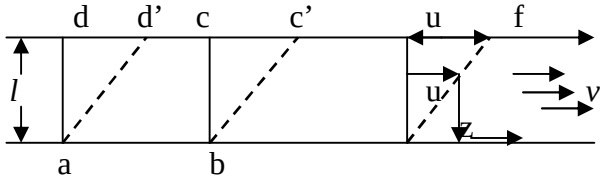
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Viskositas

Setiap zat cair memiliki kekentalan atau viskositas. Kekentalan yang dimiliki setiap zat berbeda-beda, hal ini bergantung pada konsentrasi dari zat cair atau fluida tersebut. Viskositas atau kekentalan dari suatu cairan adalah salah satu sifat cairan yang menentukan besarnya perlawanan terhadap gaya gesek. Viskositas juga dapat dianggap sebagai ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul zat cair. Sedangkan dalam gas, viskositas timbul sebagai akibat tumbukan antara molekul gas.

Dalam suatu fluida ideal (fluida tidak kental) tidak ada viskositas (kekentalan) yang menghambat lapisan-lapisan fluida ketika lapisan-lapisan tersebut menggeser satu di atas lainnya. Untuk fluida yang sangat kental seperti madu, diperlukan gaya yang lebih besar, sedangkan untuk fluida yang kurang kental (viskositasnya kecil), seperti air, diperlukan gaya yang lebih kecil.

Pengukuran viskositas dapat menggunakan prinsip Rheometer. Rheometer merupakan alat pengukur viskositas dengan prinsip dasar gaya putar pada dua buah plat yang diisi oleh fluida. Pengukuran rheometer menggunakan sifat aliran laminar pada fluida. Aliran laminar pada fluida yaitu aliran yang bergerak dalam satu poros dan dengan arah gerakan searah sehingga menimbulkan kesan fluida bergerak pada lapisan tipis atau lamina.



Gambar 2.1. Perubahan Bentuk Akibat Dari Penerapan Gaya-Gaya Geser Tetap (aliran laminer)

F adalah gaya gesek yang bekerja pada fluida dan *v* kecepatan pergeseran lapisan tipis cairan. Apabila dianalogikan cairan sebagai lembaran yang saling bergeseran dengan satu arah, maka akibat dari gerakan cairan yang dipengaruhi oleh putaran bagian cairan yang semula membentuk bidang abcd akan berubah menjadi bidang abc'd' dan distorsi yang dihasilkan makin lama akan makin bertambah kalau gerakannya berlangsung terus-menerus. Supaya terjadi gerakan secara terus-menerus dari cairan, maka diperlukan gaya searah ke kanan yang dikerjakan pada pelat lapisan atas. Apabila terhadap suatu luas cairan A, gaya yang dihasilkan oleh plat adalah F, maka perbandingan gaya $\frac{F}{A}$ adalah tegangan luncur (tegangan geser) yang bekerja terhadap zat cair itu. Apabila suatu zat padat mengalami tegangan geser, pada zat padat itu akan terjadi suatu pergeseran (Sears dan Zemansky, 1969).

Apabila suatu zat padat mengalami tegangan luncur, pada zat padat itu akan terjadi suatu pergeseran, yaitu dd' seperti pada Gambar 2.1. Tegangan luncur didefinisikan sebagai perbandingan pergeseran yang ditimbulkan terhadap dimensi melintang *l*. Tegangan luncur berbanding lurus dengan regangan luncur. Sebaliknya, apabila peristiwa ini terjadi pada fluida maka tegangan luncur akan bertambah terus menjadi tak berhingga selama masih ada tegangan. Sesuai dengan Gambar 2.1. tegangan yang terjadi akan bergantung pada kecepatan dari perubahan pergeseran fluida tersebut.

$$\frac{F}{A} = \frac{d}{d} \tag{2.1}$$

dengan *v* adalah kecepatan pergeseran dan *l* adalah panjang platnya.

Sedangkan untuk koefisien tingkat viskositas dari fluida dilambangkan dengan η (Nu), didefenisikan sebagai perbandingan tegangan geser, $\frac{F}{A}$ terhadap perubahan regangan geser, yaitu :

$$\eta = \frac{t \quad g}{c \quad p \quad ha \quad r \quad g} = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta v}{\Delta l}\right)} \tag{2.2}$$

atau dapat ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$F = \eta A \frac{v}{l} \tag{2.3}$$

dengan: F = gaya yang bekerja ketika pergeseran terjadi (newton);
η = koefisien viskositas fluida (kg/m.s);
A = luas penampang permukaan (m^2);
v = kecepatan perubahan dari fluida (m/s);
l = panjang plat (m).

Tegangan luncur nilainya akan berbeda tergantung pada jenis bahannya. Sebagai contoh antara air dan kerosin akan memiliki tegangan luncur yang berbeda. Satuan dari viskositas adalah satuan gaya dikalikan dengan jarak perubahan dan dibagi oleh luas kali kecepatan. Untuk sistem cgs satuan viskositas adalah 1 dyne cm^{-2} atau satuan ini disebut sebagai poise.

B. Viskositas Sebagai Fungsi Temperatur

Viskositas suatu fluida juga dipengaruhi oleh temperatur. Unsur gas memiliki nilai viskositas yang paling mudah berubah terhadap perubahan temperatur. Pada umumnya suatu zat cair akan mengalami pengurangan viskositas jika temperatur dinaikkan. Hal ini berkaitan dengan struktur molekul dalam cairan tersebut. Ketika diberi panas jarak antara molekul dalam cairan akan menjadi agak renggang sehingga menjadi agak kurang padat. Hal ini juga menyebabkan cairan menjadi gas ketika dipanaskan. Energi kinetik yang dimiliki partikel-partikel penyusun cairan akan menjadi semakin besar sehingga pergerakkannya makin cepat sehingga menyebabkan cairan lebih mudah mengalir atau disebut juga viskositas cairan lebih rendah.

