

## BAB II

### DASAR TEORI

Detektor kebakaran adalah sebuah alat yang berfungsi mendeteksi adanya kebakaran dan gejala-gejalanya. Kebakaran sendiri adalah fenomena terjadinya reaksi kimia dari suatu bahan yang mencapai temperatur kritis dengan oksigen yang menghasilkan panas, nyala api, asap, uap air, karbon monoksida, karbon dioksida, dan lain-lain.

Beberapa gas beracun dari yang paling banyak dan selalu ada pada peristiwa kebakaran adalah sebagai berikut (Achmad, 2008) :

#### 1) Karbon monoksida (*Carbon monoxide*)

Karbon monoksida (CO) adalah pembunuh terbesar dalam peristiwa kebakaran karena tingkat kehadirannya yang sangat tinggi dan juga cepatnya ia mencapai konsentrasi mematikan pada peristiwa kebakaran. Karbon monoksida adalah hasil produksi dari pembakaran tidak sempurna yang dihasilkan dari pembakaran senyawa-senyawa organik dan berbagai bentuk karbon.

Karbon monoksida berbahaya karena ia adalah gas yang tidak

berbau, tidak berasam, dan tidak dapat dilihat.

## 2) Karbon dioksida (*Carbon dioxide*)

Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) adalah hasil dari pembakaran sempurna senyawa organik atau senyawa karbon. Bertambahnya konsentrasi karbon dioksida akan mengakibatkan meningkatnya kecepatan pernafasan, sampai di mana tubuh tidak mampu lagi. Kegagalan pernafasan akhirnya akan terjadi.

Karbon dioksida dalam jumlah yang sangat banyak dapat mengakibatkan sesak nafas karena kekurangan oksigen dalam darah, selain itu juga dapat berfungsi sebagai bahan pemadam api.

## 3) Hidrogen sianida (*Hydrogen cyanide*)

Walau Hidrogen sianida (HCN) jauh lebih beracun dari Karbon monoksida, tetapi dalam kebakaran biasanya jumlahnya sangat kecil. Pada konsentrasi 100 ppm dapat menyebabkan kematian dalam waktu 30 sampai 60 menit.

Hidrogen sianida dihasilkan dari pembakaran senyawa hidrokarbon terklorinasi di udara, plastik, kulit, karet, sutra, wool, atau juga kayu. Seperti halnya karbon monoksida hydrogen sianida lebih ringan dari udara sehingga tingkat bahayanya lebih tinggi pada kebakaran dalam ruangan, dibanding kebakaran luar

4) Phosgene ( $\text{COCl}_2$ )

Phosgene juga dihasilkan pada dekomposisi atau pembakaran senyawa hidrokarbon terklorinasi, seperti karbon tetraklorida, Freon, atau etilene diklorida. Phosgene beracun dan berbahaya pada konsentrasi yang sangat kecil sekalipun. Konsentrasi 25 ppm dapat mematikan dalam waktu 30 sampai 60 menit.

5) Hidrogen klorida (*Hydrogen Chloride*)

Hidrogen klorida ( $\text{HCl}$ ) dihasilkan oleh pembakaran bahan-bahan yang mengandung klorin. Walau tidak beracun seperti hydrogen sianida ataupun phosgene,  $\text{HCl}$  berbahaya apabila kita berada dalam waktu yang cukup lama di lingkungan yang terdapat gas ini.

Persentase dari masing-masing gas yang terkandung di dalam asap tergantung dari benda yang terbakar. Akan tetapi karbon monoksida merupakan gas yang paling banyak dihasilkan jika dibandingkan dengan gas-gas lainnya pada hasil pembakaran.

Adanya kebakaran dapat dideteksi dengan cara menangkap adanya panas atau asap yang memiliki kandungan gas tertentu yang terdapat dalam suatu ruangan dengan menggunakan sensor yang sudah ada dipasaran.

Beberapa cara mengantisipasi kebakaran berdasarkan "*Building Standart & Role for Building Safety-Security*", yaitu :

### 1. Detektor

Kecepatan evakuasi orang pada bangunan pada saat kebakaran yang baru saja terjadi akan mengurangi kemungkinan banyaknya penghuni bangunan yang mengalami celaka. Untuk keperluan ini, detektor akan memberikan peringatan dini dan dengan demikian memberikan banyak manfaat pada bangunan, karena biasanya evakuasi orang keluar gedung membutuhkan waktu cukup panjang.

### 2. *Hydrant*

Lokasi bangunan dan jumlah hidran (kotak *Hydrant-Box*) diperlukan untuk menentukan kapasitas pompa yang digunakan untuk menyemprot air.

### 3. *Sprinkler*

Penyemburan air/gas yang menyediakan suatu bentuk alat pencegah/pemadam api yang baik, sebelum api menjadi besar dan tak terkendalikan serta menimbulkan banyak kerugian pada manusia, bangunan, dan isinya. Tetapi air tidak selalu cocok untuk memadamkan api yang berasal dari cairan yang berat jenisnya lebih ringan dari air (seperti bensin dan spritus/alkohol), atau api yang disebabkan oleh arus pendek listrik karena air juga membahayakan orang akibat sengatan listrik. Air juga dapat merusak isi bangunan

#### 4. Dinding tahan api

Untuk mengantisipasi merambatnya api, sebaiknya gunakan dinding dari bahan yang tahan api atau gunakan lapisan tahan api.

