

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merancang dan merealisasikan alat dalam skripsi ini dibutuhkan pemahaman mengenai berbagai hal yang mendukung. Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi prototype keamanan rumah dilengkapi dengan sistem pengendalian jarak jauh via SMS (*Short Message Service*) diantaranya adalah :

- 1) Sistem keamanan rumah beserta antisipasi-antisipasinya
- 2) *Short Message Service* (SMS)
- 3) Telepon seluler (*handphone*) tipe Siemens C45
- 4) Mikrokontroler AVR tipe ATmega32
- 5) Sistem pendukung, yang meliputi sistem penerangan rumah
- 6) *Master Control*, yang meliputi keypad dan LCD (*Liquid Cristal Display*)
- 7) Buzzer, yang berfungsi sebagai alarm

2.1. Sistem Keamanan Rumah beserta Antisipasinya

Berbagai macam ‘kecelakaan’ yang terjadi pada rumah dapat digolongkan menjadi dua penyebab, yaitu ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh manusia, dan ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh alam. Beberapa ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh manusia diantaranya adalah : kebakaran, kerusakan (huru-hara), pencurian, perampokan, terorisme, peledakan, sabotase, dan lain-lain. Sedangkan ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh alam antara lain adalah : banjir, tsunami, badai, gempa bumi, dan lain-lain. Akan tetapi, ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh alam tersebut merupakan peristiwa yang secara umum bersifat global, yaitu tidak hanya terjadi pada satu lokasi tempat tinggal saja, melainkan terjadi juga pada tempat tinggal lain yang berada disekitar rumah tersebut.

Dari beberapa ‘kecelakaan’ yang disebabkan oleh manusia, secara umum dapat dipersempit lagi menjadi dua kategori yang paling sering terjadi di masyarakat, yaitu pencurian dan kebakaran. Dua peristiwa ini masih dapat dideteksi titik awal kejadiannya dengan menggunakan sensor. Oleh karena itu,

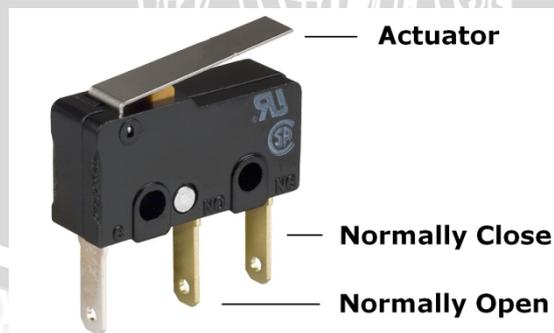
perancangan sistem keamanan yang akan digunakan disini adalah sistem pendeteksi pencurian dan sistem pendeteksi kebakaran yang secara umum disebabkan oleh pihak manusia, yang berguna untuk mengantisipasi titik awalnya dalam mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan.

2.1.1. Sistem Pendeteksi Pencurian dalam Rumah

Pada umumnya, pencurian terjadi karena para pencuri masuk rumah dengan merusak pintu ataupun jendela. Akan tetapi, terdapat antisipasi tambahan dimana sistem dapat mendeteksi keberadaan manusia. Sehingga, sistem pendeteksi pencurian dalam rumah ini meliputi tiga perancangan yaitu, sistem pendeteksi pintu yang terbuka, sistem pendeteksi kaca pecah, dan sistem pendeteksi keberadaan manusia. Pada dasarnya, alarm akan aktif ketika pintu terbuka, ataupun ketika kaca jendela pecah, ataupun juga ketika ada manusia yang melewati sensor.

2.1.1.1. Sistem Pendeteksi Pintu terbuka

Sensor yang dipasang pada pintu yang digunakan adalah *limit switch*. *Limit switch* adalah salah satu sensor yang akan bekerja jika pada bagian *actuator* tertekan suatu benda, dan mempunyai *micro switch* dibagian dalamnya yang berfungsi untuk mengontakkan atau sebagai pengontak. Bentuk fisik *limit switch* ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

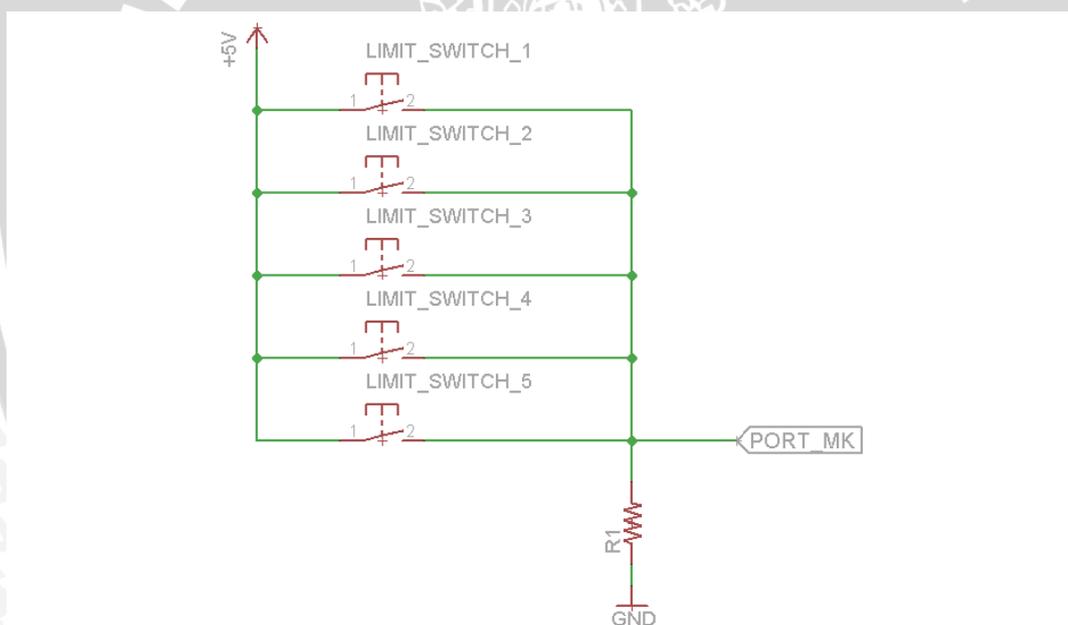


Gambar 2.1. Bentuk fisik *Limit switch*

Sumber : www.egr.msu.edu

Ketika *actuator* dari *limit switch* tertekan suatu benda baik dari samping kiri ataupun kanan sebanyak 45 derajat atau 90 derajat (tergantung dari jenis dan tipe *limit switch*), maka *actuator* akan bergerak dan diteruskan ke bagian dalam dari *limit switch* sehingga mengenai *micro switch* dan menghubungkan kontak-kontaknya. Pada *micro switch* terdapat kontak jenis NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*) seperti juga sensor lainnya. Kontak *limit switch* mempunyai beban kerja sekitar 5 ampere untuk dihubungkan ke perangkat listrik lainnya.

Perancangan rangkaian *limit switch* pada mikrokontroler menggunakan rangkaian *active high*. Sehingga mikrokontroler akan memberikan respon ketika logika yang diberikan *limit switch* adalah '1', begitu juga sebaliknya. Perancangan rangkaian sistem pendeteksi pintu terbuka menggunakan *limit switch* ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Rangkaian perancangan sistem pendeteksi pintu terbuka

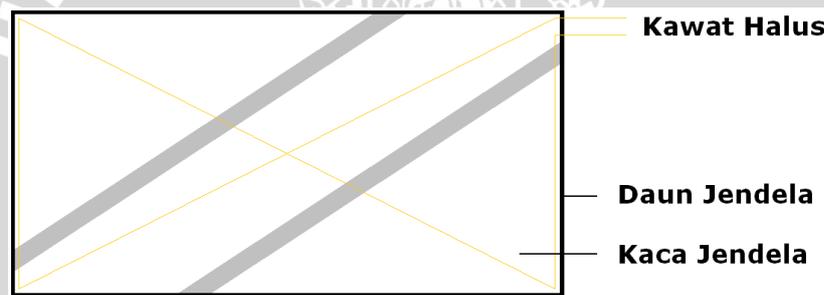
Sumber : Perancangan

Penempatan *limit switch* ini adalah pada bingkai pintu dan daun pintu rumah yang sekiranya tidak terlihat dan menggunakan mode *normally close*. Dimana pada saat pintu tertutup, logika NC pada *limit switch* adalah '0', dan pada saat pintu terbuka logika NC pada *limit switch* adalah '1'. Jumlah *limit switch* menyesuaikan jumlah pintu yang ada pada rumah tersebut. Misalkan

menggunakan 5 buah *limit switch*, maka *limit switch* tersebut dipasang pada 5 pintu yang telah direncanakan. Semua *limit switch* dihubungkan secara paralel, guna mendeteksi semua pintu dalam satu jalur. Jadi apabila salah satu pintu terbuka, maka alarm akan aktif.

2.1.1.2. Sistem Pendeteksi Kaca Pecah

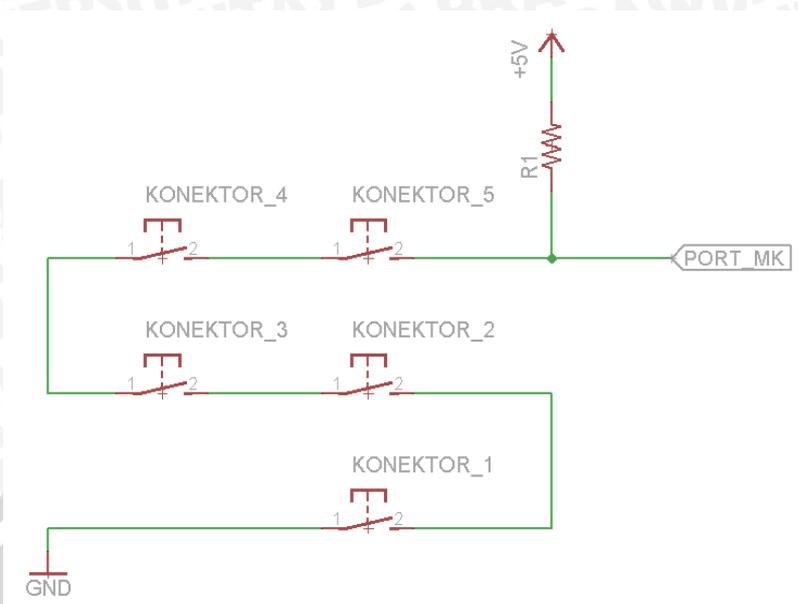
Sistem pendeteksi kaca pecah memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan sistem pendeteksi pintu terbuka. Akan tetapi, jika sistem pendeteksi pintu terbuka menggunakan *limit switch* yang dipasang pada pintu, maka pada sistem pendeteksi kaca pecah menggunakan dua buah konektor berupa kawat halus yang terhubung dan terpasang pada kaca. Perancangan konektor pada kaca jendela yang berupa kawat halus ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Konektor pada kaca jendela berupa kawat halus

Sumber : Perancangan

Perancangan rangkaian sistem pendeteksi kaca pecah tersebut memiliki konsep yang hampir sama dengan perancangan sistem pendeteksi pintu terbuka yang menggunakan *limit switch*. Akan tetapi karena sistem pendeteksi kaca pecah menggunakan metode *normally open*, maka konsep yang diberikan juga merupakan kebalikan dari konsep yang telah dijelaskan dalam perancangan sistem pendeteksi pintu terbuka. *Switch* yang digunakan sebagai perwakilan konektor dalam perancangan pada mikrokontroler menggunakan rangkaian *active low*. Sehingga mikrokontroler akan memberikan respon ketika logika yang diberikan *switch* adalah logika '0', begitu juga sebaliknya. Perancangan rangkaian sistem pendeteksi kaca pecah menggunakan konektor yang berfungsi sebagai *switch* ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Rangkaian perancangan sistem pendeteksi kaca pecah

Sumber : Perancangan

Prinsip kerja konektor pada kaca sangat sederhana. Pada awalnya, dua buah konektor tersebut terhubung dalam kondisi kaca yang tidak pecah. Dan apabila kaca tersebut pecah, maka hubungan dua buah konektor tersebut akan putus sehingga akan menyebabkan alarm berbunyi. Jumlah konektor menyesuaikan dengan jumlah jendela kaca yang ada pada rumah tersebut. Dan jika pada rangkaian sistem pendeteksi pintu terbuka semua *limit switch* dihubungkan secara paralel, maka pada sistem pendeteksi kaca pecah ini semua konektor dihubungkan secara seri. Hal ini dimaksudkan agar sensor mendeteksi semua konektor pada kaca jendela rumah dalam satu jalur. Apabila salah satu konektor putus dikarenakan kaca yang pecah, maka akan menyebabkan hubungan konektor yang lainnya menuju mikrokontroler juga terputus.

2.1.1.3. Sistem Pendeteksi Keberadaan Manusia

Rangkaian sistem pendeteksi keberadaan manusia menggunakan sensor cahaya berupa LDR (*Light Dependent Resistor*) sebagai media penerima data, dan menggunakan *pointer laser* sebagai pemancarnya. LDR atau fotoresistor adalah komponen elektronik yang resistansinya akan menurun jika ada penambahan intensitas cahaya yang mengenainya. Sedangkan *pointer laser* adalah sumber

cahaya yang memiliki intensitas yang sangat tinggi dan terfokus pada satu titik dalam jarak yang sangat jauh.

