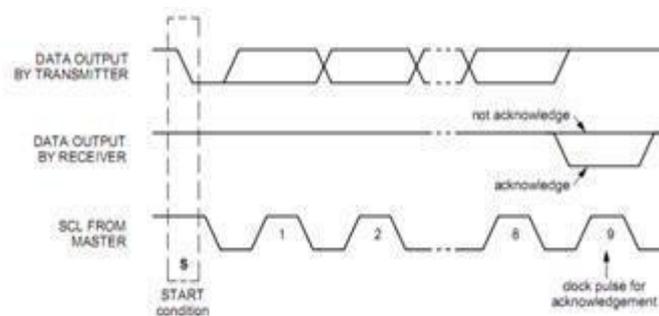
L. Komunikasi I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal stop, dan membangkitkan sinyal clock. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master*. Sinyal Start merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal stop merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal Start dan sinyal Stop seperti tampak pada Gambar 39.



Gambar 39. Kondisi Sinyal Start dan Stop
(Sumber : <http://ilearning.me/2015/03/30/tentang-i2c-dan-usart-pada-atmega8-atmega-8535/>)

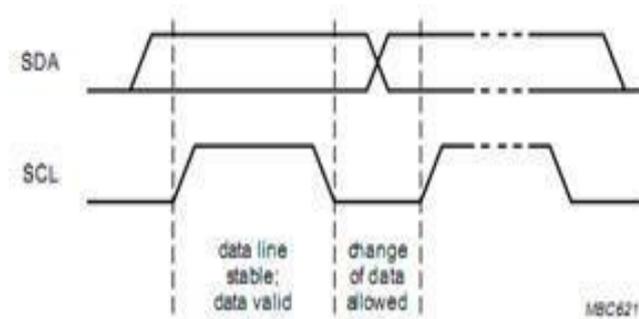
Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh master berhasil diterima slave, slave akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus clock ke 9. Ini menunjukkan bahwa Slave telah menerima 8 bit data dari Master. Kondisi sinyal *acknowledge* seperti tampak pada Gambar 40.



Gambar 40. Sinyal ACK dan NACK

(Sumber : [http:// ilearning.me/2015/03/30/tentang-i2c-dan-usart-pada- atmega8-atmega-8535/](http://ilearning.me/2015/03/30/tentang-i2c-dan-usart-pada-atmega8-atmega-8535/))

Transfer data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam keadaan sibuk. Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal Start atau sinyal Stop.

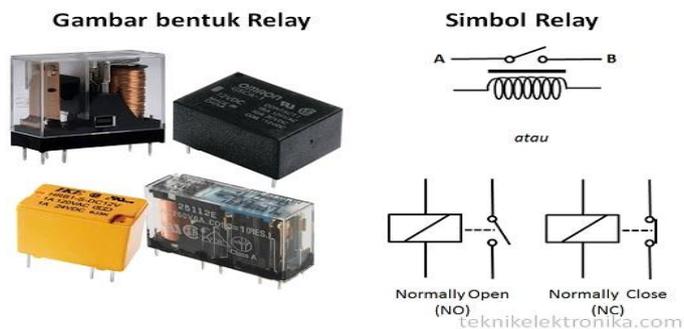


Gambar 41. Transfer Bit pada I2C Bus
(Sumber : [http:// ilearning.me/2015/03/30/tentang-i2c-dan-usart-pada- atmega8-atmega-8535/](http://ilearning.me/2015/03/30/tentang-i2c-dan-usart-pada-atmega8-atmega-8535/))

M. Relay

Menurut Afrie Setiawan (2011:21) “Merupakan komponen output yang paling sering digunakan pada peralatan elektronika dan di berbagai bidang lainnya”.

Relay berfungsi sebagai saklar yang bekerja berdasarkan input yang dimilikinya. Relay dapat memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian, hampir sama seperti saklar biasa (manual) hanya saja saklar bekerja otomatis dan bisa dipakai sebagai alat kontrol jarak jauh.



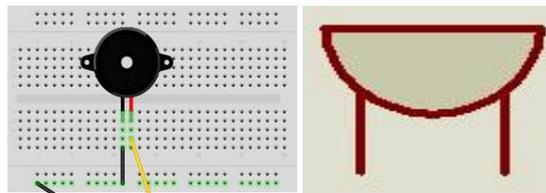
Gambar 42. Bentuk Fisik dan Simbol Relay
(Sumber : www.sayelectric.com/relay)

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *Close* (tertutup)
2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *Open* (terbuka)

N. Buzzer

Menurut Zarfani Yulias (2011:108) “Buzzer merupakan alat output berfungsi untuk mengubah gelombang elektromagnetik yang diberikan oleh baseband menjadi gelombang suara yang merambat pada udara dimana rambatan gelombang tersebut akan tedengar oleh manusia sebagai music tandanya telepon masuk atau sms masuk”.



Gambar 43. Buzzer dan Simbol Buzzer.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perencanaan, pembuatan dan proses pengujian serta analisa terhadap *hardware*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Menghasilkan sebuah *prototype* pintu rumah/ruangan dengan pengendalian otomatis dan keamanan dengan memanfaatkan RFID dan Keypad sebagai alat input akses berbasis mikrokontroler ATmega 32
2. Terbentuknya Rangkaian Catu Daya sebagai sumber tegangan utama, dan rangkaian *Emergency Battery* sebagai sumber tegangan cadangan
3. Terbentuknya rangkaian Driver sebagai pengendalian Motor DC, untuk sistem pergerakan buka tutup pintu secara otomatis.
4. Terbentuknya rangkaian sistem minimum Mikrokontroler ATmega 32 sebagai pusat kendali utama.
5. Dari hasil pengujian, ternyata *door lock* elektrik 12V ini tidak mampu menarik inti besi (kait pintu) jika hanya diberi tegangan listrik tepat pada 12V atau kurang dari 12V. *Door lock* elektrik harus diberi tegangan lebih dari 12V agar mampu menarik inti besi (kait pintu).

B. Saran

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan untuk pengembangan dalam sistem keamanan dan pengendalian pintu rumah/ruangan dengan memanfaatkan teknologi RFID antara lain:

1. Dalam alat ini untuk menambah hak akses diharuskan mengkonfigurasi kembali program dengan menambahkan variabel tambahan. Pada masa yang akan datang, ada baiknya menggunakan PC yang terintegrasi dengan *database*, untuk media penyimpanan data.
2. Dalam penggunaan motor DC, diharapkan dapat memperhitungkan kecepatan dari motor DC yang di gunakan untuk menggerakkan pintu.
3. Pembacaan sensor PIR secara terus menerus dapat membuat sistem buka pintu dari dalam akan eror, pintu tidak bisa terbuka, alangkah baiknya untuk pengembangan proyek akhir ini dimasa yang akan datang dapat mempertimbangkan lagi sensor apa yang lebih efisien untuk mengatasi eror yang terjadi.
4. Untuk kesempurnaan sistem ini untuk dimasa yang akan datang diharapkan kepada pembaca dan penggunaan sistem ini untuk melakukan pengembangan-pengembangan lanjutannya.