

BAB II

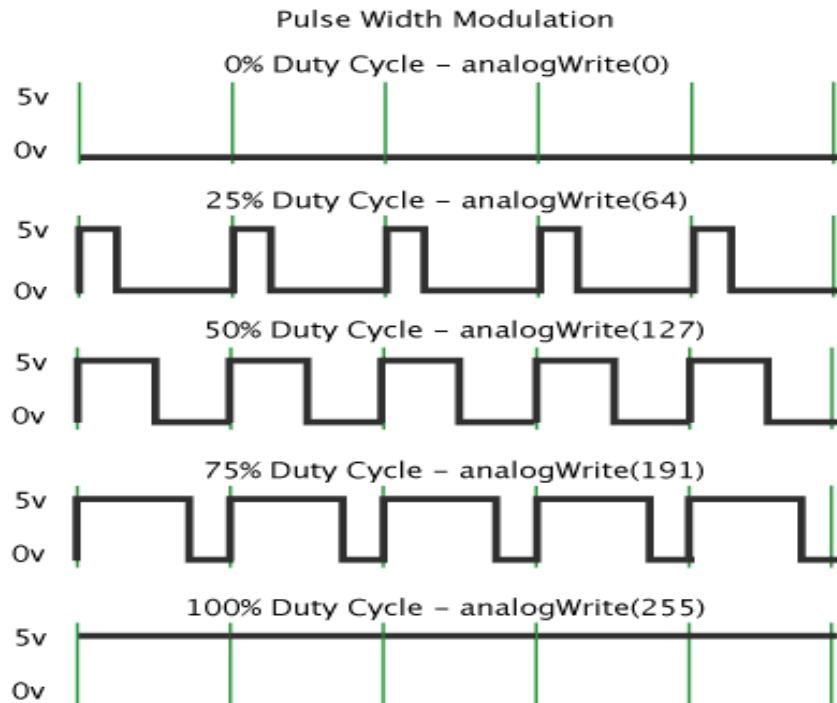
TEORI DASAR

2.1 PWM (PULSE WIDTH MODULATION)

Pulse width modulation atau PWM adalah teknik untuk mendapatkan hasil yang analog dengan digital. Kontrol digital digunakan untuk membentuk gelombang kotak atau sinyal segitiga yang diteruskan ke komparator bersama sinyal aslinya, sinyal diaktifkan antara *on* dan *off*. Namun pada beberapa tipe mikrokontroler telah tersedia fasilitas pembangkit PWM sehingga tidak memerlukan lagi komparator. Pola *on* dan *off* dapat mensimulasikan tegangan diantara penuh pada *on* (5 volt) dan *off* (0 volt) dengan mengubah sebagian dari waktu sinyal menghabiskan pada versus waktu yang sinyal menghabiskan *off*. Lamanya "tepat waktu" disebut lebar pulsa. Untuk mendapatkan berbagai nilai-nilai analog, dapat mengubah atau memodulasi yang lebar pulsa. Jika anda mengulangi pola *on-off* cukup cepat dengan LED misalnya, hasilnya adalah sebagai jika sinyal tegangan stabil antara 0 dan 5 volt mengendalikan kecerahan LED.

Pada grafik gambar 2.1, garis hijau mewakili periode waktu yang teratur. Ini durasi atau periode merupakan kebalikan dari frekuensi PWM. Dengan kata lain , dengan frekuensi PWM di sekitar 500 Hz, garis hijau akan mengukur 2 milidetik masing-masing. Sebuah panggilan untuk analog *write* () adalah pada skala 0-255 sehingga analog *write* (255) permintaan *duty cycle*

100% (selalu *on*), dan *analog write* (127) adalah siklus 50% pada separuh waktu, seperti gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Sinyal PWM sederhana

Gambar 2.2 menunjukkan rangkaian sederhana yang dapat digerakkan menggunakan PWM. Dalam gambar, sebuah baterai 9 volt dan sebuah lampu pijar. Jika kita ingin menutup saklar yang menghubungkan baterai dan lampu untuk 50 ms, bohlam akan menerima 9 volt selama selang itu, jika kita membuka saklar untuk 50 ms berikutnya maka bohlam akan menerima 0 volt. Jika kita ingin mengulangi siklus ini 10 kali perdetik, lampu akan menyala seolah-olah terhubung ke 4.5 volt baterai (50% dari 9 volt). Kita mengatakan bahwa siklus adalah 50% dan frekuensi modulasi adalah 10 Hz.



