

UNIVERSITAS INDONESIA

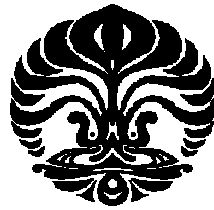
**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI
SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN LPG
RUMAH TANGGA**

SKRIPSI

ARIF NURHIDAYAT

NPM. 06 06 07 37 64

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI
SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN LPG
RUMAH TANGGA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

ARIF NURHIDAYAT

NPM. 06 06 07 37 64

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JUNI 2010**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGEMBANGAN DAN EVALUASI SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN LPG RUMAH TANGGA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 13 Juni 2010

(Arif Nurhidayat)
06 06 07 376 4

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Arif Nurhidayat
NPM : 0606073764
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi :

PENGEMBANGAN DAN EVALUASI SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN LPG RUMAH TANGGA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Kalamullah Ramli, M. Eng. ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo, M. Sc. ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Riri Fitri Sari, M. Sc., MM. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penulisan skripsi ini penulis bersyukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya dan penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

Prof. Dr. -Ing. Kalamullah Ramli, M. Eng.

selaku dosen pembimbing dalam skripsi ini, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, diskusi, bimbingan, serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Serta tidak lupa kepada:

1. Kedua orangtua saya, yaitu Bpk. Sukriyono dan Ibu. Sri Sudaryati, terima kasih atas doa, kasih sayang, serta dukungannya. Juga kepada kedua saudari saya yang selalu memotivasi saya untuk tidak menyerah.
2. Teman-teman Tim Robot UI yang telah memberikan banyak masukan dan pengetahuan kepada penulis dan Putri Wulandari atas bantuan, doa, dan semangat yang pernah diberikan.
3. Teman-teman di lingkungan rumahku, yaitu Tomy Wicaksono, Satrio Pratomo, dan Karina Mancanagara, terima kasih untuk doa serta perhatian kalian.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro, teman-teman Warkom, teman-teman RTC, dan lainnya yang tidak mungkin dapat ditulis semuanya oleh penulis, terima kasih buat semuanya.

Depok, 13 Juni 2010

Penulis,

Arif Nurhidayat

06 06 07 376 4

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arif Nurhidayat
NPM : 0606073764
Program studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI
SISTEM PERINGATAN DINI KEBOCORAN LPG RUMAH TANGGA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemegang Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 13 Juni 2010
Yang menyatakan

Arif Nurhidayat

ABSTRAK

Nama : Arif Nurhidayat
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Pengembangan dan Evaluasi Sistem Peringatan Dini LPG
Rumah Tangga

Sistem detektor *LPG* dirancang untuk mengantisipasi efek negatif *LPG* sebagai bahan bakar. *LPG* (*Liquefied Petroleum Gas*) adalah bahan bakar yang terdiri dari butana, propana, isobutana, dan zat pembau. Bahan bakar ini mempunyai efek negatif, yaitu apabila menguap di udara akan membentuk lapisan yang bersifat mudah terbakar. Hal ini sangat berbahaya apabila terjadi penumpukan. Sistem detektor *LPG* dibuat dengan menggunakan sensor gas MQ5 yang dihubungkan ke mikrokontroler. Keluarannya berupa tegangan analog yang mengindikasikan keberadaan timbunan *LPG* di udara. Apabila sensor MQ5 mendeteksi adanya timbunan *LPG*, maka mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke modem *GSM* untuk mengirimkan *SMS* kepada pengguna.

Kata kunci:
kebocoran, *LPG*, butana, propana, isobutana, mikrokontroler, modem *GSM*, sensor MQ5.

ABSTRACT

Name : Arif Nurhidayat
Study Program : Electrical Engineering
Title : The Development and Evaluation of Early Warning System for LPG Leakage at Home Environment.

LPG detector system is designed to anticipate negative effect of LPG fuel. LPG (Liquefied Petroleum Gas) consists of butane, propane, isobutane, and odor element. This combustible gas has negative effect in that if vaporize, they will form combustible gas layers due to condensation. So it becomes dangerous if they accumulate in the closed space. This LPG detector system will be composed of MQ5 gas sensor interfaced with microcontroller. The output of the sensor is analog voltage that indicates the existence of accumulated LPG in the air. If LPG sensor detects the existence of accumulated LPG, the microcontroller notifies GSM modem to inform user by sending SMS.

Key Words:

Leakage, LPG, butane, propane, isobutane, microcontroller, GSM modem, MQ5 sensor.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR PERSAMAAN	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 LANDASAN TEORI	3
2.1 Pengertian Umum Mikrokontroler	3
2.2 Mikrokontroler AVR seri ATmega	3
2.2.1 ALU (<i>Arithmetic Logic Unit</i>).....	4
2.2.2 Program Memory	4
2.2.3 Program Counter	4
2.2.4 General Purpose Register (GPR)	5
2.2.5 Static Random Access Memory (SRAM)	5
2.2.6 Internal Pheripheral.....	5
2.2.6.1 Analog to Digital Converter (ADC)	5
2.2.6.2 USART.....	6
2.3 Sensor LPG MQ5	7
2.3.1 Cara Kerja Sensor MQ5.....	8
2.3.1 Karakteristik Sensor MQ5.....	8
2.4 Sensor Suhu dan Kelembaban Sensirion SHT10	11
2.4.1 Kondisi Pengoperasian SHT10	12
2.4.1 Performa Sensor SHT10	12
2.5 Teknologi SMS Sebagai Early Warning System	13
2.5.1 AT-Command untuk SMS.....	15
2.5.2 PDU SMS	15

2.6	Wavecom Fastrack M1206B	16
2.7	Kalibrasi Sensor Gas	16
2.7.1	Zero Reading	17
2.7.2	Span Reading	17
2.7	Sifat LPG	18
BAB 3	METODOLOGI PERANCANGAN SISTEM DETEKTOR LPG.....	19
3.1	Umum	19
3.2	Perlengkapan yang Digunakan.....	19
3.3	Perancangan Diagram Blok	19
3.3.1	Sensor MQ5	20
3.3.2	Distribusi Daya	21
3.3.3	Rangkaian Sistem Minimum ATmega32	22
3.3.4	Interfacing Sensor SHT10	23
3.3.5	LCD.....	23
3.3.6	Interfacing Wavecom Fastrack 1206B Dengan Mikrokontroler.....	24
3.4	Algoritma SMS	25
3.5	Algoritma Sistem.....	27
3.6	Kalibrasi Sensor MQ5	28
BAB 4	ANALISA.....	30
4.1	Pengukuran Zero Reading	30
4.2	Pengukuran Span Reading	34
4.3	Analisa Hasil Pengukuran.....	37
4.4	Uji Fungsionalitas Sistem	39
4.4.1	Distribusi Daya 5 V.....	39
4.4.2	Sistem Minium Atmega32	39
4.4.3	Modul SHT10	40
4.4.4	Rangkaian Pengendali LCD	40
4.4.5	Wavecom Fastrack 1206B.....	40
4.4.6	Sensor LPG MQ5	41
4.4.7	Uji Fungsionalitas Sistem Keseluruhan	41
BAB 5	KESIMPULAN	42
	DAFTAR ACUAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok Mikrokontroler keluarga AVR	6
Gambar 2.2	Struktur MQ5	7
Gambar 2.3	Karakteristik Sensitivitas MQ5	8
Gambar 2.4	Karakteristik Sensitivitas Sensor Terhadap Humiditas dan Temperatur	10
Gambar 2.5	Sensor Suhu dan Humiditas SHT1X	12
Gambar 2.6	Rentang Kerja Sensor SHT1X	12
Gambar 2.7	Nilai Toleransi Maksimal Sensor SHT1X	13
Gambar 2.8	Alur Pengiriman <i>SMS</i> Pada <i>GSM</i>	14
Gambar 2.9	Wavecom Fastrack 1206B	16
Gambar 3.1	Diagram Blok Perancangan Alat	19
Gambar 3.2	Gambar Rangkaian MQ5	20
Gambar 3.3	Rangkaian Distribusi Daya	22
Gambar 3.4	Sistem Minimum Atmega32	22
Gambar 3.5	Diagram Blok Komunikasi I^2C	23
Gambar 3.6	Rangkaian Pengendali <i>LCD</i>	24
Gambar 3.7	<i>Schematic Diagram</i> RS232	24
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Sistem	27
Gambar 3.9	Container Tertutup	28
Gambar 3.10	Injektor	28
Gambar 4.1	Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap Resistansi MQ5 (tanpa <i>LPG</i>)	31
Gambar 4.2	Pengaruh Humiditas Terhadap Konstanta persamaan (2.2)	32
Gambar 4.3	Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap R_o (Udara Bebas)	33
Gambar 4.4	Grafik R_s/R_o vs konsentrasi <i>LPG</i> (<i>ppm</i>) pada kelima percobaan	34
Gambar 4.5	Grafik Rata-rata R_s/R_o vs Konsentrasi <i>LPG</i>	35
Gambar 4.6	Grafik Rata-rata R_s/R_o vs Konsentrasi <i>LPG</i> (5 Persamaan)	36

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Hubungan R_s dengan R_o	9
Persamaan 2.2	Gradien Kemiringan Persamaan 2.1	9
Persamaan 2.3	Gradien Kemiringan Persamaan 2.1 Untuk LPG Pada Gambar 2.3	9
Persamaan 2.4	Nilai A Pada Persamaan 2.1 Untuk LPG Pada Gambar 2.3	9
Persamaan 2.5	Persamaan Garis Log-Log Untuk LPG Pada Gambar 2.3	9
Persamaan 2.6	Garis Lurus	10
Persamaan 2.7	Gradien Garis Lurus	10
Persamaan 2.8	Gradien Garis Lurus Pada RH 85%	10
Persamaan 2.9	Karakteristik MQ5 Pada RH 85%	10
Persamaan 2.10	Karakteristik MQ5 Pada RH 33%	11
Persamaan 2.11	Pengaruh R_s/R_o Terhadap Humiditas dan Suhu	11
Persamaan 4.1	Garis Lurus	31
Persamaan 4.2	Garis Lurus Dengan Gradien -3.44	31
Persamaan 4.3	Nilai b Untuk RH 74%	32
Persamaan 4.4	Nilai b Untuk RH 75%	32
Persamaan 4.5	Nilai b Untuk RH 77%	32
Persamaan 4.6	Hubungan Humiditas Dengan Konstanta Persamaan 4.2	32
Persamaan 4.7	Hubungan Antara R_s Dengan Humiditas dan Suhu	33
Persamaan 4.8	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG	35
Persamaan 4.9	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG Pada $R_s/R_o < 0.074$	35
Persamaan 4.10	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG Pada $0.074 < R_s/R_o < 0.10$	35
Persamaan 4.11	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG Pada $0.10 < R_s/R_o < 0.16$	36

Persamaan 4.12	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG Pada $0.16 < R_s/R_o < 0.33$	36
Persamaan 4.13	<i>Trendline</i> R_s/R_o VS Konsentrasi LPG Pada $R_s/R_o > 0.33$	36
Persamaan 4.14	Konsentrasi LPG terhadap R_s/R_o , Humiditas, dan Suhu	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi MQ5.....	21
Tabel 3.2	Penjelasan <i>Octet PDU SMS</i>	25
Tabel 3.3	Konversi <i>Septet</i> Menjadi <i>Octet</i>	26
Tabel 3.4	Kadar <i>LPG</i> Terhadap Volume <i>LPG</i> yang Disuntik	29
Tabel 4.1	Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap Resistansi MQ5 (tanpa <i>LPG</i>).....	30
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Detektor Gas	37

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan semakin menipisnya persediaan minyak di bumi ini, pemerintah menetapkan konversi bahan bakar rumah tangga dari minyak tanah ke *LPG*. Perlahan-lahan, penggunaan *LPG* ini mulai menggantikan peranan aktif minyak tanah sebagai bahan bakar di rumah tangga, industri, maupun transportasi.