#### 5. Sirkulasi

Perhatikan dan periksa kembali sistem sirkulasi alat pengendali asap, agar pada saat terjadi kebakaran asap dapat didistribusikan keluar, sehingga tidak terjadi kumpulan asap di dalam ruangan yang menghambat jalannya tindak evakuasi dan pemadaman api.

#### 6. Tangga darurat

Periksa keadaan tangga darurat dari segi kelayakan, ketahanan, dan pastikan tangga ini hanya digunakan pada saat darurat, sehingga tangga ini dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.

#### 7. Alarm system

Sebagai alat pemberi tanda jika terjadi kebakaran, yang panel induknya berada dalam ruang pengendali kebakaran, sedang sub-panelnya dapat dipasang di setiap lantai berdekatan dengan kotak hidran. Pengoperasian tanda bahaya dapat dilakukan secara manual dengan memecahkan kaca tombol saklar tanda kebakaran atau bekerja secara otomatis, di mana tanda bahaya kebakaran dihubungkan

## 8. Tanda keselamatan

Pasang dan tempatkan pada tempat-tempat yang strategis, serta dimensi petunjuk yang jelas agar seluruh penghuni mengerti betul mengenai petunjuk penyelamatan dan dapat melakukan petunjuk tersebut dalam keadaan tidak panik.

## 9. Siaga pemadam kebakaran

Sebaiknya melakukan latihan-latihan, simulasi, serta pengujian alat pemadam secara berkala untuk memastikan kesiapan para pemadam kebakaran.

Untuk menciptakan sebuah detektor yang baik, maka diperlukan sebuah rangkaian yang menggabungkan beberapa sensor dengan maksud mendapatkan respon yang lebih akurat. Perbedaan dari sistem deteksi yang dibuat dibandingkan dengan yang sudah ada saat ini adalah dari segi penggunaan jumlah sensor dan tambahan kamera pemantau sebagai visualisasi dari ruangan yang merespon alarm. Sedangkan sistem deteksi yang sudah ada kebanyakan belum memiliki kemampuan seperti yang dirancang.

Pada umumnya detektor kebakaran yang ada saat ini tidak dapat menginformasikan letak atau posisi dari sumber gas atau panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran, karena sistem yang ada hanya memberikan peringatan tanpa memberitahukan posisi dari sumber asap

atau panas. Hal ini merupakan kelemahan dari sistem detektor kebakaran yang ada saat ini.

meluas, karena titik api atau sumber kebakaran belum diketahui. Sistem pengindera kebakaran ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain : Sensor, berfungsi sebagai pengambil data. Penguat operasional, berfungsi untuk menguatkan sinyal masukan. *Analog to digital converter* berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, serta komponen-komponen pendukung lainnya.

#### A. Sensor Suhu

Untuk merespon suhu secara otomatis maka diperlukan sensor suhu. Ada beberapa macam sensor suhu yang mudah didapat, diantaranya adalah LM35, LM35C, LM 35DZ, LM 335Z.

Berikut adalah tabel perbandingan dari beberapa sensor suhu yang banyak dipasarkan :

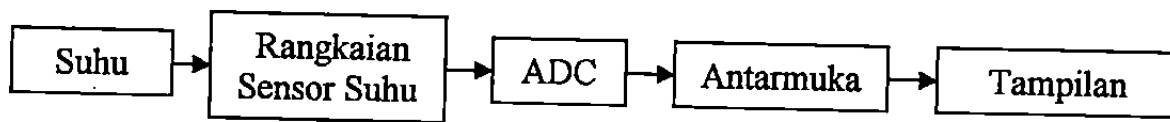
**Tabel 4. Sensor Suhu**

Jenis Sensor	Rentang Pengukuran	Skala	Satuan
LM35	-55 - +150	10mV/°C	°C
LM35C	-40 - +110	10mV/°C	°C
LM35DZ	0 - 100	10mV/°C	°C
LM335Z	-40 - +100	10mV/°C	°C

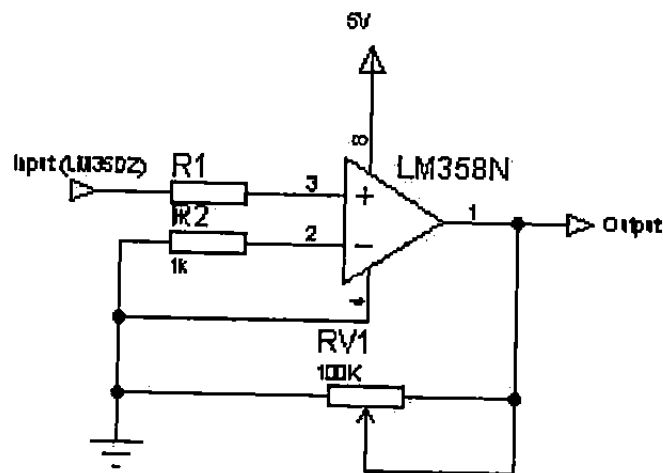
Yang digunakan dalam sistem pengindera kebakaran ini adalah sensor jenis LM35DZ. Pemilihan sensor ini atas pertimbangan rentang

