BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 Tinjauan Pustaka

Penggunaan pegas sebagai bagian dari sensor terbukti cukup akurat selama bagian penguat sinyalnya memiliki penguatan cukup dan harus mampu mereduksi sinyal secara interaktif. Unuk sistem interface RS232 yang handal memilikikecepatan transfer data yang cukup tinggi dan dapat disetting ulang secara mudah.Sedangkan penggunaan *piezoelectric* sebagai sensor getaran harus memodifikasi bagian plat membrannya karena konstruksi plat dan membran aslinya bersifat statis.

2.2 Getaran

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan. Kesetimbangan di sini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran mempunyai amplitudo (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama.

2.3 Jenis Getaran

2.3.1 Getaran Bebas

Getaran bebas terjadi bila sistem mekanis dimulai dengan gaya awal, lalu dibiarkan bergetar secara bebas. Contoh getaran seperti ini adalah memukul garpu tala dan membiarkannya bergetar, atau bandul yang ditarik dari keadaan setimbang lalu dilepaskan. Yang terdapat di dalam referensi (10).

2.3.2 Getaran Paksa

Getaran paksa terjadi bila gaya bolak-balik atau gerakan diterapkan pada sistem mekanis. Contohnya adalah getaran gedung pada saat gempa bumi.

2.4 Skala Gempa Bumi

2.4.1 Skala Richter

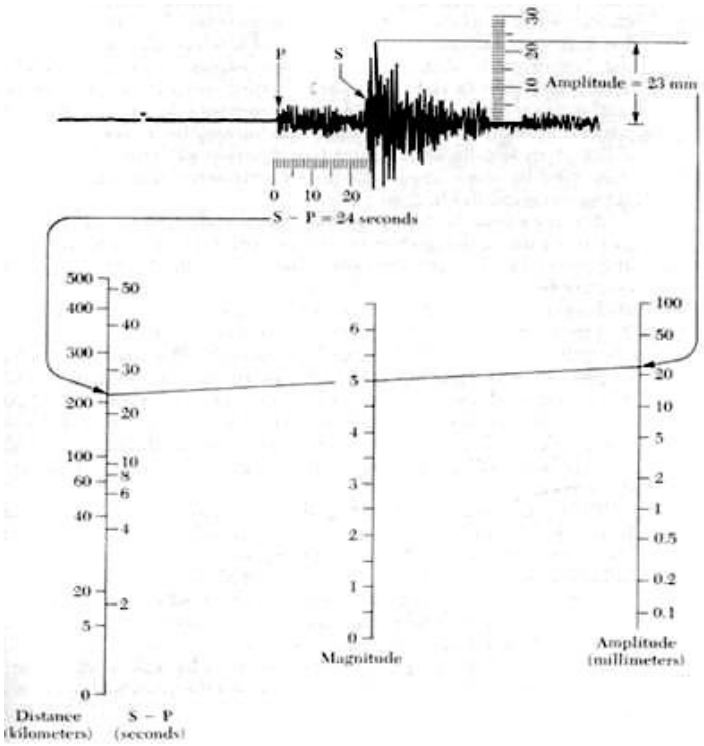
Skala Richter atau SR didefinisikan sebagai logaritma (basis 10) dari amplitudo maksimum, yang diukur dalam satuan mikrometer, dari rekaman gempa oleh instrumen pengukur gempa (seismometer) Wood-Anderson, pada jarak 100 km dari pusat gempanya. Sebagai contoh, misalnya kita mempunyai rekaman gempa bumi (seismogram) dari seismometer yang terpasang sejauh 100 km dari pusat gempanya, amplitudo maksimumnya sebesar 1 mm, maka kekuatan gempa tersebut adalah log (10 pangkat 3 mikrometer) sama dengan 3,0 *Skala Richter*. Skala ini diusulkan oleh fisikawan Charles Richter.

Untuk memudahkan orang dalam menentukan *skala Richter* ini, tanpa melakukan perhitungan matematis yang rumit, dibuatlah tabel sederhana seperti gambar di samping ini. Parameter yang harus diketahui adalah amplitude maksimum yang terekam oleh seismometer (dalam milimeter) dan beda waktu tempuh antara gelombang-P dan gelombang-S (dalam detik) atau jarak antara seismometer dengan pusat gempa (dalam kilometer). Dalam gambar 2.5 dicontohkan sebuah seismogram mempunyai amplitudo maksimum sebesar 23 milimeter dan selisih antara gelombang P dan gelombang S adalah 24 detik maka dengan menarik garis dari titik 24 dt di sebelah kiri ke titik 23 mm di sebelah kanan maka garis tersebut akan memotong skala 5,0. Jadi skala gempa tersebut sebesar 5,0 *skala Richter*.

Skala Richter pada mulanya hanya dibuat untuk gempa-gempa yang terjadi di daerah Kalifornia Selatan saja. Namun dalam perkembangannya skala ini banyak diadopsi untuk gempa-gempa yang terjadi di tempat lainnya. *Skala Richter* ini hanya cocok dipakai untuk gempa-gempa dekat dengan magnitudo gempa di bawah 6,0. Di atas magnitudo itu, perhitungan dengan teknik Richter ini menjadi tidak representatif lagi.

Perlu diingat bahwa perhitungan magnitudo gempa tidak hanya memakai teknik Richter seperti ini. Kadang-kadang terjadi kesalahpahaman dalam pemberitaan di media tentang magnitudo gempa ini karena metode yang dipakai kadang tidak

disebutkan dalam pemberitaan di media, sehingga bisa jadi antara instansi yang satu dengan instansi yang lainnya mengeluarkan besar *magnitude* yang tidak sama.



Gambar 2.1 Tabel Skala Richter

Tabel 2.1 Magnitudo dalam *Skala Richter* dan efek gempa

Skala Richter	Efek yang terjadi
< 2.0	Gempa kecil , tidak terasa
2.0 - 2.9	Tidak terasa, namun terekam oleh alat
3.0-3.9	Seringkali terasa, namun jarang menimbulkan kerusakan
4.0-4.9	Dapat diketahui dari bergetarnya perabot dalam ruangan, suara gaduh bergetar. Kerusakan tidak terlalu signifikan.
5.0-5.9	Dapat menyebabkan kerusakan besar pada bangunan pada area yang kecil. Umumya kerusakan kecil pada bangunan yang didesain dengan baik

6.0-6.9	Dapat merusak area hingga jarak sekitar 160 km
7.0-7.9	Dapat menyebabkan kerusakan serius dalam area lebih luas
8.0-8.9	Dapat menyebabkan kerusakan serius hingga dalam area ratusan mil
9.0-9.9	Menghancurkan area ribuan mil
10.0-10.9	Terasa dan dapat menghancurkan sebuah benua
11.0-11.9	Dapat terasa di separuh sisi bumi. Biasanya hanya terjadi akibat tumbukan meteorit raksasa. Biasanya disertai dengan gemuruh. Contohnya tumbukan meteorit di teluk Chesepeak.
12.0-12.9	Bisa terasa di seluruh dunia. Hanya terekam sekali, saat tumbukan meteorit di semenanjung Yucatan, 65 juta tahun yang lalu yang membentuk kawah Chicxulub
> 13.0	Belum pernah terekam