LDR dibuat dari semikonduktor beresistansi tinggi. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya. Bentuk fisik dari LDR (*Light Dependent Resistor*) ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Bentuk fisik LDR

Sumber : www.en.wikipedia.org

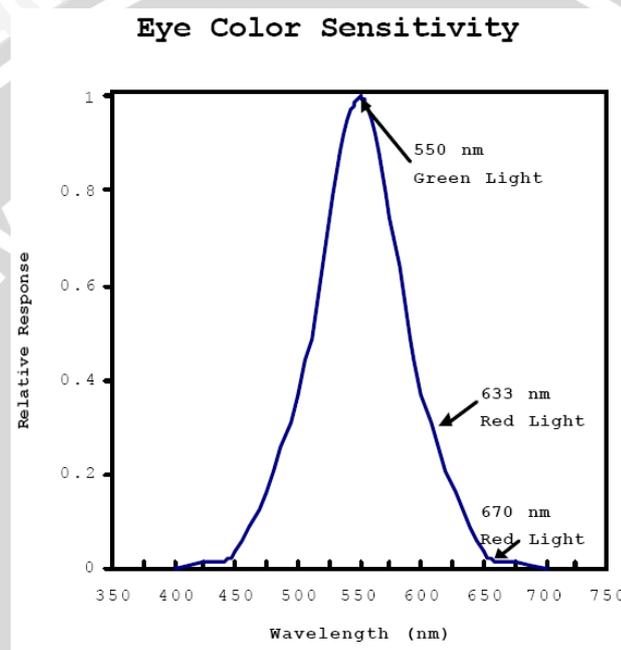
Sedangkan *pointer laser* pada umumnya menggunakan gas laser helium-neon (HeNe) dan menghasilkan radiasi laser pada 633 nanometer (nm) yang dirancang untuk menghasilkan suatu berkas cahaya laser dengan suatu daya keluaran yang tidak lebih besar dari 1 milliwatt (mW). Bentuk fisik dari *pointer laser* ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Bentuk fisik *pointer laser*

Sumber : www.en.wikipedia.org

Pointer laser memiliki berbagai macam warna dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Mulai dari warna hijau dengan panjang gelombang 532 nm, hingga warna merah dengan panjang gelombang 670 nm. Mata manusia dapat merespon dengan baik pada intensitas cahaya dengan panjang gelombang 400-700 nm. Grafik sensitivitas mata manusia terhadap warna yang dihasilkan oleh *pointer laser* ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Sensitivitas warna terhadap mata manusia

Sumber : www.en.wikipedia.org

Menurut skema klasifikasi ANSI (ANSI Z136.1-1993, *American National Standard for Safe Use of Laser*), daya output pada laser yang diukur dalam miliwatt (mW) diantaranya adalah :

- Sumber laser kelas 1, yaitu laser yang beroperasi pada daya kurang dari 0,39 μ W yang selama ini dinyatakan aman dan tidak menimbulkan kerusakan jaringan pada tubuh manusia.
- Sumber laser kelas 2, yaitu laser yang beroperasi pada daya kurang dari 1 mW, biasanya memiliki panjang gelombang antara 400-700 nm karena laser kelas ini masih dapat dilihat oleh mata. Laser kelas ini dapat merusak

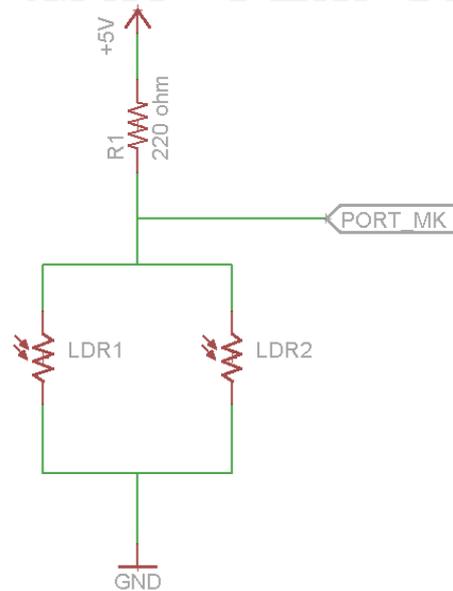
jaringan mata apabila terkena langsung secara terus menerus dalam waktu yang ‘cukup memadai’.

- Sumber laser kelas 3, yaitu laser yang beroperasi pada daya kurang dari 500 mW. Laser kelas ini dapat merusak jaringan tubuh manusia (kulit) apabila terkena langsung dalam waktu yang ‘cukup memadai’.
- Sumber laser kelas 4, yaitu laser yang beroperasi pada daya lebih dari 500 mW. Laser kelas ini dapat merusak jaringan tubuh meskipun tidak terkena secara langsung (misalnya melalui pantulan dari permukaan yang kasar atau meskipun terhalang asap/kabut).

Pointer laser yang dipakai dalam perancangan ini berada pada sumber laser kelas 2 dengan warna merah dan memiliki panjang gelombang antara 633-670 nm. Penggunaan *pointer laser* jenis ini dikarenakan mudah terdapat di pasaran dengan harga yang sangat terjangkau.

Berdasarkan dua komponen utama yang berupa LDR dan *pointer laser* diatas, maka dapat disimpulkan mengenai cara kerja sistem pendeteksi keberadaan manusia dalam perancangan ini. Pada prinsipnya, ketika cahaya yang berasal dari *ponter laser* menuju LDR terhalang oleh benda, maka terjadi perubahan resistansi yang cukup drastis pada LDR tersebut, mengingat sumber cahaya yang diberikan berasal dari *pointer laser*. Sehingga akan menyebabkan perubahan data pada LDR tersebut. Perubahan data inilah yang akan dikirimkan ke mikrokontroller untuk kemudian diolah dan ditindak lanjuti.

Jumlah pasangan LDR-*pointer laser* yang digunakan dalam perancangan sistem pendeteksi keberadaan manusia adalah dua buah. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya hal-hal yang memungkinkan sensor untuk aktif, padahal sensor yang aktif karena cahaya yang diterima LDR bukan berasal dari manusia melainkan berasal dari berbagai macam kemungkinan. Maka dari itu dipasang dua buah LDR yang akan aktif ketika sensor mendeteksi benda terhalang secara bersamaan. Yang menentukan apakah sensor aktif karena terhalang oleh manusia atau terhalang oleh benda lain adalah penempatan sensor tersebut. Perancangan sistem pendeteksi keberadaan manusia menggunakan LDR ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Rangkaian perancangan sistem pendeteksi keberadaan manusia

Sumber : Perancangan

Konsep yang digunakan dalam sistem pendeteksi keberadaan manusia adalah menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Pada mulanya dicari nilai resistansi ekuivalen dari dua buah LDR yang dihubungkan secara paralel tersebut. Nilai resistansi LDR total yang dihubungkan secara paralel dapat dihitung melalui persamaan 2.1.

$$R_{LDR} = \frac{R_{LDR1} \times R_{LDR2}}{R_{LDR1} + R_{LDR2}} \Omega \quad (2.1)$$

dengan :

R_{LDR} = Resistansi ekuivalen dari LDR 1 dan LDR 2

R_{LDR1} = Resistansi LDR 1

R_{LDR2} = Resistansi LDR 2

R_1 pada rangkaian berfungsi sebagai resistor pembagi tegangan. Berdasarkan perhitungan nilai resistansi LDR ekuivalen tersebut, maka dapat diketahui besarnya tegangan yang mengalir pada LDR. Dengan menggunakan hukum Ohm, maka besarnya nilai tegangan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.

$$V_{LDR} = \frac{R_{LDR}}{R_1 + R_{LDR}} \times V_{CC} \quad (2.2)$$

dengan :

V_{LDR} = Tegangan yang mengalir pada LDR

R_{LDR} = Resistansi LDR ekivalen

R_1 = Resistansi R_1

V_{CC} = Sumber tegangan

Nilai tegangan yang dihasilkan oleh LDR tersebut akan menjadi referensi utama dalam mengolah data dengan menggunakan ADC yang terdapat pada mikrokontroler.

2.1.2. Sistem Pendeteksi Kebakaran dalam Rumah

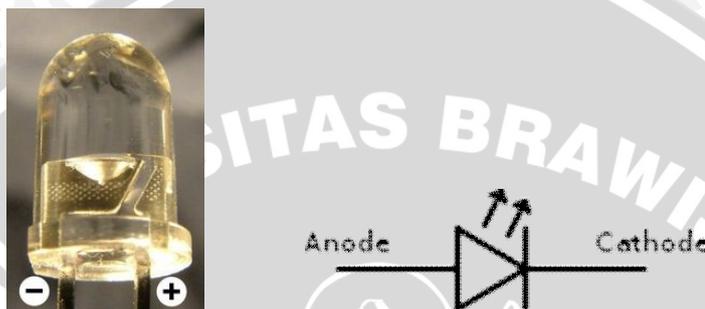
Pada saat terjadi kebakaran, maka yang secara umum dideteksi adalah adanya asap yang pekat dan suhu yang tinggi. Sistem pendeteksi kebakaran dalam rumah ini meliputi dua macam perancangan yaitu, sistem pendeteksi asap dan sistem pendeteksi suhu ruangan. Yang pada dasarnya, alarm akan aktif ketika sistem mendeteksi asap yang pekat bersamaan dengan terdeteksinya suhu yang tinggi yang berada dalam ruangan rumah tersebut.

2.1.2.1. Sistem Pendeteksi Asap

Sensor yang digunakan dalam sistem pendeteksi asap adalah berupa kombinasi LDR (*Light Dependent Resistor*) dan LED (*Light Emitting Diode* atau *Light Emitting Device*). Pada prinsipnya, cara kerja sistem pendeteksi asap mirip dengan cara kerja sistem pendeteksi keberadaan manusia. Jika sistem pendeteksi keberadaan manusia menggunakan *pointer laser* sebagai sumber cahayanya, maka sistem pendeteksi asap menggunakan LED. Penggunaan LED dimaksudkan karena intensitas cahaya yang dihasilkan LED tidak seperti intensitas cahaya yang dihasilkan oleh *pointer laser* yang terfokus pada satu titik.

LED adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya dan merupakan sejenis diode semikonduktor. LED juga merupakan piranti yang vital dalam teknologi *electroluminescent* seperti untuk aplikasi teknologi *display* (tampilan), sensor, dan lain-lainnya. Teknologi *electroluminescent* didasarkan pada konsep pancaran cahaya yang dihasilkan oleh suatu piranti sebagai akibat

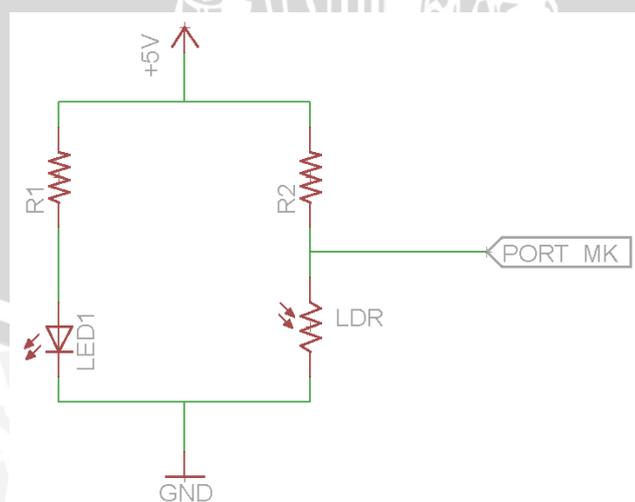
dari adanya medan listrik yang diberikan kepadanya. LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Bila LED diberikan arus terbalik, hanya akan ada sedikit arus yang melewati chip LED. Ini menyebabkan chip LED tidak akan mengeluarkan emisi cahaya. Bentuk fisik dan simbol dari LED ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Bentuk fisik dan simbol LED

Sumber : www.en.wikipedia.org

LED dan LDR tersebut dipasang pada jarak yang berdekatan mengingat intensitas cahaya LED sangat kecil, tidak seperti intensitas cahaya yang dihasilkan oleh *pointer laser*. Perancangan sistem pendeteksi asap yang menggunakan kombinasi LDR-LED ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Rangkaian perancangan sistem pendeteksi asap

Sumber : Perancangan

Cara kerja sistem pendeteksi asap adalah, ketika cahaya yang berasal dari LED menuju LDR terhalang oleh asap, maka terjadi perubahan resistansi pada LDR dan membuat intensitas cahaya yang diterima LDR menjadi berkurang. Walaupun perubahan resistansi tersebut tidak terlalu besar, akan tetapi melalui rangkaian pembagi tegangan, sudah didapatkan beberapa perubahan data pada LDR. Perubahan data inilah yang akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk kemudian diolah dan ditindak lanjuti.

Terdapat dua buah resistor dalam perancangan sistem pendeteksi asap. Yang pertama adalah resistor R_1 sebagai pembatas arus pada LED agar tidak merusak komponen pada saat sensor aktif, dan yang kedua adalah resistor R_2 sebagai pembagi tegangan pada LDR. Masing masing resistor tersebut dihubungkan secara seri dengan komponen utama pada perancangan sistem pendeteksi asap.

Dengan menggunakan hukum Ohm, nilai resistansi R_1 yang digunakan sebagai pembatas arus perancangan ini dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I} \quad (2.3)$$

dengan :

R_1 = Nilai resistansi pada R_1

V_{CC} = Sumber tegangan

V_{LED} = Tegangan kerja dari LED

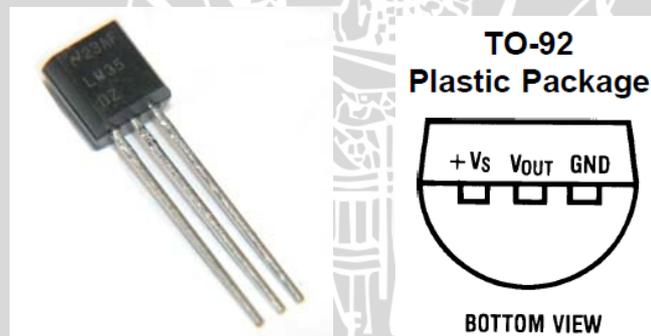
I = Arus yang mengalir

Sedangkan resistor R_2 yang digunakan pada jalur LDR merupakan resistor pembagi tegangan. Nilai resistansi dari resistor tersebut tidak terlalu mempengaruhi cara kerja dari perancangan sistem pendeteksi asap tersebut. Karena perubahan data yang diberikan kepada mikrokontroler adalah perubahan data yang berasal dari LDR. Dengan menggunakan hokum Ohm, besarnya tegangan yang mengalir pada LDR juga dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2. yang terdapat pada sistem pendeteksi keberadaan manusia. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh LDR tersebut akan menjadi referensi utama dalam mengolah data dengan menggunakan ADC yang terdapat pada mikrokontroler.