LPG (Liquefied petroleum gas) adalah bahan bakar yang terdiri dari senyawa hidrokarbon yang dikenal sebagai butana, propana, isobutana, atau campuran butana dan propana, yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah dan bensin. Bahan bakar dengan wujud gas ini mempunyai efek negatif, yaitu apabila menguap di udara bebas akan membentuk lapisan dikarenakan kondensasi. Lapisan yang terbentuk ini bersifat mudah terbakar, sehingga sangat berbahaya apabila terjadi penumpukan di dalam ruangan tertutup dan berpotensi menimbulkan percikan api seperti dapur. Untuk menanggulangi bahaya tersebut, biasanya *LPG* yang diedarkan di pasaran dilengkapi oleh zat odor berupa *ethyl mercaptanei* yang berbau menyengat seperti petai.

Meskipun sudah dilengkapi oleh zat odor yang berbau menyengat, pengguna seringkali tidak berhati-hati dan kurang waspada dalam menggunakan bahan bakar *LPG* sebagai bahan bakar rumah tangga. Hal ini mengakibatkan sering terjadinya kebakaran yang diakibatkan oleh kebocoran *LPG* yang digunakan untuk bahan bakar kompor gas.

Untuk itu, berdasarkan latar belakang masalah tersebut perlu dilakukan suatu penanganan khusus, guna mencegah kerugian yang ditimbulkan oleh bahan bakar *LPG* tersebut. Pada skripsi ini, penulis merancang suatu alat pendeteksi kebocoran gas *LPG* yang bekerja secara *realtime*, mudah digunakan, serta mampu memberi peringatan dini jika terjadi kebocoran *LPG*. Alat yang dirancang merupakan rangkaian elektronika berbasis mikrokontroler yang diantarmukakan dengan sensor gas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari skripsi ini adalah merancang suatu alat berbasis mikrokontroler yang dapat mendeteksi adanya penumpukan gas *LPG*, mengukur kadar *LPG*, dan melakukan peringatan dini akan adanya penumpukan gas *LPG* tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Di dalam skripsi ini, rancangan yang diajukan adalah rancang bangun *hardware* alat. Disain *hardware* yang dimaksud adalah mencakup *prototype hardware*, diagram blok dan beberapa *schematic diagram* dari komponen sistem yang dibangun, serta algoritma sistem.

1.4 Sistematika Penulisan

Pembahasan yang dilakukan pada skripsi ini meliputi lima bab, yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

Bagian ini terdiri dari latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori

Bagian ini berisi akan teori-teori dasar yang digunakan pada perancangan, yaitu mengenai mikrokontroler seri ATmega, sensor gas MQ5, ADC, dan teknik algoritma sistem.

Bab 3 Metodologi Perancangan Detektor *LPG*

Pada bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu diagram blok dari rangkaian, dan algoritma dari kerja alat yang digunakan, serta beberapa *schematic diagram* dari alat detektor gas tersebut.

Bab 4 Analisa

Bagian ini membahas analisa percobaan, serta analisa uji fungsional sistem.

Bab 5 Kesimpulan

Bagian ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dari analisa sistem pada skripsi ini.

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Umum Mikrokontroler

Sebuah mikrokontroler adalah komputer kecil dalam sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang terdiri dari *CPU* sederhana dikombinasikan dengan fitur-fitur pendukung seperti kristal osilator, pewaktuan, *watchdog timer*, serial dan analog *I/O*, dan fitur-fitur pendukung lain. Sebuah mikrokontroler juga dapat dikatakan sebagai sistem yang berdiri sendiri dengan sebuah prosesor, memori, serta *peripheral* yang dapat digunakan dengan sebuah *embeded system* (dengan dilengkapi perangkat lunak) [1].

2.2 Mikrokontroler AVR SERI *ATmega32*

Mikrokontroler seri *ATmega* merupakan salah satu seri mikrokontroler keluarga AVR keluaran Atmel yang paling banyak digunakan. Hal ini dikarena selain harganya terjangkau, mikrokontroler ini juga memiliki fasilitas *onchip memory*. *ATmega32* adalah mikrokontroler *CMOS* 8 bit berdaya rendah, berbasiskan arsitektur *RISC* dari AVR yang telah ditingkatkan. Dengan menjalankan instruksi dalam satu *clock cycle*, *ATmega32* dapat mendekati 1 *MIPS* per *MHz*.

Inti dari AVR mengkombinasikan kumpulan instruksi dengan 32 *general purpose working registers (GPR)*. Semua register secara langsung terkoneksi dengan *Arithmetic Logic Unit (ALU)*, memungkinkan akses dua register bebas dalam sekali instruksi yang dieksekusi dalam satu *clock cycle*. Hasilnya adalah efisiensi hampir sepuluh kali lipat dari mikrokontroler konvensional *CISC*.

ATmega32 mempunyai fitur sebagai berikut: 32K bytes *In-System Programmable Flash Program memory* dengan kemampuan *Read-While-Write*, 1024 bytes *EEPROM*, 2K byte *SRAM*, 32 *general purpose I/O*, 32 *GPR*, sebuah *JTAG interface*, mendukung *On-chip Debugging and programming*, tiga buah *Timer/Counters* yang fleksibel dengan mode pembanding, Internal dan Eksternal Interupsi, sebuah *USART*, sebuah *byte* berorientasi *Two-wire Serial Interface*, dan 10-bit *ADC* 8-channel dengan pilihan tingkatan *input* dengan *gain* yang dapat diatur,

sebuah *programmable Watchdog Timer* dengan *Internal Oscillator*, sebuah *SPI serial port*, dan 6 *software mode selectable power saving*. Mode *Idle* menghentikan *CPU* saat penggunaan *USART*, *Two-wire interface*, *A/D Converter*, *SRAM*, *timer/Counters*, *SPI port*, dan system interupsi untuk melanjutkan proses^[2].

2.2.1 *ALU (Arithmetic Logic Unit)*

ALU (Arithmetic Logic Unit) adalah sebuah rangkaian digital yang melakukan operasi aritmatika dan logika. *ALU* ini melakukan operasi kode program yang ditunjuk oleh *program counter*^[3].

2.2.2 *Program Memory*

Program memory adalah sebuah *Flash PEROM* yang berfungsi sebagai media penyimpanan perangkat lunak yang disimpan dalam bentuk biner. Di dalam program memori ini, kode yang disimpan adalah alamat ruangan data yang disimpan dan datanya^[3].

2.2.3 *Program Counter*

Program counter adalah elemen yang menunjukkan *ALU* alamat kode program yang akan dieksekusi^[3].

2.2.4 *General Purpose Working Register (GPR)*

Adalah register kerja (*R0-R31*) yang mempunyai ruangan 8-bit. *GPR* ini adalah tempat *ALU* mengeksekusi kode-kode program sehingga dapat dikatakan bahwa setiap instruksi *ALU* pasti melibatkan *GPR*. *GPR* terbagi dua, yaitu kelompok atas (*R16-R31*) dan kelompok bawah (*R0-R15*), dimana kelompok bawah tidak bisa digunakan untuk mengakses data secara langsung (hanya dapat digunakan antar register, *SRAM*, atau register *I/O*)^[3].

Kelebihan lain dari *GPR* adalah terdapat register pasangan yang digunakan untuk pointer.

2.2.5 *Static Random Access Memory (SRAM)*

Static RAM adalah *RAM* yang alamatnya bersifat statis atau tidak berubah. Hal ini menyebabkan *SRAM* tidak perlu diperbaharui secara periodik. Meskipun begitu, *SRAM* tetap merupakan memori yang *volatile*, sehingga data yang ada di dalamnya akan hilang jika *SRAM* ini tidak diberi sumber tegangan^[3].