... yang familier di

Indonesia ( $^{\circ}\text{C}$ ), sehingga lebih mudah membandingkannya. IC LM 35DZ bekerja berdasarkan pada perubahan suhu. Tegangan keluaran dari sensor ini akan bertambah seiring dengan kenaikan suhu yang terjadi. Besaran yang terukur dilewatkan ke penguat dan diubah ke dalam bentuk sinyal digital dengan menggunakan ADC (*Analog to Digital Converter*).



**Gambar 1. Skema Kerja Sensor Suhu**

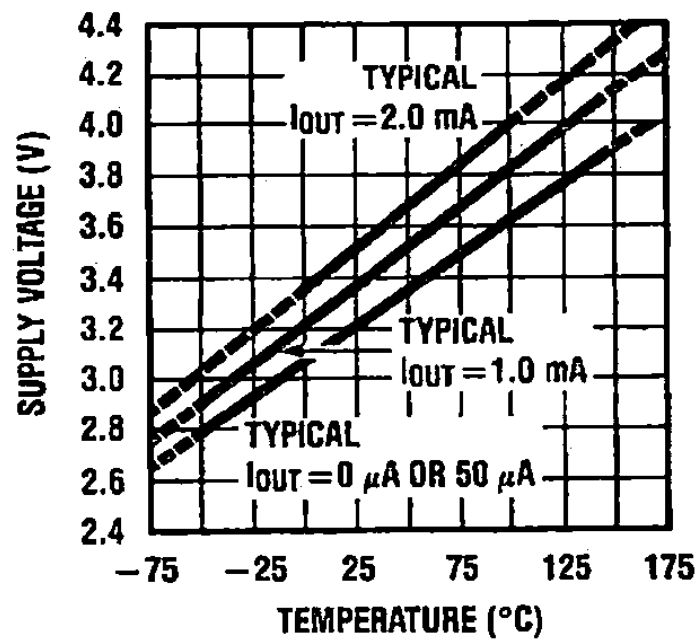


**Gambar 2. Rangkaian Sensor Suhu**

Seri IC LM 35DZ merupakan sensor suhu yang tegangan keluarannya linier dengan suhu (dalam Celcius). Semakin besar suhu yang direspon, maka tegangan keluarannya juga akan semakin besar. IC



dari IC LM 35DZ ini linier dengan kenaikan  $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ . Gambar 3 menunjukkan karakteristik linearitas antara suhu dan tegangan keluaran IC seri LM 35, dan Gambar 4 adalah konfigurasi *pin* IC LM 35DZ.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Suhu dan Tegangan Keluaran

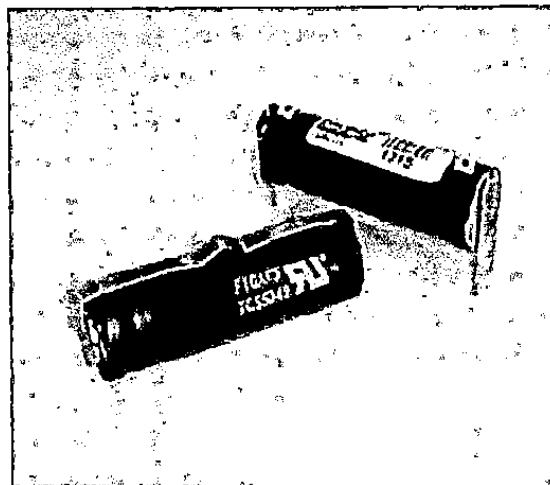
## B. Sensor Gas Karbon Monoksida (CO)

Sensor gas CO yang digunakan adalah Figaro TGS 5042. Sensor Figaro TGS 5042 merupakan sebuah sensor *electrochemical* yang mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini dikemas dalam ukuran baterai AA.

Spesifikasi teknis dari sensor ini antara lain :

- *Battery Operable*
- Selektifitas yang tinggi terhadap gas CO
- Output sensor berbanding lurus terhadap konsentrasi gas CO
- Sensitivitas yang rendah terhadap gas etanol
- Tidak terpengaruh dari berbagai gangguan gas lain
- Beroperasi dalam cakupan  $-40^{\circ}\text{C}$  dan  $+70^{\circ}\text{C}$