2.1.2.2. Sistem Pendeteksi Suhu Ruangan

Sensor yang digunakan dalam sistem pendeteksi suhu ruangan adalah berupa sensor suhu LM35. Sensor suhu LM35 dapat mendeteksi perubahan suhu yang disebabkan oleh berbagai faktor yang berada disekitarnya. Sehingga pada saat tertentu ketika suhu ruangan sangat panas, dimana hal ini disebabkan oleh kobaran api dalam ruangan, maka sensor suhu LM35 akan mengaktifkan alarm yang terdapat pada sistem.

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Dengan tegangan keluaran yang terskala linear dengan suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat Celcius, komponen ini mampu mengukur suhu hingga 100 derajat Celcius. Bentuk fisik dari LM35 ditunjukkan dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Bentuk fisik dan simbol sensor suhu LM35

Sumber : National Semiconductor LM35 Datasheet 2000:2

LM35 dapat disuplai dengan tegangan mulai 4V-30V DC dengan arus 60 mikroampere, memiliki tingkat efek *self-heating* yang rendah (0,08 derajat Celcius). *Self-heating* adalah efek pemanasan oleh komponen itu sendiri akibat adanya arus yang bekerja melewatinya. Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt, akan tetapi tegangan yang diberikan kepada sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal. Perancangan

2.2. *Short Message Service* (SMS)

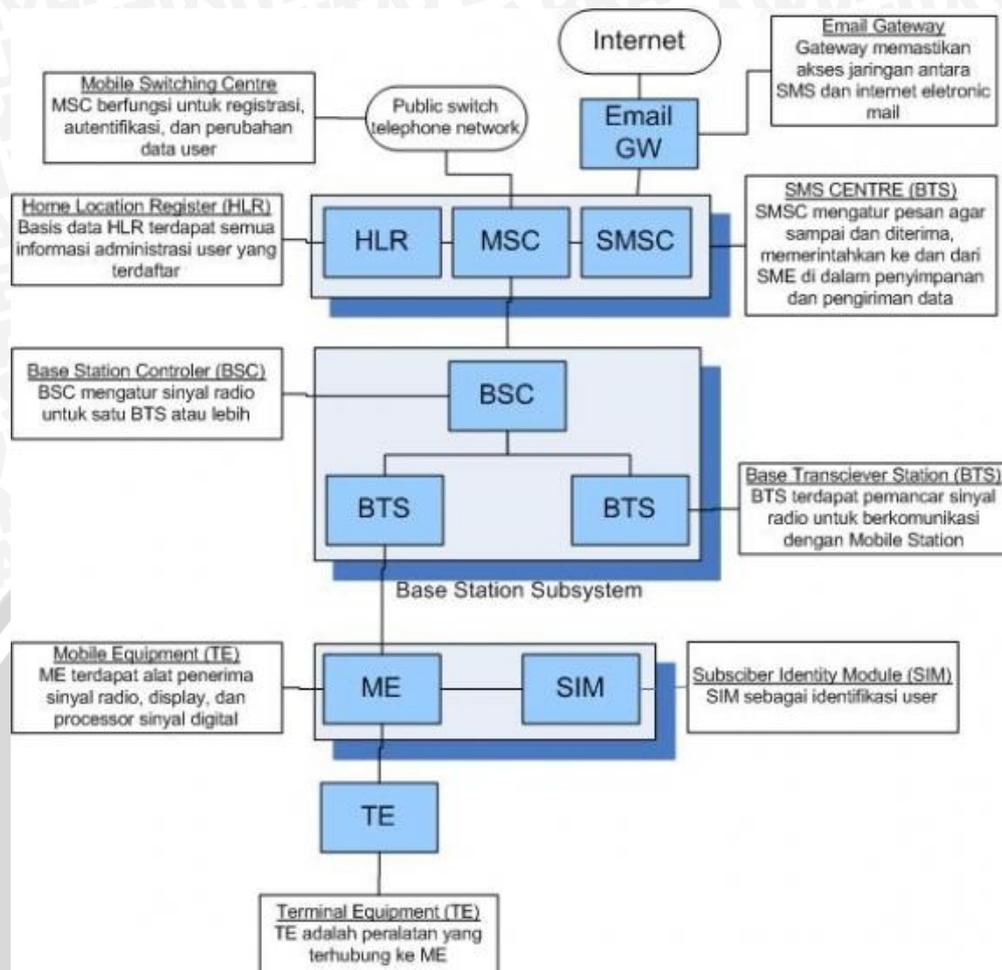
Layanan pesan singkat (*Short Message Service*, disingkat SMS) adalah sebuah layanan yang diberikan oleh sebuah telepon genggam untuk mengirim atau menerima pesan-pesan pendek. Pada mulanya SMS dirancang sebagai bagian daripada GSM (*Global System for Mobile communication*), tetapi sekarang sudah didapatkan pada jaringan bergerak lainnya termasuk jaringan UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Sebuah pesan SMS maksimal terdiri dari 140 bytes, dengan kata lain sebuah pesan bisa memuat 140 karakter 8-bit, 160 karakter 7-bit atau 70 karakter 16-bit.

Pesan-pesan SMS dikirim dari sebuah telepon genggam ke pusat pesan (SMS Center). Pesan disimpan dan mencoba mengirimnya selama beberapa kali. Setelah sebuah waktu yang telah ditentukan (1 hari atau 2 hari), lalu pesan dihapus. Seorang pengguna bisa mendapatkan konfirmasi dari pusat pesan ini.

2.2.1. SMS dalam jaringan GSM

SMS dapat dikirimkan ke perangkat stasiun seluler digital lainnya hanya dalam beberapa detik selama berada pada jangkauan pelayanan GSM. Layanan SMS memberikan garansi SMS akan sampai pada tujuan meskipun perangkat yang dituju sedang tidak aktif yang dapat disebabkan karena sedang dalam kondisi mati atau berada di luar jangkauan layanan GSM. Jaringan SMS akan menyimpan sementara pesan yang belum terkirim, dan akan segera mengirimkan ke perangkat yang dituju setelah adanya tanda kehadiran dari perangkat di jaringan tersebut.

Implementasi layanan SMS berdampak pada penambahan berbagai elemen dalam arsitektur jaringan (GSM, GPRS, UTMS). Arsitektur jaringan GSM ditunjukkan dalam Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Arsitektur jaringan GSM

Sumber : www.akhfaiz.wordpress.com

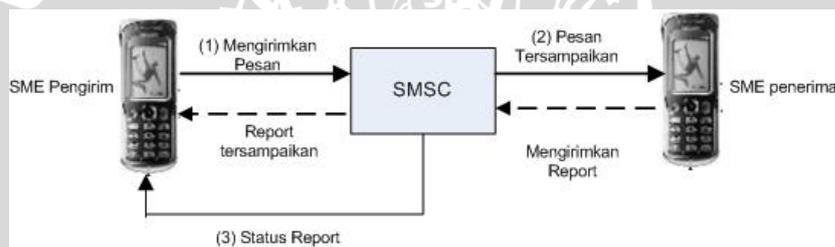
Elemen yang dapat mengirim maupun menerima pesan pendek dinamakan *Short Message Entities* (SME). SME dapat berupa aplikasi software di dalam *mobile handset*, faksimili, *remote internet server*, dan lain-lain. SME juga dapat berupa sever yang menghubungkan SMS Center secara langsung atau *via gateway*.

Berdasarkan Gambar 2.13., dua komponen penting yang dibutuhkan yaitu SMSC dan *Email gateway*. SMSC memegang peranan penting dalam arsitektur SMS. Fungsi utama dari SMSC adalah menyampaikan pesan diantara SME, mengirimkan pesan pendek. Secara teori, satu SMSC dapat mengatur SMS untuk beberapa operator jaringan telepon. Dapat juga operator jaringan telepon membuat persetujuan untuk bertukar pesan diantara jaringan. Sebuah pesan yang dikirim dari SME ke jaringan A dapat diterima pada SME lainya milik jaringan B.

Sedangkan *Email gateway* berfungsi sebagai penghubung antara Email ke SMS dengan menghubungkan antara SMSC dengan internet.

Dengan *email gateway*, pesan dapat dikirim dari SME ke *internet host* dan begitu juga sebaliknya. Peranan penting *email gateway* adalah mengubah format pesan SMS ke dalam Email, begitu pula sebaliknya dan mengirimkan pesan antara SMS dan domain internet.

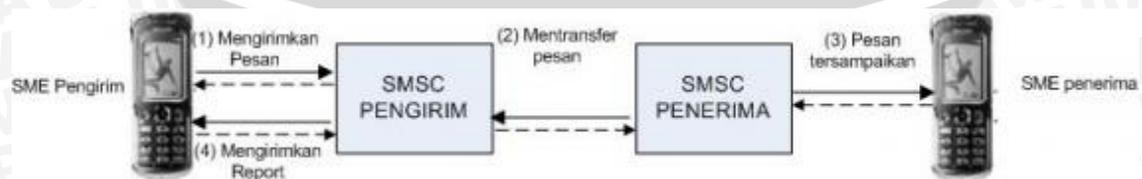
Dengan teknologi GSM/GPRS, operator jaringan telepon dapat dengan mudahnya melakukan pertukaran pesan dari jaringan yang berbeda. Pemetaan sinyal dilakukan diantara dua jaringan telepon. Dalam pemetaan dua jaringan ini, SMSC dari pembuat SME mengolah HLR jaringan tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai penerima dan mengirimnya langsung. Dalam contoh ini, SMSC penerima pesan tidak berpengaruh. Ilustrasi contoh tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.14. Proses pengiriman SMS antar sesama teknologi jaringan

Sumber : www.akhfaiz.wordpress.com

Untuk pengiriman pesan diantara teknologi jaringan yang berbeda (seperti GSM/GPRS dan CDMA), dilakukan dengan menyambungkan dua *gateway* jaringan telepon dengan menggunakan protokol pertukaran. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.15.



Gambar 2.15. Proses pengiriman SMS antar teknologi jaringan yang berbeda

Sumber : www.akhfaiz.wordpress.com

Dalam pengiriman antara dua teknologi jaringan yang berbeda terdapat beberapa tahap. Pertama, pesan dibuat dan dikirimkan oleh SME ke SMSC pengirim. Selanjutnya SMSC pengirim meneruskan pesan melalui SMSC penerima dan SMSC penerima mengirimkan pesan ke SME penerima. Jika status report diminta oleh pengirim pesan, maka SMSC penerima membuat status report dan mengirimkannya ke SME pengirim.

2.2.2. Fitur SMS

Terdapat berbagai macam fitur dari SMS di dalam jaringan GSM, dimana fitur-fitur SMS tersebut merupakan fitur-fitur yang umum, diantaranya adalah :

- **Message Submission and Delivery**

Dua buah fitur dasar yang dimiliki oleh SMS adalah mengirim dan menerima sebuah pesan singkat. Pada proses pengiriman pesan, pesan dikirimkan dari sebuah MS ke SMSC. Pesan singkat ini diarahkan ke SME lain seperti mobile lain atau sebuah *internet host*. SME pengirim dapat menentukan *message valid period* (lama waktu pesan). Sebuah pesan yang sudah tidak valid dapat dihapus oleh SMSC selama transfer pesan singkat. Pada proses penerimaan pesan, pesan yang berada pada SMSC di kirimkan ke MS. Hampir semua GSM mendukung fasilitas *Short Message Mobile Terminated* (SM-MT). Yaitu fasilitas pengiriman dan penerimaan pesan singkat walaupun dalam keadaan melakukan panggilan atau koneksi data. Pesan singkat dapat dikirim atau di terima melalui GSM sinyal channel atau GPRS channel.

- **Status Report**

Sangat dimungkinkan oleh SME pengirim untuk melakukan permintaan status yang menandakan bahwa pesan singkat telah sampai pada SME penerima. Status report memberitahukan kepada pengirim pesan apakah pesan singkat telah sukses diterima oleh SME penerima.

- **Reply Path**

Reply path dapat di atur oleh SME pengirim atau SMSC untuk menandakan bahwa SMSC dapat atau mengharapkan menerima balasan dari SME penerima dalam merespon pesan singkat yang telah dikirim.

Dalam hal ini, SME penerima biasanya mengirim pesan balasan langsung ke SMSC yang melayani pengiriman pesan pengirim. Fitur ini biasanya digunakan oleh operator untuk menyediakan fasilitas pesan balasan ‘bebas biaya’ untuk penerima pesan.

- **Addressing Mode**

Dengan SMS, berapa mode memungkinkan untuk melakukan proses pengalamatan pesan. Mode pengalamatan pesan yang umum adalah *Mobile Station ISDN Number* (MSISDN) dalam format [ITU-E.164], seperti +628XXXXXXX.

- **Validity Period**

Pengirim pesan dapat menentukan lamanya validity period sebuah pesan. *Validity period* berarti deadline isi pesan di buang. Jika sebuah pesan belum terkirim ke penerima pesan sebelum waktu batas, maka biasanya jaringan akan membuang pesan tersebut tanpa peduli apakah pesan tersebut sudah terkirim ke penerima.

2.2.3. Komponen Utama Sistem Komunikasi dalam Perancangan

Komponen utama sistem komunikasi merupakan komponen yang dapat menyampaikan pesan singkat yang berupa SMS. Dalam perancangan prototype keamanan rumah dilengkapi dengan sistem pengendalian jarak jauh via SMS (*Short Message Service*) ini, terdapat beberapa komponen yang memiliki fungsi penting dalam proses pengendalian. Komponen sistem komunikasi dan fungsi-fungsi dari perangkat tersebut diantaranya adalah :

1. *User Terminal*, yang merupakan peralatan *Mobile Station* yang berupa telepon selular yang berfungsi untuk melakukan pengiriman dan penerimaan pesan pendek berupa SMS (*Short Message Service*).
2. *GSM Network*, merupakan operator penyedia jaringan GSM yang mendukung layanan pengiriman pesan pendek (*Short Message Service*).
3. *Base Terminal*, juga merupakan peralatan *Mobile Station* yang berupa telepon selular yang mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan pesan-pesan pendek melewati gerbang kabel data serial dengan menggunakan mode PDU (*Protocol Data Unit*).