Gambar 2.2 Sebuah PWM rangkaian sederhana

Sebagian besar beban, induktif dan kapasitif sama, memerlukan frekuensi modulasi lebih tinggi dari 10 Hz. Bayangkan bahwa lampu dinyalakan selama lima detik, kemudian pergi selama lima detik, lalu hidupkan kembali. Siklus akan tetap 50%, namun bola akan muncul terang benderang selama lima detik pertama dan *off* untuk berikutnya. Agar bola untuk melihat tegangan 4,5 volt, periode siklus harus relatif pendek untuk waktu respon beban untuk perubahan di saklar. Untuk mencapai efek yang diinginkan dari lampu dim (tapi selalu menyala) lampu, maka perlu untuk meningkatkan frekuensi modulasi. Hal yang sama berlaku dalam aplikasi lain PWM. Frekuensi modulasi yang umum berkisar dari 1 kHz sampai 200 kHz.

Salah satu penggunaan yang paling populer PWM kontrol tegangan dikirimkan ke beban, contoh beban bisa dalam bentuk LED, atau motor yang bisa menjadi motor DC yang sederhana dan akan diubah menjadi motor DC yang dikontrol kecepatan motor, seperti yang digunakan misalnya pada *motherboard* PC modem. PWM kontrol tegangan bekerja dengan cara sederhana. Sebuah sinyal PWM dengan *duty cycle* 100% akan memberikan 100% dari tegangan, ini akan menjadi seperti catu daya DC, tapi dengan mengubah *duty cycle* hasilnya adalah untuk mengurangi area daya yang dikirim ke beban.

PWM juga banyak digunakan untuk memodulasi - mengirim dan demodulasi sinyal analog. Modulasi ini terutama dilakukan dengan menggunakan metode yang disebut PWM *intersective*. Menurut metode ini, sinyal masukan analog dan gelombang gigi gergaji yang didorong komparator. Setiap kali gelombang gigi gergaji tegangan kurang dari sinyal input, output PWM didorong tinggi dan sebaliknya. Perhatikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komparator sinyal analog dan persegi yang menghasilkan sinyal PWM

Sinyal analog (oranye) dibandingkan dengan gelombang gigi gergaji (biru). Komparator akan menghasilkan sinyal termodulasi PWM siap untuk dikirim.

Karena efisiensi dan kesederhanaan PWM, serta fleksibilitas dari jenis modulasi, ada sejumlah aplikasi yang dapat terjadi. Menggunakan PWM dapat memodulasi mentransmisikan dan / atau sinyal analog penyimpanan seperti audio / suara telekomunikasi dan musik. *Switching* pasokan listrik yang menggunakan teknologi ini adalah energi jauh lebih efisien daripada pasokan listrik klasik, hingga mencapai penghematan daya 60%, Daya keluaran dan atau tegangan dapat dikendalikan baik digital menggunakan mikrokontroler atau dengan potensiometer klasik lama. Stepper motor dapat dengan mudah dikontrol menggunakan PWM, serta motor DC. Torsi dan kecepatan motor DC dapat dikendalikan dengan mengubah tegangan atau siklus tugas dari PWM dengan mudah. PWM secara luas digunakan dalam rangkaian *dimmer* yang dapat mengontrol berbagai lampu termasuk LED. PWM secara luas digunakan dalam rangkaian *dimmer* yang dapat mengontrol berbagai lampu termasuk LED. Perhatikan bahwa menggunakan PWM, rangkaian *dimmer* dan sirkuit lainnya seperti kontroler motor yang biasanya akan membutuhkan tegangan AC untuk beroperasi, dapat menangani dengan tegangan DC langsung tanpa konversi apapun.

2.2 ADC CONVERTER

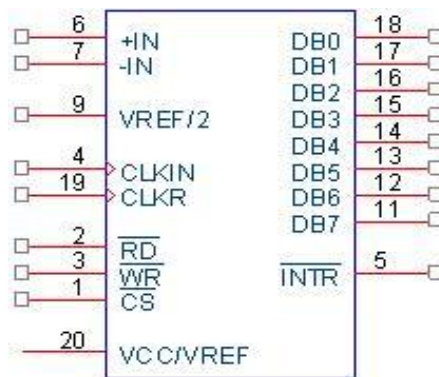
ADC adalah kepanjangan dari *Analog to Digital Converter* yang artinya Pengubah dari analog ke digital. Fungsi dari ADC adalah untuk mengubah data analog menjadi data digital yang nantinya akan masuk ke suatu komponen digital yaitu mikrokontroller AT89S51/52. *Input* dari ADC ini ada 2 yaitu *input* positif (+) dan *input* negatif (-). ADC yang digunakan adalah tipe ADC 0804, ADC ini terdiri dari 8 bit microprocessor *Analog to Digital Converter*.