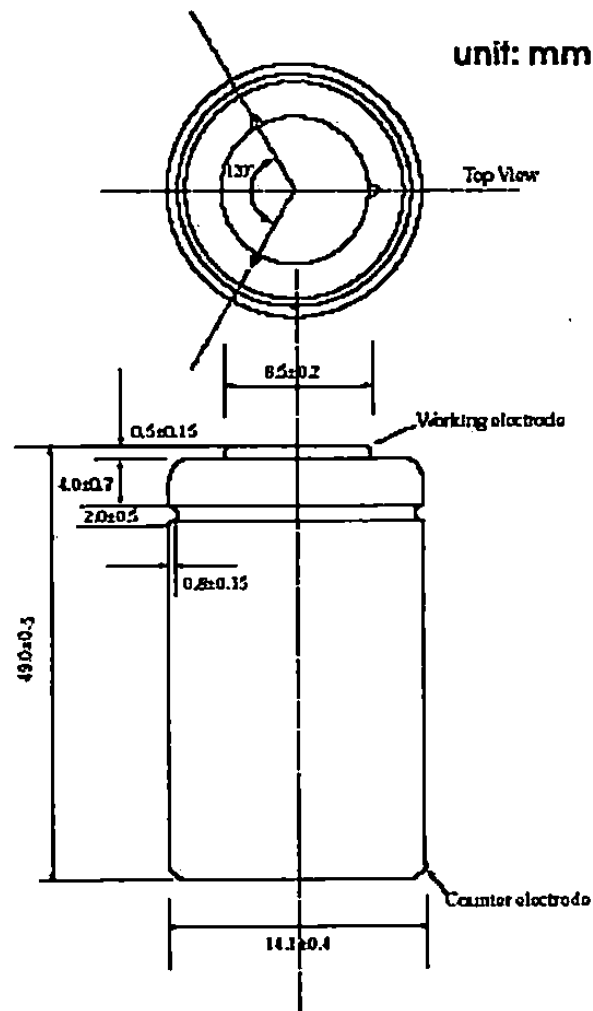
Gambar-gambar berikut menunjukkan bentuk fisik dari sensor gas CO Figaro TGS 5042, Dimensi dan Struktur dari TGS 5042, serta rangkaian dasar TGS 5042.



**Specifications:**

Item	Tentative Specification
Model number	TGS 5042
Target gases	Carbon monoxide
Typical detection range	0 ~ 1000 ppm
Output current in CO	1.00~3.75nA/ppm
Baseline offset	$\leq \pm 15$ ppm equivalent
Operating temperature	-10 ~ +60°C
Operating humidity	5 ~ 99%RH (no condensation)
Response time (T90)	within 60 seconds
Expected accuracy (*)	$\pm 20\%$ at 0-100ppm of CO $\pm 15\%$ at 100-500ppm of CO (at 20 $\pm$ 5°C/50 $\pm$ 20%RH)
Storage conditions	-40 ~ +70°C
Weight	approx. 12g
Standard test conditions	20 $\pm$ 2°C, 40 $\pm$ 10%RH

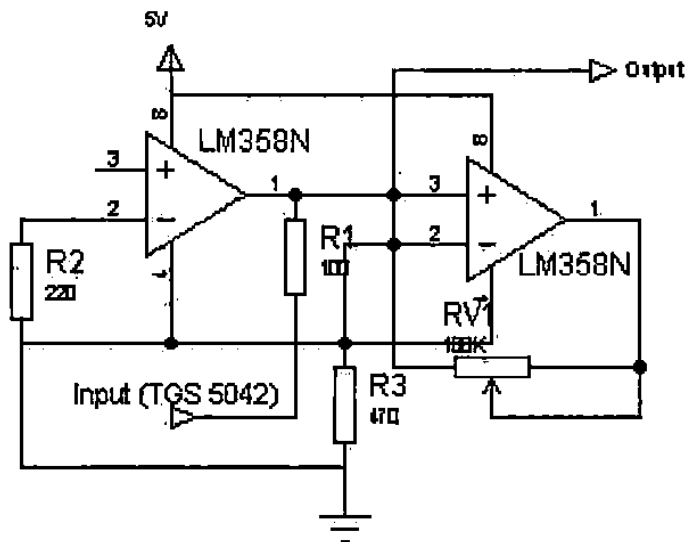
(\*) assumes calibration points of 0 and 500ppm of CO, exposure time of 4 minutes, one day of aging in detector.



**Gambar 6. Dimensi dan Struktur Sensor Gas CO Figaro TGS 5042**

Tegangan keluaran dari sensor ini akan bertambah seiring dengan bertambahnya kadar gas CO yang ada. Besaran yang terukur dilewatkan ke penguat dan diubah ke dalam bentuk sinyal digital dengan menggunakan ADC (*Analog to Digital Converter*).





Gambar 8. Rangkaian Sensor Gas CO (Nur, 2009)

### C. Pengubah Analog ke Digital (ADC)

Untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital diperlukan pengubah analog ke digital atau yang biasa disebut ADC (*Analog to Digital Converter*). Beberapa parameter yang akan menentukan kualitas sebuah ADC yaitu : resolusi, kesalahan kuantisasi, ketidaklinieran, kode tidak lengkap, dan waktu konversi.