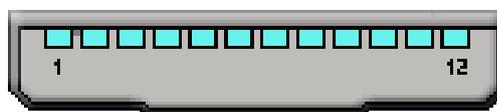
4. *Microcontroller System*, merupakan perangkat keras yang terdiri dari sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan perangkat lunak dan beberapa komponen tambahan yang berfungsi untuk melakukan pembacaan dan pengolahan data PDU yang diterima dari *Base Terminal*, serta melakukan pengendalian.
5. Obyek yang Dikontrol, merupakan perangkat-perangkat yang akan dikendalikan oleh sistem pengendalian jarak jauh ini.
6. Pemilik rumah dan petugas keamanan, merupakan obyek yang melakukan pemantauan dan merespon tindakan apabila sistem mikrokontroler mendapatkan reaksi.

2.3. Telepon Seluler tipe Siemens C45

Telepon seluler tipe Siemens C45 merupakan media pengirim dan penerima pesan yang terdapat pada sistem dan menghubungkan pemilik rumah dan petugas keamanan, dengan sistem yang tersambung dengan mikrokontroler sehingga pemilik rumah dan petugas keamanan dapat berinteraksi secara langsung dengan sistem yang terdapat pada rumah pemilik.

2.3.1. Pin Keluaran Siemens C45

Untuk dapat melakukan koneksi dengan peralatan lain seperti komputer dan mikrokontroler, pada telepon seluler Siemens C45 tersedia *pinout* dengan susunan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.16.



Gambar 2.16. Susunan *Pinout* Siemens C45

Sumber : www.gsmserver.com

Nama Pin dan penggunaan dari masing-masing *pinout* telepon seluler Siemens C45 tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Fungsi dari masing-masing *Pinout* Siemens C45

Pin No.	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	<i>GND</i>	-	<i>Ground</i>
2	<i>SELF-SERVICE</i>	<i>in/out</i>	<i>Recognition/control battery charger</i>
3	<i>LOAD</i>	<i>in</i>	<i>Charging voltage</i>
4	<i>BATTERY</i>	<i>out</i>	<i>Battery (S25 only)</i>
5	<i>DATA QUT (TX)</i>	<i>out</i>	<i>Data sent</i>
6	<i>DATA IN (RX)</i>	<i>in</i>	<i>Data received</i>
7	<i>Z_CLK</i>	-	<i>Clock line for accessory bus. Use as DTC In data operation</i>
8	<i>Z_DATA</i>	-	<i>Data line for accessory bus. Use as CTS in data operation</i>
9	<i>MICG</i>	-	<i>Ground for microphone</i>
10	<i>MIC</i>	<i>in</i>	<i>Microphone input</i>
11	<i>AUD</i>	<i>out</i>	<i>Loudspeaker</i>
12	<i>AUDG</i>	-	<i>Ground for external speaker</i>

Sumber : www.gsmserver.com

2.3.2. PDU (*Protocol Data Unit*)

Dalam proses pengiriman atau penerimaan pesan pendek (SMS), data yang dikirim maupun diterima oleh stasiun bergerak menggunakan salah satu dari 2 mode yang ada yaitu mode teks, atau mode PDU (*Protocol Data Unit*).

Dalam mode PDU, pesan yang dikirim berupa informasi dalam bentuk data dengan beberapa kepala-kepala informasi. Hal ini akan memberikan kemudahan jika dalam pengiriman akan dilakukan kompresi data, atau akan dibentuk sistem penyandian data dari karakter dalam bentuk untaian bit-bit biner. PDU tidak hanya berisi pesan teks saja, tetapi terdapat beberapa meta-informasi yang lainnya, seperti nomor pengirim, nomor SMS Center, waktu pengiriman, dan sebagainya.

Semua informasi yang terdapat dalam PDU, dituliskan dalam bentuk pasangan-pasangan bilangan heksadesimal yang disebut dengan pasangan oktet yang mencerminkan bahasa *input output*. PDU terdiri atas *header-header*, *header* untuk mengirim SMS ke berbeda *header* untuk menerima SMS.

2.3.2.1. PDU untuk mengirim SMS

Berikut ini adalah contoh PDU untuk pengiriman SMS :
07912658050000F001000C91261832547698000005E8329BFD06. PDU untuk pengiriman SMS terdiri dari 8 header, diantaranya adalah :

a. Nomor SMS Center (**07912658050000F0**)

Nomor SMS Center ini dibagi dalam tiga *subheader*, yaitu

- 1) Jumlah pasangan heksadesimal SMS Center dan ditulis dalam bilangan heksadesimal. Kode nasional/internasional juga ikut dihitung.
- 2) Kode Nasional/Internasional
 - Untuk Nasional, kode *subheadernya* 81
 - Untuk Internasional, kode *subheadernya* 91
- 3) Nomor SMS Center, berupa pasangan heksadesimal yang dibalik-balik. Jika terdapat satu bilangan heksadesimal yang tidak memiliki pasangan, maka bilangan tersebut akan dipasangkan dengan huruf F didepannya.

Contoh : nomor SMS Center Indosat-M3 adalah 0855000000, dapat ditulis dengan dua cara sebagai berikut :

- 0855000000 diubah menjadi 06818055000000, dengan 06 adalah jumlah pasangan, 81 adalah kode nasional, dan 8055000000 adalah nomor SMS Center dalam pasangan heksadesimal dibalik-balik.
- +62855000000 diubah menjadi 07912658050000F0, dengan 07 adalah jumlah pasangan, 91 adalah kode internasional, dan 2658050000F0 adalah nomor SMS Center dalam pasangan heksadesimal dibalik-balik.

b. Tipe SMS (**01**)

Untuk *Send SMS* yang memiliki tipe satu, sehingga bilangan heksadesimalnya adalah 01.

c. Nomor Referensi SMS (**00**)

Nomor referensi ini dibiarkan dulu 0, jadi bilangan heksadesimalnya adalah 00. Nomor referensi ini nantinya akan diberi secara otomatis oleh telepon seluler.

d. Nomor Ponsel Penerima (**0C91261832547698**)

Untuk nomor ponsel penerima cara penulisannya hampir sama seperti pada PDU *header* untuk SMS Center. *Header* ini terbagi atas tiga *subheader*, yaitu :

- 1) Jumlah bilangan desimal nomor ponsel yang dituju dan ditulis dalam bilangan heksadesimal. Kode nasional/internasional tidak ikut dihitung.
- 2) Kode Nasional/Internasional
 - Untuk Nasional, kode *subheadernya* 81
 - Untuk Internasional, kode *subheadernya* 91
- 3) Nomor ponsel yang dituju, berupa pasangan heksadesimal yang dibalik-balik. Jika terdapat satu bilangan heksadesimal yang tidak memiliki pasangan, maka bilangan tersebut akan dipasangkan dengan huruf F didepannya.

Contoh : nomor yang dituju adalah 08563333739 dapat ditulis dalam dua cara sebagai berikut :

- 08563333739 diubah menjadi 0B81806533337F9, dengan 0B adalah jumlah nomor dalam heksadesimal, 81 adalah kode nasional, dan 806533337F9 adalah nomor tujuan dalam pasangan heksadesimal dibalik-balik.
- +628563333739 diubah menjadi 0C91265836337393, dengan 0C adalah jumlah pasangan, 91 adalah kode internasional, dan 265836337393 adalah nomor tujuan dalam pasangan heksadesimal dibalik-balik.

e. Bentuk SMS (**00**)

Untuk mengirim data dalam bentuk SMS, tipenya adalah 0. Jadi dalam bilangan heksadesimalnya memakai 00, sedangkan 01 sebagai *telex*, dan 02 sebagai *fax*.

f. Skema *encoding* (**00**)

Untuk skema *encoding* data terdapat dua macam bentuk skema, yaitu :

- Skema 7 bit, Ditandai dengan angka 0 (00 dalam bilangan heksadesimal)

- Skema 8 bit, Ditandai dengan angka lebih besar dari 0

Ponsel dipasaran sekarang kebanyakan memakai skema 7 bit, sehingga kode yang digunakan 00

- g. Jangka waktu sebelum SMS *expired*.

Jika dilewati, berarti waktu berlakunya SMS tidak dibatasi. Sedangkan jika diisi dengan suatu bilangan integer yang kemudian diubah menjadi pasangan heksadesimal tertentu, maka bilangan yang diberikan tersebut akan mewakili jumlah waktu validasi SMS. Agar SMS pasti terkirim ke ponsel penerima, sebaiknya tidak diberikan batas waktu validasinya. Konstanta integer dan validasi SMS ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Konstanta Integer dan Validasi SMS

Integer (INT)	Jangka Waktu Validasi SMS
0-143	$(INT + 1) \times 5$ menit (5 menit - 12 jam)
144 -167	12 jam + $(INT - 143) \times 30$ menit
168 -196	$(INT-166) \times 1$ hari
197-255	$(INT - 192) \times$ minggu

Sumber : www.jazi.staff.ugm.ac.id

- h. Isi SMS (**05E8329BFD06**)

Isi SMS ini terdiri atas dua *subheader*, yaitu :

- Panjang tulisan (jumlah huruf dari isi)
- Isi berupa pasangan-pasangan bilangan heksadesimal

Pada ponsel yang berskema encoding 7 bit, akan terbentuk 7 angka I/O berurutan ketika suatu huruf diketikkan. Untuk mengonversikan isi SMS menjadi bilangan heksadesimal ada dua langkah. Langkah pertama mengubah huruf menjadi kode 7 bit, dan langkah kedua mengubah kode 7 bit tersebut menjadi 8 bit, yang diwakili oleh pasangan bilangan heksadesimal. Skema 7 bit ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Skema 7 bit

				b6	0	0	0	0	1	1	1	I
				b5	0	0	1	1	0	0	1	1
				b4	0	1	0	1	0	1	0	1
b3	b2	b1	b0		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0				0	@	P	`	p
0	0	0	1	1				!	1	A	Q	a
0	0	1	0	2				“	2	B	R	b
0	0	1	1	3				#	3	C	S	c
0	1	0	0	4				\$	4	D	T	d
0	1	0	1	5				%	5	E	U	e
0	1	1	0	6				&	6	F	V	f
0	1	1	1	7				'	7	G	W	g
1	0	0	0	8				(	8	H	X	h
1	0	0	1	9				)	9	I	Y	i
1	0	1	0	A				*	:	J	Z	j
1	0	1	1	B				+	;	K	[	k
1	1	0	0	C				,	<	L	\	l
1	1	0	1	D				-	=	M	]	m
1	1	1	0	E				.	>	N	^	n
1	1	1	1	F				/	?	O	_	o

Sumber : www.en.wikipedia.org

Contoh : untuk kata **hello**

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah kata tersebut menjadi kode 7 bit yang ditunjukkan dalam Tabel 2.3, sehingga didapat :

- h : kode heksadesimal = 0x68, kode septet = 1101000
- e : kode heksadesimal = 0x65, kode septet = 1100101
- l : kode heksadesimal = 0x6C, kode septet = 1101100
- l : kode heksadesimal = 0x6C, kode septet = 1101100
- o : kode heksadesimal = 0x6F, kode septet = 1101111

Langkah kedua adalah mengubahnya menjadi 8 bit dengan cara menggabungkan kode septet tersebut dimulai dari huruf yang terakhir.

Kata hello dibalik menjadi olleh, sehingga susunan kode septetnya :

olleh = 1101111 **1101100** 1101100 **1100101** 1101000

Susunan tersebut diubah dalam bentuk 8 bit dengan menggabungkannya, sisa bit di awal ditambahkan dengan '0' sampai membentuk 8 bit :

000000	110	11111101	10011011	00110010	11101000
06		FD	9B	32	E8

Susunan data 8 bit tersebut dibalik, sehingga menjadi E8329BFD06. Jumlah huruf dari kata hello adalah 5 huruf sehingga kode heksadesimalnya adalah 05. Jadi, dari keseluruhan proses didapat data 8 bit dengan kode heksadesimal 05E8329BFD06.

2.3.2.2. PDU untuk menerima SMS

Berikut ini adalah contoh PDU untuk SMS yang diterima :
07912658050000F0040C9126183254769800008070605103218205E8329BFD06.
PDU untuk menerima SMS juga terdiri dari 8 header. Penjelasan masing-masing header adalah sama dengan PDU untuk mengirim SMS. Header-header PDU untuk menerima SMS diantaranya adalah :

- a. Nomor SMS Center (**07912658050000F0**)
- b. Tipe SMS (**04**)
- c. Nomor ponsel pengirim (**0C91261832547698**)
- d. Bentuk SMS (**00**)
- e. Skema *Encoding* (**00**)
- f. Tanggal dan waktu SMS (**807060510321**)

Tanggal dan waktu SMS di-*stamp* di SMS Center diwakili oleh dua belas bilangan heksadesimal (enam pasang) dalam format : yymmddhhmmss. Misalkan waktu SMS di stamp di SMS Center adalah tanggal 06 Juli 2008 pada jam 15:30:12. Maka kode heksadesimalnya adalah 807060510321.

- g. Zona waktu pengiriman (**82**)
- h. Isi SMS (**05E8329BFD06**)

Untuk indonesia, zona waktu ditulis dalam kode heksadesimal 82.

2.3.3. Perintah AT (AT COMMAND)

Perintah AT (*AT Command*) digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal (*modem*) melalui gerbang serial pada komputer. Dengan penggunaan perintah AT, dapat diketahui atau dibaca kondisi dari terminal, seperti mengetahui kondisi sinyal, kondisi baterai, mengirim pesan, membaca pesan, menambah item pada daftar telepon, dan sebagainya.

AT *Command* sebenarnya hampir sama dengan perintah $>$ (*prompt*) pada DOS dalam ilmu komputer. Perintah-perintah yang dimasukkan ke port dimulai dengan kata AT, lalu diikuti oleh karakter lainnya yang mempunyai fungsi unik. Beberapa AT *Command* penting untuk SMS dalam perancangan prototype ini adalah sebagai berikut :

1) AT + CMGR = n

Digunakan untuk membaca SMS dimana n adalah nomor referensi (index) SMS di dalam telepon seluler tersebut.

