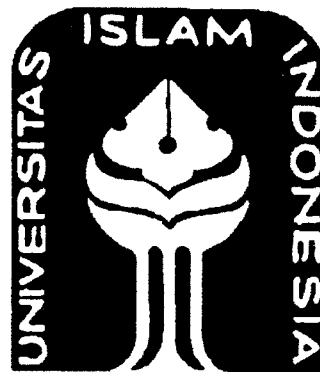


SISTEM ALARM KEBOCORAN GAS LPG DILENGKAPI FASILITAS SMS GATEWAY

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Elektro



Disusun oleh :

Nama : Anjar Pribadi

No.Mahasiswa : 04524042

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**SISTEM ALARM KEBOCORAN GAS LPG DILENGKAPI
FASILITAS SMS GATEWAY**

Tugas Akhir

Oleh :

Nama : Anjar Pribadi

No.Mahasiswa : 04524042

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Indonesia

Yogyakarta, Juli 2011

Tim Penguji

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.

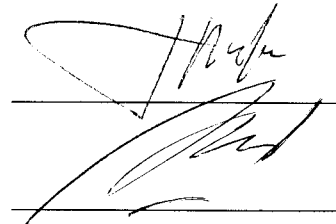
Ketua

Dr Eng Hendra Setiawan ST.,MT.

Anggota I

Dwi Ana Ratnawati, ST., M.Eng.

Anggota II



Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Tito Yuwono, ST., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
SISTEM ALARM KEBOCORAN GAS LPG DILENGKAPI
FASILITAS SMS GATEWAY

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

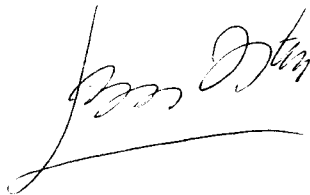
Nama : Anjar Pribadi

No.Mahasiswa : 04524042

Yogyakarta, 2011

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir.Hj Budi Astuti, MT



Wahyudi Budi Pramono, S.T, M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan karya ini untuk:
Orang tua dan keluargaku tercinta
yang telah mencurahkan kasih sayang, do'a dan dukungannya
yang telah mengajarkan keseimbangan dalam diriku
kesungguhan, ketekunan, kesabaran, welas asih dan cara mencintai makhluk
yang menjadikanku merasa bersyukur diantara kelebihan dan kekuranganku
yang tetap membuatku ingat untuk selalu menunduk dihadapan – Nya
Semoga Allah SWT mencatatnya sebagai amal kebajikan.*

MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ وَعَسَى أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا
وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَى أَنْ تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ
وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ﴿٢١٦﴾

Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S. Al Baqarah :216)

وَلَوْ أَنَّ مَا فِي الْأَرْضِ مِنْ شَجَرَةٍ أَقْلَمٌ وَالْبَحْرُ يَمُدُّهُ مِنْ بَعْدِهِ سَبْعَةُ
أَبْحُرٍ مَا نَفِدَتْ كَلِمَاتُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٢٧﴾

Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut, ditambahkan kepadanya tujuh laut sesudahnya, niscaya tidak akan habis-habisnya kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana.

(Q.S. Al Lukman 27)

**SELANGKAH LEBIH MAJU DALAM ILMU AMALIAH
DAN AMAL ILMIAH**

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan program S-1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia. Shalawat dan salam semoga tercurah pada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, dan pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

Merupakan suatu kelegaan ketika akhirnya saya dapat menyelesaikan bagian akhir dari amanah yang panjang ini dengan begitu banyak kemudahan dan kekuatan yang Allah berikan melalui banyak pihak dengan bantuan, dukungan dan do'a. Untuk itulah, saya sangat ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir.Hj Budi Astuti MT dan Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tito Yuwono, ST, M.Sc selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Seluruh Bapak Ibu dosen , staf dan karyawan jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Slamet Rianto, Ibu Sulistiowati, Mbak Nopa, Mbak Dwi dan kakak iparku serta adikku Setia Dani yang telah memberikan do'a serta dukungan, sehingga dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir ini.