Resolusi ADC menunjukkan tingkat ketelitian dalam mengubah sinyal analog ke digital (dinyatakan dengan bit). Semakin banyak bit-nya, maka semakin peka ADC tersebut terhadap perubahan masukan analog. Misalnya untuk ADC 8 bit dengan masukan 10 Volt, tegangan terkecil

$$10 \text{ V} / 2^8 = 10 \text{ V} / 256 = 39.1 \text{ mV} \text{ sedangkan pada ADC 12}$$

Kesalahan kuantisasi muncul karena keterbatasan variasi bit yang tersedia terhadap nilai-nilai analognya. Misalnya, pengukuran besaran analog dengan menggunakan ADC 8 bit. Besaran itu sendiri dapat mempunyai nilai sembarang yang bersifat malar. Sedangkan ADC 8 bit tersebut hanya dapat mengeluarkan nilai yang terbatas jumlahnya untuk mewakili nilai-nilai analog tersebut.

Karakteristik linier didekati dengan karakteristik bentuk tangga, sehingga timbul kesalahan kuantisasi sebesar setengah dari anak tangga. Karena tinggi anak tangga adalah sama dengan sama dengan bit penting terendah (*Least Significant Bit, LSB*) dalam bilangan biner, maka kesalahan tersebut sama dengan setengah LSB. Kesalahan ini diperkecil dengan memperbanyak posisi biner selain itu, masih terdapat kesalahan yang disebabkan karena komponen ADC yang tidak linier. Oleh produsen ADC, besaran kesalahan ini dinyatakan sebagai ketidaklinieran dalam persentase dari LSB (dinyatakan dalam %).

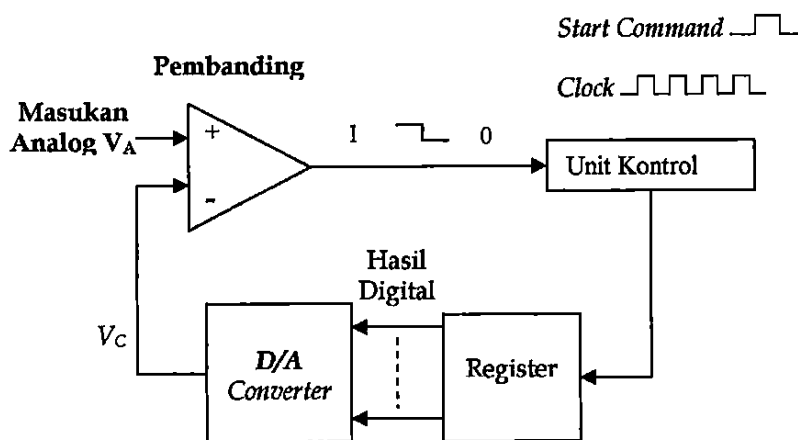
Terkadang kombinasi bit tertentu tidak tersedia, dengan kata lain sebuah anak tangga dilompati. Kombinasi semacam ini disebut kode yang hilang (*missing code*). Kode yang hilang tidak terjadi bila kesalahan linieritas kurang dari  $\frac{1}{2}$  LSB. Waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk mengubah tegangan menjadi kombinasi bit disebut dengan waktu

konversi (*conversion time*). Waktu konversi ini adalah waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk mengubah tegangan menjadi kombinasi bit.

dasar prinsip pendekatan bertingkat tidak gayut pada besar tegangan yang diukur.

Pada ADC pendekatan berurut, logika kendali lebih dahulu mengambil nilai maksimum register (*Most Significant Bit, MSB*), jika ternyata nilai lebih tinggi dari tegangan yang diukur, maka nilai awal tersebut diturunkan. Dengan jalan ini, bit-bit selanjutnya dibandingkan dengan nilai yang lebih rendah. ADC jenis ini membutuhkan waktu konversi untuk konversi untuk 8-12 bit sebesar 10-50 mikrodetik. ADC semacam ini sering digunakan bila dikehendaki kecepatan yang sedang.

Gambar 9. menunjukkan prinsip kerja ADC secara umum.



**Gambar 9. Prinsip Kerja ADC Secara Umum**

ADC secara umum akan bekerja dengan urutan perintah sebagai berikut :

1. Mulai beroperasi dengan *start command* = '1'.

2. Unit kontrol memodifikasi angka biner yang disimpan dalam register, seiring dengan clock.
3. Angka biner dalam register diubah DAC menjadi tegangan analog  $V_C$ .
4. Komparator akan membandingkan  $V_C$  dengan masukan analog  $V_A$ . Selama  $V_C > V_A$  maka keluaran pembanding adalah '0' dan hal tersebut akan menghentikan kerja unit kontrol. Pada saat itu  $V_C$  akan didapat sama dengan atau mendekati harga  $V_A$  dan sebanding dengan harga binernya

#### ***D. Microcontroller***

*Microcontroller* merupakan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elementnya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering juga disebut dengan *single chip microcomputer*.

Salah satu AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) produk Atmel, yaitu ATMega8535. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi di eksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock dan keduanya juga memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced*

*Instruction Set Computer*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama (Lingga Wardhana, 2006).