2.4.2 Skala Mercalli

Skala Mercalli adalah satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Satuan ini diciptakan oleh seorang *vulkanologis* dari *Italia* yang bernama *Giuseppe Mercalli* pada tahun 1902. Skala *Mercalli* terbaagi menjadi 12 pecahan berdasarkan informasi dari orang-orang yang selamat dari gempa tersebutdan juga dengan melihat dan membandingkan tingkat kerusakan akibat gempa bumi tersebut. Oleh itu skala *Mercalli* adalah sangat subjektif dan kurang tepat dibanding dengan perhitungan *magnitudo* gempa yang lain. Oleh karena itu, saat ini penggunaan skala *Richter* lebih luas digunakan untuk untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Tetapi skala Mercalli yang dimodifikasi, pada tahun 1931 oleh ahli *seismologiHarry Wood* dan *Frank Neumann* masih sering digunakan terutama apabila tidak terdapat peralatan *seismometer* yang dapat mengukur kekuatan gempa bumi di tempat kejadian.

Skala Modifikasi *IntensitasMercalli* mengukur kekuatan gempa bumi melalui tahap kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi itu. Satuan ukuran skala Modifikasi *IntensitasMercalli* adalah seperti di bawah :

1. Tidak terasa getaran yang dihasilkan.
2. Terasa oleh orang yang berada di bangunan tinggi
3. Getaran dirasakan seperti ada kereta yang berat melintas.
4. Getaran dirasakan seperti ada benda berat yang menabrak dinding rumah, benda tergantung bergoyang.
5. Dapat dirasakan di luar rumah, hiasan dinding bergerak.
6. Terasa oleh hampir semua orang, dinding rumah rusak.
7. Dinding pagar yang tidak kuat pecah, orang tidak dapat berjalan atau berdiri.
8. Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan.
9. Bangunan yang tidak kuat akan mengalami kerusakan tekuk.
10. Jambatan dan tangga rusak, terjadi tanah longsor. Rel kereta api bengkok.
11. Rel kereta api rusak. Bendungan dan tanggul hancur. Seluruh bangunan hampir hancur dan terjadi longsor besar. Efek bencana yang lain seperti tsunami, dan kebakaran.
12. Seluruh bangunan hancur lebur. Batu dan barang-barang terlempar ke udara. Tanah bergerak seperti gelombang. Kadang- kadang aliran sungai berubah. Pasir dan lumpur bergeser secara horizontal. Air dapat terlempar dari danau, sungai dan kanal. Diikuti dengan suara gemuruh yang besar. Biasanya bisa menyebabkan longsor besar, kebakaran, banjir, tsunami di daerah pantai, dan aktivitas gunung berapi. Pasir dan tanah halus terlihat meledak

2.4.3 Skala Kekuatan Moment

Skala kekuatan moment diperkenalkan pada 1979 oleh *Tom Hanks* dan *Hiroo Kanamori* sebagai pengganti *skala Richter* dan digunakan oleh *seismologis* untuk membandingkan energi yang dilepas oleh sebuah gempa bumi. Kekuatan moment M_{w} adalah sebuah angka tanpa dimensi yang didenifinisikan sebagai berikut

$$M_{\mathrm{w}} = \frac{2}{3}\left(\log_{10}\frac{M_0}{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}} - 9.1\right) = \frac{2}{3}\left(\log_{10}\frac{M_0}{\mathrm{dyn}\cdot\mathrm{cm}} - 16.1\right) \quad \text{.....(2.1)}$$

di mana M_0 adalah *Moment seismik* (menggunakan satu *newton metre* [N·m] sebagai moment).

Sebuah peningkatan satu tahap dalam skala *logaritmik* ini berarti sebuah peningkatan $10^{1,5}$ = 31,6 kali dari jumlah energi yang dilepas, dan sebuah peningkatan 2 tahap berarti sebuah peningkatan 10^3 = 1000 kali kekuatan awal.

2.5 Piezoelektric

Prinsip kerja piezoelektrisitas adalah kemampuan dari suatu benda (pada umumnya kristal dan keramik) untuk menghasilkan potensial listrik sebagai response terhadap tekanan mekanik yang diberikan. Efek piezoelektrik adalah suatu efek yang reversible, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (*directpiezoelectric effect) dan* efek piezoelektrik balikan (*converse piezoelectric effect*).Efek piezoelektrik langsung adalah produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik. Sedangkan efek balikan piezoelektrik adalah produksi tekananakibat pemberian tegangan listrik, contohnya adalah kristal *leadzirconatetitanate*yang akan mengalami perubahan dimensi sampai maksimal 0.1 % jika diberitegangan listrik.

2.5.1 Spesifikasi piezoelektrisitas

Spesifikasi piezoelektrisitas cenderung merupakan efek gabungan darisifat elektris bahan yaitu Fluks listrik, Permitivitas listrik, Medan listrik danHukum Hooke. Oleh karena itu penggolongannya dapat dibedakan menjadi:

1. Berdasarkan arah datangnya tekanan, terdapat tiga operasi yang dapatdideteksi menggunakan piezoelektrik yaitu *transverse effect*,*longitudinal effect*, dan *shear effect*.
2. Berdasarkan teknologi piezoelektrik, besaran fisika untuk tekanan dankecepatan dapat diukur.

2.5.2 Penggunaan piezoelektrik

Piezoelektrik sensor secara umum digunakan dalam pendeteksian jenisjenistekanan dalam bentuk suara (bentuk dasar dari aplikasi sensor) misalnya, piezoelektrik mikropon (gelombang suara akan membengkokkan materipiezoelektrik, kemudian membuat perubahan tegangan listrik) dan piezoelektrikpickup yang

digunakan pada Gitar Listrik. Piezo sensor yang diletakan pada bagian intrumen yang dikenal sebagai kontak mikropon.

Piezoelektrik sensor secara khusus juga digunakan pada frekuensi suaratinggi pada Ultrasonic tranducer pencitraan medis dan juga pada test industry nondestruktif (NDT). Untuk beberapa teknik sensor, piezoelektrik sensor dapatbertindak murni sebagai sensor dan juga sebagai aktuator, oleh karena ituseringkali istilah *transducer* lebih disukai ketika alat itu memiliki duakemampuan. Selain aplikasi yang disebutkan di atas, jenis aplikasi sensorpiezoelektrik lainnya adalah:

1. Piezoelektrik elemen juga digunakan untuk mendeteksi dan pembangkitgelombang sonar.
2. Piezoelektrik *mikrobalance* digunakan sebagai sensor bilolog dan kimiayang sangat sensitif.
3. Piezoelektrik terkadang digunakan pada meteran tegangan.
4. Sistem manajemen mesin pada otomotif juga menggunakan piezoelektrik*tranducers* untuk mendeteksi adanya letupan, dengan men-samplinggetaran blok mesin.
5. Piezoelektrik *tranducers* juga digunakan pada unit drum elektrik untukmendeteksi sentuhan stik drum.