5. Citra Mei Suci wanita terindah yang telah menjadi energi tersendiri dalam diriku untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
6. Sahabat-sahabatku(Wakidi kost) dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
7. Rahmat Perwira, Arif, Yudi terimakasih banyak buat semuanya, semoga selalu diberi kemudahan dan rizkinya lancar. Amien.
8. Puguh Jatmiko Krisnaji, Asep Juliyansyah, Yanuar Hendyanto, Ikhsan Maulana, Muhamad Hafizh, Handi Alaina, Muhamad Azra'i Bin Bahrum, Aulia Candra, Aan, Muhamad Wahyudi dan teman2 lainnya yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terimakasih banyak kawan atas semua fasilitas-fasilitas yang telah kalian semua berikan. Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian, dilapangkan rizkinya. Amin.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan dan masih jauh dari idealisme seorang peneliti maupun karya ilmiah. Untuk itulah saya meminta maaf yang setulus-tulusnya dan menunggu masukan yang berguna untuk perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi para pembacanya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Jogjakarta, Juni 2011

Anjar Pribadi

ABSTRAK

Konversi dari minyak tanah ke tabung gas menjadi salah satu kebijakan pemerintah dalam menanggulangi krisis bahan bakar. Ledakan mengakibatkan kebakaran sehingga menimbulkan kerugian harta benda bahkan adanya korban nyawa sehingga membuat masyarakat menjadi merasa tidak aman untuk menggunakannya. Alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang dilengkapi dengan alarm dan SMS ini dapat mendeteksi kebocoran dari tabung gas LPG dengan jarak maksimal 2 meter dalam waktu 1 menit baik di ruangan terbuka maupun tertutup dengan dimensi 2 X 3 meter. Apabila terdeteksi maka alat mampu membunyikan alarm dan mengirimkan SMS ke *user*.

Sistem ini menggunakan sensor LPG TGS 2610, mikrokontroler ATmega 8535, *Display LCD*, *HP*, *buzzer* dan beberapa komponen pendukung yang lain. Alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang dilengkapi dengan alarm dan SMS ini diharapkan dapat menjadi alternatif bagi masyarakat untuk menjadi peringatan dini apabila terdapat kebocoran pada tabung gas sehingga dapat diantisipasi lebih dini.

Dalam peletakan sensor gas, jarak sangatlah berpengaruh terhadap kemampuan sensor gas untuk dapat mendeteksi kebocoran gas. Waktu yang diperlukan sensor agar dapat mendeteksi kebocoran gas akan lebih lama apabila jarak peletakan sensor dari sumber kebocoran gas yang diperkirakan semakin jauh. Sirkulasi udara dalam ruangan juga berpengaruh terhadap sensor gas dalam mendeteksi adanya kebocoran gas LPG. Semakin baik sirkulasi udara dalam ruangan maka semakin lama sensor gas untuk dapat mendeteksi gas apabila terjadi kebocoran gas LPG dalam ruangan tersebut.

Kata kunci (*keyword*): Sensor LPG TGS 2610. Mikrokontroler ATmega 8535

Display LCD, HP, buzzer

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii	
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii	
MOTTO	iv	
KATA PENGANTAR	v	
ABSTRAK	vii	
DAFTAR ISI	viii	
DAFTAR TABEL	xi	
DAFTAR GAMBAR	xii	
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang Masalah	1
1.2	Maksud dan Tujuan	1
1.3	Batasan Masalah	2
1.4	Metodologi Pengerjaan	2
1.5	Sistematika Penulisan Laporan.....	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Sensor Gas LPG	4
2.2	Mikrokontroler Atmega 8535.....	5
2.2.1	Peta Memory	8
2.2.2	Status Register	9
2.2.3	General Purpose Register	11
2.2.4	Stack Pointer.....	12
2.2.5	Timer dan Counter.....	12
2.3	SMS (<i>Short Message Service</i>).....	22
2.3.1	PDU Untuk Kirim SMS.....	23
2.4	Komunikasi Serial	28

2.4.1	Karakteristik Port Serial	29
2.4.2	Interface RS 232.....	31
2.5	Komunikasi Mikrokontroler dan HP.....	31
2.6	Driver Relay	32
2.7	Transistor.....	33
2.8	Penampil LCD 16 x 2.....	33