V (+) dan V (-) adalah masukan tegangan analog differensial sehingga data tegangan yang akan diproses oleh ADC adalah selisih antara Vi (+) dan Vi (-). Vref adalah tegangan referensi ADC yang digunakan untuk mengatur tegangan *input* pada Vi+ dan Vi-. Besarnya tegangan referensi ini adalah setengah dari tegangan input maksimal. Hal ini bertujuan agar pada saat *input* maksimal data digital juga akan maksimal. Frekuensi *clock* dari ADC dapat diatur dengan komponen R dan C eksternal pada pin Rclk dan Cclk dengan ketentuan :

$$F_{clk} = 1 / (1,1 RC) \dots\dots\dots 2.1$$

Chip select fungsinya untuk mengaktifkan ADC yang diaktifkan dengan logika *low*. *Read* adalah *input*-an yang digunakan untuk membaca data digital hasil konversi yang aktif pada kondisi logika *low*. *Write* berfungsi untuk melakukan *start* konversi ADC diaktifkan pada kondisi logika *low*. Instruksi berfungsi untuk mendeteksi apakah konversi telah selesai atau tidak, jika sudah selesai maka pin instruksi akan mengeluarkan logika *low*. Data *output* digital sebanyak 8 *byte* (DB0-DB7) *biner* 0000 0000 sampai dengan 1111

1111, sehingga kemungkinan angka desimal yang akan muncul adalah 0 sampai 255 dapat diambil pada pin D0 sampai D7. DB0-DB7 mempunyai sifat *latching*.



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ADC 0804

Deskripsi Fungsi Pin ADC 0804

- WR, pulsa transisi *high to low* pada input *input write* maka ADC akan melakukan konversi data, tegangan analog menjadi data digital. Kode 8 bit data akan ditransfer ke *output latch flip – flop*.
- INT, bila konversi data analog menjadi digital telah selesai maka pin INT akan mengeluarkan pulsa transisi *high to low*. Perangkat ADC dapat dioperasikan dalam mode *free running* dengan menghubungkan pin INT ke input WR.
- CS, agar ADC dapat aktif , melakukan konversi data maka input *chip select* harus diberi logika *low*. Data output akan berada pada kondisi *three state* apabila CS mendapat logika *high*.
- RD, agar data ADC data dapat dibaca oleh sistem mikroprosessor maka pin RD harus diberi logika *low*.

- Tegangan analog *input* deferensial, *input* $V_{in} (+)$ dan $V_{in} (-)$ merupakan *input* tegangan deferensial yang akan mengambil nilai selisih dari kedua *input*. Dengan memanfaatkan *input* V_{in} maka dapat dilakukan *off set* tegangan nol pada ADC.
- V_{ref} , tegangan referensi dapat diatur sesuai dengan *input* tegangan pada $V_{in} (+)$ dan $V_{in} (-)$, $V_{ref} = V_{in} / 2$.

$$V_{resolusi} = V_{in\ max} / 255.$$

- CLOCK, *clock* untuk ADC dapat diturunkan pada *clock* CPU atau RC eksternal dapat ditambahkan untuk memberikan generator *clock* dari dalam CLK In menggunakan *schmitt trigger*.

2.3 GENERATOR AC

Generator adalah suatu alat yang dapat memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Meskipun generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Generator atau pembangkit listrik yang sederhana dapat ditemukan pada sepeda. Pada sepeda, biasanya dinamo digunakan untuk menyalakan lampu. Caranya yaitu bagian atas dinamo (bagian yang dapat berputar) dihubungkan ke roda sepeda. Generator (dinamo) merupakan alat yang prinsip kerjanya berdasarkan induksi elektromagnetik. Alat ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday.

Berkebalikan dengan motor listrik, generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Energi kinetik pada generator dapat juga diperoleh dari angin atau air terjun. Berdasarkan arus yang dihasilkan. Generator dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu generator AC dan generator DC. Generator AC menghasilkan arus bolak-balik (AC) dan generator DC menghasilkan arus searah (DC). Baik arus bolak-balik maupun searah dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

Bagian utama generator AC terdiri atas magnet permanen (tetap), kumparan (solenoida), cincin geser dan sikat. Pada generator, perubahan garis gaya magnet diperoleh dengan cara memutar kumparan di dalam medan magnet permanen. Karena dihubungkan dengan cincin geser,

perputaran menimbulkan GGL induksi AC. Oleh karena itu, arus induksi yang ditimbulkan berupa arus AC. Adanya arus AC ini ditunjukkan oleh menyalnya lampu pijar yang disusun seri dengan kedua sikat, sebagaimana percobaan faraday, GGL induksi yang ditimbulkan oleh generator AC dapat diperbesar dengan cara :

- Memperbanyak lilitan kumparan.
- Menggunakan magnet permanen yang lebih kuat
- Mempercepat perputaran kumparan, dan menyisipkan inti besi lunak ke dalam kumparan.