Tabel 2.1. Perubahan harga viskositas dengan perubahan temperatur

Temperature (^{0}C)	Viskositas minyak jarak (poise)	Viskositas air (centipoise)	Viskositas udara (micropoise)
0	53	1,792	171
20	9,86	1,005	181
40	2,31	0,656	190
60	0,8	0,469	200
80	0,3	0,357	209
100	0,17	0,284	218

(sumber: Sears dan Zemansky, 1969)

Dari Tabel 2.1 dapat kita lihat bahwa semakin besar temperatur air, maka semakin kecil pula nilai viskositasnya, oleh karena itu dapat kita simpulkan bahwa temperatur berbanding terbalik dengan viskositas, kecuali untuk viskositas udara.

C. Gelombang Ultrasonik

Gelombang dapat terjadi apabila suatu sistem diganggu dari posisi setimbangnya dan bila gangguan itu dapat berjalan atau merambat (*propagate*) dari suatu daerah sistem itu ke daerah lainnya. Perambatan gelombang dapat melalui medium (gelombang mekanik) namun dapat pula tanpa melalui medium (gelombang elektromagnetik). Medium perambatan dapat berupa benda padat, benda cait, maupun gas. Contoh jenis gelombang mekanik adalah gelombang bunyi sedangkan contoh jenis gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya.

Gelombang bunyi termasuk gelombang mekanik longitudinal yaitu gelombang yang terdiri dari rapatan dan regangan. Gelombang bunyi yang dapat didengar oleh manusia memiliki batas jangkauan frekuensi dari 20 Hz hingga 20 kHz, yang dinamakan “jangkauan yang dapat didengar”.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz (Halliday dan Resnick, 1987). Gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Emisi gelombang ultrasonik yang mampu menembus bahan berbeda digunakan untuk kepentingan pengukuran. Pengukuran menggunakan gelombang ultrasonik dengan

memanfaatkan interval waktu transmisi dari pulsa gelombang yang merambat. Pulsa gelombang yang ditransmisikan akan diosilasikan pada objek yang dituju.

Gelombang ultrasonik memliki nilai perambatan yang berbeda untuk setiap jenis bahan dari penelitian yang dilakukan oleh Gachagan, dkk (2003), perambatan gelombang ultrasonik untuk bahan yang memiliki kerapatan molekul berbeda, akan memiliki perbedaan kecepatan perambatan gelombang.

D. Transduser Ultrasonik

Transduser ultrasonik merupakan transduser yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara hingga 40 kHz.

Gambar 2.2. Bentuk Transduser Ultrasonik

Transduser ultrasonik adalah sebuah Transduser yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada Transduser ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini

akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut.

Transduser ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarakan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang ke arah transduser. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun transduser ultrasonik ini terdiri dari transmitter, reiceiver, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik (Herlambang, 2010).

Bahan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama dapat digunakan sebagai transmitter dan reiceiver. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Pada bagian pemancar getaran yang dipancarkan berupa gelombang mekanik. Gelombang mekanik yang ditransmisikan melalui suatu medium akan ditangkap pada bagian recaiver. Pada bagian penerima, gelombang yang diterima oleh membran piezoelektrik, membran ini akan bergetar menghasilkan suatu beda potensial (Morris, 2001). Karena kelebihannya inilah maka tranduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

Prinsip dasar alat yang bekerja dengan transduser ultrasonik yaitu gelombang longitudinal yang dipancarkan akan dipantulkan kembali ke objek sumber. Ketika prinsip pemantulan digunakan sensor akan mendeteksi jarak dengan persamaan

$$v = d.t \tag{2.4}$$

dengan *d* : jarak yang terdeteksi (m);

v : kecepatan (m/s);

t : waktu (s).

dari persamaan 2.4, perubahan waktu yang bekerja pada sensor ultrasonik akan mempengaruhi kecepatan penjalaran gelombang sehingga akan berpengaruh pada jarak yang terbaca. Semakin jauh jarak yang terdeteksi akan semakin sulit diketahui jarak posisi pastinya. Kesulitan ini diakibatkan bidang proyeksi dari sensor. Bidang proyeksi yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik berbentuk kerucut (Setiawan, 2006).

Dari penelitian yang dilakukan oleh Heinrich Ruser dan Valentin Magori pada tahhun 2001, karakteristik sensor ultrasonik memerlukan frekuensi pembawa (*carrier frequency*). Untuk sensor ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz, mempunyai panjang gelombang (λ) sebesar 8 mm atau 8.10^{-4} m (Ruser dan Magori, 2001).

Viskositas suatu fluida dapat diukur dengan menggunakan sensor ultasonik. Sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak pada pengukuran viskositas digunakan untuk mengukur waktu tempuh. Perubahan waktu tempuh dengan jarak

tetap akan menghasilkan perubahan kecepatan yang terukur. Dari penelitian yang dilakukan oleh Mekawy (2003) didapatkan persamaan viskositas sebagai berikut:

$$\eta = \frac{\rho \ \ v^3}{2 \ \ ,3f^2} \tag{2.5}$$

dengan η : viskositas fluida (kg/m.s);

ρ : masa jenis fluida (kg/m^3);

α : atenuasi yang terjadi;

v : kecepatan penjalaran gelombang (m/s);

f : frekuensi gelombang ultrasonik (Hz).

Dengan persamaan atenuasi yaitu

$$\alpha = \frac{2}{l} \log \left(\frac{V_t}{V_r} \right) \tag{2.6}$$

dengan α : atenuasi (db/cm);

l : jarak pemasangan sensor (cm);

V_{tx} : tegangan pada kaki sensor Tx (volt);

V_{rx} : tegangan pada kaki sensor Rx (volt).