Oleh karena itu, dalam perancangan ini dipergunakanlah salah satu AVR produksi Atmel, yaitu ATmega8535. selain karena mudah didapatkan dan murah, ATmega8535 juga memiliki fasilitas yang lengkap.

#### 1. Konfigurasi Pin ATmega8535

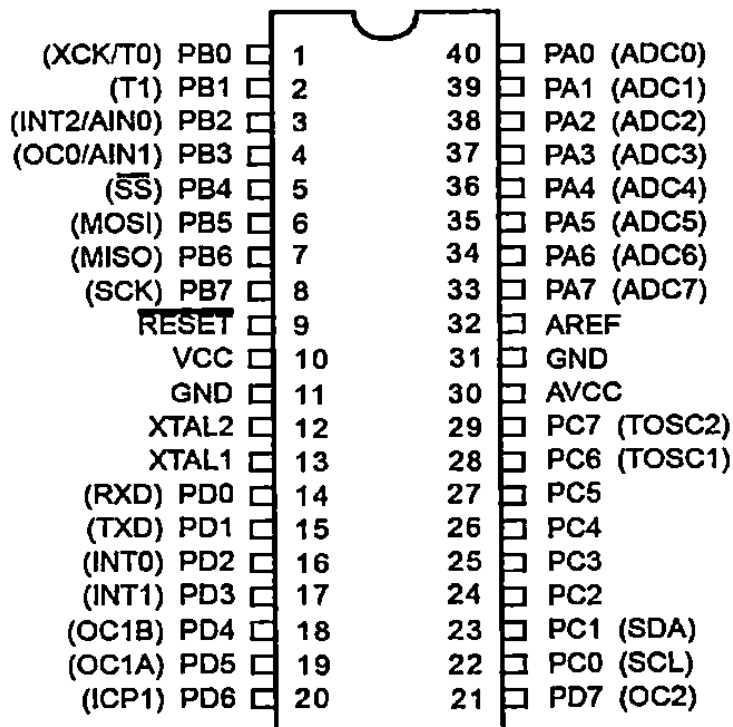
Konfigurasi pin ATmega8535 bisa dilihat pada Gambar 2.10. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin ground
3. Port A (PA0....PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
4. Port B (PB0....PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog, dan SPI.
5. Port C (PC0....PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi



6. Port D (PD0...PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

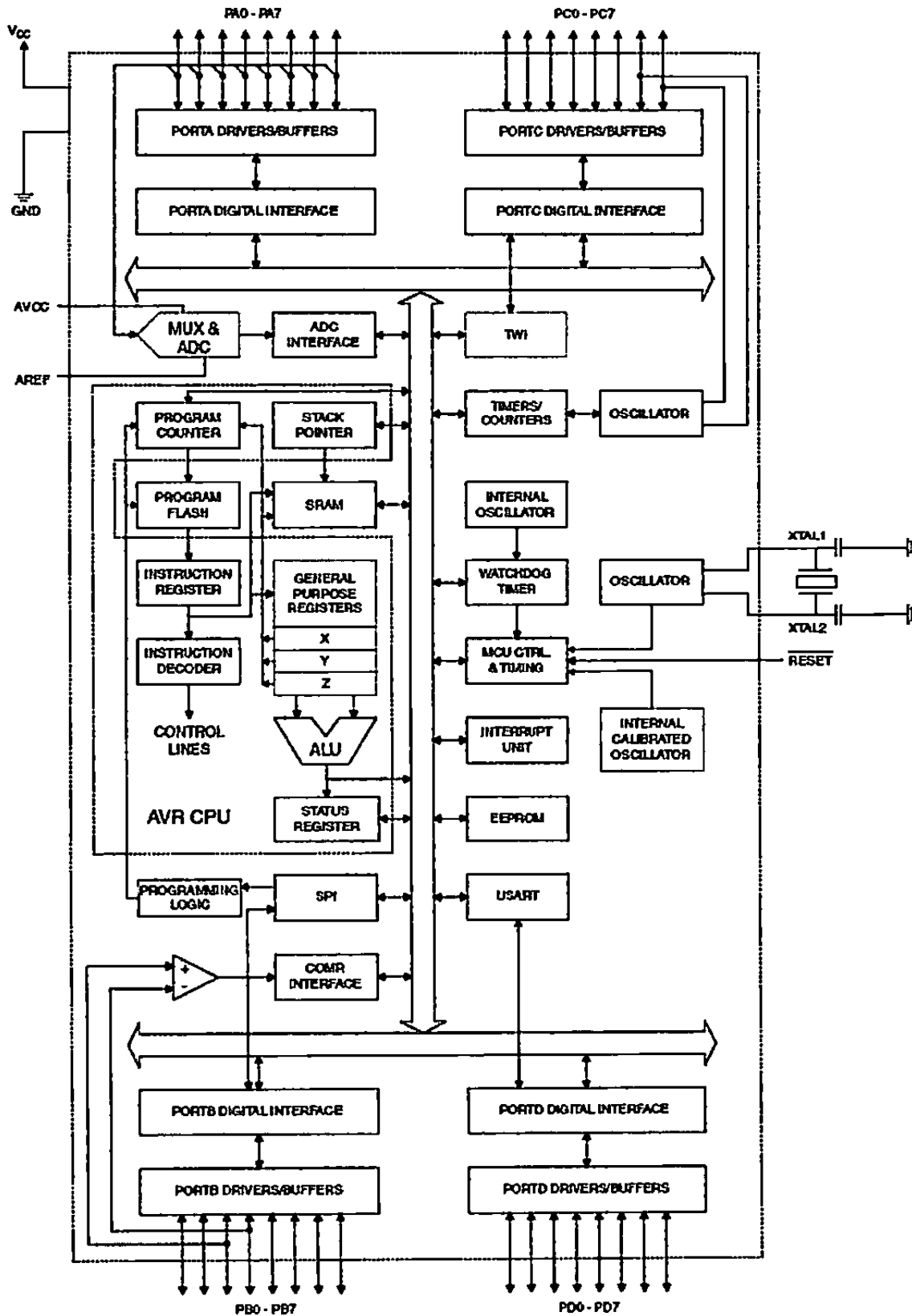
Untuk lebih jelasnya, konfigurasi pin-pin pada ATmega8535 dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 10. Pin ATmega8535