2) AT + CMGS = n

Digunakan untuk mengirim SMS dimana n adalah jumlah pasangan heksadesimal dari PDU SMS yang dimulai setelah nomor SMS Center (maksimal 140).

3) AT + CMGL = n

Digunakan untuk memeriksa SMS dalam telepon seluler. Nilai n yang dapat digunakan antara lain :

- n = 0 untuk memeriksa SMS baru di *inbox*,
- n = 1 untuk memeriksa SMS lama di *inbox*,
- n = 2 untuk memeriksa SMS *unsent* di *outbox*,
- n = 3 untuk memeriksa SMS *sent* di *outbox*,
- n = 4 untuk memeriksa semua SMS.

4) AT + CMGD = n

Digunakan untuk menghapus SMS dimana n adalah nomor referensi (index) SMS yang ingin dihapus.

Masih ada beberapa AT *Command* set yang berhubungan dengan pengoperasian SMS, karena AT *Command* tidak hanya digunakan pada operasi SMS saja. Macam-macam perintah AT *Command* ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Macam-macam Perintah AT *Command*

Perintah	Fungsi
AT	Awalan untuk semua perintah lainnya
ATE0	Mendeaktivasi perintah <i>echo</i>
ATE1	Mengaktivasi perintah <i>echo</i>
AT+CMGC	Mengirim sebuah perintah SMS
AT+CMGD	Menghapus sebuah SMS dalam SMS memori
AT+CMGF	SMS format
AT+CMGL	Daftar SMS
AT+CMGR	Membaca dalam sebuah SMS
AT+CMGS	Mengirim sebuah SMS
AT+CSCA	Alamat dan pusat SMS Center

Sumber : www.jazi.staff.ugm.ac.id

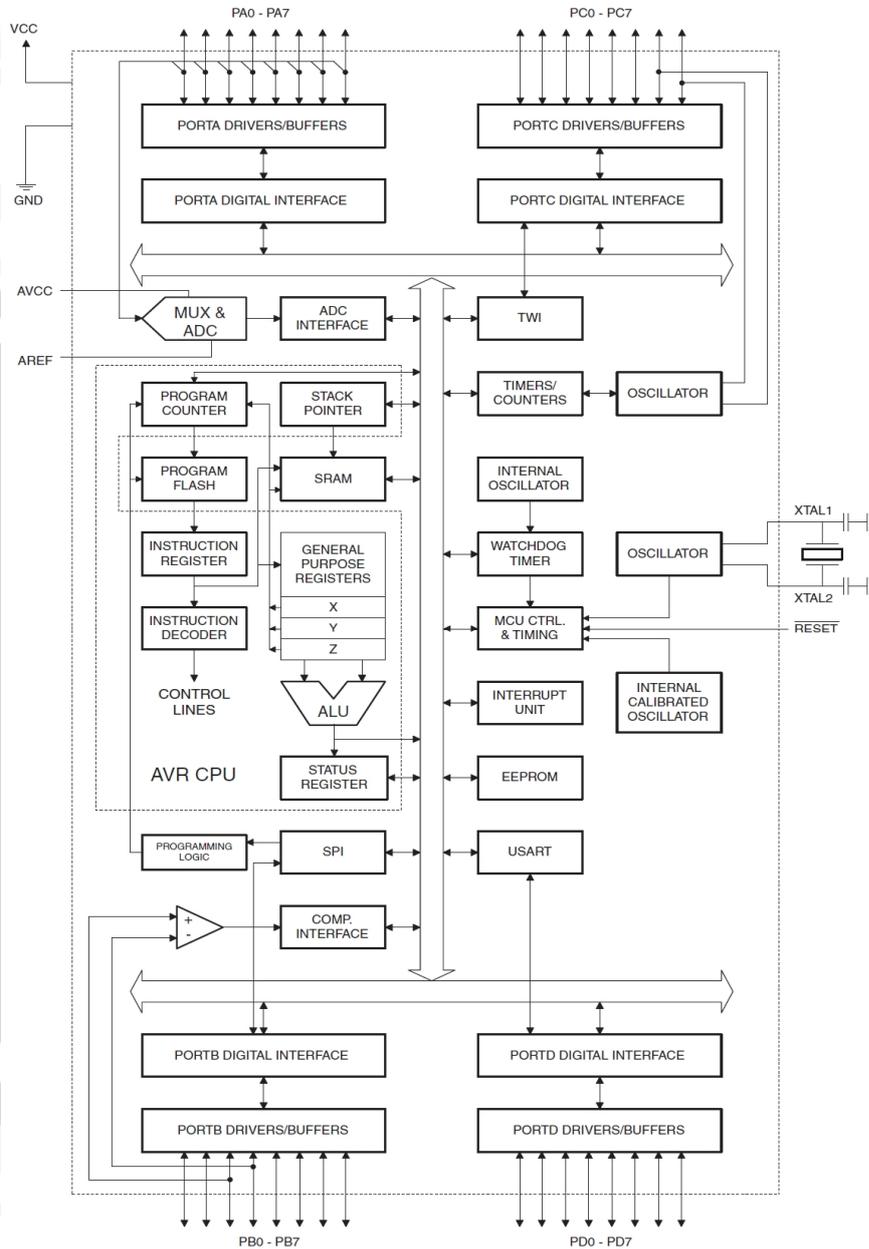
2.4. Mikrokontroler AVR tipe ATmega32

Mikrokontroler adalah suatu devais elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik. Dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS, dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi sehingga pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa *peripheral* yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya, dengan hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks.

Pada dasarnya mikrokontroler terdiri atas mikroprosesor, *timer* dan *counter*, perangkat I/O, dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU. Bila dibandingkan dengan mikroprosesor, mikrokontroller memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler ATmega32 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari ATMEL.
- Mempunyai 32 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*)
- Memiliki memori baca-tulis sebesar 2048 byte SRAM.
- 32 pin I/O (4 buah *port* I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri
- Dua buah timer/counter 8 bit dan satu buah timer/counter 16 bit
- Mempunyai 8 bit 10 *channel* ADC
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran yang dikontrol oleh register DDR.
- Sebuah komunikasi serial USART yang dapat diprogram.
- Sebuah *master/slave* serial SPI yang dapat diprogram.
- Sebuah *Two Wire Serial Interface*.
- Dua buah *timer/counter* 8 bit dan sebuah *timer/counter* 16 bit.
- *Watchdog Timer* yang dapat diprogram.
- *Analog comparator* di dalam *chip*.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi *Boolean*.
- Mampu beroperasi sampai dengan 16 MHz.

Mikrokontroler ATmega32 mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler ATmega. Blok diagram ATmega32 ditunjukkan dalam Gambar 2.17.



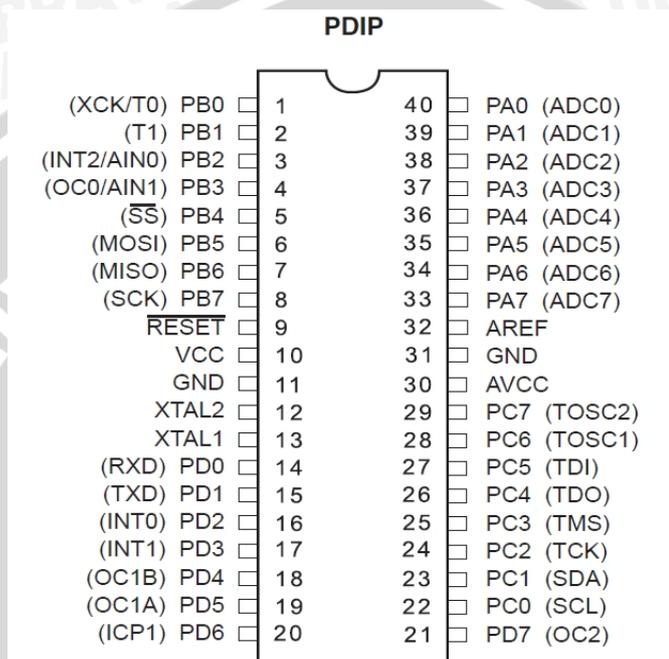
Gambar 2.17. Blok diagram AVR ATmega32

Sumber : Atmel Datasheet ATmega32 2006:3



2.4.1. Susunan Pin-Pin Mikrokontroler ATmega32

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATmega32 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler ATmega32, perancangan aplikasi mikrokontroler ATmega32 akan lebih mudah. ATmega32 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin ditunjukkan dalam Gambar 2.18.



Gambar 2.18. Konfigurasi pin AVR ATmega32

Sumber : Atmel Datasheet ATmega32 2006:2

Fungsi kaki-kaki ATmega32 adalah :

- Port A (Pin A0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus Port A adalah sebagai ADC (*input ADC channel 0..7*).
- Port B (Pin B0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus Port B di antaranya adalah : Port B0 (T0 (*timer/counter eksternal counter input*) & XCK (USART *eksternal clock input/output*)), Port B1 (T1 (*timer/counter eksternal counter input*)), Port B2 (AIN0 (*Analog comparator positive input*) & INT2 (*Eksternal interrupt 2 input*)), Port B3 (AIN0 (*Analog comparator negative input*) & OC0 (*Timer/counter0 output compare match output*)),

Port B4 (SS (*SPI slave select input*)), Port B5 (MOSI (*SPI bus master output/slave input*)), Port B6 (MISO (*SPI bus master input/slave output*)), Port B7 (SCK (*SPI bus serial clock*)).

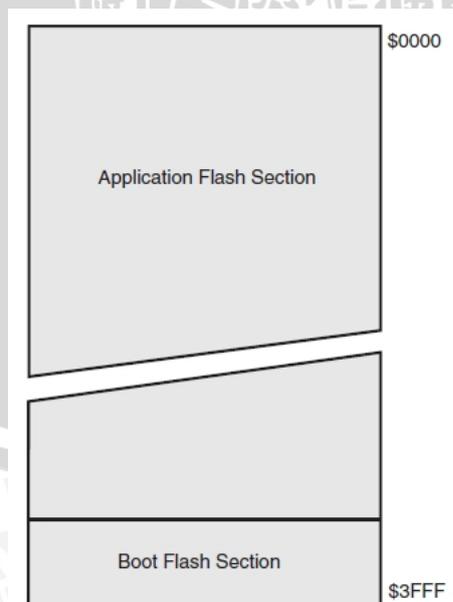
- Port C (Pin C0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port C diantaranya adalah : Port C0 (SCL (*Two-Wire serial bus clock line*)), Port C1 (SDA (*Two-Wire serial bus data input/output line*)), Port C2 (TCK (*JTAG Test Clock*)), Port C3 (TMS (*JTAG Test Mode Select*)), Port C4 (TDO (*JTAG Test Data Out*)), Port C5 (TDI (*JTAG Test Data In*)), Port C6 (TOSC1 (*Timer Oscilator Pin 1*)), Port C7 (TOSC2 (*Timer oscillator Pin 2*)).
- Port D (Pin D0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port D diantaranya adalah : Port D0 (RXD (*USART input pin*)), Port D1 (TXD (*USART output pin*)), Port D2 (INT0 (*Eksternal interupt 0 input*)), Port D3 (INT1 (*Eksternal interupt 1 input*)), Port D4 (OC1B (*Timer/counter 1 output compare B match output*)), Port D5 (OC1A (*Timer/counter 1 output compare A match output*)), Port D6 (ICP (*Timer/counter input capture pin*)), Port D7 (OC2 (*Timer/counter 2 compare match output*)).
- Pin 9 RESET, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika rendah.
- Pin 10 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
- Pin 11 GND, merupakan *Ground* dari seluruh rangkaian.
- Pin 12 dan 13 (XTAL2 dan XTAL1), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 32 AREF, merupakan Pin analog referensi untuk masukan ADC.
- Pin 33 GND, merupakan ground dari ADC.
- Pin 34 AVCC, merupakan supply untuk port A dan juga merupakan supply untuk ADC.

2.4.2 Organisasi Memori

AVR ATmega32 merupakan mikrokontroler dengan arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan unjuk kerja dan paralelisme. Umumnya arsitektur Harvard ini menyimpan kode program dalam memori permanen atau semi-permanen (*non volatile*) sedangkan data disimpan dalam memori tidak permanen (*volatile*). Sehingga dengan arsitektur seperti ini memori program akan terlindungi dari *spike* tegangan dan faktor lingkungan lain yang dapat merusak kode program.

2.4.2.1. Memori Program

Memori program yang terletak dalam Flash PEROM tersusun dalam word atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16 bit atau 32 bit. AVR ATmega32 memiliki 32 Kbyte Flash PEROM dengan alamat mulai dari \$0000 sampai dengan \$3FFF. AVR tersebut memiliki 12 bit Program Counter (PC) sehingga mengalami isi flash. Selain itu, AVR ATmega32 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8 bit sebanyak 1024 byte. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$3FF. Memori program AVR ATmega32 ditunjukkan dalam Gambar 2.19.

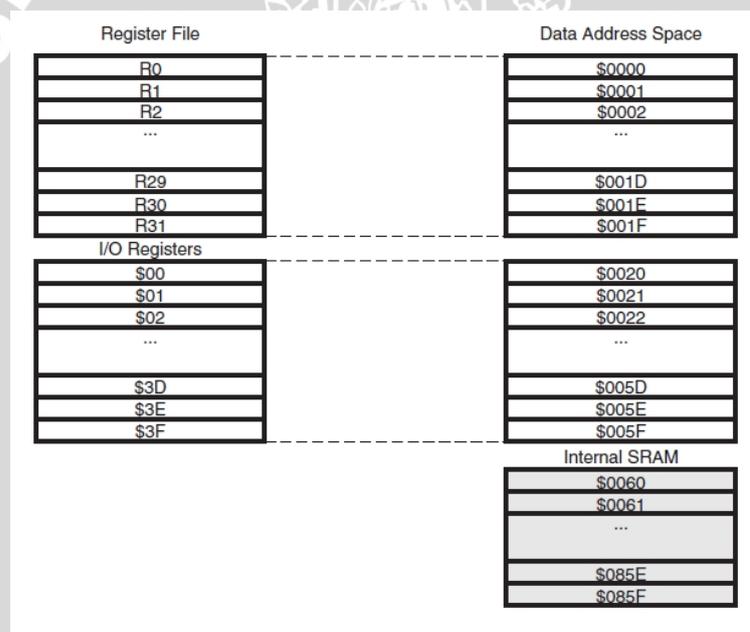


Gambar 2.19. Memori program AVR ATmega32

Sumber : Atmel Datasheet ATmega32 2006:16

2.4.2.2. Memori Data

Mikrokontroler AVR ATmega32 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 2048 byte SRAM *Internal*. Register keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$0000 sampai \$001F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$0020 sampai \$005F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai *peripheral* mikrokontroler, seperti *kontrol register*, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 2048 byte, yaitu pada lokasi \$0060 sampai dengan \$085F. Konfigurasi memori data ditunjukkan dalam Gambar 2.20.