2.6 Analog To Digital Converter (ADC)

2.6.1 Fitur ADC ATmega8535

Salah satu fitur yang sangat maju pada era *single chip computer* adalah ditanamkannya sebuah pengubah sinyal analog ke digital (ADC, *analog to digital converter*) dalam sebuah *chip* mikrokontroler. Mikrokontroler AVR ATmega8535 merupakan salah satu turunan mikrokontroler yang dibekali dengan ADC internal. ADC yang dimiliki ATmega8535 mempunyai 8 buah saluran masukan analog yang termultipleks, serta mempunyai resolusi hingga 10 bit. Artinya bahwa tegangan analog antara 0 dan 5 volt akan dikodekan menjadi salah satu dari 1024 representasi biner antara 000H dan 3FFH. Ini memberikan ATmega8535 tegangan dengan resolusi sekitar 4,88 mV.

Dalam mode operasinya ADC ATmega8535 dapat dioperasikan sebagai masukan tunggal (*single ended input*) ataupun sebagai masukan jamak (*differential input*) yang dimultipleks. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktu, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan menyaring *noise* (gangguan) yang cukup fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan.

Selain itu, juga disediakan fitur pembanding analog (*analog comparator*) yang terdapat di dalam mikrokontroler ATmega8535 (internal) sebagai fasilitas untuk melakukan pembandingan tegangan analog yang diumpankan dari luar sistem.

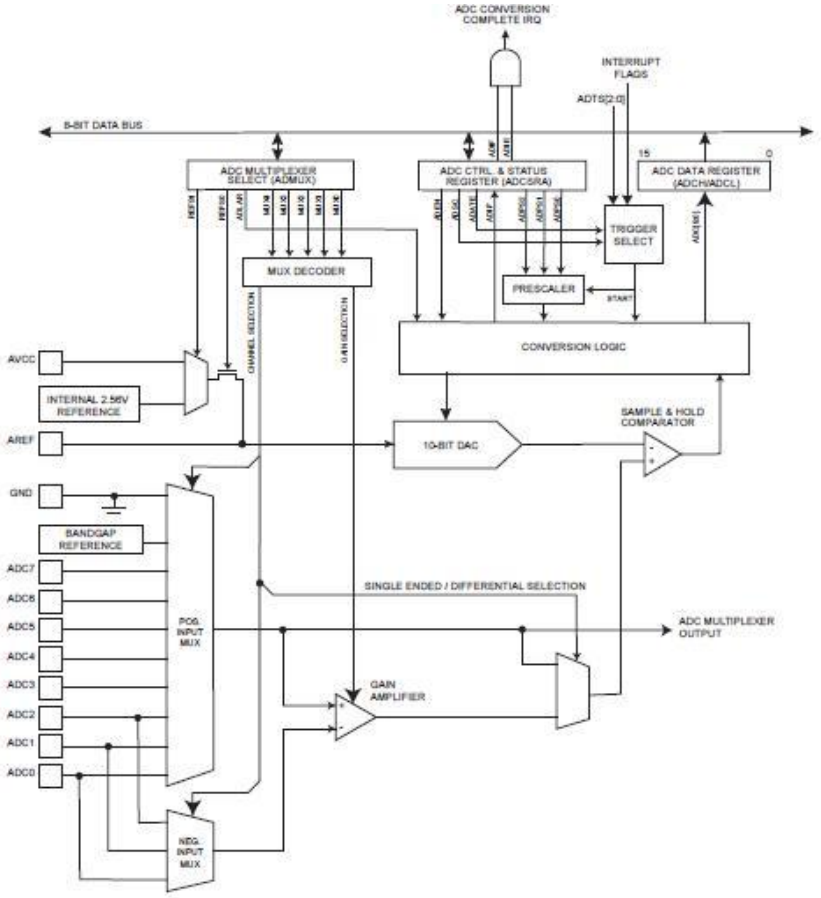
Sub sistem pengubah sinyal analog ke digital ADC ATmega8535 dilengkapi dengan fitur-fitur berikut:

1. Resolusi 10 bit
2. Akurasi absolute ± 2 LSB
3. Waktu konversi ADC 13 siklus *clock* (65 sampai 260 µs)
4. 8 kanal input sebagai *single ended* yang termultipleks (dipakai bergantian)
5. 2 kanal masukan diferensial dengan gain yang dapat dipilih 10x dan 200x
6. Rentang masukan tegangan ADC adalah 0 samapai Vcc
7. Disediakan 2 : 56V tegangan referensi internal ADC
8. Mode konversi kontinu (*free running*) atau mode konversi tunggal (*single conversion*)
9. *Sleep mode noise canceler*

Fitur ATmega8535 sebagai ADC 10 bit *successive approximation.* ADC dihubungkan dengan sebuah multiplekxer 8 kanal yang mengizinkan delapan masukan tegangan tunggal (*single ended voltage*) yang dibangun dari pin-pin Port A. masukan tegangan tunggal merujuk ke 0V (GND).

Device ini juga mendukung 16 kombinasi masukan tegangan diferensial. Dua masukan diferensial (ADC1, ADC0, dan ADC3, ADC2) dilengkapi dengan sebuah tingkat penguat yang dapat deprogram (*programmable gain*), menyediakan penguatan 0 dB (1x), 20 dB (10x), atau 46 dB (200x) pada tegangan masukan

diferensial sebelum konversi A/D. Tujuh kanal masukan analog diferensial di share pada sebuah terminal negatif bersama (ADC1), sedangkan masukan ADC lainnya dapat dipilih sebagai terminal masukan positif. Jika digunakan *gain* 1x atau *gain* 10x, dapat diperoleh resolusi 8 bit. Jika digunakan *gain* 200x, dapat diperoleh resolusi 7 bit.



Gambar 2.2 Diagram Blok ADC ATmega8535

Resolusi didefinisikan sebagai :

Resolusi = (V_{RH} –V_{RL}) / 2^b ……(2.2)

V_{RH} adalah tegangan referensi *high* ADC dan V_{RL}adalah tegangan referensi *low* ADC, b adalah jumlah bit yang tersedia untuk dikonversi. Untuk ATmega8535 dengan tegangan referensi 5 Vdc, 0 Vdc, dan tersedia resolusi 10 bit untuk konversi,

maka resolusinya adalah 4,88 mV. Akurasi absolut ditetapkan ± 2 LSB pada resolusi ini adalah 9,66 mV.

Waktu konversi yang diperlukan oleh ADC adalah 13 siklus *clock* (13 x T_{clock}). Sistem ADC dapat dijalankan dengan kecepatan yang lebih rendah dari sumber frekuensi utama mikrokontroler. *Clock* mikrokontroler utama dibagi menggunakan bit-bit *prescalerselect* (ADPS[2:0]) di dalam *register* ADCSRA (ADC *control and status register A*).