Hasil penelitian yang telah dilakukan M. Mekawy pada tahun 2003, didapat hasil yang disajikan pada Tabel 2.2 dengan fluida uji berupa minyak.

Tabel 2.2. Perbandingan nilai viskositas pada rapat jenis yang berbeda dengan menggunakan transduser ultrasonik

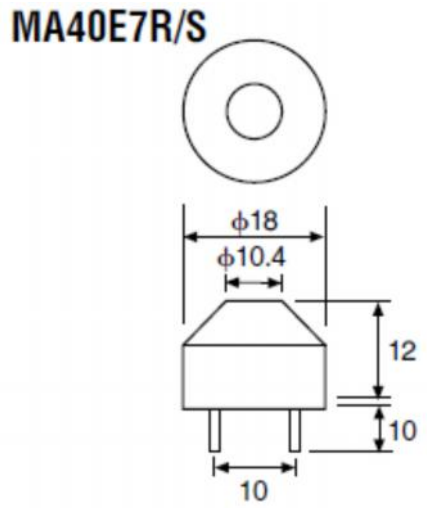
No sampel	ρ (gram/cm3)	viskositas kenematik (ηk) (mPa.s)	viskositas dinamis (ηd) (mPa.s)	viskositas ultrasonik (ηus) (mPa.s)
1	0.753	1.4	1.6	1.442
2	0.755	2.2	2.4	2.200
3	0.821	3.8	4.4	3.830
4	0.816	8.6	8.8	8.756
5	0.858	17.6	20.5	21.044
6		67.7	72.6	
7		537.4	57.1	
8		1108.7	1187.7	
9		5072.9	5389.8	
10		37304.6	40881	

(Sumber: Mekawy dan El-Nagar,2003)

Dari Tabel 2.2. dapat kita lihat bahwa besarnya nilai viskositas tidak hanya berbeda pada temperatur yang berbeda, namun juga nilai viskositas dipengaruhi oleh besarnya nilai massa jenis dari minyak tersebut.

E. Transduser Ultrasonik Tipe MA40E7R/S *Waterproof*

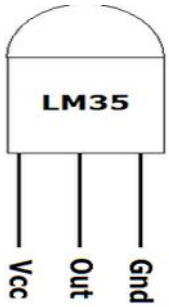
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara yang tidak terdengar oleh manusia dan memiliki frekuensi lebih dari 20 kHz. Transduser ultrasonik tipe MA40E7R/S dapat memancarkan frekuensi hingga 40 kHz. Tipe ini merupakan transduser ultrasonik yang tahan terhadap air (*waterproof*) dan memiliki tingkat sensitivitas sebesar -74 db. Dan dapat dioperasikan pada range temperatur -30^{o}C hingga 85^{o}C dengan jarak deteksi 0,2 meter hingga 3 meter (Anonymous A).



Gambar 2.3. Transduser Ultrasonik Tipe MA40E7R/S

F. Sensor LM35

Sensor suhu LM35 memiliki fungsi untuk mengkonversi besaran panas menjadi tegangan, sensor ini memiliki tingkat presisi yang tinggi. Bentuk sensor sangat sederhana dengan hanya memiliki 3 buah kaki. Kaki pertama sensor LM35 dihubungkan kesumber daya, kaki kedua sebagai output dan kaki ketika dihubungkan ke ground.



Gambar 2.4. Sensor LM35

Gambar diatas menunjukan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajad *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu}^{*} \ 10 \text{ mV} \qquad (2.7)$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan setiap suhu 1 ºC akan menunjukan tegangan sebesar 10 mV.

Beberapa karakteristik sensor suhu LM35 adalah sebagai berikut.

1. Dapat dikalibrasi langsung dengan besaran celcius.
2. Jangkauan suhu antara -55^{o}C sampai 150^{o}C.
3. Bekerja pada tegangan 4 Volt hingga 30 Volt.
4. Arus kerja kurang dari 60 µA.
5. Impedansi keluaran rendah 0.1 Ω untuk beban 1 mA.

Sensor ini mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5ºC pada suhu 25ºC.

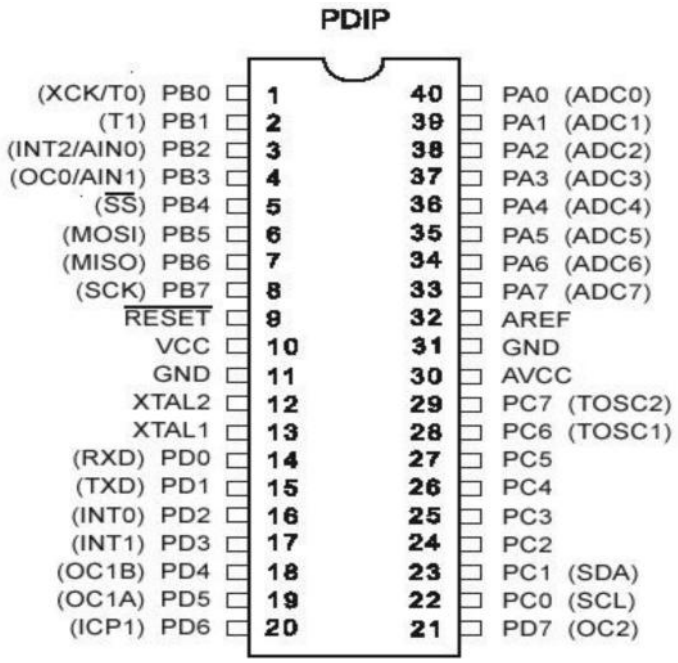
G. Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika.

ATMega8535 merupakan salah satu mikrokontroler 8 bit buatan Atmel untuk keluarga AVR yang diproduksi secara masal pada tahun 2006. Karena merupakan keluarga AVR, maka ATMega8535 juga menggunakan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computing*) dimana program berjalan lebih cepat karena hanya membutuhkan satu *siklus clock* untuk mengeksekusi satu instruksi program.