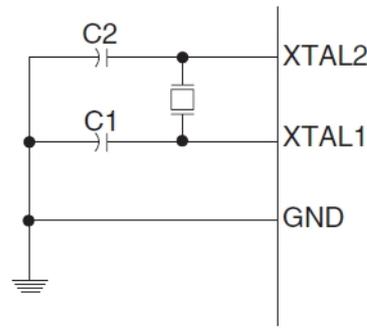
Gambar 2.20. Konfigurasi memori data AVR ATmega32

Sumber : *Atmel Datasheet ATmega32 2006:17*

2.4.3. Osilator

Mikrokontroler ATmega32 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber clock bagi CPU. Untuk mengaktifkan osilator internal dapat digunakan kristal dengan frekuensi hingga 16 MHz dan dua buah kapasitor yang terhubung ke ground. Besarnya kapasitansi C1 dan C2

disesuaikan dengan spesifikasi dalam lembar data ATmega32 yaitu antara 12-22 pF (Atmel, 2006: 26). Rangkaian osilator yang digunakan dapat dilihat dalam Gambar 2.21.



Gambar 2.21. Rangkaian Osilator

Sumber : Atmel Datasheet ATmega32 2006:26

Kristal digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan sebuah instruksi. Penggunaan Kristal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam mendapatkan nilai satu kali instruksi selama satu siklus mesin. Waktu yang diperlukan dalam satu kali instruksi dihitung menggunakan persamaan 2.4.

$$t_{instruksi} = T \times \text{periode yang dibutuhkan} \quad (2.4)$$

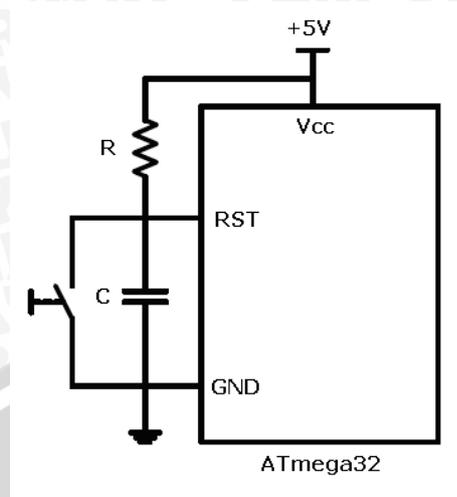
dengan :

$t_{instruksi}$ = Waktu yang dibutuhkan untuk satu kali instruksi

T = Periode osilator selama satu siklus mesin

2.4.4. Reset

Rangkaian *reset* dibutuhkan untuk me-*reset* mikrokontroler pada saat *power on*. Tegangan berlogika tinggi selama 2 siklus mesin dibutuhkan untuk me-*reset* MCU pada saat dihidupkan. Rangkaian *reset* dan rangkaian ekivalen yang masing-masing terdiri dari resistor dan kapasitor yang dihubungkan seperti dalam Gambar 2.22.



Gambar 2.22. Rangkaian Reset

Sumber : Perancangan

Pada saat catu daya diaktifkan, proses reset secara otomatis akan dijalankan oleh mikrokontroler. Proses reset akan dijalankan oleh mikrokontroler pada saat kapasitor mulai mengisi hingga tegangan di kapasitor mencapai $0,3 \times V_{cc}$. Hal tersebut dikarenakan besar tegangan logika nominal yang diijinkan oleh pin RESET adalah sebesar $0,7 \times V_{cc}$ (Atmel, 2006:37). Dengan demikian, waktu minimal mikrokontroler untuk mereset ditunjukkan dalam persamaan 2.5.

$$t = RC \times \ln \frac{5}{V_o(t)} \quad (2.5)$$

dengan :

t = Waktu yang dibutuhkan mikrokontroler untuk mereset

R = Resistansi resistor yang digunakan

C = Kapasitansi kapasitor yang digunakan

$V_o(t)$ = Periode osilator selama satu siklus mesin

Saat catu daya dinyalakan rangkaian reset akan menahan logika tinggi sesaat pada pin RESET. Sedangkan pada saat saklar ditekan, reset akan bekerja secara manual. Aliran arus akan mengalir dari V_{cc} melalui R menuju kaki RESET. Sehingga tegangan pada RESET akan berubah menjadi 0 volt.

2.4.5. USART

Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter (USART) merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega32. USART merupakan komunikasi serial yang mempunyai fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC dan telepon seluler yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous* sehingga dengan demikian USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega32, secara umum pengaturan mode komunikasi baik *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaan hanyalah terletak pada sumber *clock* saja. Jika pada mode *asynchronous* masing-masing *peripheral* memiliki sumber *clock* sendiri, sedangkan pada mode *synchronous* hanya ada satu sumber *clock* yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian secara *hardware* untuk mode *asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode *synchronous* harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.

Untuk mengatur mode dan prosedur komunikasi USART dilakukan melalui *register* UCSRA, UCSRB, UCSRC, UBRRH, UBRRL dan UDR.

2.4.5.1. USART Data Register (UDR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	RXB[7:0]								UDR (Read)
	TXB[7:0]								UDR (Write)
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Register UDR digunakan sebagai buffer untuk menyimpan data baik yang akan dikirim maupun yang diterima dalam komunikasi USART. Register UDR menempati satu lokasi memori yaitu 0x0C (0x2C). meskipun menempati satu lokasi memori register UDR memiliki 2 register I/O yaitu RXB sebagai buffer untuk menyimpan data yang dikirim dan TXB sebagai buffer untuk menyimpan data yang akan dikirim.

Buffer kirim TXB hanya dapat ditulis atau diisi jika bit UDRE dalam register UCSRA bernilai '1'. Jika data telah diisikan ke buffer kirim TXB dan

USART *transmitter* diaktifkan (TXEN pada register UCSRB bernilai '1') maka data ini akan dimasukkan ke *shift* register untuk kemudian dengan segera dikirimkan secara serial melalui pin TXD.

2.4.5.2. USART Control and Status Register A (UCSRA)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	UCSRA
	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM	
Read/Write	R	R/W	R	R	R	R	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	1	0	0	0	0	0	

- Bit 7 – RXC : USART *Receive Complete*
Digunakan untuk mengetahui proses penerimaan data. RXC bernilai '1' menunjukkan bahwa ada data baru yang diterima di buffer terima RXB dan belum terbaca. RXC bernilai '0' menunjukkan bahwa data pada buffer RXB sudah dibaca atau kosong.
- Bit 6 – TXC : USART *Transmit Complete*
Digunakan untuk mengetahui proses pengiriman data. TXC bernilai '1' menunjukkan bahwa data sudah selesai dikirimkan.
- Bit 5 – UDRE : USART *Data Register Empty*
Digunakan untuk mengetahui status isi register UDR. Jika UDRE bernilai '1' berarti isi register UDR kosong dan siap untuk ditulis lagi, sebaliknya jika UDRE bernilai '0' masih ada data dan tidak dapat ditulis dengan data berikutnya.
- Bit 4 – FE : *Frame Error*
Digunakan untuk mengetahui terjadinya *frame error* pada penerimaan data. Hal ini berkaitan dengan format data yang diterimanya yaitu *start* bit, panjang data, *stop* bit dan sinkronisasi. Jika terjadi *frame error* maka FE bernilai '1' dan sebaliknya.
- Bit 3 – DOR : *Data OverRun*
Digunakan untuk mengetahui kondisi data *overrun*. Data *overrun* terjadi jika buffer terima RXB penuh, yaitu data baru menunggu di *shift* register (belum terbaca) sementara data yang lain sudah datang lagi. Pada kondisi ini DOR bernilai '1'.

- Bit 2 – PE : *Parity Error*

Digunakan untuk mengetahui terjadinya *parity error*. Bit paritas (*parity*) merupakan salah satu bit yang ada dalam satu *frame* data yang diterima, ini digunakan untuk menunjukkan berapa banyak yang bernilai ‘1’ dalam satu *frame* data tersebut. Jika terjadi ketidak sesuaian antara data dan bit paritas maka akan terjadi *parity error*, pada kondisi ini PE bernilai ‘1’.

- Bit 1 – U2X : *Double the USART Transmission Speed*

Digunakan untuk membuat kecepatan transfer data menjadi 2 kali lebih cepat dari kecepatan transfer normal. U2X diset ‘1’ untuk mengaktifkan.

- Bit 0 – MPCM : *Multi-processor Communication Mode*

Digunakan pada mode komunikasi multi-prosesor. Pengaturan MPCM hanya berpengaruh pada penerimaan data saja. Pada mode ini, format *frame* data yang diterima harus memiliki informasi alamat sebagai identitas pengirimnya, jika tidak maka akan diabaikan. Untuk mengaktifkan mode ini dilakukan dengan mengeset bit MPCM pada kondisi ‘1’.

2.4.5.3. USART Control and Status Register B (UCSRB)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8	UCSRB
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 7 – RXCIE : *RX Complete Interrupt Enable*

Digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan interupsi *Receive Complete Interrupt*. Jika RXCIE bernilai ‘1’ berarti *Receive Complete Interrupt* aktif.

- Bit 6 – TXCIE : *TX Complete Interrupt Enable*

Digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan interupsi *Transmit Complete Interrupt*. Jika TXCIE bernilai ‘1’ berarti *Transmit Complete Interrupt* aktif.

- Bit 5 – UDRIE : *USART Data Register Empty Interrupt Enable*

Digunakan untuk mengaktifkan dan menon-aktifkan interupsi *UDR Empty Interrupt*. Jika UDRIE bernilai ‘1’ berarti *UDR Empty Interrupt* aktif.

- Bit 4 – RXEN : *Receiver Enable*

Digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan USART *Receiver*. Jika RXEN bernilai '1' maka USART *Receiver* aktif sehingga data serial yang diterima pin RXD akan diijinkan masuk ke *shift register* dan *buffer* terima RXB.

- Bit 3 – TXEN : *Transmitter Enable*

Digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan USART *Transmitter*. Jika TXEN bernilai '1' maka USART *Transmitter* aktif sehingga data serial yang dituliskan ke *buffer Transmit* TXB akan dimasukkan ke *shift register* yang kemudian dikeluarkan secara serial melalui pin TXD.

- Bit 2 – UCSZ2 : *Character Size*

UCSZ2 bersama dengan UCSZ1 dan UCSZ0 yang berada pada register UCSRC digunakan untuk menentukan ukuran data/karakter dalam satu *frame* seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Pengaturan Ukuran Data Tiap Frame

UCSZ2	UCSZ1	UCSZ0	Ukuran Karakter
0	0	0	5-bit
0	0	1	6-bit
0	1	0	7-bit
0	1	1	8-bit
1	0	0	Reserved
1	0	1	Reserved
1	1	0	Reserved
1	1	1	9-bit

Sumber : Agus Bejo, 2007:56

- Bit 1 – RXB8 : *Receive Data Bit 8*

RXB8 Adalah bit ke-9 dari data/karakter yang diterima jika menggunakan ukuran 9 bit.

- Bit 0 – TXB8 : *Transmit Data Bit 8*

TXB8 Adalah bit ke-9 dari data/karakter yang dikirim jika menggunakan ukuran 9 bit.

2.4.5.4. USART Control and Status Register C (UCSRC)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	UCSRC
	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	1	0	0	0	0	1	1	0	

- Bit 7 – URSEL : *Register Select*

Register URSEL dan register UBRRH menempati lokasi register I/O yang sama sehingga untuk menentukan apakah register UCSRC atau register UBRRH yang akan mengakses ditentukan dengan bit URSEL. Jika bit URSEL bernilai '1' berarti mengakses register UCSRC dan jika bernilai '0' berarti mengakses register UBRRH.

- Bit 6 – UMSEL : *USART Mode*

Digunakan untuk menentukan mode komunikasi USART. Jika UMSEL bernilai '0' berarti mode komunikasi *asynchronous*, dan jika bernilai '1' berarti mode komunikasi *synchronous*.

- Bit 5:4 – UPM1:0 : *Parity Mode*

UPM1 dan UPM0 digunakan untuk menentukan mode paritas. Jika UPM1:0 bernilai '00' berarti tidak menggunakan paritas, jika bernilai '10' berarti menggunakan paritas genap, jika bernilai '11' berarti menggunakan paritas ganjil. Hal ini ditunjukkan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Mode Paritas

UPM1	UPM0	Mode Paritas
0	0	Disabled
0	1	Reserved
1	0	Enable, Even Parity
1	1	Enable, Odd Parity

Sumber : Agus Bejo, 2007 : 57

- Bit 3 – USBS : *Stop Bit Select*

Digunakan untuk menentukan jumlah *stop* bit dalam setiap *frame*. Jika USBS bernilai '0' berarti panjang *stop* bit adalah 1-bit, dan jika bernilai '1' berarti panjang *stop* bit adalah 2-bit.