ADC dilengkapai dengan mengubah tunggal *successive approximation.* Hanya pada satu kanal tunggal ADC yang dapat dikonversi pada satu waktu. Masukan ADC dilengkapi dengan sebuah *multiplexer* analog 8 masukan. Masukan analog yang akan dikonversi dipilih menggunakan bit-bit MUX[4:0] di dalam ADMUX (ADC *multiplexer selection register*), karena pengubah ADC dalam *chip* hanya satu buah sedangkan saluran masukannya ada delapan maka dibutuhkan *multiplexer* untuk memilih masukan pin ADC secara bergantian.

ADC memiliki sirkuit untuk mengambil sampel dan menahan (*hold*) tegangan masukan ADC sehingga selama proses konversi keadaannya konstan. ADC mempunyai catu daya yang terpisah yaitu pin AVCC-AGND, dimana AVCC tidak boleh berbeda ± 0.3 V dari Vcc.

Konversi ADC memerlukan tegangan referensi Vref dan *clock* ADC (*register* ADCSRA). Tegangan referensi eksternal dapat di *decouple* pada pin Aref dengan kapasitor untuk mengurangi *noise*. Atau dapat menggunakan tegangan referensi internal sebesar 2,56 V (pin AREF diberi kapasitor secara eksternal untuk menstabilkan tegangan referensi internal). ADC mengkonversi tegangan masukan analog menjadi bilangan digit 10 bit. GND (0 Volt) adalah minimum yang mewakili ADC dan nilai maksimum ADC diwakili oleh tegangan pada pin AREF minus 1 LSB. Hasil konversi ADC disimpan dalam pasangan *register* ADCH:ADCL.

Sinyal masukan analog ADC tidak boleh melebihi tegangan referensi. Nilai digital sinyal masukan ADC untuk resolusi 10 bit adalah :

Kode digital = (Vin / Vref) x 1024 …….(2.3)

Sinyal digital sinyal masukan ADC untuk resolusi 8 bit adalah :

Kode digital = (Vin / Vref) x 256 ……...(2.4)

Misalnya jika digunakan resolusi dan tegangan referensi internal Vref sebesar 2,56 V, maka dengan sinyal masukan analog 2,5 V akan memberikan sinyal digital :

Kode digital = (2,5V / 2,56V) x 256 = 250 = FAH ……(2.5)

Karena akurasi ADC mencapai ±2 LSB, maka kemungkinan kode digital yang dihasilkan bisa menjadi F8H, F9H, FBH atau FCH.

2.6.2 Inisialisasi ADC ATMega8535

Untuk menjalankan fitur pengubah sinyalanalog ke digital, maka diperlukan inisialisasi yang melibatkan proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format keluaran data serta mode pembacaan. *Register* yang terkait dengan penetapan inisialisasi tersebut adalah *register* ADMUX (ADC *multiplexer selection register*), ADCSRA (ADC *control and status register A*), dan SFIOR (*special function IO register*).

2.6.2.1 Register ADMUX

ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data Output, dan saluran ADC yang digunakan. Konfigurasinya seperti gambar berikut.

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	

Gambar 2.3 Register ADMUX

Bit –bit penyusunnya dapat dijelaskan sebgai berikut :

1. REFS [1..0] merupakan bit pengatur teangan referensi ADC ATmega16 Memiliki nilai awal 00 sehingga referensi teganan berasal dari pin AREF, jika nilai REFS 01 maka nilai tegangan referensi diambil dari pin AVCC, jika nilai REFS 11 berarti nilai teganan referensi berasal dari dalam yaitu sebesar 2,56 Volt.

Tabel 2.2 Pilihan Tegangan Referensi

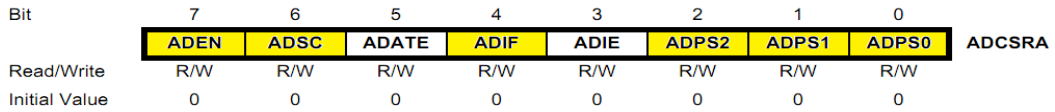
REFS1	REFS0	Pilihan Tegangan Referensi
0	0	AREF, Vref internal dimatikan
0	1	AVCC dengan kapasitor eksternal pada pin AREF
1	0	Tidak digunakan
1	1	Referensi tegangan internal 2.56 dengan kapsitor eksternal pada pin AREF.

2. ADLAR merupakan bit pemilih mode data keluaran ADC. Bernilai awal 0 sehingga 2 bit tertinggi data hasil konfersinya berada diregister ADCH dan 8bit sisanya berada di register ADCL, seperti ditujukkan gambar 2.4(b) dan jika bernilai 1,maka hasilnya pada gambar 2.4(c).
3. MUX [4..0] merupakan bit pemilih saluran pembacaan ADC. Bernilai awal 0000. Untuk mode single ended input,MUX[4..0] bernilai dari 0000-00111.

2.6.2.2 Register ADCSRA

ADCSRA merupakan register 8 bit yang berfungsi melakukan manajemen sinyal kontrol dan status dari ADC.

Memiliki sususan seperti gambar berikut.



Gambar 2.4 Register ADCSRA

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

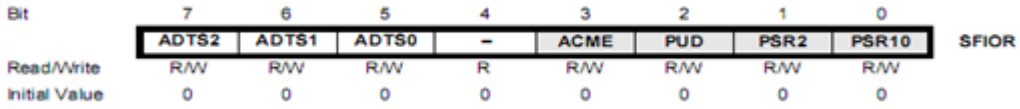
1. ADEN merupakan bit pengatur aktivasi ADC. Berawal dari 0.Jika 1, maka ADC Aktif.
2. ADSC merupakan bit penanda mulainya konversi ADC. Bernilai awal 0,selama konvesi akan bernilai 1, dan jika telah selesai akan bernilai 1.
3. ADATE merupakan bit pengatur aktivasi picu otomatis operasi ADC.Bernilai awal 0. Jika 1,operasi ADC akan dimulai pada saat transisi positif sinyal picu yang dipilih. Pemilihan sinya picu menggunakan bit ADTS pada register SFIOR
4. ADIF merupakan bit penanda akhir suatu konversi ADC. Bernilai awal 0. Jika bernilai 1,maka suatu saluran telah selesai dan data siap diakses
5. ADIE merupakan bit pengatur aktivasi interupsi yang berhubungan denan akhir konversi ADC. Bernilai awal 0. Jika bernilai 1 sebuah interupsi akan dieksekusi.
6. ADPS[2..0] merupakan bit pengatur clock ADC. Bernilai awal 000.

Tabel 2.3 Pemilihan *Prescaler*pada ADC

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Faktor Pembagi
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

2.6.2.3 Register SFIOR

Register SFIOR (Special Function IO Register) merupakan register 8 bit pengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu internal atau dari picu eksternal. Susunannya sebagai berikut:



Gambar 2.5 Register SFIOR

ADTS[2..0] merupakan bit pengatur picu eksternal operasi ADC. Hanya berfungsi jika bit ADATE pada register ADCSRA bernilai 1. Bernilai awal 000 sehingga ADC bekerja mode free running dan tidak ada interupsi yang dihasilkan. Detailnya dapat ditujukkan tabel berikut.