Secara singkat, ATMega8535 memiliki beberapa kemampuan sebagai berikut.

1. Sistem mikrokontroler 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Memiliki memori flash 8 KB, SRAM sebesar 512 byte dan *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) sebesar 512 byte.
3. Memiliki pengubah analog ke digital (ADC) internal dengan ketelitian 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Memiliki *Pulse Wide Modulation* (PWM) internal sebanyak 4 saluran.
5. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
6. Enam pilihan mode sleep, untuk menghemat penggunaan daya listrik.



Gambar 2.5. IC Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATMega8535 memiliki 40 pin untuk model PDIP, dan 44 pin untuk model TQFP dan PLCC. Nama-nama pin pada mikrokontroler ini adalah:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.

2. GND untuk tegangan pencatu daya negatif.

3. PortA (PA0 - PA7) sebagai port Input/Output dan memiliki kemampuan lain yaitu sebagai input untuk ADC

4. PortB (PB0 – PB7) sebagai port Input/Output dan juga memiliki kemampuan yang lain, yaitu sebagai Timer/Counter, komperator analog dan SPI.

5. PortC (PC0 – PC7) sebagai port Input/Output untuk ATMega8535 dan juga memiliki fungsi khusus, yaitu TWI, komperator analog, input ADC dan Timer Osilator.

6. PortD (PD0 – PD7) sebagai port Input/Output dan juga memiliki kemampuan yang lain, yaitu komperator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.

7. RESET untuk melakukan reset program dalam mikrokontroler.

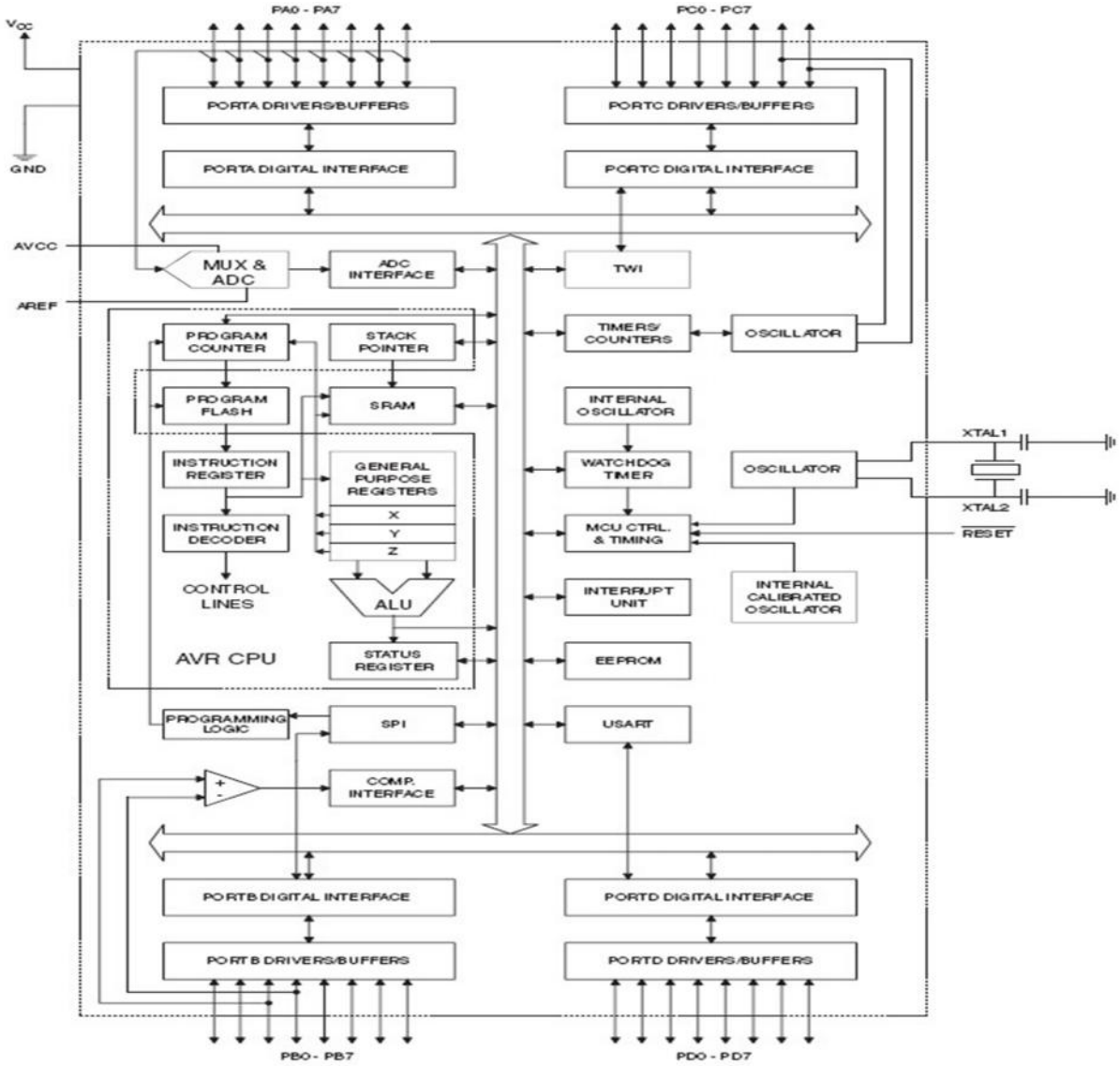
8. XTAL1 dan XTAL2 untuk input pembangkit sinyal clock.

9. AVCC untuk pin masukan tegangan pencatu daya untuk ADC.

10. AREF untuk pin tegangan referensi ADC.

1. Arsitekstur Atmega8535

Secara umum arsitektur Atmega8535 dapat dilihat pada gambar berikut ini.