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1	Perangkat Keras.....	35
3.1.1	Mikrokontroler	36
3.1.2	Sensor Gas LPG TGS 2610.....	38
3.1.3	Penampil LCD 16 x 2.....	39
3.1.4	Rangkain Driver Relay.....	40
3.1.5	Komunikasi Mikrokontroler dan HP Terminal	41
3.1.6	Catu Daya.....	43
3.2	Perancangan Perangkat Lunak	44
3.2.1	Prosedur Penanganan Sistem	44
3.2.2	Perancangan Pesan SMS	44
3.2.3	Konversi pesan ke PDU	45

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Alat	47
4.1.1	Pengujian Terhadap Catu Daya.....	47
4.1.2	Pengujian Terhadap Sensor TGS 2610	49
4.1.3	Pengujian Terhadap Driver	50
4.1.4	Pengujian Koneksi HP	52
4.1.5	Pengujian Kinerja Sistem Secara Keseluruhan	54

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran-saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konfigurasi Bit WGM01 dan WGM00	14
Tabel 2.2	Konfigurasi BitCOM 01 dan COM 00 non PWM	14
Tabel 2.4	Konfigurasi BitCOM 01 dan COM 00 Fast PWM	14
Tabel 2.5	Konfigurasi BitCOM 01 dan COM 00 Phase Correct PWM.....	15
Tabel 2.6	Konfigurasi Bit Clock Select	15
Tabel 2.7	Konfigurasi Bit compare Output Mode non PWM.....	17
Tabel 2.8	Konfigurasi Bit compare Output Mode fast PWM.....	17
Tabel 2.9	Konfigurasi Bit compare Output Mode Phase Correct.....	17
Tabel 2.10	Konfigurasi Bit Clock Select	18
Tabel 2.11	Konfigurasi Bit Clock Select	19
Tabel 2.12	Konfigurasi Bit WGM 21 dan WGM 20.....	20
Tabel 2.13	Konfigurasi BitCOM 21 dan COM 20 Non PWM.....	21
Tabel 2.14	Konfigurasi BitCOM 21 dan COM 20 Fast PWM	21
Tabel 2.15	Konfigurasi BitCOM 21 dan COM 20 Phase Correct PWM.....	21
Tabel 2.16	SMS center operator GSM	24
Tabel 2.17	Waktu Validitas	26
Tabel 2.18	Fungsi Pin Konektor DB -9	30
Tabel 3.1	Fungsi PIN LCD 16 x 2	39
Tabel 3.2	Konversi pesan ke PDU	45
Tabel 4.1	Hasil Pengamatan Catu Daya.....	48
Tabel 4.2	Hasil pengamatan sensor gas TGS 2610	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Sensor Gas LPG	4
Gambar 2.2 Skema System Elektronik Sensor Gas LPG	4
Gambar 2.3 Grafik Perbandingan Rs/Ro Sensor Gas TGS 2610.....	5
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Atmega 8535.....	7
Gambar 2.5 Konfigurasi Memori Data AVR ATMEGA 8535.....	8
Gambar 2.6 Memori Program AVR ATMEGA 8535.....	9
Gambar 2.7 Status Register ATMEGA 8535.....	9
Gambar 2.8 Ke – 32 Register General Purpose	11
Gambar 2.9 Register X Y Z	12
Gambar 2.10 Register TCCRIA.....	16
Gambar 2.11 Register TCCRIB.....	18
Gambar 2.12 Register TCCR2.....	20
Gambar 2.13 Konektor Serial DB-9.....	30
Gambar 2.14 Kabel Serial RS 232.....	30
Gambar 2.15 Kabel Data Siemens C35.....	32
Gambar 2.16 Simbol Relay	33
Gambar 2.18 LCD 16 x 2	34
Gambar 3.1 Diagram Blok Perangkat Keras Sistem Utama.....	35
Gambar 3.2 Sistem Minimum Mikrokontroler ATMEGA 8535	36
Gambar 3.3 Sensor TGS 2610.....	38
Gambar 3.4 Konfigurasi Mikrokontroler dan LCD	40
Gambar 3.5 Rangkain Driver Buzzer.....	40
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Rellay	41
Gambar 3.7 Konsep Konverster RS 232.....	42
Gambar 3.8 Konfigurasi Max 232.....	42
Gambar 3.9 Rangkaian Power Supply.....	43
Gambar 3.10 Flow Chart Program.....	46

Gambar 4.1 Rencana Pengujian Catu Daya	47
Gambar 4.2 Rencana Pengujian Sensor TGS 2610.....	49
Gambar 4.3 Rencana Pengujian Driver.....	51
Gambar 4.4 Tampilan Hyperterminal.....	52
Gambar 4.5 Konfigurasi Hyper Terminal.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebakaran yang disebabkan oleh meledaknya selang tabung gas LPG kini sering terjadi. Media masa banyak melansir informasi adanya ledakan tabung gas LPG. Ledakan mengakibatkan kebakaran sehingga menimbulkan kerugian harta benda bahkan adanya korban nyawa.