Tabel 2.4 Pemilihan sumber pemicu auto ADC

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Sumber Pemicu
0	0	0	Free Running Mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer atau Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer atau Counter0 Overflow
1	0	1	Timer atau Counter1 Compare Match B
1	1	0	Timer atau Counter1 Overflow
1	1	1	Timer atau Counter1 Capture Event

2.7 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan mikrokontroler 8-bit teknologi CMOS dengan konsumsi daya rendah yang berbasis arsitektur *enhanced*RISCAVR. Denganeksekusi intruksi yang sebagaian besar hanya menggunakan satu siklus *clock*, ATmega8535 mencapai *throughput* sekitar 1 MIPS per MHz yang mengizinkan perancangan sistem melakukan optimasi konsumsi daya versus kecepatan pemrosesan.

Prosesor AVR menggabungkan set intruksi yang kaya dengan 32 *register* umum (*general purpose registers, GPR*). Ke semua 32 *register* tersebut dikoneksikan langsung dengan *Arithmetic Logic Unit* (ALU), mengizinkan dua

register independen untuk diakses dalam satu intruksi yang dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Arsitektur yang dihasilkan adalah arsitektur yang kode operasinya lebih efisien serta pencapaian *throughput* nya hingga sepuluh kali lebih cepat daripada mikrokontroler CISC (*Complex Intruction Set Computer*) konvensional.

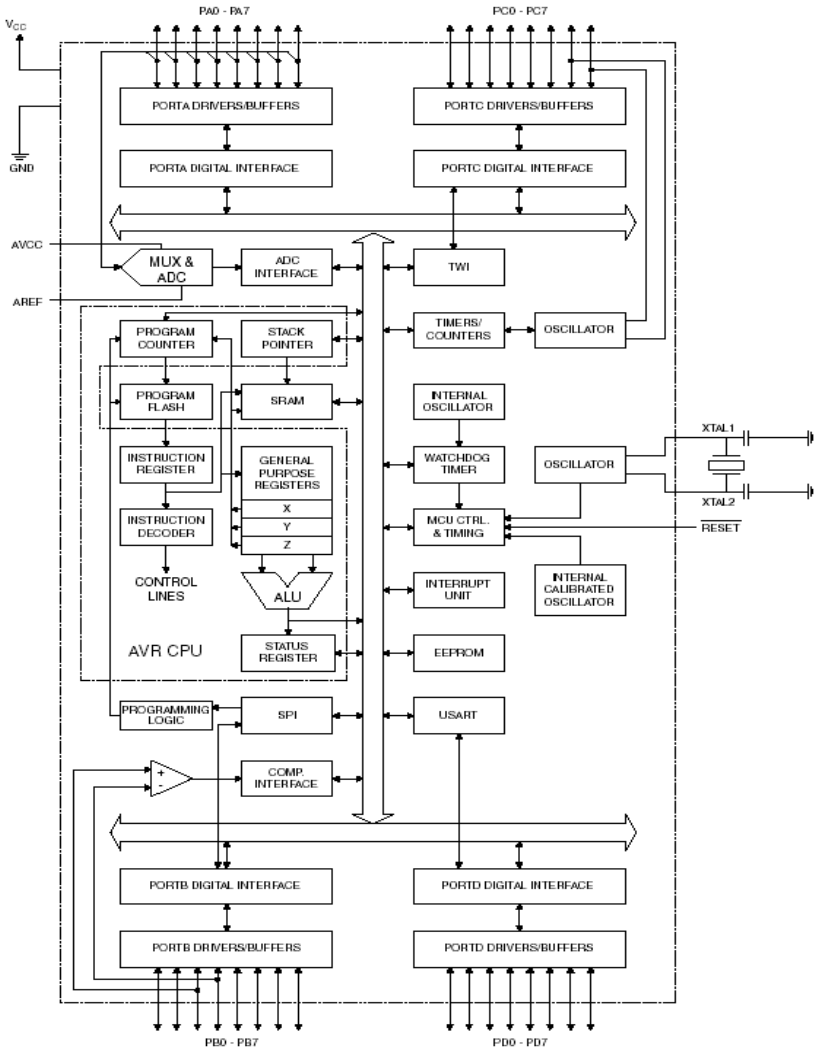
ATmega8535 menyediakan fitur-fitur: 8K byte memori *In-System Programmable Flash* dengankemampuan *Read-White-Write,* 512 byte EEPROM, 512 byte SRAM, 32 saluran I/O untuk keperluan umum, 32 *register*GPR, tiga buah *flexibleTimer/Counter* dengan *compare mode,* interupsi internal dan eksternal, *serial programmable USART,* satu byte diarahkan untuk *Two-Wire Serial Interface,* 8-kanal ADC 10-bit dengan *optional differential input stage* dengan *programmable gain* untuk kemasan TQFP, sebuah *programmable Watchdog Timer* dengan *Internal Oscillator,* sebuah *SPI serial port,* dan enam *software selectable power saving modes. Idle mode* menghentikan CPU sementara mengizinkan SRAM, *Timer/Counter, SPI port,* dan sistem interupsi untuk kontinuitas operasi. *Power-down mode* menghemat isi-isi *register* tetapi *freezes the Oscillator,* melumpuhkan semua fungsi chip lainnya hingga interupsi berikutnya atau reset perangkat keras. Pada *Power-save mode, timer asinkron* tetap beroperasi, mengizinkan pemakai untuk tetap menjaga basis waktu sambil *device* lainnyasedang tidur. *ADC Noise Reduction mode* menghentikan CPU dan semua modul I/O kecuali *timer asinkron* dan ADC, untuk mengurangi *switching noise* selama konversiADC berlangsung. Pada *standby mode,* osilator kristal atau osilator resonator tetap berjalan sementara *device* lainnya sedang tidur. Hal ini mengizinkan *start-up* yang sangat cepat yang dikombinasikan dengan konsumsi daya rendah. Pada *Extended Standby Mode,* osilator utama dan *timer*asinkron tetap berjalan.

Pada *On-chip ISP Flash* mengizinkan memori program untuk deprogram ulang dalam sistem melalui sebuah antarmuka SPI serial, dengan menggunakan *programmer* memori *nonvolatile* konvensional, atau dengan sebuah *On-chip Boot program* yang sedang beroperasi pada AVR *core. Boot program* dapat menggunakan antarmuka apapun untuk mengunduh program aplikasi ke dalam *application Flash memory.* Perangkatlunak pada *Boot Flash section* akan tetap beroperasi ketika

application Flash section di '*update',* menyediakan operasi *Read-While-Write* yang sebenarnya. Dengan menggabungkan sebuah CPU 8-bit RISC dengan *In-System Self-progammable Flash* pada sebuah *chip* monolithic, Atmel ATmega8535 merupakan mikrokontroler yang tangguh yang menyediakan fleksibilitas tinggi dan solusi biaya efektif untuk berbagai aplikasi control *embedded.*

Beberapa fitur utama yang tersedia pada ATmega8535 adalah:

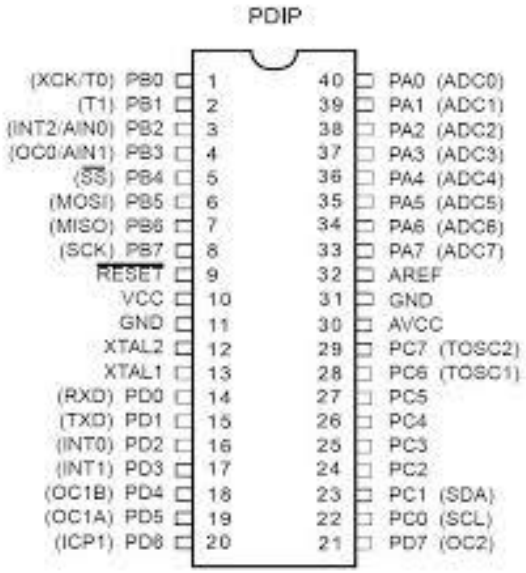
1. *Port* I/O 32 bit, yang dikelompokan dalam: PortA, PortB, PortC dan PortD.
2. *Analog to Digital Converter* 10-bit sebanyak 8 input.
3. *Timer/Counter* sebanyak 3 buah.
4. CPU 8 bit yang terdiri dari 32 *register.*
5. *Watchdog timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 *byte.*
7. Memori *Flash*sebesar 8 Kbytedengan kemampuan *read while write.*
8. Interrupt internal maupun eksternal.
9. *Port* komunikasi SPI.
10. EEPROM sebesar 512*byte*yang dapat diprogram saat operasi.
11. *Analog comparator.*
12. Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
13. Frekuensi *clock* maksimum 16 MHz



Gambar 2.6 Diagram blok arsitektur mikrokontroler AVR ATMega8535

2.7.1 Konfigurasi Pin ATmega8535

Konfigurasi pin mikrokontroler AVR ATmega8535 untuk 40 pin DIP (*dual in line package*) ditunjukan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Konfigurasi pin ATMega8535

Untuk dapat memahami lebih jauh tentang konfigurasi pin ATmega8535 maka pada Tabel 2.5 diberikan deskripsi kaki-kaki atau pin ATmega8535.

Tabel 2.5 Deskripsi pin AVR ATMega8535

No. Pin	Nama Pin	Keterangan
10	VCC	Catu daya
11	GND	Ground
40 → 33	PortA : PA0 – PA7 (ADC0 – ADC7)	Port I/O dua arah dilengkapi *internal pull up resistor*. *Port* ini juga dimultipleks dengan masukan analog ke ADC 8 kanal.
1 → 7	PortB : PB0 - PB7	Port I/O dua arah dilengkapi *internal pull up resistor*. Fungsi lain dari *port* ini masing-masing adalah : **Port pin** **Fungsi lain** PB0 To (Timer/counter external counter

			PB1	input)
			PB2	T1 (Timer/counter external counter
			PB3	input).
			PB4	AIN0 (Analog comparatot positive
			PB5	input).
			PB6	AIN1 (Analog comparator positive
			PB7	input).
				SS (SPI slave select input).
				MOSI (SPI bus master output/slave input).
				MISO (SPI bus master input/slave output).
				SCK (SPI bus serial clock).
22	→	PortC : PC0 – PC7		Port I/O dua arah dilengkapi *internal pull up resistor*. Dua pin yaituPC6 dan PC7 berfungsi sebagai osilator eksternal untuk timer atau counter.
29				
14	→	PortD : PD0 – PD7		Port I/O dua arah dilengkapi *internal pull up resistor*. Fungsi lain dari port ini masing-masing adalah :
21				
			Port pin	**Fungsi lain**
			PD0	RXD (UART *input line*).
			PD1	TXD (UART *output line*).
			PD2	INT0 (*External interrupt* 0 *input*).
			PD3	INT1 (External interrupt 1 input).
			PD4	OC1B (*Timer*/counter1 *output* compareB *match output*).
			PD5	OC1A (*Timer*/counter1 *output* compareA *match output*).
			PD6	ICP (*timer*/counter1 input *capture* pin).

		PD7 OC2 (*timer*/counter2 *outputcomparematch output*).
9	RESET	Masukan *reset*. Sebuah reset terjadi jika pin ini diberi logika *low* melebihi periode minimum yang diperlukan.
13	XTAL1	Masukan ke *iverting oscillator amplifier* dan masukan ke rangkaian *internal clock.*
12	XTAL2	Keluaran dari *inverting oscillator amplifier*
30	AVCC	Catu daya untuk *port* A dan ADC
31	AGND	*Analog ground*
32	AREF	Referensi masukan analog untuk ADC

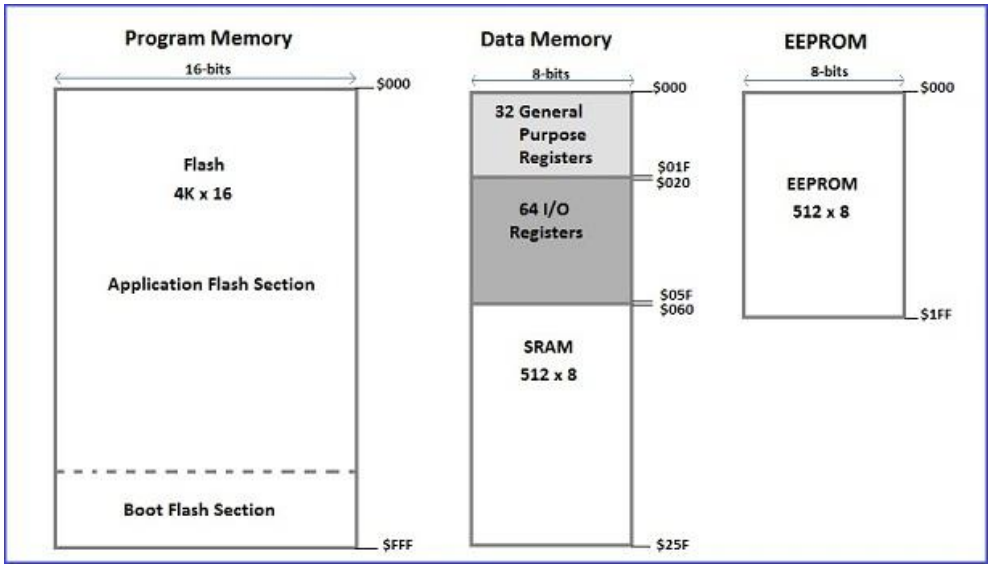
2.7.2 Peta Memori ATMega8535

Mikrokontroler AVR ATMega8535 memiliki dua jenis memori yaitu (1) memori data (SRAM) dan (2) memori program (memori flash). Di samping itu juga dilengkapi memori EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) untuk penyimpanan data tambahan yang bersifat *non-volatile.* Memori EEPROM ini mempunyai lokasi yang terpisah dengan sistem *register* alama, *register* data dan *register* control yang dibuat khusus untuk EEPROM.