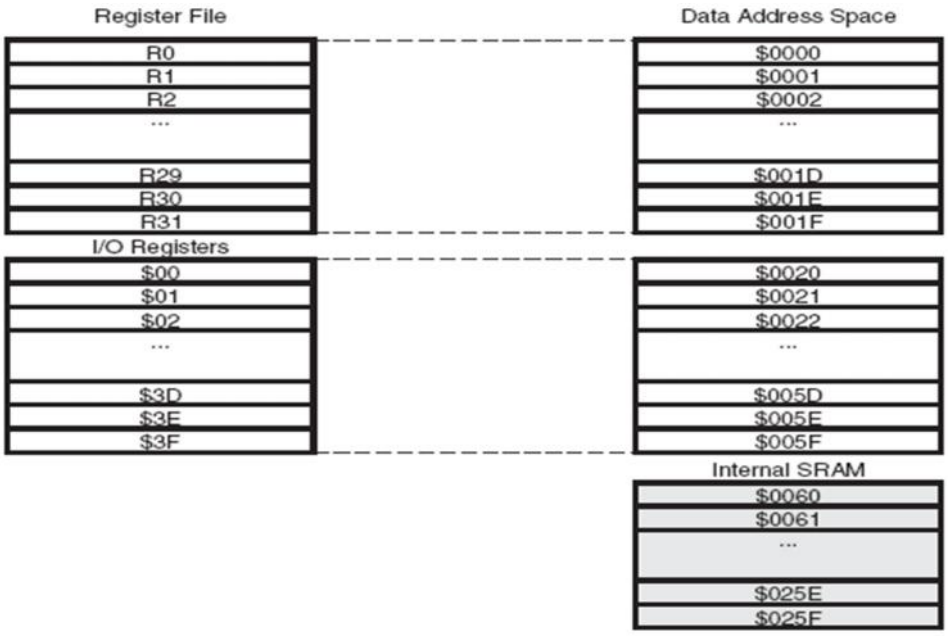


Gambar 2.6. Arsitektur Atmega8535

2. Peta Memori Atmega8535

ATMega8535 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 512 byte SRAM internal.

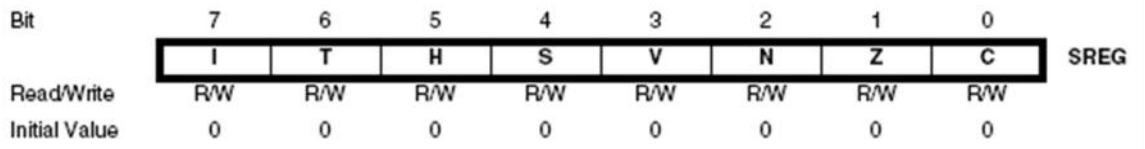
Register untuk keperluan umum menempati space data pada alamat terbawah yaitu $00 sampai $1F. Sementara itu register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari $20 sampai $5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, timer/counter, fungsi fungsi I/O, dan sebagainya. Register khusus alamat memori secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah . Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 byte, yaitu pada lokasi $60 sampai dengan $25F.



Gambar 2.7. Memori Data ATmega8535

3. Status Register

Status register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.



Gambar 2.8. Status Register Atmega8535

Keterangan:

- Bit7 --> I (Global Interrupt Enable), Bit harus di Set untuk mengenable semua jenis interupsi.
- Bit6 --> T (Bit Copy Storage), Instruksi BLD dan BST menggunakan bit T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit T dapat disalin kembali kesuatu bit dalam register GPR dengan menggunakan instruksi BLD.
- Bi5 --> H (Half Cary Flag)
- Bit4 --> S (Sign Bit) merupakan hasil operasi EOR antara flag -N (negatif) dan flag V (komplemen dua overflow).
- Bit3 --> V (Two's Component Overflow Flag) Bit ini berfungsi untuk mendukung operasi matematis.

- Bit2 --> N (Negative Flag) Flag N akan menjadi Set, jika suatu operasi matematis menghasilkan bilangan negatif.
- Bit1 --> Z (Zero Flag) Bit ini akan menjadi Set apabila hasil operasi matematis menghasilkan bilangan 0.
- Bit0 --> C (Cary Flag) Bit ini akan menjadi set apabila suatu operasi menghasilkan carry.

H. Komunikasi serial

Komunikasi serial adalah pengirimin data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat dibandingkan dengan komunikasi paralel. Komunikasi serial lebih rumit dibandingkan dengan komunikasi paralel, hal ini disebabkan oleh proses konversi data paralel menjadi serial atau sebaliknya dengan menggunakan alat/piranti tambahan yang biasa disebut UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmiter*) (Putra, 2002). Akan tetapi komunikasi serial memberikan beberapa kelebihan dibandingkan dengan komunikasi paralel, yakni sebagai berikut.

1. Dapat digunakan satu saluran komunikasi untuk jarak yang lebih panjang dibandingkan dengan komunikasi paralel.
2. Jumlah kabel yang digunakan sedikit.

Berdasarkan arah pengirimannya komunikasi serial dibagi menjadi 3 (Bogart, 1992), yaitu sebagai berikut.

1. *Simplex*

   Data yang dikirimkan hanya dalam satu arah saja. Data dari A (pengirim) dapat dikirimkan ke B (penerima), tetapi B tidak dapat mengirimkan data ke A. seperti pemancard TV dengan pesawat TV, komunikasi antara *amplifier* dengan speaker.

2. *Half duplex*

   Data dikirim dalam dua arah tetapi tidak secara bersamaan. Pada saat A mengirim data, B hanya menerima saja demikian juga sebaliknya. Contoh komunikasi menggunakan handy talky masing-masing perangkat yang digunakan untuk bisa bekerja secara bersamaan tetapi dilakukan secara bergantian.