Dengan adanya kejadian ledakan-ledakan gas ini maka perlu adanya sebuah rekayasa teknologi yang mampu meminimalkan resiko adanya ledakan dengan mendeteksi lebih dini, jika terjadi kebocoran gas LPG. Rekayasa dilakukan dengan menggunakan pengupayaan teknologi di bidang elektronik, seperti teknologi sensor, mikroprosesor serta teknologi komunikasi.

Dengan latar belakang diperlukannya detektor gas sehingga mampu mereduksi bahaya ledakan gas LPG, maka dalam tugas akhir ini mengajukan gagasan sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dengan dilengkapi alarm dan SMS peringatan.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah merancang dan membuat sistem deteksi kebocoran gas LPG yang dilengkapi dengan fasilitas sms gateway.

1.3. Batasan Masalah

Agar cakupan dari tugas akhir ini tidak terlalu melebar, maka penulis membatasi dalam beberapa batasan masalah antara lain;

1. Merancang dan mengimplementasikan alarm detektor kebocoran gas LPG dengan sensor gas TGS 2610.
2. Merancang dan mengimplementasikan algoritma sistem alarm dengan menggunakan SMS *gateway*.
3. Menganalisa kinerja dari sistem alarm detektor kebocoran gas LPG.

1.4. Metodologi Pengerjaan

Metode pengerjaan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Mengumpulkan semua data dari berbagai sumber referensi seperti buku, jurnal, diklat maupun sumber-sumber yang lain yang berkaitan dalam pembuatan alat ini.

2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Yaitu merencanakan dan membuat alat sesuai dengan yang direncanakan dan menentukan komponen-komponen yang diperlukan dalam penyusunan tuga akhir ini.

3. Pengujian dan Analisa

Yaitu melakukan pengujian dan analisa alat yang telah dibuat.

1.5. Sistematika Penulisan Laporan

Laporan tugas akhir ini, disusun dan dikelompokkan menjadi:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, permasalahan, maksud dan tujuan, ruang lingkup masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi dasar teori tentang perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berisi uraian mengenai perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dari keseluruhan sistem.

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi data-data pengamatan pengujian pada bagian-bagian tertentu dari keseluruhan rangkaian, serta pembahasan atau analisa data hasil pengujian, dengan melakukan perbandingan terhadap teori yang mendukung.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan secara teori maupun praktek, dan saran-saran yang dianggap perlu diperhatikan sehubungan dengan pembuatan alat tersebut.

BAB II

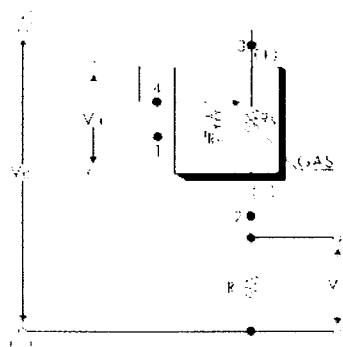
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor gas LPG

Sensor gas LPG adalah sensor yang mampu mendeteksi keberadaan gas LPG di udara. Salah satu seri sensor yang dapat mendeteksi gas LPG adalah sensor TGS2610. Sensor ini memiliki prinsip kerja, terjadi perubahan resistansi internal sensor saat sensor mendeteksi adanya konsentrasi gas LPG di udara. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk fisik dari sensor gas TGS2610. Gambar 2.2 menunjukkan skema perkawatan dari sensor TGS2610.