Seperti contoh yang telah disebutkan, generator AC seperti dinamo sepeda. Bagian utama dinamo sepeda adalah sebuah magnet tetap dan kumparan yang disisipi besi lunak. Jika magnet tetap diputar, perputaran tersebut menimbulkan GGL induksi pada kumparan. Jika sebuah lampu pijar (lampu sepeda) dipasang pada kabel yang menghubungkan kedua ujung kumparan, lampu tersebut akan dilalui arus induksi AC. Akibatnya, lampu sepeda menyala. Nyala lampu akan semakin terang jika perputaran magnet makin cepat (laju sepeda semakin kencang).



Gambar 2.5 Bicycle electric generator

2.3.1 SISTEM KONTROL TEGANGAN OUTPUT GENERATOR

Sistem kontrol tegangan output pada generator yaitu menggunakan prinsip kerja AVR (*Automatic Voltage Regulator*). Sistem pengoperasian unit AVR berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan dengan kata lain generator akan tetap mengeluarkan tegangan yang selalu stabil, tidak terpengaruh terhadap perubahan beban yang selalu berubah-ubah, dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan *output* generator.

Prinsip kerja AVR adalah mengatur arus penguatan (*excitacy*) pada *exciter*, apabila tegangan *output* generator dibawah tegangan nominal generator, maka AVR akan memperbesar arus penguatan (*excitacy*) pada *exciter*. Dan juga sebaliknya apabila tegangan *output* generator melebihi tegangan nominal generator maka AVR akan mengurangi arus penguatan (*excitacy*) pada *exciter*. Dengan demikian apabila terjadi perubahan tegangan *output* generator akan dapat distabilkan oleh AVR secara otomatis dikarenakan dilengkapi peralatan seperti alat yang digunakan untuk pembatasan penguat minimum atau maksimum yang bekerja secara otomatis.

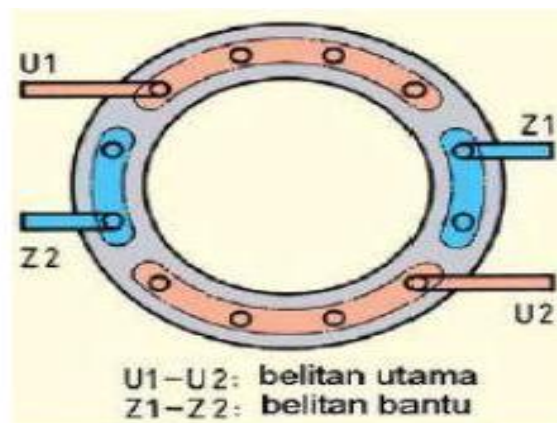
2.4 MOTOR LISTRIK AC 1 PHASA

Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor AC (*alternating current*, arus bolak balik) terdiri dari 2 jenis, yaitu :

1. Motor listrik AC / arus bolak balik 1 fasa.
2. Motor listrik AC / arus bolak balik 3 fasa.

2.4.1 Prinsip kerja Motor AC 1 phasa

Motor AC satu fasa berbeda cara kerjanya dengan motor AC tiga fasa, dimana pada motor tiga fasa untuk belitan statornya terdapat tiga belitan yang menghasilkan medan putar dan pada rotor sangkar terjadi induksi dan interaksi torsi yang menghasilkan putaran. Sedangkan pada motor satu fasa memiliki dua belitan stator yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2) dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2), perhatikan gambar 2.6 :



Gambar 2.6 Prinsip medan magnet pada motor satu fasa

Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil, sedangkan belitan bantu dibuat dari

tembaga yang berpenampang lebih kecil dan jumlah belitannya lebih banyak sehingga impedansinya lebih besar dibanding impedansi belitan utama. Grafik arus belitan bantu dan arus belitan utama berbeda fasa sebesar ϕ , hal ini disebabkan karena perbedaan besarnya impedansi kedua belitan tersebut. Perbedaan arus beda fasa ini menyebabkan arus total, merupakan penjumlahan vektor arus utama dan arus bantu. Medan magnet utama yang dihasilkan belitan utama juga berbeda fasa sebesar ϕ dengan medan magnet bantu.

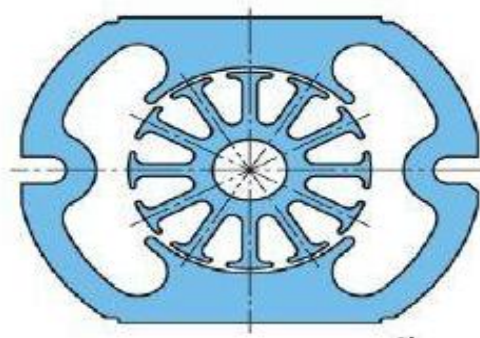
2.4.2 `Motor universal

Motor Universal termasuk motor satu phasa dengan menggunakan belitan stator dan belitan rotor. Motor universal dipakai pada mesin jahit, motor bor tangan. Perawatan rutin dilakukan dengan mengganti sikat arang yang memendek atau pegas sikat arang yang lembek. Kontruksinya yang sederhana, handal, mudah dioperasikan, daya yang kecil, torsi yang cukup besar motor universal dipakai untuk peralatan rumah tangga.