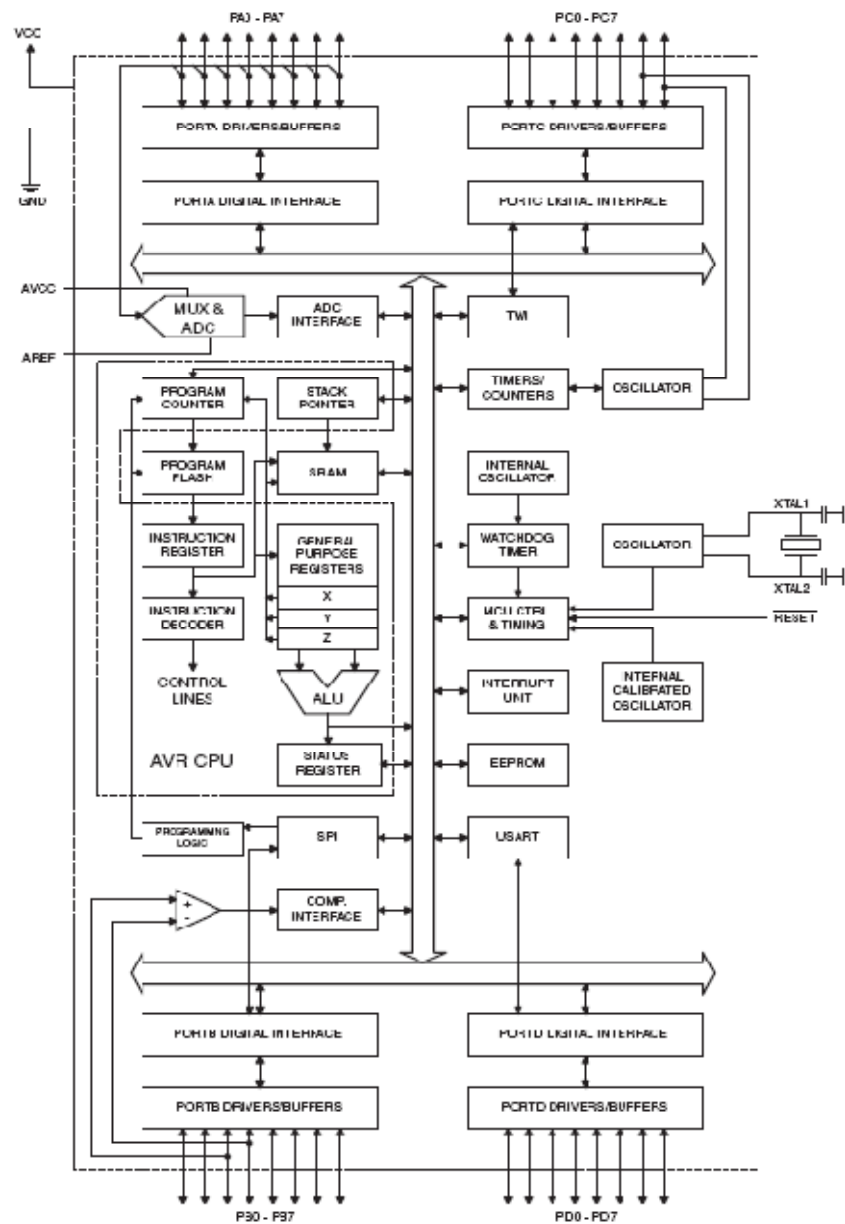
2.2.6 *Internal Pheripheral*

Adalah peralatan atau modul yang internal yang terdapat di dalam mikrokontroler seperti saluran *I/O* (termasuk *ADC*), interupsi eksternal, *timer/counter*, *USART*, *EEPROM*, dan lain-lain. Setiap peralatan internal mempunyai port (register *I/O*) yang mengendalikannya. Kata-kata *port* dan *I/O* di sini bukan hanya pin *input* dan pin *output* tetapi semua peralatan internal yang ada di dalam *chip* di sini disebut *port* atau *I/O* (dengan kata lain di luar *CPU* adalah *I/O* walaupun di dalam *chip*)^[3].

2.2.6.1 *Analog to Digital Converter (ADC)*

Analog to digital converter (ADC) adalah sebuah divais yang mengubah sinyal kontinyu ke sinyal diskrit. Pengubahan sinyal kontinyu ke sinyal diskrit ini dilakukan dengan cara mengambil sampel pada setiap rentang waktu yang ditentukan. Setelah diambil sampelnya, kemudian nilai dari sampel ini dikodekan kedalam beberapa bit tertentu tergantung dari resolusi *ADC* yang digunakan.

Salah satu kelebihan dari mikrokontroler keluarga AVR adalah terdapatnya *ADC* internal. *ADC* adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal-sinyal digital. *ADC* ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpankan ke suatu sistem minimum. Jenis *ADC* yang terdapat pada bawaan mikrokontroler keluarga AVR mempunyai resolusi sampai dengan 10 bit^[3].



Gambar 2.1 Diagram Blok Mikrokontroler keluarga AVR^[3]

2.2.6.2 USART

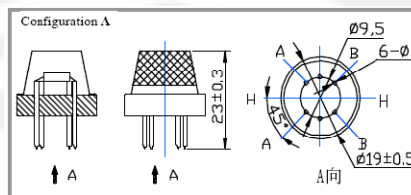
Universal Serial Asynchronous Receiver Transmitter (USART) adalah rangkaian elektronika yang digunakan sebagai *port serial*. Rangkaian ini mengubah paralel *bytes* dari *CPU* ke dalam bit-bit serial yang digunakan untuk transmisi dan juga sebaliknya. Rangkaian ini menghasilkan bit-bit penanda awal dan akhir dari

transmisi yang terpasang pada setiap karakter serta melucutinya .

Pada mikrokontroler keluarga *ATmega*, terdapat *USART* internal yang dapat bekerja dsengan dua mode operasi, yaitu mode operasi sinkron dan mode operasi asinkron. Sinkron berarti *clock* yang digunakan antara *transmitter* dan *receiver* satu sumber *clock*, sedangkan asinkron berarti masing-masing mempunyai sumber *clock* sendiri^[3].

2.3 Sensor gas *LPG* MQ5

Sensor gas MQ5 merupakan salah satu sensor utama dalam penelitian ini. Sensor ini merupakan sebuah sensor kimia atau sensor gas. Sensor ini mempunyai nilai resistansi R_s yang akan berubah bila terkena gas yang mewakili gas LP di udara yaitu gas metana dan propana. Sensor *LPG* MQ5 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap dua jenis gas tersebut. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas gas tersebut di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat gas *LPG* di udara. Dan ketika sensor mendeteksi keberadaan gas tersebut, maka resistensi elektrik sensor tesebut akan menurun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh output sensor akan semakin besar. Selain itu, sensor juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar agar sensor dapat bekerja kembali secara efektif. secara umum bentuk dari sensor gas *LPG* MQ5 dapat dilihat dari Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Struktur MQ5^[4]

2.3.1 Cara Kerja Sensor MQ5

Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan semikonduktor logam oksida yang terbentuk di atas sebuah substrat alumina pada sebuah *sensing chip* bersama dengan sebuah pemanas yang terintegrasi^[5]. Pada saat keberadaan *LPG* terdeteksi, konduktivitas sensor meningkat tergantung dengan konsentrasi gas di udara. Sebuah rangkaian listrik sederhana dapat mengubah perubahan konduktivitas ke dalam sinyal elektrik.

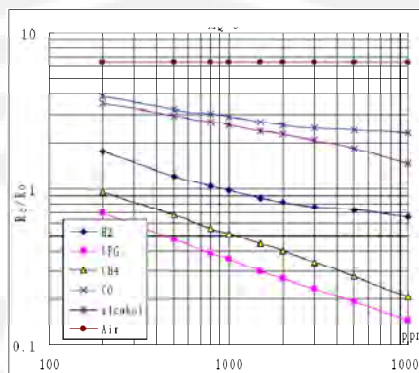
Sensor MQ5 mempunyai sensitivitas tinggi oleh propana dan butana, sehingga sangat cocok untuk memonitor keberadaan *LPG*. Sensor ini juga mempunyai sensitivitas yang rendah terhadap uap alkohol yang biasa terdapat pada interferensi gas sehingga cocok untuk sistem peringatan gas. Dikarenakan *sensing chip* yang dibuat kecil, sensor ini hanya memerlukan arus 56mA untuk sistem pemanas^[4].

2.3.2 Karakteristik Sensitivitas MQ5

Di bawah ini adalah gambar yang merepresentasikan karakteristik sensitivitas dari sensor MQ5 dan karakteristik ketergantungan temperatur dan kelembaban. Sumbu-y diindikasikan sebagai rasio resistansi sensor yang ditentukan seperti Gambar 2.3 berikut:

R_s = Resistansi sensor pada konsentrasi tertentu.

R_o = Resistansi sensor pada 1000 *ppm* H_2 di udara terbuka.



Gambar 2.3 Karakteristik Sensitivitas MQ5^[4]

Dari Gambar 2.3 di atas, dapat diperkirakan hubungan antara resistansi sensor (R_s) dengan resistansi sensor pada saat mengukur H_2 1000 ppm dengan suhu $20^\circ C$ dan $R_L=20 K\Omega$ adalah sesuai dengan Persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$y = Ax^m \quad (2.1)$$

Di mana m adalah gradien (kemiringan) garis Persamaan (2.1) tersebut, sesuai dengan persamaan:

$$m = \frac{\log(y_2)-\log(y_1)}{\log(x_2)-\log(x_1)} \quad (2.2)$$

Dengan sumbu-y adalah R_s/R_o , dan sumbu-x adalah konsentrasi gas dalam satuan ppm. Dari grafik di atas dapat diambil data berupa dua titik dengan titik satu mempunyai koordinat-xy: $y_1 = 0.7$, $x_1 = 200$, dan titik dua: $y_2 = 0.2$, $x_2 = 10000$. Sehingga gradiennya didapatkan dengan mensubstitusikan titik yang di dapat ke Persamaan (2.2), dan menghasilkan:

$$m = \frac{\log(0.15)-\log(0.7)}{\log(10000)-\log(200)} = -0.39377 \quad (2.3)$$

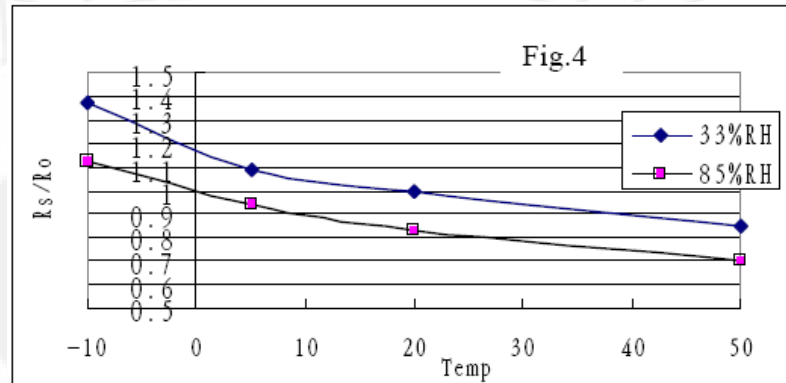
Untuk mencari A, substitusikan data titik y_1 dan x_1 ke Persamaan (2.1), sehingga menghasilkan:

$$0.7 = A200^{-0.39377} \rightarrow A = 5.6387 \quad (2.4)$$

Sehingga persamaannya menjadi:

$$y = 5.6387x^{-0.39377m} \quad (2.5)$$

Untuk menghitung pengaruh suhu dan humiditas terhadap resistansi sensor, maka harus dibuat persamaan garis dari Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4 Karakteristik Sensitivitas Sensor Terhadap Humiditas dan Temperatur^[4]

Dari Gambar 2.4 di atas dapat dilihat bahwa linearisasi dapat dilakukan dari rentang 10°C sampai dengan 50°C, sehingga ini akan menjadi rentang kerja alat ini.