- Bit 2:1 – UCSZ1:0 : *Character Size*

UCSZ1 dan UCSZ0 bersama dengan UCSZ2 yang berada pada register UCSRB digunakan untuk menentukan ukuran data/karakter dalam satu *frame* seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

- Bit 0 – UCPOL : *Clock Polarity*

Digunakan untuk mengatur mode transisi *clock* pada pengambilan data yang diterima dan pengubahan data yang dikirimkan. Pengaturan bit UCPOL hanya berlaku untuk mode komunikasi *synchronous* saja. Efek pengaturan UCPOL dapat dilihat dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Pengaturan UCPOL

UCPOL	Pengiriman Data	Penerimaan Data
0	Transisi naik XCK	Transisi turun XCK
1	Transisi turun XCK	Transisi naik XCK

Sumber : Agus Bejo, 2007:26

2.4.5.5. USART Baud Rate Register (UBRRL-UBRRH)

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	URSEL	-	-	-	UBRR[11:8]				UBRRH
	UBRR[7:0]								UBRRL
Read/Write	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

UBRRL dan UBRRH atau sering disebut dengan UBRR merupakan register yang digunakan untuk mengatur kecepatan/ baudrate transmisi data pada komunikasi USART. UBRR sebetulnya berupa register 16-bit tetapi untuk *upper bytenya* yaitu register UBRRH digunakan bersama-sama dengan register UCSRC. Sehingga untuk mengaksesnya diperlukan pemilihan register dengan menggunakan bit URSEL seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada bagian register UCSRC.

- Bit 15 – URSEL : *Register Select*

Jika bit URSEL bernilai '1' berarti mengakses register UCSRC dan jika bernilai '0' berarti mengakses register UBRRH.

- Bit 14:12 – Tidak digunakan
- Bit 11:0 – UBRR 11:0 : USART *Baud Rate Register*

UBRR 11:0 adalah register dengan lebar 12-bit yang digunakan untuk menentukan baudrate komunikasi USART. Pengaturan baudrate dan penentuan nilai register UBRR dapat dihitung dengan rumus yang ditunjukkan dalam Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Pengaturan Baud Rate

Mode Operasi	Rumus BAUD Rate	Rumus UBRR
Asynchronous Normal Mode (U2X=0)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16.BAUD} - 1$
Asynchronous Double Speed Mode (U2X=1)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{8.BAUD} - 1$
Synchronous Master Mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{2.BAUD} - 1$

Sumber : Agus Bejo, 2007:59

Keterangan :

BAUD : Baudrate (bps)

fosc : Frekuensi Osilator (frekuensi Kristal yang digunakan)

UBRR : Nilai register UBRR (UBRRL-UBRRH)

2.4.6. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Mikrokontroler ATmega32 memiliki fasilitas *Analog to Digital Converter* yang sudah *built-in* dalam chip. Fitur ADC internal inilah yang menjadi salah satu kelebihan mikrokontroler ATmega32 bila dibandingkan dengan beberapa jenis mikrokontroler yang lain. Dengan adanya ADC internal ini tidak akan direpotkan lagi dengan kompleksitas hardware saat membutuhkan proses pengubahan sinyal dari analog ke digital seperti yang harus dilakukan jika kita memakai komponen IC ADC eksternal.

ATmega32 memiliki resolusi ADC 10-bit dengan 8 channel input dan mendukung 16 macam penguat beda. ADC ini bekerja dengan teknik *successive approximation*. Rangkaian internal ADC ini memiliki catu daya tersendiri yaitu pin AVCC. Tegangan AVCC harus sama dengan $VCC \pm 0.3 V$

Untuk mengatur mode dan cara kerja ADC adalah dilakukan melalui register ADMUX, ADCSRA, ADCL, ADCH, dan SFIOR.

2.4.6.1. ADC Multiplexer Selection Register (ADMUX)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 7:6 – REFS 1:0 : *Reference Selection Bits*

Bit REFS1 dan REFS0 digunakan untuk menentukan tegangan referensi dari ADC. Bit ini tidak dapat dirubah pada saat konversi sedang berlangsung. Pengaturan Tegangan Referensi ADC dengan menggunakan register REFS1 dan REFS0 ditunjukkan dalam Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Pengaturan Tegangan Referensi ADC

REFS1	REFS0	Tegangan Referensi
0	0	Pin AREF
0	1	Pin AVCC, dengan pin AREF diberi kapasitor
1	0	Tidak digunakan
1	1	Internal 2.26 V dengan pin AREF diberi kapasitor

Sumber : Agus Bejo, 2007:73

Keterangan :

- ‘00’ : Tegangan referensi menggunakan tegangan yang terhubung ke pin AREF.
- ‘01’ : Tegangan referensi menggunakan tegangan AVCC dan pin AREF diberi kapasitor,
- ‘10’ : Tidak digunakan.
- ‘11’ : Tegangan referensi menggunakan referensi internal 2,56 V dan pin AREF diberi kapasitor.

- Bit 5 – ADLAR : *ADC Left Adjust Result*

Bit ADLAR digunakan untuk mengatur format penyimpanan data ADC pada register ADCL dan ADCH.

- Bit 4:0 – MUX4:0 : *Analog Channel and Gain Selection Bits*

Bit-bit MUX4:0 dapat digunakan untuk menentukan pin masukan analog ADC pada mode konversi tunggal atau untuk menentukan pin-pin masukan analog dan nilai penguatannya (gain) pada mode penguat beda. Pengaturan pin masukan ADC ditunjukkan dalam Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Pengaturan Pin masukan ADC

MUX4..0	Masukan Tunggal	Masukan Beda (+)	Masukan Beda (-)	Gain
00000	ADC0	N/A	N/A	N/A
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000	N/A	ADC0	ADC0	10x
01001		ADC1	ADC0	10x
01010		ADC0	ADC0	200x
01011		ADC1	ADC0	200x
01100		ADC2	ADC2	10x
01101		ADC3	ADC2	10x
01110		ADC2	ADC2	200x
01111		ADC3	ADC2	200x
10000		ADC0	ADC1	1x
10001		ADC1	ADC1	1x
10010		ADC2	ADC1	1x
10011		ADC3	ADC1	1x
10100		ADC4	ADC1	1x
10101		ADC5	ADC1	1x
10110		ADC6	ADC1	1x
10111		ADC7	ADC1	1x
11000	ADC0	ADC2	1x	
11001	ADC1	ADC2	1x	
11010	ADC2	ADC2	1x	
11011	ADC3	ADC2	1x	
11100	ADC4	ADC2	1x	
11101	ADC5	ADC2	1x	
11110	1.22 V (VBG)	N/A		
11111	0 V (GND)	N/A		

Sumber : Agus Bejo, 2007:75

2.4.6.2. ADC Control and Status Register A (ADCSRA)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 7 – ADEN : *ADC Enable*

Bit ADEN digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan fasilitas ADC. Jika bit ADEN diset '1' maka ADC diaktifkan dan jika bernilai '0' maka ADC tidak aktif.

- Bit 5 – ADATE : *ADC Auto Trigger Enable*

Bit ini digunakan untuk mengaktifkan pemacu proses konversi ADC sesuai dengan bit-bit ADTS pada register SFIOR. Jika bit ADATE bernilai '1' berarti pemacu ADC diaktifkan.

- Bit 4 – ADIF : *ADC Interrupt Flag*

Bit ADIF adalah bendera interupsi ADC yang digunakan untuk menunjukkan ada tidaknya permintaan interupsi ADC. Bit ADIF akan bernilai '1' jika proses konversi ADC telah selesai.

- Bit 3 – ADIE : *ADC Interrupt Enable*

Bit ADIE digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan interupsi ADC. Jika bit ADIE bernilai '1' dan bit-1 pada SREG diset '1' maka saat terjadi permintaan interupsi ADC1 (bit ADIF bernilai '1') akan menyebabkan program melompat ke alamat vektor interupsi ADC yaitu 0x00E.

- Bit 2:0 - ADPS2:0 : *ADC Prescaler Select Bits*

Bit ADPS2, ADPS1 dan ADPS0 digunakan untuk menentukan faktor pembagi frekuensi kristal yang kemudian hasilnya digunakan sebagai frekuensi clock ADC. Skala clock ADC yang menggunakan register ADPS2:0 ditunjukkan dalam Tabel 2.11.

Bit-bit ADTS2:0 berada pada register SFIOR digunakan untuk mengatur pemacu proses konversi ADC seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Pemacu ADC

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Sumber Pemacu Konversi ADC
0	0	0	Free Running mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter1 Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Overflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

Sumber : Agus Bejo, 2007:77

Keterangan :

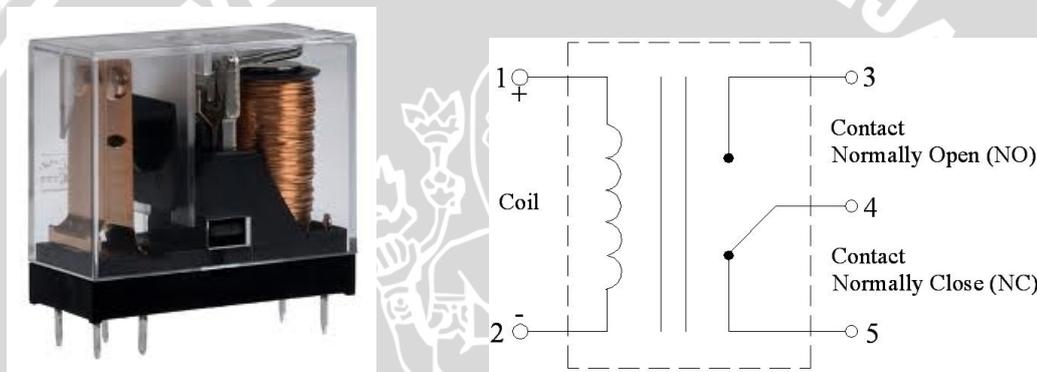
- ‘000’ : Mode Free-Running, Konversi ADC akan dimulai pada saat bit ADSC pada register ADCSRA diset ‘1’.
- ‘001’ : Konversi ADC akan dimulai sesuai dengan pengaturan *output Analog Comparator*.
- ‘010’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi interupsi eksternal 0.
- ‘011’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi *Timer/Counter 0 Compare Match*.
- ‘100’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi *Timer/Counter 0 Overflow*.
- ‘101’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi *Timer/Counter 1 Compare Match B*.
- ‘110’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi *Timer/Counter 1 Overflow*.
- ‘111’ : Konversi ADC akan dimulai pada saat terjadi *Timer/Counter 1 Capture Event*.

2.5. Sistem Pendukung

Sistem pendukung dalam perancangan ini berupa sistem penerangan rumah sebagai pelengkap dari sistem keamanan yang ada. Kegunaannya akan

lebih terlihat ketika pemilik rumah berada jauh dari rumahnya dengan menggunakan pengendalian jarak jauh juga melalui SMS.

Sistem penerangan rumah berfungsi sebagai pengendalian penerangan rumah jarak jauh menggunakan media SMS. Sistem ini hanya bisa dikendalikan oleh pemilik rumah ketika berada jauh dari rumahnya. Komponen utama yang digunakan adalah relay. Relay adalah suatu komponen yang bekerja secara elektromagnetik-mekanik untuk keperluan *switching*. Relay dapat menggantikan transistor (atau bisa juga dikombinasikan) pada aplikasi *switching* dengan tegangan dan arus yang besar, baik AC maupun DC. Bentuk fisik dan sirkuit dasar relay ditunjukkan dalam Gambar 2.23.



Gambar 2.23. Bentuk fisik dan sirkuit Relay

Sumber : www.classictruckshop.com

Relay dikatakan berfungsi sebagai saklar jika kontak-kontak pada relay tersebut membuka atau menutup. Di dalam relay terdapat tiga bagian penting, diantaranya adalah :

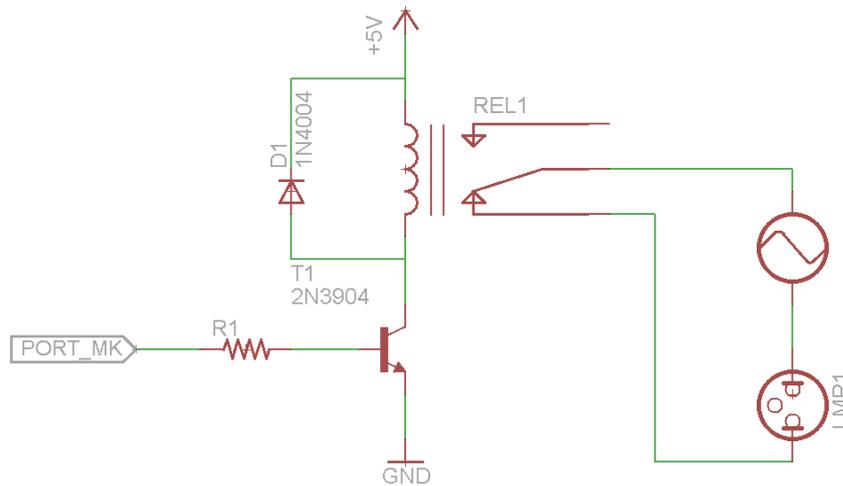
- 1) Koil magnet atau kumparan penggerak magnetik.
- 2) Hubungan ke terminal keluaran.
- 3) Perubahan kondisi saklar selama kumparan berenergi atau terjadi medan magnet.

Prinsip kerja relay adalah jika ada arus yang melewati kumparan relay menyebabkan inti menjadi magnet, sehingga timbul induksi magnet pada inti besi yang dilingkupinya. Dengan adanya induksi ini, maka pada inti besi terdapat

fluksi magnet. Fluksi ini kemudian menarik kontak relay, sehingga kontak saling terhubung, jika gaya magnet lebih besar dari daya pegas. Ketika arus dihilangkan dari kumparan, maka kontak kembali ke posisi semula. Berdasarkan kondisi awal relay pada saat tidak bekerja, relay dibedakan menjadi dua, yaitu normal tertutup (*normally close*) dan normal terbuka (*normally open*).

Terdapat beberapa cara untuk membedakan NC dengan NO. Untuk NC, saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) terhubung dengan common. Sedangkan pada NO saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan common. Bagian-bagian relay dapat diketahui dengan 2 cara, yaitu yang pertama adalah dengan cara melihat isi dalam relay tersebut dan yang kedua dengan menggunakan multimeter (Ohm meter). Cara mengetahui relay tersebut masih berfungsi atau tidak dapat dilakukan dengan cara memberikan tegangan yang sesuai dengan relay tersebut pada bagian koilnya. Jika kontaknya masih bekerja NC \rightarrow NO atau NO \rightarrow NC, maka dapat dikatakan bahwa relay tersebut masih dalam keadaan baik.