Gambar 2.7 Komutator pada motor universal

Bentuk stator dari motor universal terdiri dari dua kutub stator. Belitan rotor memiliki dua belas alur belitan dan dilengkapi komutator dan sikat arang yang menghubungkan secara seri antara belitan stator dengan belitan rotornya. Motor universal memiliki kecepatan tinggi sekitar 3000 rpm. Aplikasi motor universal untuk mesin jahit, untuk mengatur kecepatan dihubungkan dengan tahanan geser dalam bentuk pedal yang ditekan dan dilepaskan.



Gambar 2.8 Stator dan rotor pada motor universal



Gambar 2.9 Contoh Motor listrik AC, Motor mesin jahit

2.5 SISTEM MIKROKONTROLER

2.5.1 PENDAHULUAN

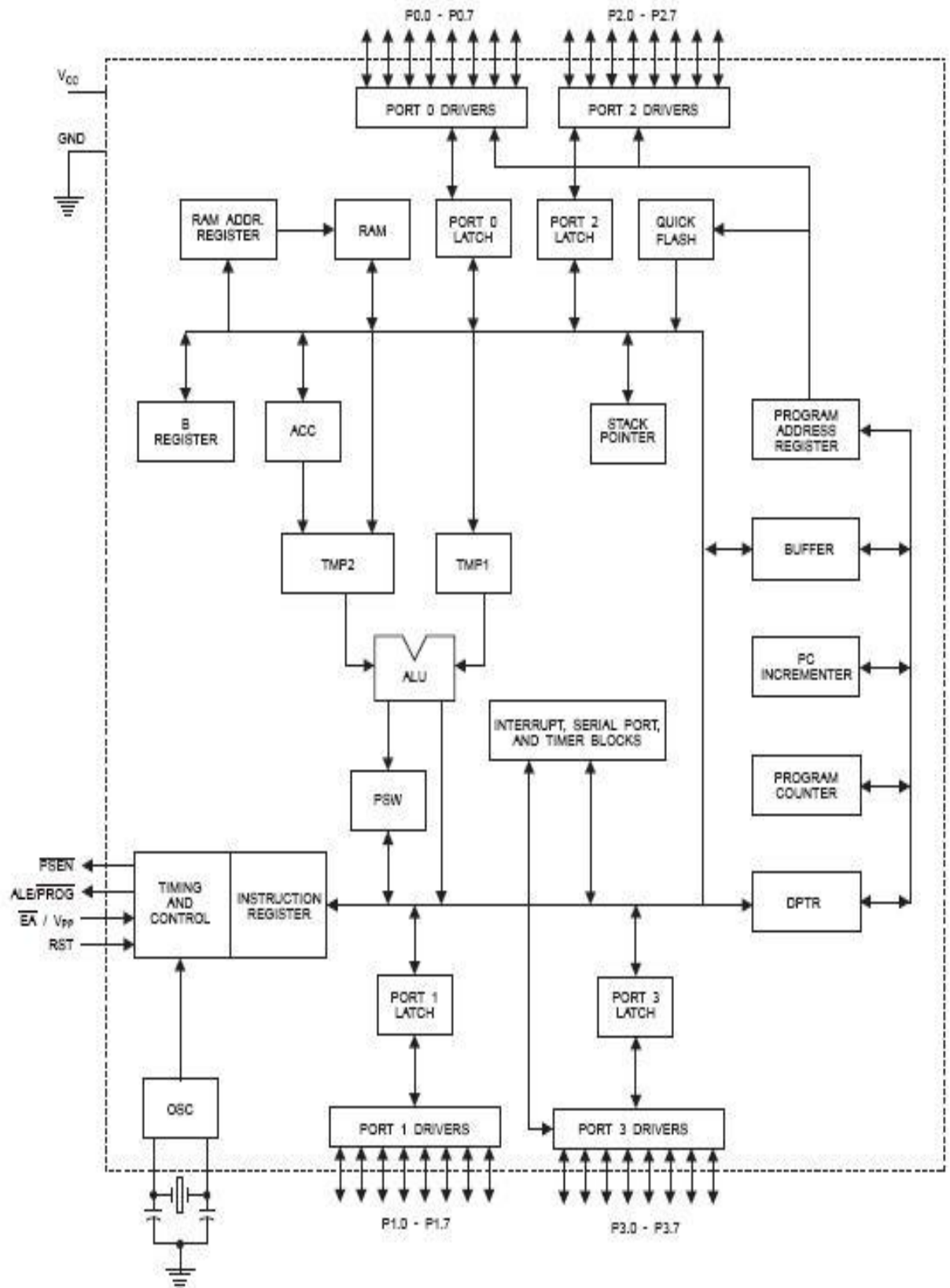
Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler yaitu membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer di dalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" 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. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (*market need*) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi baru adalah perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuatan chip dengan kemampuan komputasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil dan harga yang semakin murah.