2.7.2.1 Memori Program

Mikrokontroler ATMega8535 memiliki *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Untuk alasana keamanan, memori program dibagi menjadi dua bagian yaitu (1) *Boot Falsh Section* dan (2) *Application Flash Section. Boot Flash Section* digunakan untukmenyimpan program *BootLoader,* yaitu program yang harus dijalankan pada saat AVR reset atau pertama kali diaktifkan. *Application Flash Section* digunakan untuk menyimpan program aplikasi yang dibuat pengguna. Mikrokontroler AVR tidak dapat menjalankan program aplikasi ini sebelum menjalankan program *BootLoader.*

Besarnya memori *Boot Flash Section* dapat diprogram dari 128 word sampai 1024 word tergantung *setting* pada konfigurasi bit di-*register* BOOTSZ. Jika *Boot Loader* diproteksi, maka program pada *Application Flash Section* juga sudah aman.

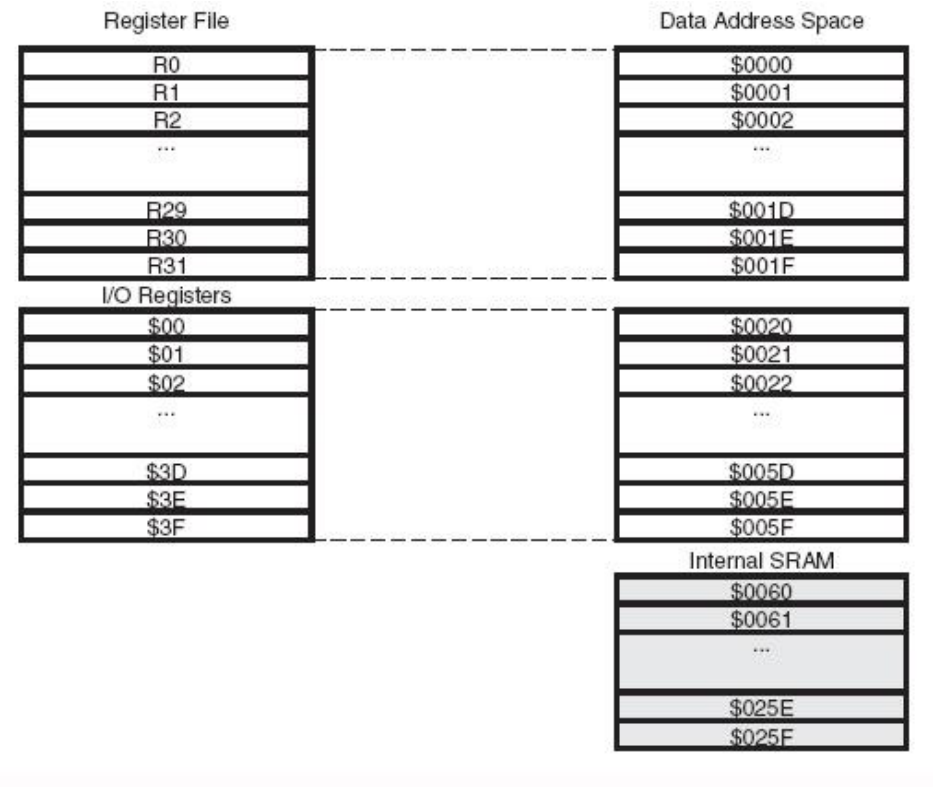


Gambar 2.8 Peta memori AVR

2.7.2.2 Memori Data

Memori data dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Terdapat 32 *register* keperluan umum (*general purpose register-GPR* biasa disebut *register file* di dalam teknologi RISC).
2. Terdapat 64 *register* untuk keperluan *input* atau *output*(I/O *register*).
3. Terdapat 512 *byte* SRAM internal. Selain itu, terdapat pula EEPROM 512 *byte* sebagai memori data yang dapat deprogram saat beroperasi. Pada gambar 2.9 Ditunjukan peta memori data yang terdiri dari *register file*, *I/O register* dan memori SRAM pada mikrokontroler AVR ATmega8535.



Gambar 2.9 Peta memori data AVR ATMega8535

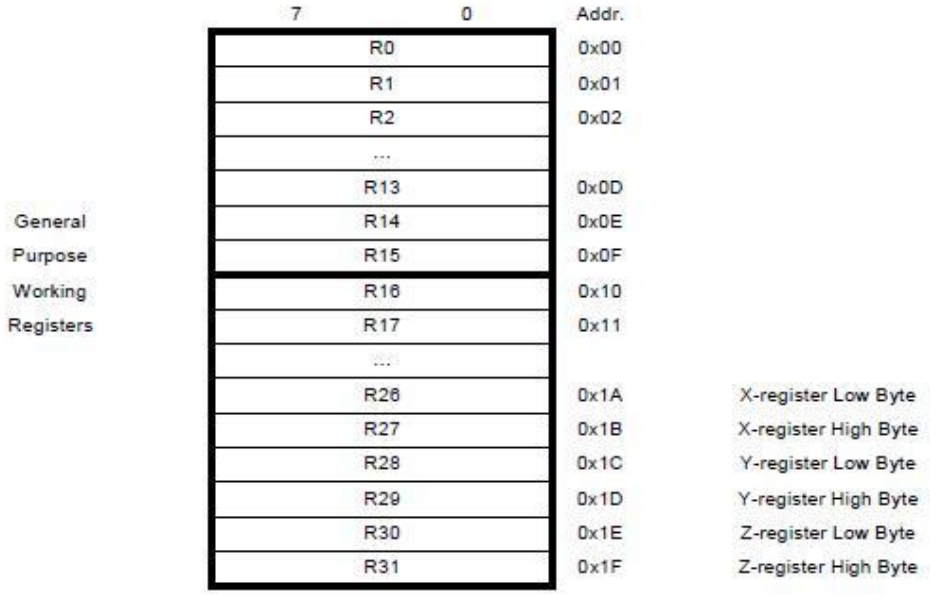
2.7.2.3 Register

ALU (*arithmetic logic unit*) melakukan operasi-operasi seperti operasi bit, operasi aritmatika, dan operasi logika terhadap isi *register* dan menulis kembali hasilnya ke dalam *register* yang berada dalam *registerfile.* Operasi-operasi ini dilakukan dalam sebuah siklus *clock* tunggal, setiap operasi ALU mempengaruhi *flag-flag* yang ada di dalam *register* STATUS dan tergantung pada intruksi yang dikerjakan.

Register-register yang terdapat di dalam prosesor yang membantu pekerjaan ALU disebut *register file* atau disebut juga *register* umum (*general purpose register,* GPR). Penamaan *register file* ini mengikuti urutan angka yaitu dari R0,R1 s.d R13. Jadi total jumlah *register* ini 32 buah yang masing-masing lebarnya 8-bit. *Register file* dikelompokan dalam dua bagian yaitu :

1. Kelompok *register* bawah : R0 sampai R15. Kelompok *register* ini tidak dapat digunakan untuk mengakses *immediate operand* (atau data konstanta) dan hanya bisa antar *register*, SRAM, atau *register port* I/O.
2. Kelompok *register* atas : R16 sampai R31. Kelompok *register* ini selain akses antar *register*, SRAM, atau *register port* I/O, juga dapat mengakses *immediate operand.*

Di samping itu di dalam *register file* terdapat juga pasang *register* yang dapat digunakan sebagai penunjuk (*pointer*) ke alamat tertentu, yaitu XH:XL (R27:R26), YH:YL (R29:R28) dan ZH:ZL (R31:R30). Dari ketiga pasang *register* ini, *pointer* Z (R31:R30) mempunyai tambahan fungsi khusus, dapat mengakses atau menunjuk ke alamat memori program.