### 3. Arsitektur ATmega8535



Gambar 11. Blok Diagram Fungsional ATmega8535

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antar muka SPI (*Serial Peripheral Interface*).
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat di program saat operasi.
11. Antar muka komparator analog.
12. Port *USART* untuk komunikasi serial.

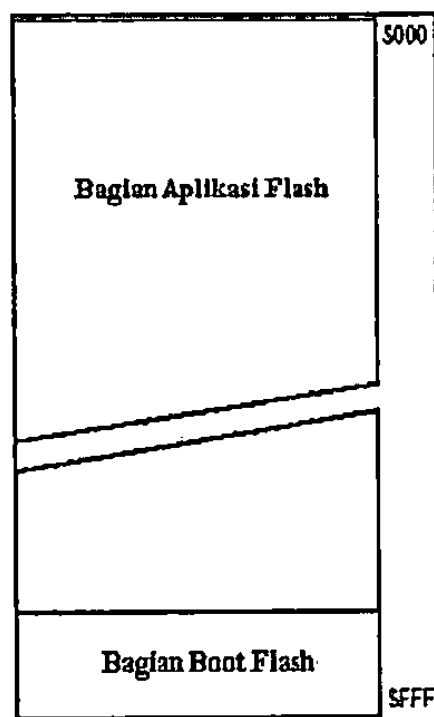
#### 4. Peta Memori

AVR 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 1 *Kbyte* SRAM *Internal*. Register keperluan umum menempati *space* data pada alamat

0x0000 sampai 0x00FF. Sementara itu, register khusus untuk

menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikut, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F.