Rangkaian dalam perancangan sistem penerangan ini terdiri atas dua bagian, yaitu relay dan *driver relay*. Komponen utama dari driver relay adalah transistor yang berfungsi sebagai *switching*. Secara umum, sistem penerangan ini akan bekerja ketika ada masukan yang diberikan kepada kaki basis transistor. Tegangan yang diberikan kepada basis transistor akan menyebabkan transistor aktif untuk meneruskan tegangan dari kaki kolektor menuju emitor yang sebelumnya terputus. Dan relay yang ada pada kaki kolektor akan aktif. Rangkaian *driver relay* ditunjukkan dalam Gambar 2.24.



Gambar 2.24. Rangkaian perancangan sistem penerangan

Sumber : Perancangan

Jenis transistor yang digunakan adalah transistor NPN sebagai *driver relay* dengan menggunakan *common emitter* (sebagai *switch*). Apabila tidak ada arus bias pada basis, transistor bekerja pada keadaan terputus dalam hal ini tidak ada arus yang mengalir melalui beban. Bila transistor mendapat tegangan bias, transistor akan tersambung sehingga arus mengalir melalui beban. Dengan menggunakan hukum Ohm, besarnya arus pada kolektor (I_C) dapat ditentukan dari persamaan 2.6.

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE SAT}}{R_{RELAY}} \quad (2.6)$$

dengan :

I_C = Arus yang mengalir pada jalur kolektor

V_{CC} = Sumber tegangan

$V_{CC SAT}$ = Tegangan yang dibutuhkan pada saat transistor ON

R_{RELAY} = Nilai resistansi pada Relay

Masukan pada *basis* transistor adalah keluaran dari Mikrokontroler ATmega32. Dengan diketahuinya nilai arus kolektor (I_C) dan penguatan arus maju DC dari transistor (h_{FE}) yang mengacu pada datasheet, maka arus minimum yang

dibutuhkan terminal basis pada transistor untuk menyalakan relay dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7.

$$I_C = h_{FE} \times I_B \quad (2.7)$$

dengan :

I_C = Arus yang mengalir pada jalur kolektor

I_B = Arus yang mengalir pada jalur basis

h_{FE} = Penguatan arus maju DC

Dengan menggunakan hukum Ohm, dan dengan diketahuinya tegangan minimum yang dikeluarkan oleh port I/O mikrokontroler dengan logika '1', maka nilai resistansi R_B yang menghubungkan port mikrokontroler dengan kaki basis pada transistor dapat dihitung dengan persamaan 2.8.

$$R_B = \frac{(V_{PORT \text{ MIKROKONTROLLER}} - V_{BE})}{I_B} \quad (2.8)$$

dengan :

R_B = Resistansi resistor pada jalur basis

$V_{PORT \text{ MIKROKONTROLLER}}$ = Tegangan pada mikrokontroler

V_{BE} = Tegangan pada jalur basis-emitor

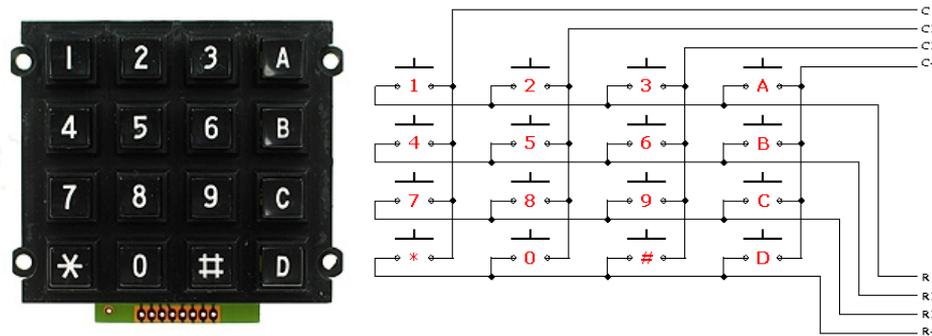
I_B = Arus yang mengalir pada jalur basis

2.6. Master Control

Komponen utama dalam pengendalian sistem dari perancangan prototype keamanan rumah yang dilengkapi dengan sistem pengendalian jarak jauh via SMS (*Short Message Service*) diantaranya adalah berupa keypad dan LCD (*Liquid Cristal Display*) yang berfungsi sebagai *interface* antara manusia dengan sistem. Sedangkan komponen pendukung yang lain adalah yang berupa buzzer yang berfungsi sebagai alarm ketika sistem aktif saat menerima respon dari sensor-sensor yang terpasang pada rumah juga terdapat pada *master control*.

2.6.1. Keypad

Tombol masukan berupa keypad merupakan rangkaian yang digunakan untuk memberikan data masukan, dimana data tersebut diberikan melalui penekanan tombol yang terdapat pada papan masukan itu sendiri. Contoh konstruksi keypad 4×4 ditunjukkan dalam Gambar 2.25.



Gambar 2.25. Konstruksi Keypad 4x4

Sumber : www.oreind.com

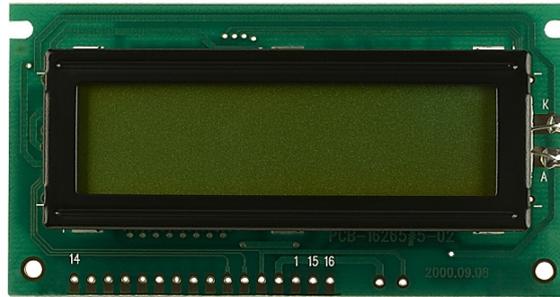
Keypad yang digunakan pada perancangan ini berupa *keypad* matrik. Ketika tombol masukan ditekan, jalur dari sisi *rows* akan terhubung dengan sisi *columns* maka output yang dihasilkan berupa kombinasi *rows* dan *columns* tersebut. Kemudian data dikirim ke unit pengolah untuk diterjemahkan sesuai urutan atau nama yang telah ditentukan.

Untuk modul *keypad* 4x4, telah terdapat resistor dan dioda penyearah. Resistor berfungsi sebagai pembatas arus dan karena adanya dioda penyearah ini menyebabkan *keypad* jadi tidak fleksibel artinya baris dan kolom telah ditentukan siapa output dan siapa input karena dioda ini hanya mengalirkan tegangan dan arus dari anoda ke katoda.

2.6.2. LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah salah satu jenis penampil yang digunakan untuk menampilkan karakter baik karakter dalam bentuk angka, huruf maupun karakter lainnya. Susunan layar LCD terdiri atas kristal cair yang diletakkan diantara dua elektroda yang dibungkus oleh dua panel gelas dengan pinggiran yang tertutup rapat yang sisi luarnya dilumuri lapisan tipis *polarizing*

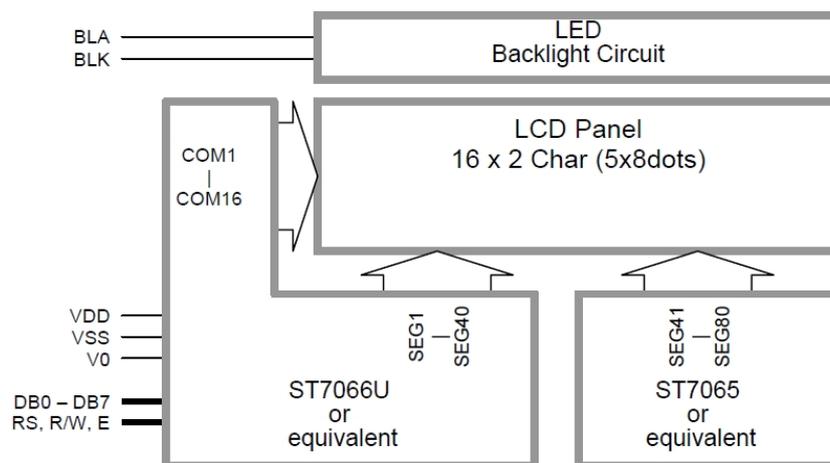
film. Lapisan teratas dari susunan LCD merupakan cermin yang dapat memantulkan cahaya yang berhasil menembus lapisan-lapisan LCD. Panel gelas memiliki polarisasi yang berbeda 90° dari panel lainnya. Dua elektroda diantara kristal cair ini dihubungkan dengan baterai sebagai sumber arus. Bentuk fisik dari LCD tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.26.



Gambar 2.26. Bentuk Fisik LCD

Sumber : www.rocky.digikey.com

Salah satu jenis LCD diantaranya adalah LCD tipe dot matriks 2×16, tersusun sebanyak dua baris dan masing-masing terdiri atas 16 karakter. Setiap karakter dibentuk oleh 5×7 buah titik ditambah dengan kursor, sehingga jenis huruf yang mampu ditampilkan akan lebih baik dibandingkan dengan penampil *seven segmen*. Blok diagram LCD ditunjukkan dalam Gambar 2.27.



Gambar 2.27. Blok Diagram LCD

Sumber : *TOPWAY LCD Module User Manual 2006:3*

LCD modul M1632 yang merupakan sebuah modul LCD dot matrik yang membutuhkan daya kecil. LCD modul M1632 dilengkapi panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. LCD modul M1632 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Memiliki 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri atas 5x7 dot matrik ditambah dengan kursor.
- Memerlukan catu daya +5 volt.
- Otomatis reset saat catu daya dinyalakan.
- Display data RAM (max 80 karakter) 80x8.

Dari segi fleksibilitas dan kesederhanaan rangkaian, mode 4 bit lebih baik di banding mode 8 bit karena mode 4 bit hanya membutuhkan 7 pin (1 port mikro) dibanding mode 8 bit yang membutuhkan minimal 10 pin (2 port mikro). Konfigurasi pin serta fungsi LCD ditunjukkan dalam Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Pin dan Fungsi LCD

PIN	Nama	I/O	Keterangan
1	VSS	Power	Power supply, Ground (0V)
2	VDD	Power	Positive power supply
3	VO	Power	LCD contrast reference supply
4	RS	Input	Register Select RS=HIGH : transferring display data RS=LOW : transferring instruction data
5	R/W	Input	Read/Write Control bus : RW=HIGH : Read mode selected RW=LOW : Write mode selected
6	E	Input	Data Enable
7 : 14	DB0 : DB7	I/O	Bi-directional tri-state Data bus In 8 bit mode, DB0-DB7 are in use In 4 bit mode, DB4-DB7 are in use, DB0-DB3 leave open
15	BLA	Power	Backlight positive supply
16	BLK	Power	Backlight negative supply

Sumber : TOPWAY LCD Module User Manual 2006 : 4

2.7. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi buzzer juga terdiri atas kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Bentuk fisik dari buzzer ditunjukkan dalam Gambar 2.28.



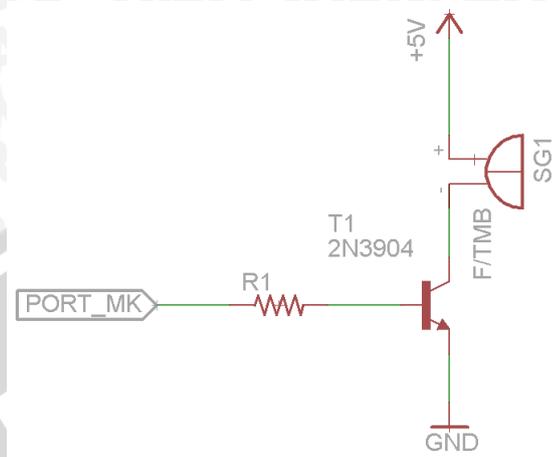
Gambar 2.28. Bentuk fisik Buzzer

Sumber : www.en.wikipedia.org

Buzzer hanya mampu untuk menghasilkan suara berfrekuensi tinggi, sedangkan speaker mampu untuk menghasilkan suara dalam berfrekuensi tinggi dan rendah. Akan tetapi, dalam perancangannya, buzzer lebih efektif daripada speaker. Hal inilah yang membuat buzzer menjadi ‘alarm’ yang lebih mudah dan lebih efisien yang membuat manusia lebih mudah mendengarnya.

Rangkaian ini menggunakan transistor bertipe NPN yang bekerja sebagai sistem *switching*. Ketika keadaan basis bernilai *low* maka emitor tidak akan mendapat tegangan dari arus yang masuk melalui kolektor. Pada kondisi ini *buzzer* tidak akan aktif, sedangkan ketika basis diberikan nilai *high* maka arus dari

kolektor dapat mengalir ke emitor sehingga *buzzer* aktif. Perancangan rangkaian *Buzzer* ditunjukkan dalam Gambar 2.29.



Gambar 2.29. Rangkaian perancangan buzzer

Sumber : Perancangan

Jenis transistor yang digunakan adalah transistor NPN dengan menggunakan *common emitter* (sebagai *switch*). Apabila tidak ada arus bias pada basis, transistor bekerja pada keadaan terputus dalam hal ini tidak ada arus yang mengalir melalui beban. Bila transistor mendapat tegangan bias, transistor akan tersambung sehingga arus mengalir melalui beban. Arus maksimal (I_{BUZZER}) ini digunakan sebagai arus kolektor I_C pada transistor.

Masukan pada *basis* transistor adalah keluaran dari Mikrokontroler ATmega32. Dengan diketahuinya nilai arus kolektor (I_C) dan penguatan arus maju DC dari transistor (h_{FE}) yang mengacu pada datasheet, maka arus minimum yang dibutuhkan terminal basis pada transistor untuk mengaktifkan buzzer dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7. seperti pada perancangan sistem penerangan. Dan dengan menggunakan hukum Ohm, dan dengan diketahuinya tegangan minimum yang dikeluarkan oleh port I/O mikrokontroler dengan logika '1', maka nilai resistansi R_B yang menghubungkan port mikrokontroler dengan kaki basis pada transistor dapat dihitung dengan persamaan 2.8 seperti yang terdapat pada perancangan sistem penerangan.