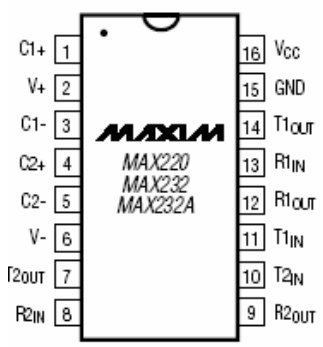


Gambar 2.10 Konfigurasi register file

2.8 Serial Interface MAX232

MAX232 berisi empat bagian yaitu: *dual charge-pump DC-DC voltageconverters, RS-232 drivers, RS-232 receivers,* serta *receiver and*

transmitterenable control inputs. Bentuk fisik dan persamaan rangkaian *internal*nya dapatdilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.

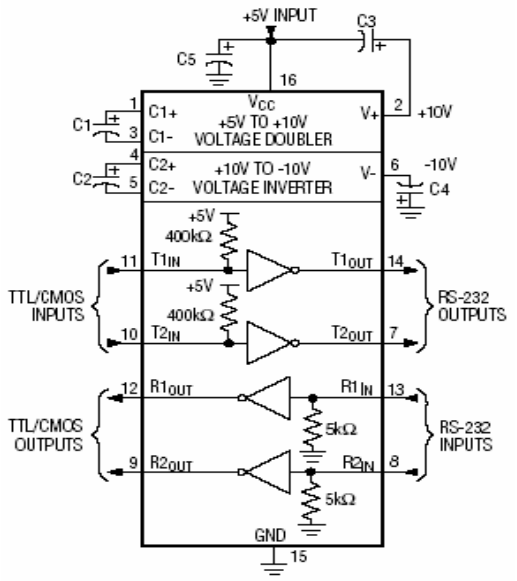


Gambar 2.11 Struktur pin dan typical part MAX232

2.8.1 Dual Charge-Pump Voltage Converter

MAX220-MAX249 mempunyai dua *Internal Charge-pumps* untuk mengkonversi tegangan + 5V menjadi ± 10V yang menjadi persyaratan operasi pengarah RS-232. *Convertor* yang pertama menggunakan kapasitor C_1 untuk menggandakan tegangan + 5V masukan menjadi tegangan + 10V pada C_3 di keluaran V+. *Konvertor* yang kedua menggunakan kapasitor C_2 untuk membalikkan tegangan + 10V menjadi tegangan - 10V pada C_4 di keluaran V-. Saluran keluaran + 10V (V+) dan - 10V (V-) dapat digunakan untuk menggerakkan suatu untaian *eksternal* berkonsumsi daya rendah (lihat *TypicalOperating Characteristics* Section), kecuali pada untuk MAX225 dan MAX245-MAX247, karena pin ini tidak tersedia. Saluran V+ dan V- tidak diatur secara *spesifik*, sehingga penurunan-*voltase* keluaran dengan terus meningkat sesuai besaran arus beban. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pengunaan saluran ini adalah pengguna tidak boleh memberikan beban terhadap saluran V+ dan Vsampai batas *minimum* ± 5V EIA/TIA-232E. Ketika menggunakan fasilitas *shutdown* menonjolkan dalam MAX222, MAX225, MAX230, MAX235, MAX236, MAX240, MAX241, dan MAX245-MAX249, pengguna harus menghindari penggunaan V+ dan Vto untuk menggerakkan untaian *eksternal*. Hal ini disebabkan karena pada saat komponen ini *shutdown*, saluran tegangan V akan jatuh

ke 0 V, dan saluran tegangan V+ akan jatuh ke +5 V. Untuk aplikasi yang memerlukan tegangan +10 V *eksternal* ke saluran V+, berlaku ketentuan sebagai berikut : kapasitor C_1 tidak boleh dipasang dan pin SHDN harus disambungkan ke VCC. Hal ini disebabkan karena saluran tegangan V+ secara *internal* dihubungkan ke VCC dalam mode *Shutdown*.



Gambar 2.12 Blok internalMAX232

2.8.2 Drivers RS-232

Saluran driver RS-232 bagian penerima (RS-232 input) memiliki ayunan tegangan keluaran pengarah sebesar ± 8 V dan ayunan tegangan keluaran *minimum* ± 5 V untuk kasus yang terburuk. Saluran tersebut diatur menggunakan resistor 5 KΩ pull down ke pentanahan. Kondisi pengaturan saluran ini dijamin memenuhi standart spesifikasi EIA/TIA- 232E dan V.28. Saluran masukan pengarah bagian pemancar (RS-232 output) yang tidak terpakai dapat dibiarkan tanpa koneksi dan terlepas satu dengan yang lainnya karena sudah dilengkapi dengan resistor *pull-up* sebesar 400 KΩ ke VCC (kecuali MAX220). Pemasangan resistor *pull-up* tersebut akan memaksa keluaran pengarah yang tidak terpakai ke logika rendah karena semua pengarah

merupakan tipe membalikkan (inverting). Sedangkan resistor *pull-up* disaluran masukan secara khas akan memberikan arus sumber sebesar 12 μA, kecuali dalam mode *shutdown* karena resistor pull-up tersebut akan ditanggalkan. Pada saat saluran keluaran pengarah dikondisikan mati, maka saluran tersebut akan memiliki status *high-impedance* dengan arus bocoran sebesar 25 μA. Kondisi ini juga terjadi pada saat mode shutdown digunakan, dalam mode *three-state*, dan ketika catu daya komponen ditanggalkan.

2.8.3 RS-232 Receivers

Spesifikasi EIA/TIA-232E menyatakan bahwa suatu tegangan yang lebih besar dari 3V akan dianggap sebagai logika 0. Tegangan *input thresholds* ditetapkan pada 0,8V dan 2,4V, dengan demikian bagian penerima akan bereaksi terhadap TTL level input maupun CMOS level input. Masukan penerima secara histeresis ditentukan sebesar 0,5V untuk menghasilkan sinyal keluaran yang bersih dengan transisi slow-moving terhadap isyarat masukan. Adapun *propagation delay* bagian penerima ditentukan sebesar 600ns dan tidak terikat pada arah ayunan masukan.

2.8.4 Receiver and Transmitter Enable Control Inputs

Bagian penerima mempunyai tiga mode operasi yaitu: kecepatan penuh menerima (*normal active*), *three-state* (*disabled*), dan *low power receive* (penerima dimungkinkan untuk melanjut fungsi pada data dengan nilai yang lebih rendah). Penerima memungkinkan bagian masukan untuk mengendalikan kecepatan penuh proses penerimaan dan mode *three-state*. Bagian pemancar mempunyai dua mode operasi yaitu: kecepatan penuh memancarkan (*normalactive*) dan *three-state* (*disabled*). Pemancar memungkinkan bagian masukan untuk mengendalikan mode *shutdown*.