Dalam implementasi ini maka dipergunakan salah satu mikrokontroler produk ATMEL yaitu Mikrokontroler AT89S52 sebagai kontrol dan pengolahan data digitalnya.

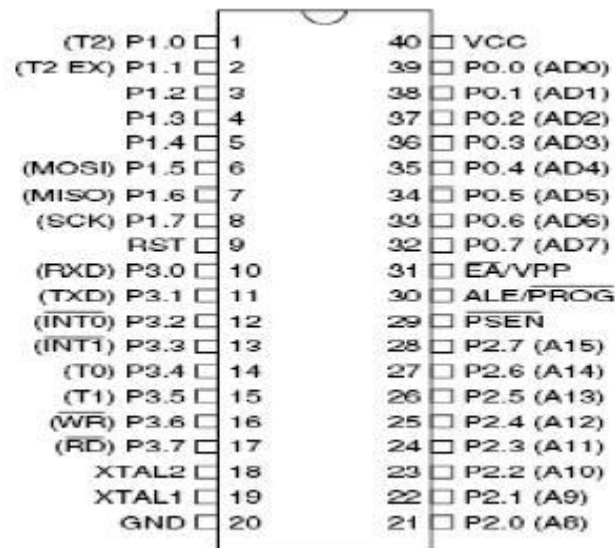
2.5.2 MIKROKONTROLER AT89S52

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dirancang khusus untuk aplikasi kontrol, dan dilengkapi dengan ROM, RAM dan fasilitas I/O pada satu chip. AT89S52 adalah salah satu anggota dari keluarga MCS-51/52 yang dilengkapi dengan internal 8 Kbyte *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)*, yang memungkinkan memori program untuk dapat diprogram kembali. AT89S52 dirancang oleh Atmel sesuai dengan instruksi standar dan susunan pin 80C5. Mikrokontroler AT89S52 memiliki bagian sebagai berikut :

- Sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 8 Bit.
- 256 byte RAM (*Random Acces Memory*) internal.
- Empat buah *port* I/O, yang masing masing terdiri dari 8 bit
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Dua buah *timer/counter* 16 bit
- Lima buah jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 interupsi internal).
- Sebuah port serial dengan *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).
- Mampu melaksanakan proses perkalian, pembagian, dan *Boolean*.
- EPROM yang besarnya 8 KByte untuk memori program.
- Kecepatan maksimum pelaksanaan instruksi per siklus adalah 0,5 μ s pada frekuensi *clock* 24 MHz. Apabila frekuensi *clock* mikrokontroler yang digunakan adalah 12 MHz, maka kecepatan pelaksanaan instruksi adalah 1 μ s.



Gambar 2.10 Blok diagram mikrokontroler AT89S52



Gambar 2.11 Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S52

Fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut :

1. Pin 1 sampai 8 (*Port 1*) merupakan *port* paralel 8 bit dua arah (*bidirectional*) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (*general purpose*).
2. Pin 9 merupakan pin reset, reset aktif jika mendapat catuan tinggi.
3. Pin 10 sampai 17 (*Port 3*) adalah *port* paralel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti sebagai berikut :
 - P3.0 (10) : RXD (*port* serial penerima data)
 - P3.1 (11) : TXD (*port* serial pengirim data)
 - P3.2 (12) : INT0 (*input interupsi* eksternal 0, aktif *low*)
 - P3.3 (13) : INT1 (*input interupsi* eksternal 1, aktif *low*)
 - P3.4 (14) : T0 (eksternal *input timer / counter* 0)
 - P3.5 (15) : T1 (eksternal *input timer / counter* 1)
 - P3.6 (16) : WR (*Write*, aktif *low*) Sinyal kontrol penulisan data dari *port* 0 ke memori data dan *input-output* eksternal.