Dari persamaan garis lurus yaitu:

$$y = m(x - x_1) + y_1 \quad (2.6)$$

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (2.7)$$

Penulis dapat memperoleh gradien m dengan mensubstitusikan data pada gambar di atas, yaitu titik (50, 0.7) dan (10, 0.9) ke dalam Persamaan (2.7) menjadi:

$$m = \frac{(0.7 - 0.9)}{(50 - 10)} = -0.005 \quad (2.8)$$

Untuk mendapatkan persamaan karakteristik pada 85% RH, substitusikan titik salah satu titik yaitu (50, 0.7) ke dalam Persamaan (2.6):

$$y = m(x - x_1) + y_1 = -0.005(x - 50) + 0.7 = -0.005x + 0.95 \quad (2.9)$$

Sedangkan untuk 33%RH, substitusikan titik (50, 0.85) ke dalam Persamaan (2.6):

$$y = m(x - x_1) + y_1 = -0.005(x - 50) + 0.85 = -0.05x + 0.9 \quad (2.10)$$

Dilihat dari kedua persamaan di atas, penurunan 52% RH, menghasilkan penurunan konstanta sebesar 0.05. Sehingga Persamaan (2.6) di atas menjadi:

$$y = -0.05x + 0.1 + (z * 0.01) \quad (2.11)$$

Dimana:

y : Nilai R_s/R_o , dimana R_o adalah resistansi sensor saat mengukur H^2 pada 1000ppm pada 33% RH dan 20 °C, R_s adalah Resistansi sensor pada saat itu.

x : Nilai temperatur dalam °C.

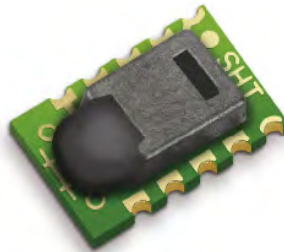
z : Nilai Kelembaban dalam % RH.

2.4 Sensor Suhu dan Kelembaban Senirion SHT10

SHT10 adalah sensor kelembaban udara dan temperatur yang dikemas dalam bentuk mini *SMD*. Sensor ini mengintegrasikan elemen sensor ditambah dengan pemrosesan sinyal dalam satu kemasan kecil dan menyediakan keluaran digital yang sudah terkalibrasi secara penuh. Sebuah sensor kapasitif unik digunakan untuk mengukur kelembaban udara pada saat temperature diukur menggunakan sensor celah pita. Teknologi *CMOSens*® menjamin reabilitas yang baik dan stabilitas yang tahan lama. Kedua sensor dikopeldengan *14bit Analog to Digital Converter* dan sebuah rangkaian serial. Hal ini menghasilkan kualitas sinyal yang superior, respon yang cepat, dan tidak sensitif terhadap gangguan luar. Setiap SHT1x dikalibrasi secara individu di dalam ruangan berkelembaban terukur. Koefisiennya deprogram ke dalam sebuah memori *OTP* pada *chip*. Koefisien ini digunakan untuk mengkalibrasi sinyal secara internal pada sensor.

Keluarga sensor SHT1x dilengkapi dengan serial 2 kabel dan regulasi voltase internal sehingga menghasilkan integritas yang cepat dan mudah. Ukurannya yang

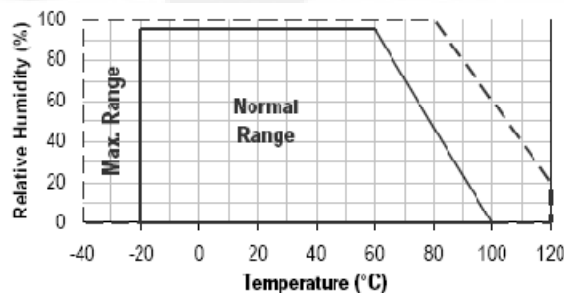
kecil dan dan konsumsi daya yang rendah membuat SHT1x cocok digunakan untuk berbagai aplikasi. Gambar 2.5 di bawah adalah penampang sensor SHT10:



Gambar 2.5 Sensor Suhu dan Humiditas SHT1x^[5]

2.4.1 Kondisi Pengoperasian SHT10

Sensor bekerja secara stabil pada rentang yang direkomendasikan. Penggunaan terus-menerus pada kondisi di luar rentang tersebut, khususnya pada kelembaban lebih besar dari 80% RH, dapat membuat pengukuran melebihi nilai kalibrasi sebesar +3% RH secara sementara setelah 60 jam. Setelah kembali ke rentang normal, sensor akan kembali ke keadaan stabil secara otomatis^[5]. Gambar 2.6 berikut adalah grafik rentang kerja sensor SHT1x berdasarkan suhu dan humiditas

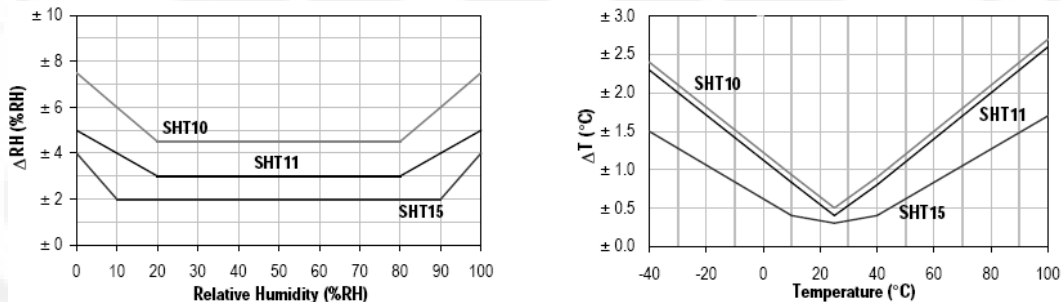


Gambar 2.6 Rentang Kerja Sensor SHT1X^[5]

2.4.2 Performa Sensor SHT10

Sensor SHT10, termasuk dalam keluarga Sensor SHT1X, Sensor ini mengukur kelembaban dan suhu dengan resolusi yang cukup tinggi. Untuk sensor yang digunakan (SHT10), sensor ini mempunyai akurasi $\pm 4.5\%$ dalam pengukuran

kelembaban relatif, pada rentang kelembaban dari 20-80% RH. Di luar rentang tersebut, keakuratan sensor akan berkurang. Sedangkan untuk pengukuran suhu, sensor ini semakin akurat pada saat suhu di sekitarnya mendekati 25° C, dan semakin berkurang keakuratannya seiring menjauhnya suhu lingkungan dari nilai tersebut^[5]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 2.7 sebagai berikut:



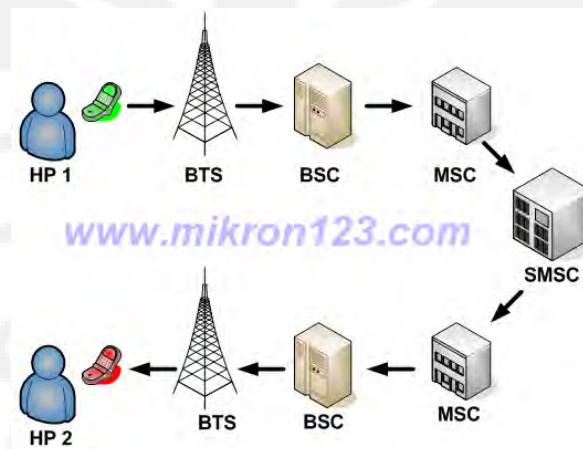
Gambar 2.7 Nilai Toleransi Maksimal Sensor SHT1x^[5]

2.5 Teknologi SMS sebagai *Early Warning System*

Short Message Service (SMS) adalah protokol layanan pertukaran pesan text singkat (sebanyak 160 karakter per pesan) antar telepon. *SMS* ini pada awalnya adalah bagian dari standar teknologi seluler *GSM*, yang kemudian juga tersedia di teknologi *CDMA*, telepon rumah *PSTN*, dan lainnya.

Ketika pengguna mengirim *SMS*, maka pesan dikirim ke *MSC* melalui jaringan seluler yang tersedia yang meliputi tower *BTS* yang sedang menangani komunikasi pengguna, lalu ke *BSC*, kemudian sampai ke *MSC*. *MSC* kemudian melanjutkan lagi *SMS* ke *SMSC* untuk disimpan. *SMSC* kemudian mengecek lewat *Home Location Register (HLR)* untuk mengetahui apakah telepon genggam tujuan sedang aktif dan dimanakah telepon genggam tujuan tersebut. Jika telepon genggam sedang tidak aktif maka pesan tetap disimpan di *SMSC* itu sendiri, menunggu *MSC* memberitahukan bahwa telepon genggam sudah aktif kembali untuk kemudian *SMS* dikirim dengan batas maksimum waktu tunggu yaitu *validity period* dari pesan *SMS* itu sendiri. Jika telepon genggam tujuan aktif maka pesan disampaikan *MSC* lewat jaringan yang sedang menangani penerima (*BSC* dan *BTS*).

Sebenarnya, di dalam kebanyakan telepon genggam dan modem *GSM/CDMA* terdapat suatu *engine* yang dapat diperintah antara lain untuk mengirim suatu pesan *SMS* dengan protokol tertentu. Standar perintah tersebut dikenal sebagai *AT-Command*, sedangkan protokolnya disebut sebagai *PDU (Protokol Data Unit)*. Melalui *AT-Command* dan *PDU* inilah kita dapat membuat komputer/mikrokontroler mengirim atau menerima *SMS* secara otomatis berdasarkan program yang kita buat^[7]. Alur pengiriman *SMS* pada standar teknologi *GSM* adalah seperti pada Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Alur Pengiriman *SMS* pada *GSM*^[6]

Keterangan:

BTS - Base Transceiver Station

BSC - Base Station Controller

MSC - Mobile Switching center

SMSC - Short Message Service Center

2.5.1 *AT-Command* untuk *SMS*

AT-Command adalah perintah yang dapat diberikan kepada *handphone* atau *GSM/CDMA* modem untuk melakukan sesuatu hal, termasuk untuk mengirim dan menerima *SMS*. Dengan memprogram pemberian perintah ini di dalam komputer atau

mikrokontroler maka, perangkat kita dapat melakukan pengiriman atau penerimaan *SMS* secara otomatis untuk mencapai tujuan tertentu. Komputer ataupun mikrokontroler dapat memberikan perintah *AT-Command* melalui hubungan kabel data serial ataupun *bluetooth*.

Antar perangkat telepon genggam dan modem *GSM/CDMA* dapat memiliki *AT-Command* yang berbeda-beda, namun biasanya mirip antara satu perangkat dengan perangkat lain. Untuk dapat mengetahui secara persis maka kita harus mendapatkan dokumentasi teknis dari produsen pembuat telepon genggam atau *GSM/CDMA* modem tersebut^[6].