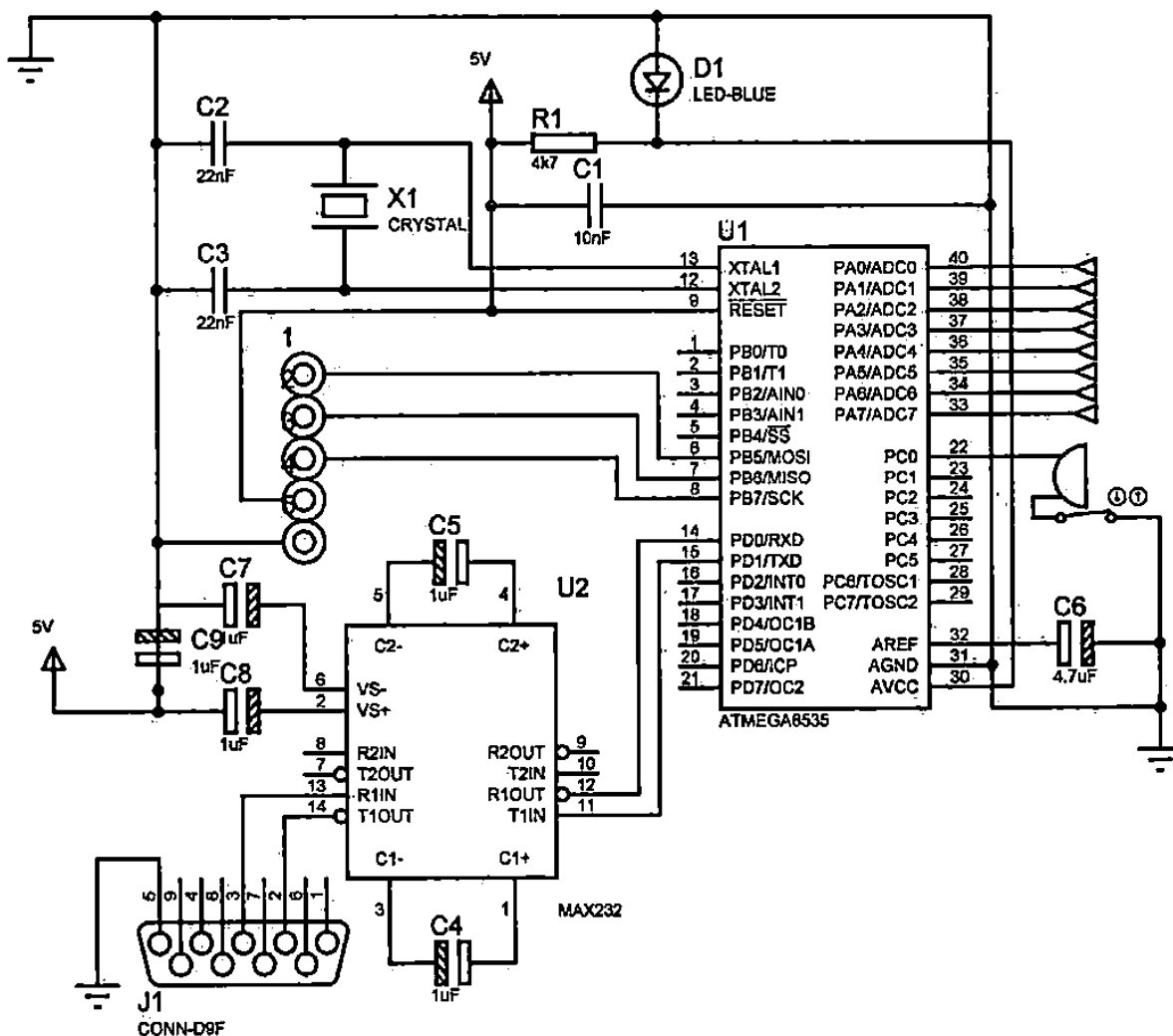
Register tersebut merupakan register khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O dan sebagainya. Memori program yang terletak dalam *Flash PEROM* tersusun dalam *word* atau 2 *byte* karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega16 memiliki 4K *Byte X16-bit Flash PEROM* dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter (PC)* sehingga mampu mengamati isi *Flash*.



Gambar 13. Memori ATmega8535

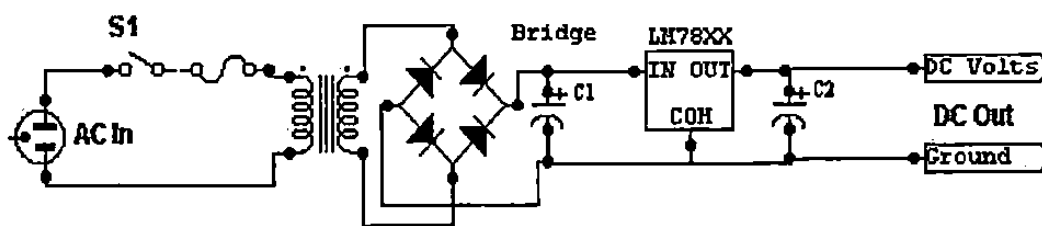
Selain itu, AVR ATmega8535 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 *byte*. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.

Untuk melihat hasil dari program yang dibuat dapat menggunakan berbagai media misalnya LED, motor, LCD dan lain-lain.

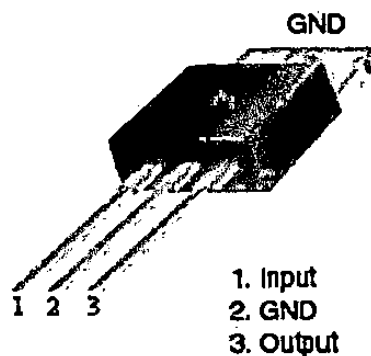


## E. Catu Daya

Catu daya merupakan bagian yang menyediakan daya untuk rangkaian. Pada rangkaian ini digunakan regulator tegangan dengan tujuan untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Regulator tegangan yang digunakan adalah tipe LM78XX yang menghasilkan tegangan positif. Pemasangan LM78XX dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Penerapan Regulator Tegangan Tetap LM78xx



Gambar 15. Bentuk Fisik LM78XX

Kondensator masukan C1 dibutuhkan untuk perata tegangan sedangkan kondensator keluaran C2 memperbaiki tanggapan peralihan.

Detail lebih lanjut mengenai regulator tegangan tipe LM78XX dapat dilihat

**Tabel 5. Karakteristik Regulator Tegangan LM78XX**

<b>Device</b>	<b>Operating Voltage</b>	<b>Temp.</b>
LM7805	7 to 20	0 to 125 °C
LM7806	8 to 20	0 to 125 °C
LM7808	10.5 to 23	0 to 125 °C
LM7809	11.5 to 24	0 to 125 °C
LM7810	12.5 to 25	0 to 125 °C
LM7812	14.5 to 27	0 to 125 °C
LM7815	17.5 to 30	0 to 125 °C
LM7818	20.5 to 33	0 to 125 °C
LM7824	26.5 to 39	0 to 125 °C