- P3.7 (17) : RD (*Read*, aktif *low*) Sinyal kontrol pembacaan memori data *input-output* eksternal ke port 0.
4. Pin 18 sebagai XTAL 2, keluaran osilator yang terhubung pada kristal.
 5. Pin 19 sebagai XTAL 1, masukan ke osilator berpenguatan tinggi, terhubung pada kristal.
 6. Pin 20 sebagai Vss, terhubung ke 0 atau *ground* pada rangkaian.
 7. Pin 21 sampai 28 (*Port 2*) adalah *port* paralel 8 bit dua arah. *Port* ini mengirim *byte* alamat bila pengaksesan dilakukan pada memori eksternal.
 8. Pin 29 sebagai PSEN (*Program Store Enable*) adalah sinyal yang digunakan untuk membaca, memindahkan program memori eksternal (ROM / EPROM) ke mikrokontroler (aktif *low*).
 9. Pin 30 sebagai ALE (*Address Latch Enable*) untuk menahan alamat bawah selama mengakses memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai PROG (aktif *low*) yang diaktifkan saat memprogram *internal flash* memori pada mikrokontroler (*on chip*).
 10. Pin 31 sebagai EA (*External Accesss*) untuk memilih memori yang akan digunakan, memori program internal (EA = Vcc) atau memori program eksternal (EA = Vss), juga berfungsi sebagai Vpp (*programming supply voltage*) pada saat memprogram *internal flash* memori pada mikrokontroler.
 11. Pin 32 sampai 39 (*Port 0*) merupakan *port* paralel 8 bit dua arah. Berfungsi sebagai alamat bawah yang dimultipleks dengan data untuk mengakses program dan data memori eksternal.

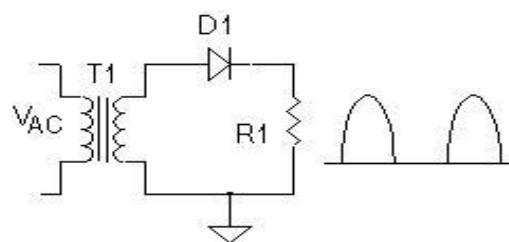
12. Pin 40 sebagai V_{cc} , terhubung ke +5 V sebagai catuan untuk mikrokontroler.

2.6 CATU DAYA (POWER SUPPLY)

Perangkat elektronika semestinya dicatu oleh *supply* arus searah DC (*direct current*) yang stabil. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Prinsip rangkaian catu daya (*power supply*) linear mulai dari rangkaian penyearah yang paling sederhana sampai pada catu daya yang teregulasi.

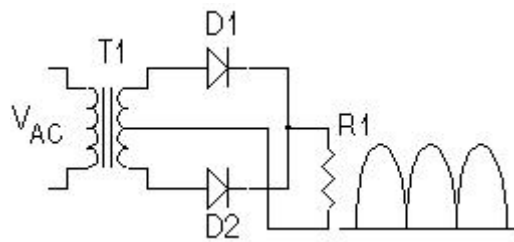
2.6.1 PENYEARAH (RECTIFIER)

Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.12. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 2.12 rangkaian penyearah sederhana

Pada rangkaian (gambar 2.12), dioda berperan hanya untuk meneruskan tegangan positif ke beban RL. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan transformator dengan *center tap* (CT) seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Rangkaian penyearah gelombang penuh

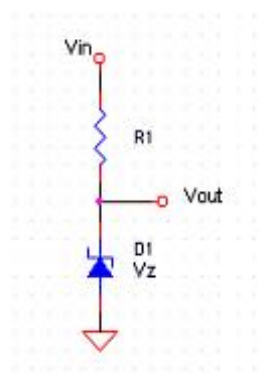
Tegangan positif fasa yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan fasa yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban R1 dengan CT transformator sebagai *common ground*. Dengan demikian beban R1 mendapat *supply* tegangan gelombang penuh seperti pada gambar 2.13. Untuk beberapa aplikasi seperti misalnya untuk mencatu Motor DC yang kecil atau lampu pijar DC, bentuk tegangan seperti ini sudah cukup memadai.

2.6.2 REGULATOR

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple*-nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Sumber tegangan masuk naik/turun, maka tegangan outputnya juga naik/turun. Seperti pada rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan DC keluarannya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu,

sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

Rangkaian regulator yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.14, pada rangkaian ini zener bekerja pada daerah *breakdown*, sehingga menghasilkan tegangan *output* yang sama dengan tegangan zener atau $V_{out} = V_z$. Namun rangkaian ini hanya bermanfaat jika arus beban tidak lebih dari 50mA.