Contoh dari *AT command* untuk modem Wavecom Fastrack 1206B adalah sebagai berikut:

- Mengirim *SMS*
`AT+CMGS = < nomor tujuan><CR>`
`<isi SMS>`
- Membaca *SMS*
`AT+CMGR = xx` (Dengan xx adalah urutan *SMS* pada inbox)

2.5.2 *PDU SMS*

Ada dua cara mengirim dan menerima *SMS*, yaitu dengan mode teks dan mode *PDU*). Mode teks hanyalah sebuah pengkodean dari bit *stream* yang direpresentasikan oleh mode *PDU*. Alfabet dapat berbeda dan ada beberapa pengkodean alternatif pada saat *SMS* ditampilkan. Pengkodean yang paling umum digunakan adalah "PCCP437", "PCDN", "8859-1", "IRA" dan "GSM". Semuanya diatur oleh *AT-Command* `AT+CSCS`, saat *SMS* ditampilkan pada aplikasi komputer. Apabila *SMS* ditampilkan di perangkat telepon genggam, maka perangkat tersebut yang menentukan pengkodean yang sesuai. Sebuah aplikasi yang memiliki kemampuan untuk membaca *SMS*, dapat menggunakan baik mode teks atau mode *PDU*. Jika mode teks dipilih, maka aplikasi tersebut terbatas pada pilihan pengkodean yang sudah dalam keadaan *default*. Jika menggunakan mode *PDU*, maka jenis pengkodean dapat dipilih dan diaplikasikan^[7].

2.6 Wavecom Fastrack M1206B

Wavecom Fastrack M1206B adalah modem berbasis GSM yang didisain khusus untuk keperluan *GSM control* misalnya *SMS server*. Modem ini mendukung fitur AT-Command dengan komunikasi serial RS-232 *baudrate* 300-115200 bps. Dalam hal pengiriman *SMS*, modem ini mendukung mode text sehingga sangat mudah untuk diintegrasikan ke sistem mikrokontroler. Gambar 1.9 berikut adalah penampang Modem Wavecom Fastrack M1206B dilihat dari atas:



Gambar 2.9 Wavecom Fastrack 1206B

2.7 Kalibrasi Sensor Gas

Gas sensor perlu dikalibrasi dan dicek secara periodik untuk menjaga tingkat akurasi dan integritas sistem. Sebaiknya untuk 30 hari pertama pengoperasian sensor, sensor tersebut harus sering dikalibrasi sehingga adaptasi sensor tersebut terhadap lingkungan yang baru dapat diamati dengan jelas.

Metode untuk kalibrasi sensor harus ditentukan dengan tepat. Syaratnya adalah metode tersebut harus simpel, tidak terlalu mahal, dan mudah dilakukan oleh orang yang bersangkutan. Kalibrasi dalam hal ini adalah pengukuran sederhana, tidak seperti laboratorium yang menyediakan kalibrasi dengan derajat akurasi yang sangat tinggi. Kalibrasi sensor melalui dua tahap, tahap pertama adalah *zero reading*, dan tahap kedua adalah *span reading*^[8].

2.7.1 Zero Reading

Zero reading adalah kalibrasi sensor yang bertujuan agar sensor dapat beradaptasi dengan lingkungan standar kerjanya di mana tidak ada zat tertentu yang dapat mempengaruhi sensor^[9]. Dalam hal ini, tidak ada standar baku dalam kalibrasi *zero reading*, sehingga kalibrasi dapat dilakukan dengan berbagai cara. Beberapa prosedur analitis untuk mengkalibrasi sensor gas adalah metode *EPA*. Metode ini menggunakan nitrogen murni, dan udara segar untuk mengkalibrasi sensor. Sayangnya, cara ini tidak tepat untuk diaplikasikan pada sensor yang bekerja pada ruangan dengan udara yang tidak terkontrol keadaannya.

Untuk menentukan *zero reading*, metode yang baik adalah dengan mengkalibrasi sensor terhadap lingkungan normal di tempat sensor tersebut bekerja. Dalam hal ini, sensor MQ5 bekerja di dalam lingkungan udara normal, maka *zero reading* juga dilakukan pada lingkungan di tempat sensor tersebut bekerja.

2.7.2 Span Reading

Span reading adalah kalibrasi sensor untuk menentukan nilai pada saat sensor tersebut bereaksi oleh rangsangan dari luar yang kadarnya terkendali^[9]. Untuk mencapai akurasi yang baik, secara teori sensor gas harus mendeteksi campuran gas yang merata di lingkungan sekitarnya.

Ada beberapa metode dalam melakukan *span reading*, metode murah yang dapat dilakukan di rumah untuk mengkalibrasi sensor gas adalah dengan metode *pressure formula*. Metode ini tepat digunakan jika kita menginginkan campuran gas tertentu dengan parameter konsentrasi (dalam *ppm*) yang terkendali. Persamaan dari *pressure formula* adalah:

$$C_{ppm} = \{ V_c \cdot 10^6 / (V_c + V_d) \} ppm \quad (2.11)$$

Dimana C_{ppm} adalah konsentrasi gas yang baru, V_c adalah volume gas yang disuntikkan dengan konsentrasi 100%, dan V_d adalah volume *container*.

2.8 Sifat LPG

LPG yang digunakan adalah LPG kemasan tabung dengan berat LPG 12 KG. LPG ini diproduksi oleh Pertamina dengan brand ELPIJI dengan komponen utama gas propana dan butana dengan konsentrasi 99% dan sisa 1% lainnya adalah gas pentana yang dicairkan dan zat pembau *mercaptan*. Perbandingan antara gas propana dan butana adalah 30:70.

ELPIJI mempunyai nilai kalori +21.000 BTU/lb. Berat jenisnya kurang lebih 2.01 kali berat udara. Hal ini membuat LPG sangat berbahaya jika menumpuk di permukaan ruangan tertutup^[9].

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN SISTEM DETEKTOR LPG

3.1 Umum

Pada skripsi ini penulis telah membuat *prototype* sistem detektor LPG dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor gas, untuk memonitor keberadaan kandungan LP Gas di udara terbuka. Ada beberapa tahapan dalam pembuatan alat ini, di antaranya adalah penentuan komponen yang akan digunakan, penentuan diagram blok sistem, dan rancang bangun alat.

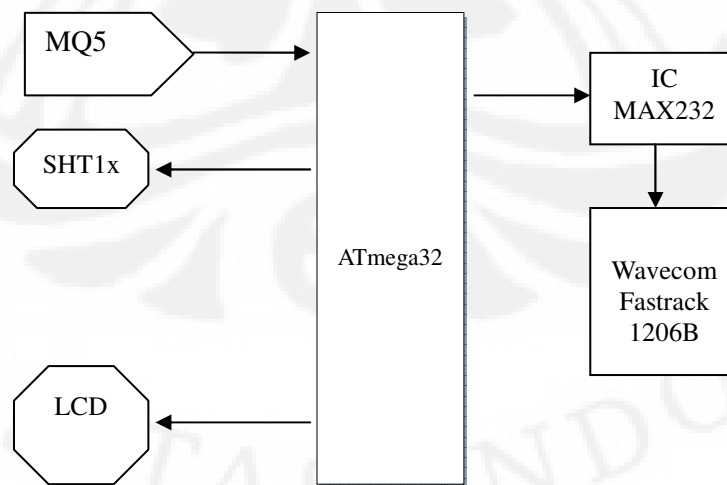
3.2 Perlengkapan yang Digunakan

Perangkat lunak yang digunakan adalah :

- Perangkat lunak *Cadsoft Eagle v5.0* untuk mendisain PCB.
- Perangkat lunak *Microsoft Visio 2003* untuk menggambar *flowchart* sistem.
- Perangkat lunak *Microsoft Office Excel 2007* untuk perhitungan.
- Perangkat lunak *CodeVision AVR* untuk pemrograman mikrokontroler

3.3 Perancangan Diagram Blok

Berikut adalah diagram blok dari alat detektor LPG yang akan dibuat:

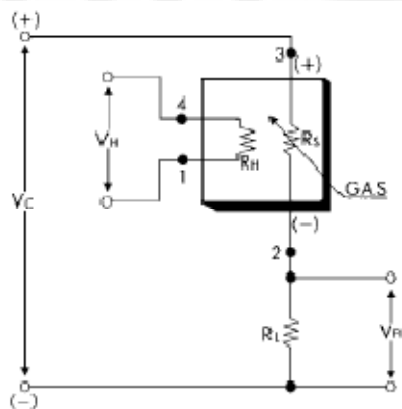


Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan Alat

3.3.1 Sensor MQ5

Sensor ini memerlukan dua input beda tegangan, yaitu beda tegangan pemanas (V_H) dan beda tegangan rangkaian (V_C). Beda tegangan pemanas (V_H) digunakan untuk pemanas yang sudah terintegrasi pada sensor MQ5 untuk menjaga elemen perasa pada temperatur spesifik yang optimal untuk memonitor keberadaan gas.

Beda tegangan rangkaian (V_C) digunakan untuk memungkinkan dilakukannya pengukuran beda tegangan (V_{RL}) di antara beban yang terpasang (R_L) secara seri dengan sensor. Nilai beban yang terpasang harus dipilih untuk mengoptimalkan nilai *alarm threshold*, menjaga daya yang terdisipasi (P_S) dari semikonduktor di bawah batas 15mW. Daya yang terdisipasi (P_S) akan mencapai maksimal saat R_S sama dengan nilai R_L pada paparan gas. Ilustrasi rangkaian sensor MQ5 adalah seperti pada Gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2 Gambar Rangkaian MQ5

Nilai dari daya terdisipasi dapat dihitung dengan Persamaan (3.1) berikut:

$$P_S = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_S} \quad (3.1)$$

Sedangkan untuk Resistansi sensor (R_S) dihitung dengan nilai V_{RL} menggunakan Persamaan (3.2) di bawah ini:

$$R_s = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L \quad (3.2)$$

Setiap parameter baik pada Persamaan (3.1) maupun Persamaan (3.2) mempunyai *range* tertentu, seperti tertera pada Tabel 3.1 di bawah ini:

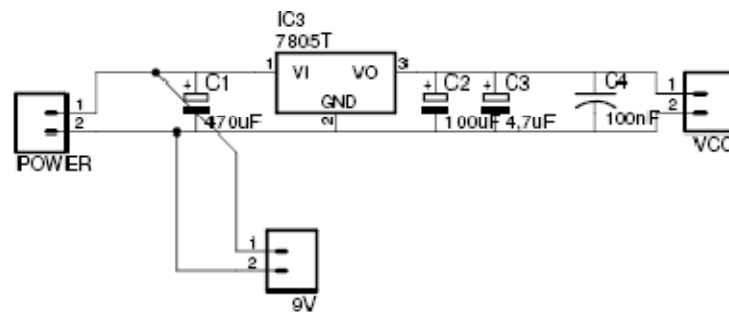
Tabel 3.1 Spesifikasi MQ5

A. Standard work condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _C	Circuit voltage	5V± 0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V± 0.1	AC OR DC
P _L	Load resistance	20KΩ	
R _H	Heater resistance	31 ± 10%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 800mw	
B. Environment condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10 C -50 C	
T _{as}	Storage Tem	-20 C -70 C	
R _H	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	
C. Sensitivity characteristic			
Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R _s	Sensing Resistance	10KΩ - 60KΩ (5000ppm methane)	Detecting concentration scope: 200-10000ppm LPG,LNG Natural gas, iso-butane, propane Town gas
α (5000ppm/1000 ppm CH ₄)	Concentration slope rate	≤ 0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20 C ± 2 C Humidity: 65%± 5%	V _c :5V± 0.1 V _h : 5V± 0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