3. *Full duplex*

   Data dikirim dalam dua arah secara bersamaan. Pada saat bersamaan antara A dan B dapat saling mengirim data dan menerima data. Contohnya adalah pesawat telepon yang dapat melakukan komunikasi secara dua arah secara bersamaan.

I. Sistem Komunikasi Bus pada Komputer

System bus atau bus sistem, dalam arsitektur komputer merujuk pada bus yang digunakan oleh sistem komputer untuk menghubungkan semua komponennya dalam menjalankan tugasnya. Sebuah bus adalah sebutan untuk jalur di mana data dapat mengalir dalam komputer. Jalur-jalur ini digunakan untuk komunikasi dan dapat dibuat antara dua elemen atau lebih. Data atau program yang tersimpan

dalam memori dapat diakses dan dieksekusi oleh CPU melalui perantara sistem bus.

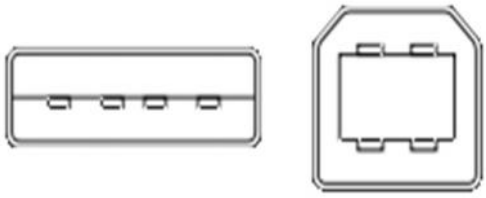
Berdasarkan jenis busnya, bus dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain *Dedicate Bus* yang berfungsi untuk menyalurkan data tertentu seperti paket data atau alamat. Namun apabila bus yang dilalui informasi yang berbeda baik data, alamat, dan sinyal kontrol dengan metode multiplex maka disebut *Multiplex Bus*. Karena banyaknya data yang dikirim mengakibatkan kesepakatan dalam transfer data menurun tetapi keuntungan dibanding *Dedicated Bus*, *Multiplex Bus* membutuhkan sedikit saluran sebagai transfer data.

Di dalam komputer terdapat beberapa system bus seperti contoh bus prossesor (*front side bus*), merupakan bus tercepat di dalam system dan menjadi bus inti dalam chip set dan motherboard. Digunakan oleh prosesor sebagai jalur data prosesor ke memori utama. Bus *Accelerated Graphic Port* (AGP) yang digunakan sebagai bus untuk grafis, bus *Peripheral Component Interconnect* (PCI) yang merupakan bus untuk beberapa perangkat keras yang terhubung antara komponen dalam komputer. Bus ini tidak tergantung pada prosesor dan berfungsi sebagai bus peripheral, serta bus *Universal Serial Bus* (USB).

Universal Serial Bus (USB) merupakan standar bus serial yang digunakan untuk beberapa perangkat dalam komputer. Jalur USB ini dilahirkan atas beberapa pertimbangan terbatasnya kemampuan bus PCI dalam menangani jalur data antar komponen dalam komputer, kemudian memperbaiki kemampuan *plug* and *play* pada komputer dan komputer tidak perlu untuk di restart.

J. *Universal Serial Bus* (USB)

Universal Serial Bus (USB) merupakan salah satu jalur data yang digunakan didalam komputer dengan bentuk yang kecil dan memiliki kecepatan yang sangat tinggi. Selain itu alat ini memungkinkan kita mengkoneksikan ke komputer tidak perlu untuk melakukan *reboot*. Hingga saat ini dikenal dua macam jenis USB yaitu jenis 1.1 mendukung 2kecepatan penuh (12 Mbits/s) dan kecepatan rendah (1,5 Mbits/s). Usb memiliki kecepatan 480 Mbit/s yang dikenal sebagai mode kecepatan tinggi. Fungsi jalur data usb dapat melakukan *transciever* (dapat mengirim sekaligus dapat menerima). Terdapat dua macam konektor USB yaitu konektor A untuk hubungan ke host (komputer) dan konektor B untuk hubungan ke piranti USB (Budiharto, 2004).



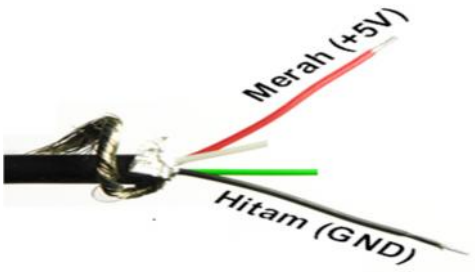
Gambar 2.9. Konektor USB (tipe A dan tipe B)

1. Pengkabelan USB

Pengkabelan USB ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2.3. Keterangan Warna Kabel USB

Pin	Kabel	Fungsi
1	Merah	V bus 5volt
2	Putih	D-
3	Hijau	D+
4	Hitam	Ground



Gambar 2.10. Penampang Bagian Kabel USB

2. Karakteristik Elektris USB

Rentang tegangan kerja pada suatu sinyal peniriman USB adalah 0,3 volt sampai 3,6 volt pada beban 1,5 Kohm. Logika tinggi (1) didapat pada tegangan 2,8 volt terhadap ground. Pada USB yang berkecapatan rendah logika tinggi dikirim dengan menarik D+ lebih besar dari 2,8 volt dan menarik D- hingga di bawah 0,3 volt. Sedangkan untklogika rendah D- lebih besar dari 2,8 volt dan D+ lebih rendah dari 0,3 volt. USB berkecepatan rendah ini terhubung pada tegangan 3,6 volt dan sebuah resistor 1,5 Kohm. Dibagian penerima diferensial 1 didefinisikan D+ lebih besar dari 200 mV dari D- dan diferensial) lebih kecil dari 200 mV. Sedangkan pada USB berkecepatan tinggi 480 Mbits/s digunakan sumber arus tetap 17,78 mA untuk mengurangi noise (Budiharto, 2004).

Karena data yang dikirim secara serial maka piranti USB mempu menangani gelombang kontinu. Gelombang ini dihubungkan ke pin data USB dari suatu sumber tegangan dengan impedansi output 39 ohm. Pada koneksi USB dengan kecepatan 12 MHz digunakan impedansi 90 ohm kurang lebih 15 % dan delay maksimumnya 26 ns. Sedangkan pada piranti USB yanng berkomunikasi pada

kecepatan rendah 1,5 MHz, maka kombinasi kabel dan piranti USB mengandung kapasitas tunggal dengan nilai 200 pF hingga 450 pF di pin D+ dan D-.