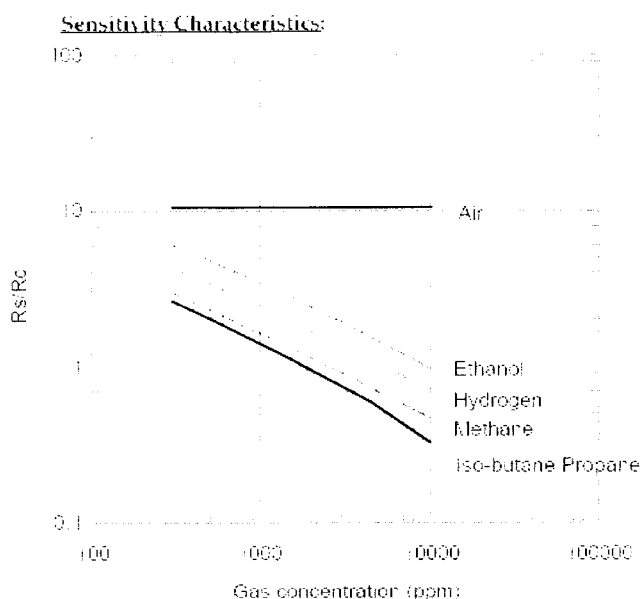


Gambar 2.1 Bentuk fisik sensor gas LPG



Gambar 2.2 Skema system elektronik sensor gas LPG

Sensor Gas TGS2610 ini sensitive terhadap gas propane dan butane dan sangat ideal untuk aplikasi monitoring gas LPG. Sensor TGS2610 ini memiliki konsumsi daya yang rendah dan sudah dilengkapi dengan *heater* sebagai pemanas saat proses pembacaan konsentrasi gas. Sensor TGS2610 ini memiliki *sensor resistance ratio* atau perbandingan dari resistansi R_s/R_o yang akan berubah berdasarkan konsentrasi gas yang masuk ke permukaan sensor. Gambar 2.3 adalah tabel perbandingan R_s/R_o pada gas butane



Gambar 2.3 Grafik perbandingan R_s/R_o sensor gas TGS2610

2.2. Mikrokontroler Atmega8535

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus klock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal dan eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. AVR

juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Atmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, Atmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Beberapa keistimewaan dari AVR Atmega8535 antara lain:

1. *Advanced RISC Architecture*

- *131 Powerful Instructions, Most Single Clock Cycle Execution*
- *32 x 8 General Purpose Fully Static Operation*
- *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*
- *On-chip 2-cycle Multiplier*

2. *Nonvolatile Program and Data Memories*

- *8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash*
- *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
- *512 Bytes EEPROM*
- *1KBytes Internal SRAM*
- *Programming Lock for Software Security*

3. *Peripheral Features*

- *Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes*
- *Two 16-bit Timer/Counters with Separate Prescalers, Compare Modes, and Capture Modes*
- *Real Time Counter with Separate Oscillator*

- Six PWM Channels
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator

4. Special Microcontroller Features

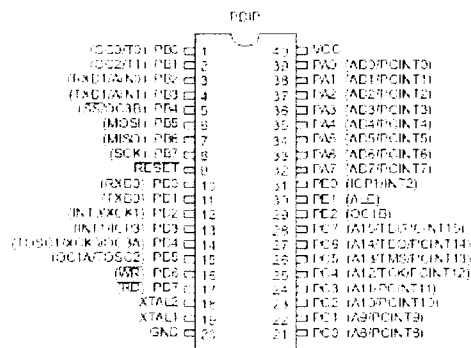
- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated RC Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby

5. I/O and Package

- 32 Programmable I/O Lines
- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF

6. Operating Voltages

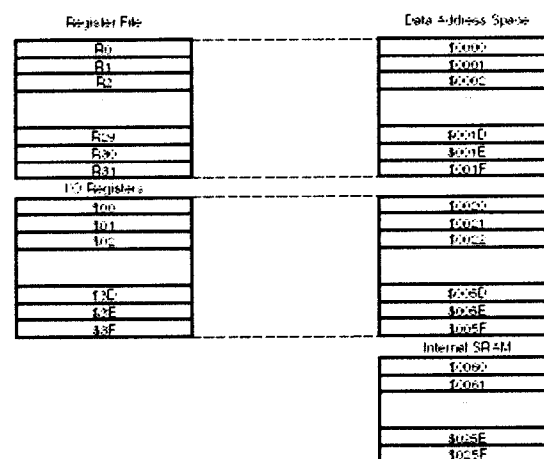
- 2.7 - 5.5V for Atmega8535L
- 4.5 - 5.5V for Atmega16