Sumber: www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/H2.pdf

3.3.2 Distribusi Daya

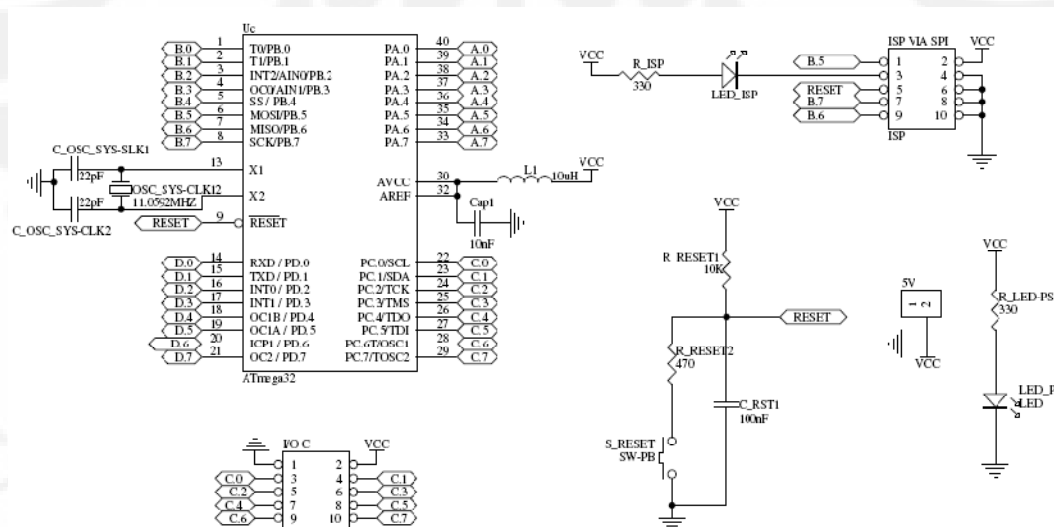
Rangkaian ini digunakan untuk mendistribusikan daya ke peralatan sensor, mikrokontroler, dan RS232. Rangkaian distribusi ini mempunyai keluaran 5 V dan 9 V. Tegangan 5 V digunakan untuk sumber tegangan mikrokontroler, dan sensor. Sedangkan sumber tegangan 9 V digunakan untuk cadangan apabila diperlukan. Gambar 3.3 di bawah ini adalah ilustrasi rangkaian distribusi dayanya:



Gambar 3.3 Rangkaian Distribusi Daya.

3.3.3 Rangkaian Sistem Minimum ATmega32

Rangkaian mikrokontroler ATmega32 ini merupakan sistem kontrol yang mengatur fungsi kerja sistem pengukuran. Dalam penelitian ini, mikrokontroler digunakan sebagai sistem kontrol *input* dan *output* saja. *Input* pada rangkaian sistem kontrol ini dihubungkan dengan sensor secara langsung. Sedangkan *output* dihubungkan dengan piranti tampilan, dalam hal ini *LCD*. Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut ini:



Gambar 3.4 Sistem Minimum Atmega32

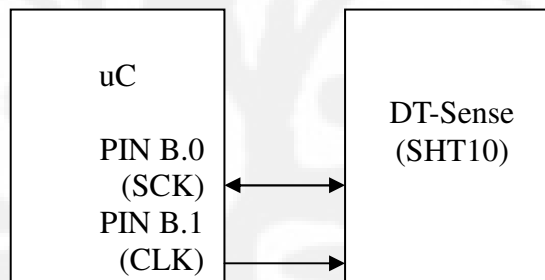
Pada *schematic diagram* di atas, dapat dilihat bahwa sumber daya yang digunakan untuk tegangan referensi ADC (AREF) berasal dari sumber yang sama seperti pada

mikrokontroler. Hal ini dikarenakan sumber tegangan pada sensor MQ5 juga mempunyai nilai 5 V.

Pada mikrokontroler ATmega32 ini, *I/O ADC* terdapat pada *PORT A*, sehingga pada *port* inilah yang akan disambungkan dengan sensor MQ5. *PORT C* dibuat terpisah dikarenakan akan digunakan sebagai keluaran yang tersambung ke *LCD*.

3.3.4 Interfacing Sensor SHT10

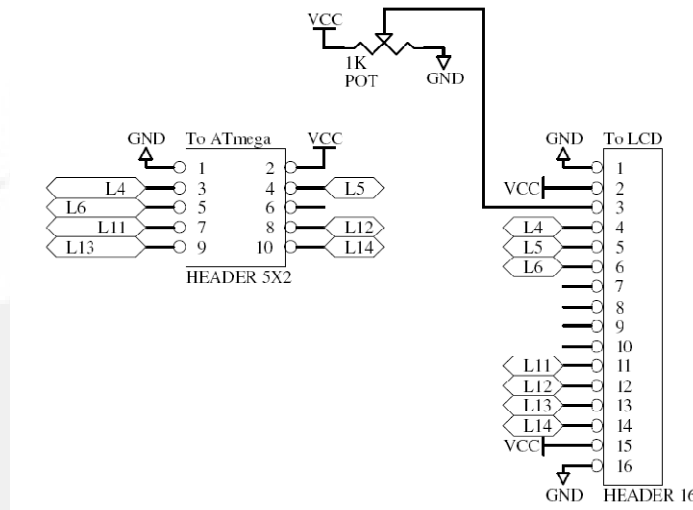
Rangkaian SHT10 ini membutuhkan komunikasi I^2C untuk pengambilan datanya. Pada mikrokontroler AT-Mega32, secara *hardware*, komunikasi serial I^2C terdapat pada *PORT C*. Dengan menggunakan CV-AVR, komunikasi serial I^2C dapat dibuat secara *virtual* sehingga digunakan *PORT B* untuk komunikasi I^2C dikarenakan *PORT C* sudah didisain khusus untuk keperluan *LCD*. Gambar 3.5 di bawah ini adalah diagram blok dari komunikasi I^2C :



Gambar 3.5 Diagram Blok Komunikasi I^2C

3.3.5 Rangkaian Pengendali LCD

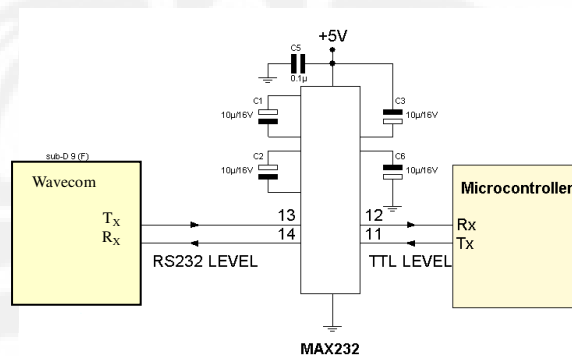
Rangkaian *LCD* ini dimaksudkan agar luminositas dari nyala *LCD* dapat diatur. Hal ini dengan cara mengatur tegangan pada pin 3 *LCD*. Dapat dilihat pada schematic diagram bahwa pada pin 3 *LCD* dihubungkan dengan potensiometer yang terkoneksi langsung dengan sumber tegangan 5 V dan pentanahan. Apabila potensiometer ini diputar, nilai tegangan yang masuk pada pin 3 *LCD* akan bergeser sehingga terang – gelapnya layar akan berubah. Gambar 3.6 di bawah ini adalah ilustrasi rangkaian LCD:



Gambar 3.6 Rangkaian Pengendali LCD

3.3.6 Interfacing Wavecom Fastrack 1206B Dengan Mikrokontroler

Untuk dapat mengirimkan data melalui SMS, mikrokontroler harus dapat mengirimkan perintah secara serial melalui *USART*. Dapat dilihat pada rangkaian sistem minimum ATmega32 terdapat pin *TXD* dan *RXD* pada *PORT D*. Pin ini digunakan untuk komunikasi serial. Agar komunikasi serial dapat berjalan pada mikrokontroler, maka dibutuhkan *IC* khusus yaitu *MAX232*. Gambar 3.7 berikut adalah *schematic diagram* dari *MAX232*:



Gambar 3.7 Schematic Diagram RS232

MAX232 adalah sebuah pengendali atau *receiver* yang terdiri dari *capacitive voltage generator* yang berfungsi untuk mensuplai level tegangan TIA/EIA-232-F dari

suplai 5 V. Keluaran dari IC MAX232 ini kemudian menjadi perantara antara mikrokontroler dengan modem GSM agar mikrokontroler dapat mengirimkan perintah berupa *AT-Command* ke modem GSM.

3.4 Algoritma SMS

Dalam implementasi pengiriman SMS, digunakan mode teks, hal ini dikarenakan terdapat banyak listing program yang harus ditulis ke mikrokontroler, sehingga untuk menghemat *space* program pada mikrokontroler maka digunakanlah mode teks. Secara teori, SMS dikirim dalam protokol unit data tersendiri. Protokol tersebut dikenal dengan SMS PDU yang berisi *string*.

String PDU, tidak hanya mengandung pesan, tetapi juga mengandung banyak informasi lain yang disebut dengan *meta-information*. Informasi ini berisi tentang mengirim, mulai dari nomor SMSC pengirim, waktu pengiriman, dan lain-lain. Informasi ini disimpan dalam bentuk *hexa-decimal octet* atau *decimal semi-octets*.

Contoh di bawah ini menunjukkan bagaimana cara mengirimkan SMS berisi “hi” dari telepon genggam Siemens dengan operator SIMPATI dan nomor tujuan +6281803864113 dengan penjelasan pada Tabel 3.2:

```
AT+CMGC=17
0691261801000011000D91261808834611F3000AA02E834
```

Tabel 3.2 Penjelasan *Octet PDU SMS*

Octets	Keterangan
06	Panjang informasi SMSC (dalam hal ini 6 <i>octets</i>)
91	Menunjukkan bahwa SMSC menggunakan format internasional
26 18 01 00 00	Nomor SMSC
11	Tipe SMS (mengirim)
00	Nomor referensi SMS (otomatis)

0D	Jumlah digit nomor tujuan dalam heksa
91	Jenis penomoran pengirim (internasional)
26 18 08 83 46 11 F3	Nomor tujuan
00	Bentuk <i>SMS</i> (teks)
00	Skema encoding <i>SMS</i> (7 bit)
AA	Validitas pesan (4 hari)
02	Banyak karakter pesan (2 karakter)
E8 34	Isi pesan "hi" dalam bentuk 8bit.