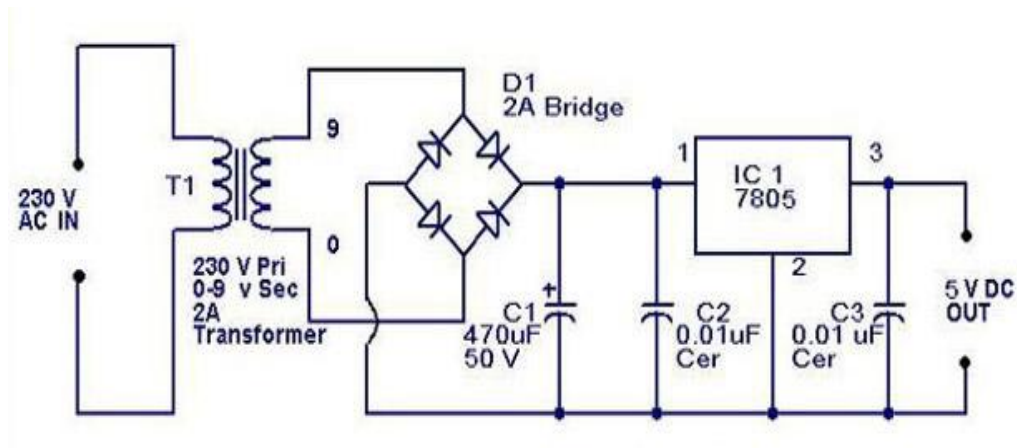


Gambar 2.14 Regulator zener

Prinsip rangkaian catu daya yang seperti ini disebut *shunt generator*, salah satu ciri khasnya adalah komponen regulator yang paralel dengan beban. Ciri lain dari shunt regulator adalah rentan terhadap *short-circuit*.

Sekarang tidak perlu kesulitan lagi untuk mencari *op-amp*, transistor dan komponen lainnya untuk merealisasikan rangkaian regulator seperti di atas. Karena rangkaian seperti ini sudah dikemas menjadi satu IC regulator tegangan tetap. Saat ini sudah banyak dikenal komponen seri 78XX sebagai regulator tegangan tetap positif dan seri 79XX yang merupakan regulator tegangan tetap negatif. Bahkan komponen ini biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal*

shutdown). Komponen ini hanya tiga pin dan dengan menambah beberapa komponen saja sudah dapat menjadi rangkaian catu daya yang ter-regulasi dengan baik.



Gambar 2.15 Regulator dengan IC 7805

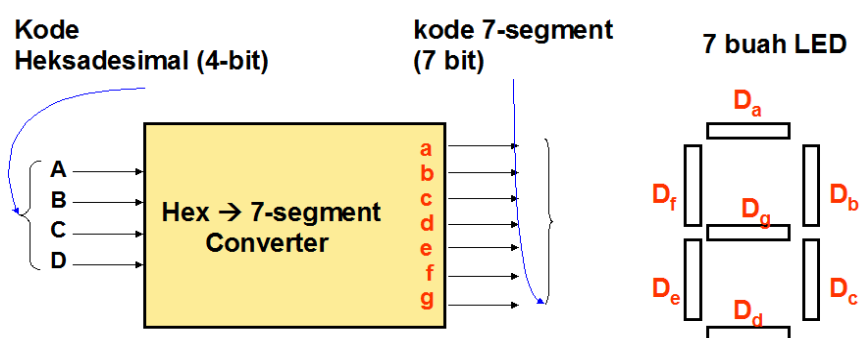
Misalnya 7805 adalah regulator untuk mendapat tegangan 5 volt, 7812 regulator tegangan 12 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah regulator tegangan negatif 5 dan 12 volt.

2.7 SEVEN SEGMENT

Seven segment display adalah sebuah rangkaian yang dapat menampilkan angka – angka desimal maupun *hexadecimal*. *Seven segment display* biasa tersusun atas 7 bagian yang setiap bagiannya merupakan LED (*light emitting diode*) yang dapat menyala. Jika 7 (tujuh) bagian diode ini dinyalakan dengan aturan yang sedemikian rupa, maka ketujuh bagian tersebut dapat menampilkan sebuah angka *hexadecimal*.

Seven segment display membutuhkan 7 (tujuh) sinyal *input* untuk mengendalikan setiap *diode* di dalamnya. Setiap *diode* dapat membutuhkan input *HIGH* atau *LOW* untuk mengaktifkannya, tergantung dari jenis *seven segment display* tersebut. Jika *seven segment* bertipe *common-cathode*, maka dibutuhkan sinyal *HIGH* untuk mengaktifkan setiap *diodenya*. Sebaliknya, untuk yang bertipe *common-annode*, dibutuhkan *input LOW* untuk mengaktifkan setiap diodanya.

Salah satu cara untuk menghasilkan sinyal – sinyal pengendali dari suatu *seven segment display* yaitu dengan menggunakan sebuah *seven-segment decoder*. *seven-segment decoder* membutuhkan 4 input sebagai angka berbasis *hexadecimal* yang dinyatakan dalam bahasa mesin (bilangan berbasis biner) kemudian sinyal-sinyal masukan tersebut akan “diterjemahkan” *decoder* ke dalam sinyal-sinyal pengendali *seven segment display*. Sinyal-sinyal pengendali berisi 7 (tujuh) sinyal yang setiap sinyalnya mengatur aktif-tidaknya setiap LED.



Gambar 2.16 Proses & Kontruksi seven segment display