Gambar 2.4 Konfigurasi pin Atmega8535

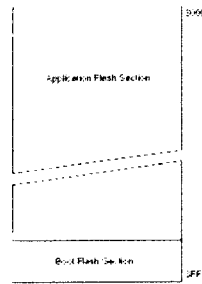
2.2.1. Peta Memory

Register keperluan umum (*general purpose*) 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 hingga \$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. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Konfigurasi memori data AVR ATmega8535

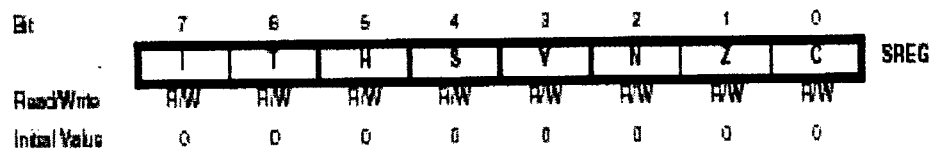
Memori program yang terletak dalam *Flash* PEROM tersusun dalam *word* atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega8535 memiliki 4Kbyte 16-bit *Flash* PEROM dengan alamat mulai dari \$0000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi *Flash*. Konfigurasi memori program ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Memori program AVR ATmega8535

2.2.2. Status register

Register Status adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian inti CPU mikrokontroler. Gambar 2.7 menunjukkan register SREG.



Gambar 2.7 Status register ATmega8535

- Bit 7-1: *Global Interrupt Enable*

Bit harus diset untuk meng-*enable* interupsi. Setelah itu, dapat mengaktifkan interupsi yang akan digunakan dengan cara meng-*enable* bit kontrol register yang bersangkutan secara individu. Bit akan di-*clear* apabila terjadi suatu interupsi yang dipicu oleh *hardware*, dan bit tidak akan mengijinkan terjadinya interupsi, serta akan diset kembali oleh instruksi TERI.

- Bit 6-T: *Bit Copy Storage*

Instruksi BLD dan BST menggunakan bit-T sebagai sebuah 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 ke suatu bit dalam register GPR menggunakan instruksi BLD.

- Bit 5-H: *Half Carry Flag*

- Bit 4-S: *Sign Bit*

Bit-S merupakan hasil operasi EOR antara *flag-N* (negatif) dan *flag V* (komplemen dua *overflow*).

- Bit 3-V: *Two's Complement Overflow Flag*

Bit ini berguna untuk mendukung operasi aritmetika.

- Bit 2-N: *Negative Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan bilangan negatif, maka *flag-N* akan diset.

- Bit 1-Z: *Zero Flag*

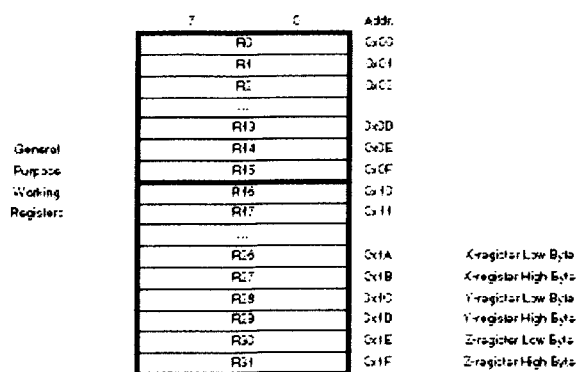
Bit ini akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

- Bit 0-C : *Carry Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan carry, maka bit akan diset.

2.2.3 General purpose register

Register file ini dioptimalkan untuk AVR meningkatkan RISC *instruction set*, agar memperoleh *performance* dan *flexibility*. Gambar 2.8 menunjukkan register general purpose

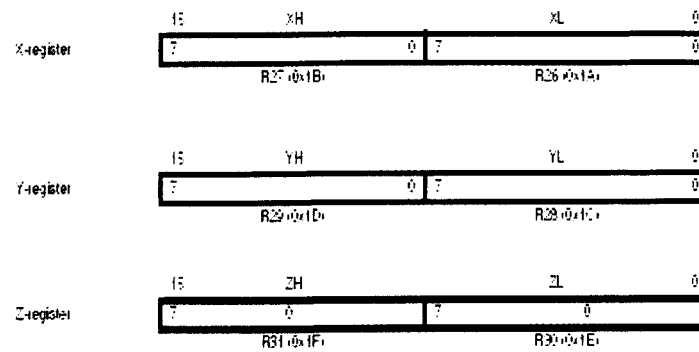


Gambar 2.8 Ke-32 Register *general purpose*

Banyak operasi instruksi-instruksi pada *Register File* mempunyai akses langsung ke semua register. Dan banyak instruksi-instruksi yang merupakan instruksi *single cycle*.