3. Paket Data USB

Data di bus USB disalurkan dengan cara mendahulukan Least Significant Bit (LSB). Paket-paket USB terdiri dari data-data berikut ini:

a. Sync

Semua paket harus diawali dengan data *sync*. *Sync* adalah data 8 bit untuk *low* dan *full speed* atau data 32 bit untuk *high speed* yang digunakan untuk mensinkronkan *clock* dari penerima dengan pemancar. Dua bit terakhir mengindikasikan dimana data PID dimulai.

b. PID (*Packet Identity/Identitas paket*)

Adalah field untuk menandakan tipe dari paket yang sedang dikirim. Tabel 2.4. menunjukkan nilai-nilai PID

Tabel 2.4. Nilai Paket Identitas USB

Group	Nilai PID	Identitas Paket
Token	0001	OUT Token
Token	1001	IN Token
Token	0101	SOF Token
Token	1101	SETUP Token
Data	0011	DATA0
Data	1011	DATA1
Data	0111	DATA2
Handshake	0010	ACK Handshake
Handshake	1010	NAK Handshake
Handshake	1110	STALL Handshake
Handshake	0110	NYET (No Response Yet)
Special	1100	PREamble
Special	1100	ERR
Special	1000	Split
Special	0100	Ping

Ada 4 bit PID data, supaya yakin diterima dengan benar, 4 bit di komplementasikan dan diulang, menjadikan 8 bit data PID. Hasil dari pengaturan tersebut adalah sebagai berikut.

PID0	PID1	PID2	PID3	nPID0	nPID1	nPID2	nPID3

c. ADDR (*address*)

Bagian alamat dari peralatan dimana paket digunakan. Dengan lebar 7 bit, 127 peralatan dapat disambungkan. Alamat 0 tidak sah, peralatan yang belum terdaftar harus merespon paket yang dikirim ke alamat 0.

d. ENDP *(End point*)

Titik akhir dari field yang terdiri dari 4 bit, menjadikan 16 kemungkinan titik akhir. *Low speed devices*, hanya dapat mempunyai 2 *tambahan end point* pada puncak dari *pipe default*. (maksimal 4 endpoints).

e. CRC

Cyclic Redundancy Check dijalankan pada data di dalam paket yang dikirim. Semua penanda (*token*) paket mempunyai sebuah 5 bit CRC ketika paket data mempunyai sebuah 16 bit CRC.

f. EOP (*End of packet*)

Akhir dari paket yang disinyalkan dengan satu angka akhir 0 (*Single Ended Zero*/SEO) untuk kira-kira 2 kali bit diikuti oleh sebuah J 1 kali. Data yang dikirim dalam bus USB adalah salah satu dari 4 bentuk, yaitu *control, interrupt, bulk,* atau *isochronous*.

Ketika Host (komputer) mencatu perangkat USB, host mendata perangkat yang terhubung ke bus USB dan menyiapkan alamat memori untuk masing-maisng perangkat tersebut. Proses tersebut disebut enumerasi. Perangkat USB tersebut juga langsung diinisialisasi oleh host ketika terhubung ke bus USB. Host juga mencoba mencari dan memilih tipe transfer data apa yang cocok untuk perangkat tersebut. Sebagai contoh:

- *Interrupt* : untuk perangkat yang hanya memerlukan transfer data kecil seperti: *mouse* dan *keyboard*.
- *Bulk* : untuk perangkat yang memerlukan transfer data besar seperti: *printer*.
- *Isonchronous* : untuk perangkat yang memerlukan transfer data dua arah, dan memerlukan resolusi tinggi seperti: *speaker* dan *webcam*.
- *Host* dapat mengirim perintah dan mendata parameter-parameter yang diperlukan dengan menggunakan *control packet*. Setelah perangkat di data oleh *host*, *host* mengatur total *bandwith* diperlukan oleh perangkat menggunakan *mode isochronous* dan *interrupt*.

K. Konverter Data RS232 ke USB

Untuk membangun sistem elektronika berbasiskan port USB saat ini telah tersedia FT232BM salah satu konverter jalur komunikasi data secara serial (RS-232) ke jalur USB. Dipasaran FT232BM dijual dalam bentuk *chip* serta modul USB yang sudah terintegrasi dengan port USB dengan kata lain modul ini sudah dapat dipergunakan untuk melengkapi rangkaian antarmuka dengan komputer.

Fitur pada FT232BM antara lain:

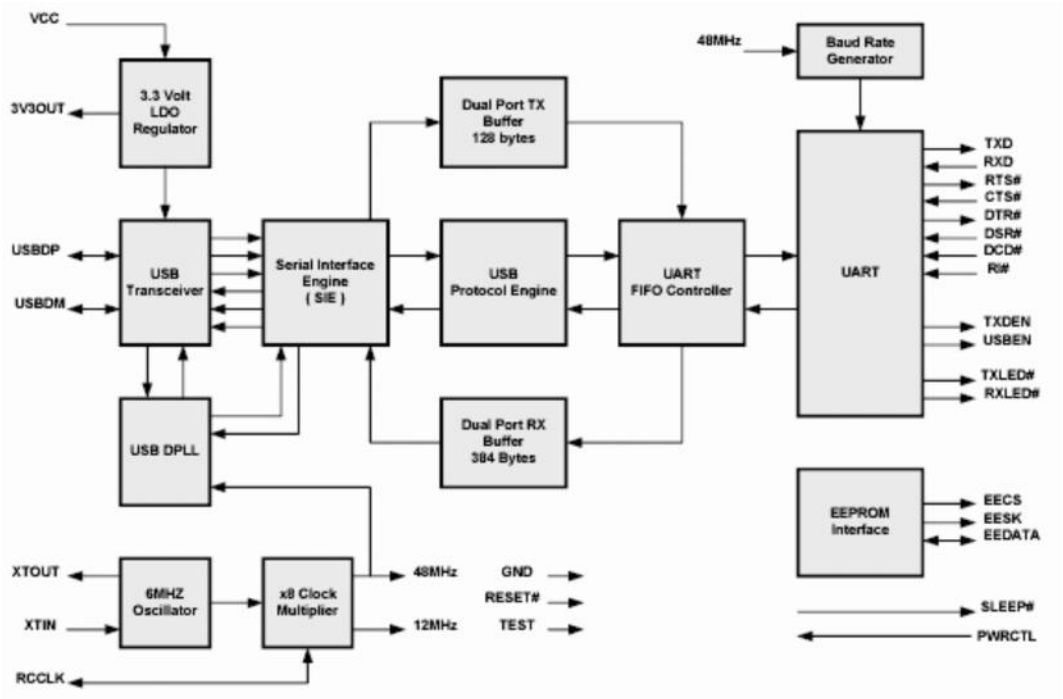
a. Single chip USB <=> asynchronous serial data transfer
b. *Full handshaking* dan *modem interface signals*
c. UART *interface* mendukung 7/8 data bits, 1/2 stop bits dan Odd/Even/Mark/Space/No Parity
d. Data transfer rate of 300 Baud => 3M Baud (TTL)
e. Data transfer rate of 300 Baud => 3M Baud (RS232)
f. Data transfer rate of 300 Baud => 3M Baud (RS422/RS485)
g. 384 Byte Rx buffer/128 Byte Tx buffer untuk *high data throughput*
h. Rx *buffer timeout* dapat disesuaikan
i. Dukungan *Built-in support* untuk *event characters* dan kondisi *line break*
j. *Auto transmit buffer* untuk kontrol RS485
k. mendukung USB *suspend/resume through* SLEEP# and RI# pin
l. mendukung daya tinggi USB bus *apowered devices* melalui PWREN# pin
m. *Integrated level converter* pada UART dan sinyal kontrol untuk *interfacing* ke logika 5V and 3.3V
n. kompetibel USB 1.1 and USB 2.0
o. EEPROM *programmable on-board* melalui USB

Selain sebagai konverter USB ke RS232 dapat pula digunakan untuk konversi RS422/RS485. Penggunaan modul ini sebagai sarana antarmuka telepon selular dan mikrokontroler untuk komunikasi data dengan komputer, serta dapat

dipergunakan untuk USB *Hardware Modems*, USB *Wireless Modems*, Instrumentasi USB, pembaca barkode yang berbasis USB.

Gambar 2.11. IC FT232BM

Diagram Blok FT232BM sebagai konverter data serial ke USB adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12. Diagram Blok FT232BM

Keterangan:

a. 3.3 V LDO Regulator

   menghasilkan 3.3 volt tegangan referensi komunikasi data USB, membutuhkan kapasitor dekopling.

b. *Transciver* USB

   USB *Trasceiver* menyediakan antarmuka USB1.1 atau USB2.0

c. Osilator 6 MHz

   Menghasilkan masukkan *clock* referensi pada x8 *Clock multiplier* dari eksternal 6 MHz crystal dan merupakan masukkan x8 *clock multiplier.*

d. x8 *Clock multiplier*

   x8 *Clock multiplier* mengambil masukkan 6 MHz dari sel osilator dan menghasilkan referensi clock 12 MHz dari SIE.

e. *Serial Interface Engine* (SIE)

   Blok *Serial Interface Engine* merupakan pengkonversi jalur komunikasi data paralel ke serial dan serial ke paralel untuk konversi data USB.

f. Protokol USB

   Protokol USB mengatur aliran data pengendali peralatan USB dari *endpoint.*

g. Dual Port Tx Buffer

   Data yang berasal dari keluaran data *endpoint* disimpan pada Dual Port Tx Buffer dan dihapus dari buffer ke register UART transmit dibawah kendali UART FIFO.

h. Pengendali UART FIFO

   Pengendali UART FIFO memegang peranan untuk mentrasfer data diantara Dual Port Rx dan Tx Buffer dan register *transmit* dan *reciever.*

i. *Universal Asynchronous Receive Transmit* (UART)

   Merupakan konversi serial ke paralel dan sebaliknya

j. Generator *Bound Rate*

   menghasilkan input papa clock referensi 48 MHz

k. *Reset*

l. Ground

m. Antarmuka EEPROM

L. Delphi 7

Delphi 7 merupakan bahasa pemrograman yang dikeluarkan pada bulan agustus tahun 2002 oleh borland software corporation sebuah perusahaan perangkat lunak komputer. Delphi adalah sebuah bahasa pemrograman dan lingkungan pengembangan perangkat lunaknya berbasis *objek pascal* (pascal dengan ekstensi pemrograman berorientasi objek). Delphi dapat digunakan dalam berbagai jenis proyek pengembangan perangkat lunak terutama untuk pengembangan aplikasi *desktop* dan *enterprise* berbasis *database* (Ichwan, 2010).

Bahasa delphi disebut juga bahasa Visual pascal yang dikembangkan dari bahasa pemrograman Turbo Pascal. Borland delphi memiliki kelebihan antara lain, memiliki VCL (*visual component language*) yang lengkap baik untuk kebutuhan

sistem, hubungan dengan data, hubungan dengan internet, dan lain-lainnya (Supardi, 2003).

Pemrograman delphi terdiri dari Form, Objek Tree View, dan Objek Inspector. Keuntungan pemrograman delphi antara lain apabila program yang telah dibuat akan diintegrasikan dengan sistem jaringan maka data base yang ada tidak perlu menambah komponen lain.