Untuk mengirim data *SMS*, kita harus mengubah skema 7 bit menjadi skema 8 bit, dengan cara menggeser. Pada setiap *octet*, jika jumlah bit kurang dari 8, maka diambil dari bit paling kanan pada *septet* selanjutnya dan digabungkan pada bagian kiri *septet* sebelumnya. Seperti pada Tabel 3.3 dibawah ini, yang menjelaskan proses konversi *septet* menjadi *octet*.

Tabel 3.3 Konversi *Septet* Menjadi *Octet*.

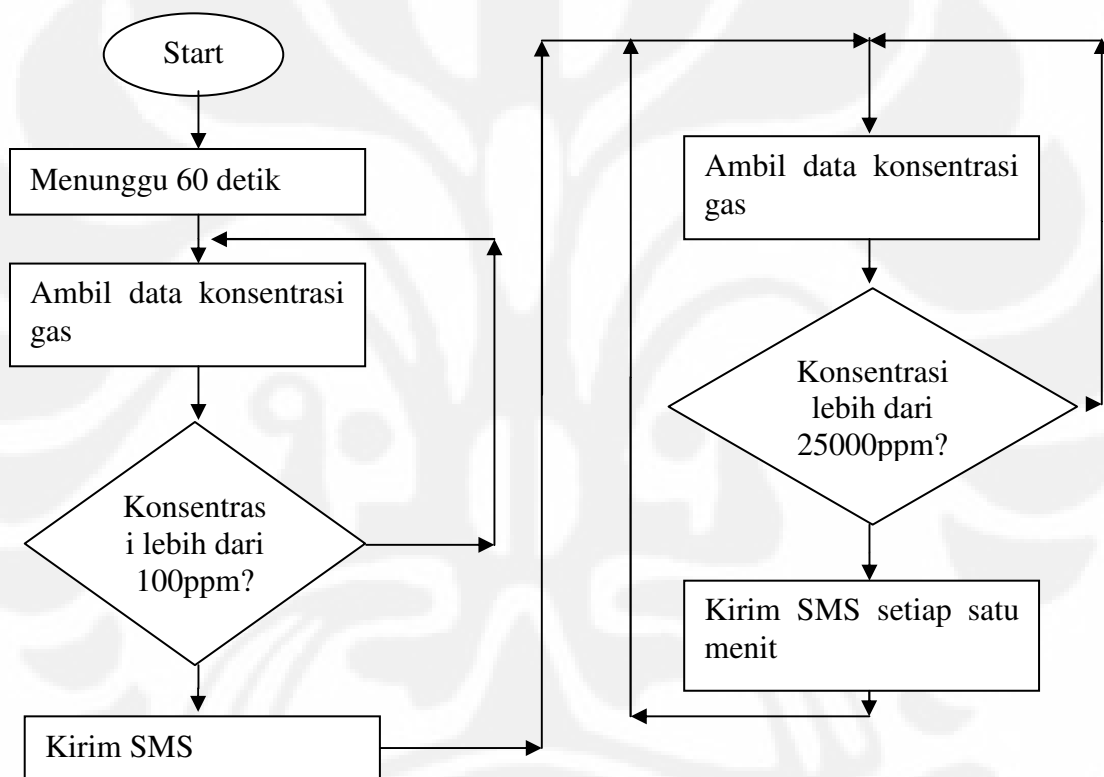
Huruf	7 bit	8 bit	Heksa
h	110 1000	<u>1</u> 110 1000	E8
i	110 1001	0011 0100	34

Untuk mode teks, mikrokontroler hanya harus mengirimkan nomor tujuan yang dituju dan isi pesan. Format pesan yang dikirim oleh mikrokontroler adalah sebagai berikut:

```
AT+CMGS = <nomor yang dituju><CR>
<isi pesan>
```


3.5 Algoritma Sistem

Pada saat sistem menyala, sistem akan menunggu waktu 60 detik sebelum melakukan pengukuran. Hal ini dimaksudkan untuk memberi waktu pemanas sensor MQ5 memanaskan elemennya sampai ke dalam keadaan suhu yang *steady state*. Setelah 60 detik berlalu, maka sistem akan memulai literasi untuk mengecek keadaan *LPG* di sekitarnya, bila sensor tersebut menemukan adanya kebocoran *LPG*, maka sistem akan mengirimkan *SMS* kepada user. Gambar 3.7 berikut adalah *flowchart* sistem:

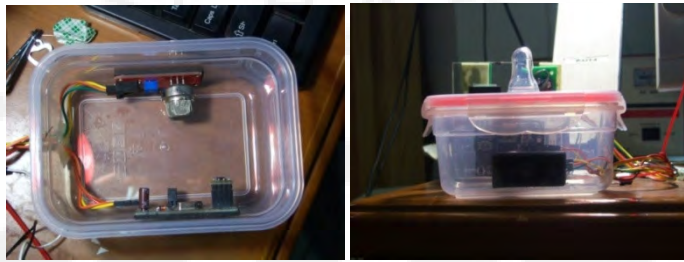


Gambar 3.7 *Flowchart* Sistem

3.6 Kalibrasi Sensor MQ5

Kalibrasi sensor MQ5 dilakukan dengan cara menempatkan sensor di dalam ruangan tertentu dengan volume yang diketahui, kemudian menyuntikkan gas lain sehingga gas tersebut menjadi lebih encer pada konsentrasi yang terkontrol. *Container* tersebut disesuaikan volumenya, yaitu sebesar 0,5L untuk keperluan

perhitungan. Gambar 3.9 di bawah ini adalah container yang digunakan:



Gambar 3.9 Container Tertutup

Container tersebut didisain sedemikian rupa sehingga mempunyai volume sekitar 0.5 L dan seluruh ruangan di bagian bawahnya tertutup. Di atas *container* tersebut diberikan silicon nipple sebagai lubang untuk jarum suntik sehingga gas mudah untuk dimasukkan ke *container*. Injektor *LPG* yang digunakan adalah seperti pada Gambar 3.9 berikut ini:



Gambar 3.9 Injektor

Sesuai dengan Persamaan (2.11) tentang kalibrasi sensor gas *LPG* dan karakteristik sensor gas MQ5, apabila penulis mempunyai *container* dengan volume 0.5 L, maka kadar gas *LPG* tertentu yang digunakan untuk mengkalibrasi MQ5 adalah seperti pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Kadar *LPG* Terhadap Volume *LPG* yang Disuntik

Konsentrasi <i>LPG</i> (ppm)	Volume <i>LPG</i> yang disuntik (cc)
100	0.05
200	0.1
300	0.15
400	0.2
500	0.25
600	0.3
700	0.35
800	0.4
900	0.45
1000	0.5
2000	1
3000	1.5
4000	2
5000	2.5
6000	3
7000	3.5
8000	4
9000	4.5
10000	5
20000	10
30000	15
40000	20
50000	25
60000	30
70000	35
80000	40
90000	45
100000	50

Di mana volume *LPG* adalah *LPG* yang akan disuntikkan dari injektor ke *container*, dan konsentrasi *LPG* adalah kadar *LPG* yang terbentuk di dalam *container*.

BAB 4 ANALISA SISTEM

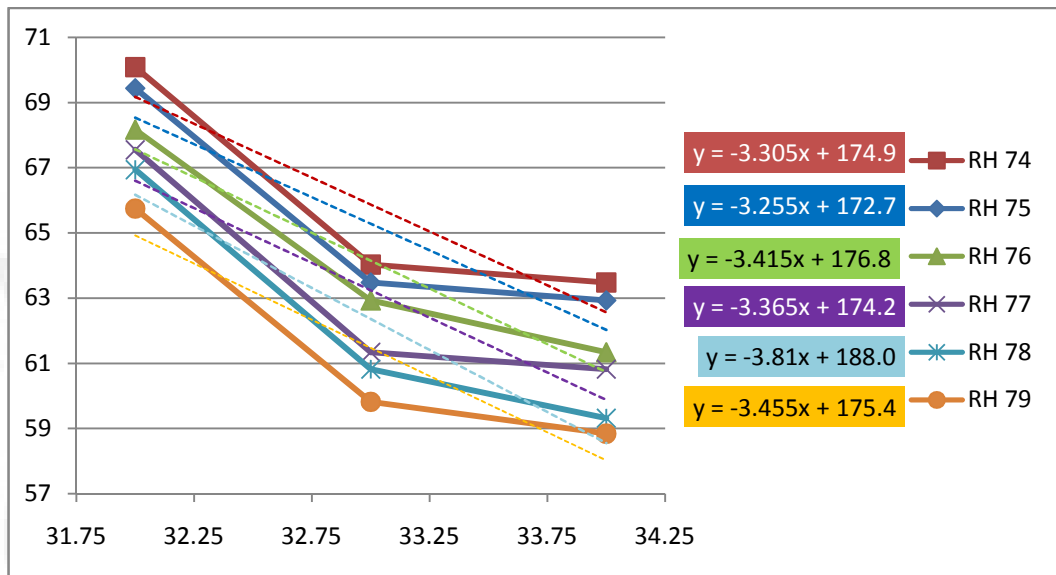
4.1 Pengukuran *Zero Reading*

Zero reading dilakukan untuk mengetahui resistansi sensor pada saat tidak ada *LPG*. Dengan kata lain resistansi di mana sensor tersebut berada pada lingkungan kerjanya. Berikut adalah hasil percobaan *zero reading* dengan suhu sebagai variabel tetap dan humiditas sebagai variabel bebas:

Tabel 4.1 Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap Resistansi MQ5 (tanpa *LPG*)

Suhu (°C)	RH (%)	Rs (KΩ)
32	74	70.09
32	75	69.44
32	76	68.17
32	77	67.55
32	78	66.94
32	79	65.75
33	74	64.03
33	75	63.48
33	76	62.93
33	77	61.34
33	78	60.82
33	79	59.82
34	74	63.48
34	75	62.93
34	76	61.34
34	77	60.82
34	78	59.32
34	79	58.84

Tabel 4.1 di atas memperlihatkan bahwa seiring dengan kenaikan humiditas atau suhu, maka resistansi sensor semakin menurun. Berikut adalah grafik dari tabel tersebut, dengan sumbu-x adalah suhu dan sumbu-y adalah resistansi sensor. Grafik tersebut disusun berdasarkan humiditas yang berbeda-beda.



Gambar 4.1 Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap Resistansi MQ5 (tanpa LPG).