Pada gambar diatas, setiap register di berikan alamat memori data dan memetakan alamat-alamat memori data tersebut secara langsung ke dalam 32 lokasi pada bagian User Data. Walaupun tidak secara fisis diimplementasikan sebagai lokasi SRAM, pengorganisasian memori ini memberikan tingkat *flexibility* yang tinggi dalam mengakses register-register tersebut seperti pada register *pointer* X-, Y-, Z- dapat diset untuk menunjuk satu atau beberapa register di *register file*.

Register 26 sampai dengan 31 mempunyai beberapa fungsi tambahan Register-register ini adalah register 16-bit sedang alamat register-register ini untuk pengalamatan tidak langsung pada *data space*. Tiga register *indirect addres*, yaitu X,Y, dan Z diperlihatkan gambar dibawah ini. Gambar 2.9 menunjukkan register X,Y,Z.



Gambar 2.9 Register X-, Y- dan Z-

2.2.4 Stack Pointer

Stack pointer merupakan suatu bagian dari AVR yang berguna untuk menyimpan data sementara, variabel lokal, dan alamat kembali dari suatu interupsi ataupun subrutin. *Stack pointer* diwujudkan sebagai dua unit register yaitu SPH dan SPL. Saat awal maka SPH dan SPL akan bernilai 0, sehingga perlu diinisialisasi terlebih dahulu jika diperlukan.

2.2.5 Timer dan Counter

AVR ATmega8535 memiliki tiga buah *timer*, yaitu *Timer/Counter 0* (8 bit), *Timer/Counter 1* (16 bit), dan *Timer/Counter 2* (8 bit).

a. Timer/Counter0

Timer/Counter 0 adalah 8-bit *Timer/Counter* yang multifungsi. Deskripsi untuk *Timer/Counter 0* pada Atmega8535 adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai *Counter* 1 kanal.
- 2) *Timer* di-nol-kan saat *match compare (auto reload)*.
- 3) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 4) *Frekuensi generator*.

- 5) *Prescaler* 10 bit untuk *timer*.
- 6) Intrupsi *timer* yang disebabkan *timer overflow* dan *match compare*.

Pengaturan *Timer/Counter* 0 diatur oleh TCCR0 (*Timer/Counter control Register 0*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Register TCCR0

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7 – FOC0: *Force Output Compare*.
- Bit 6,3 – WGM0:WGM00: *Waveform generation Unit*.

Bit ini mengontrol kenaikan isi *counter*, sumber nilai maksimum *counter*, dan tipe jenis *timer/counter* yang dihasilkan, yaitu mode normal, *clear timer*, mode *compare match*, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*). Tabel 2.2 berikut adalah *setting* pada bit ini untuk menghasilkan mode tertentu:

Tabel 2.2 Konfigurasi Bit WGM01 dan WGM00

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	FWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BC/TTCM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

- Bit 5, 4 – COM01:COM00: *Compare Match Output Mode*

Bit ini mengontrol pin OC0 (*Output Compare pin*). Apabila kedua bit ini nol atau *clear* maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa tetapi bila

salah satu bit set. Maka fungsi pin ini tergantung pada setting bit pada WGM00 dan WGM01. Berikut Tabel 2.3 sampai dengan Tabel 2.6 adalah tabel *setting* bit ini sesuai *setting* bit pada WGM00 dan WGM01

Tabel 2.3 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode non PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Toggle OC0 on Compare Match
1	0	Clear OC0 on Compare Match
1	1	Set OC0 on Compare Match

Tabel 2.4 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode Fast PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match, set OC0 at TOP
1	1	Set OC0 on Compare Match, clear OC0 at TOP

Tabel 2.5 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode Phase Correct PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match when up-counting. Set OC0 on Compare Match when down-counting.
1	1	Set OC0 on Compare Match when up-counting. Clear OC0 on Compare Match when down-counting.

- Bit 2, 1, 0 – CS02; CS01, CS00: *Clock Selec*