Dari gambar 4.1 di atas, dapat dilihat *trendline* dari laju penurunan resistansi dikarenakan penurunan suhu ataupun humiditas. Grafik tersebut memperlihatkan dengan jelas bahwa grafik cenderung linier dengan persamaan:

$$y = ax + b \quad (4.1)$$

Di mana a adalah gradien garis, x adalah variabel suhu dalam derajat celcius, dan b adalah konstanta humiditas. Dari lima grafik di atas, diambil gradien rata-rata yaitu di sekitar angka -3.44 sehingga persamaan menjadi:

$$y = -3.44x + b \quad (4.2)$$

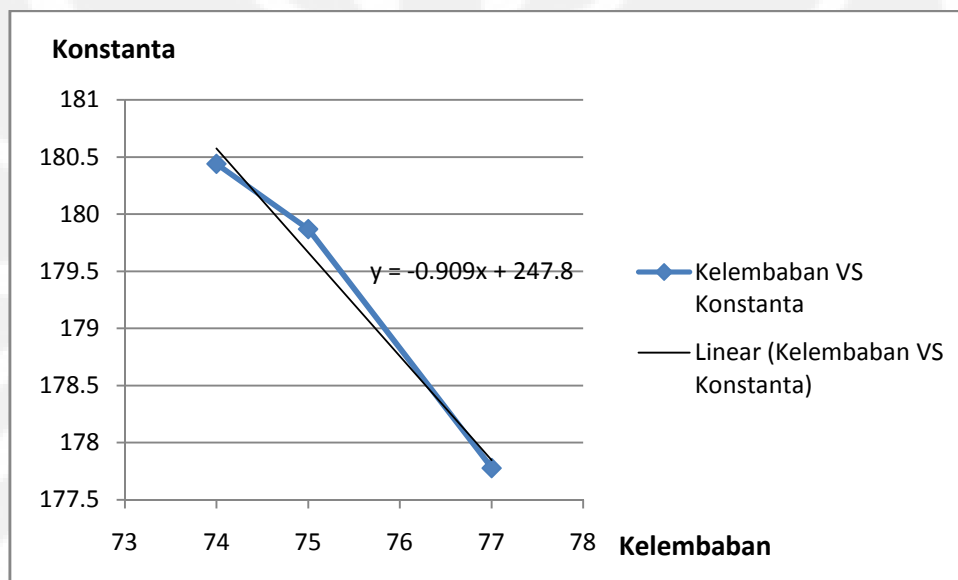
Untuk mencari konstanta b , maka kita harus memasukkan beberapa data. Berdasarkan Tabel 4.1, maka diambil dua buah data pada kelembaban yang berbeda (74 dan 75 %RH) dari suhu yang sama 34°C kemudian disubstitusikan ke dalam Persamaan (4.2), sehingga:

$$63.48 = -3.44(34)+b \rightarrow b= 180.44 \text{ untuk kelembaban } 74\% \text{ RH} \quad (4.3)$$

$$62.91 = -3.44(34)+b \rightarrow b= 179.87 \text{ untuk kelembaban } 75\% \text{ RH} \quad (4.4)$$

$$60.82 = -3.44(34)+b \rightarrow b= 177.78 \text{ untuk kelembaban } 77\% \text{ RH} \quad (4.5)$$

Berdasarkan nilai pada Persamaan (4.3), (4.4), dan (4.5), penulis mendapatkan grafik konstanta vs kelembaban relatif, dimana konstanta pada Persamaan (4.2) diasumsikan mempunyai hubungan yang linier terhadap humiditas seperti pada Gambar 4.2 di bawah:



Gambar 4.2 Pengaruh Humiditas Terhadap Konstanta persamaan (2.2).

Dari Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa humiditas berbanding terbalik dengan konstanta pada Persamaan (4.2) dengan persamaan:

$$b = -0.91z+247.8 \quad (4.6)$$

Persamaan (4.6) tersebut di atas dapat disubstitusikan ke dalam Persamaan (4.2) sehingga menghasilkan persamaan yang menghubungkan antara resistansi sensor, suhu udara, dan humiditas sebagai berikut:

$$y = -3.44x - 0.91z + 247.8 \quad (4.7)$$

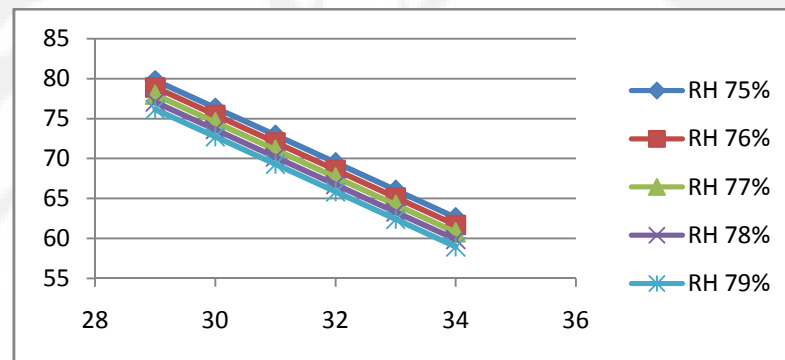
Dimana:

y : Resistansi sensor pada *zero reading* (K-Ohm).

x : suhu lingkungan di sekitar sensor ($^{\circ}\text{C}$).

z : Kelembahan relatif udara (% RH).

Dan Gambar 4.3 berikut adalah grafik persamaan hubungan R_o (Resistansi sensor pada *zero reading*), suhu lingkungan sekitar, dan humiditas berdasarkan Persamaan (4.7):



Gambar 4.3 Pengaruh Suhu dan Humiditas Terhadap R_o (Udara Bebas)

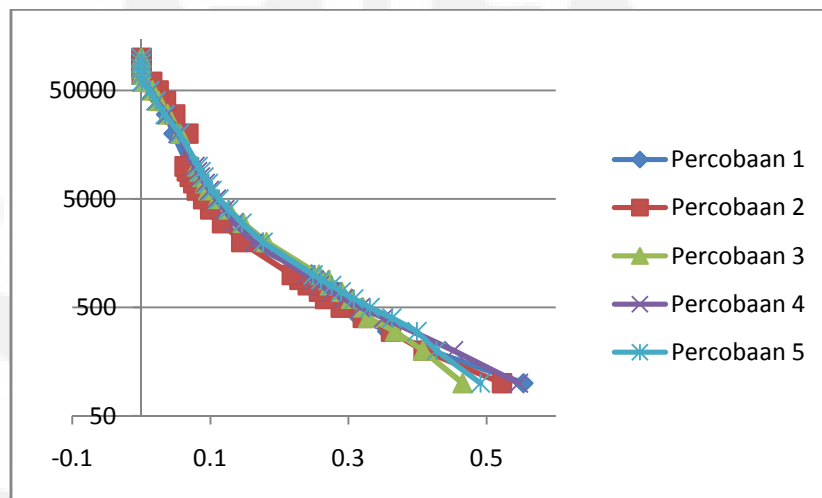
Dari pengukuran *zero reading*, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai karakteristik resistansi sensor sensor sebagai berikut:

1. Resistansi udara bebas berubah-ubah seiring dengan perubahan humiditas dan suhu udara di sekitar sensor MQ5. Hal ini tidak terdapat dalam *application note* yang disediakan oleh pengembang sensor.
2. Peningkatan humiditas udara di sekitar sensor MQ5 menurunkan resistansi sensor MQ5.
3. Peningkatan suhu udara di sekitar sensor MQ5 juga menurunkan resistansi sensor MQ5.
4. Hubungan antara resistansi sensor MQ5 pada *zero reading* terhadap suhu

udara dan humiditas adalah linier berbanding terbalik.

4.2 Pengukuran *Span Reading*

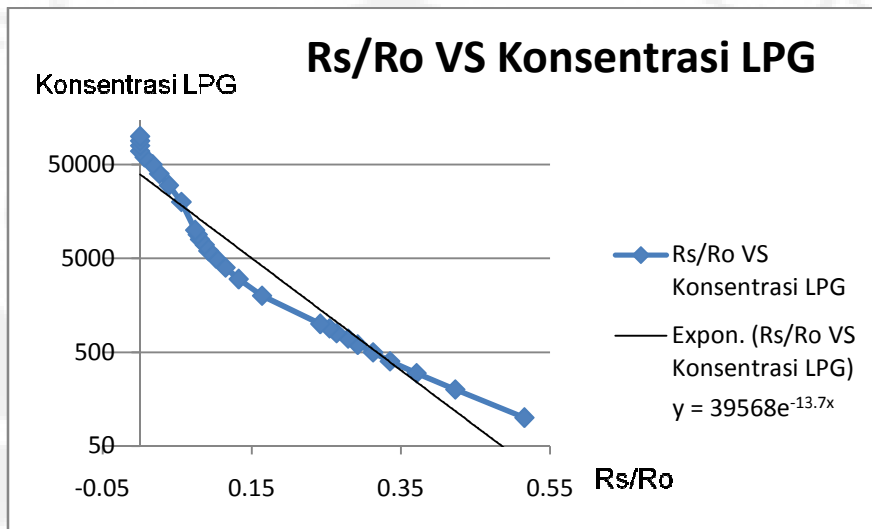
Span reading dilakukan dengan menyuntikkan *LPG* ke dalam *container* sedikit demi sedikit. Untuk satu *decade* pertama, zat yang disuntikkan adalah sebanyak 0.05 ml untuk setiap penambahan sampai total volume *LPG* yang disuntikkan mencapai 0.5 ml. Kemudian untuk satu *decade* selanjutnya *LPG* yang disuntikkan sebanyak 0.5 ml sampai mencapai 5 ml. Dan untuk *decade* yang terakhir *LPG* yang disuntikkan adalah sebanyak 5 ml sampai mencapai 50 ml. Hal ini dilakukan agar kalibrasi sesuai dengan *datasheet* MQ5 yang disediakan pabrikan pengembang sensor. Data yang diambil adalah resistansi sensor pada kadar *LPG* tertentu (R_s) yang kemudian dibandingkan dengan resistansi sensor tanpa *LPG* dengan suhu ruangan dan kelembaban relatif yang terukur berdasarkan Persamaan (2.7) tentang linierisasi pengaruh suhu dan humiditas terhadap resistansi sensor tanpa adanya *LPG* (R_o). Gambar 4.4 berikut adalah grafik hasil dari lima kali pengambilan data:



Gambar 4.4 Grafik R_s/R_o vs konsentrasi *LPG* (ppm) pada kelima percobaan.

Dilihat dari Gambar 4.4, penulis dapat menyimpulkan bahwa pola persebaran data cenderung seragam dengan data yang mirip untuk setiap konsentrasi gas yang

diukur. Dari lima percobaan pada Gambar 4.4 tersebut, didapatkan rata-rata R_s/R_o pada setiap konsentrasi gas adalah seperti grafik pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Grafik Rata-rata R_s/R_o vs Konsentrasi *LPG*

Menurut dasar teori Subbab 2.3.2, persamaan pada Gambar 4.4 seharusnya mengacu kepada Persamaan (2.1) dimana sumbu-y merepresentasikan nilai R_s/R_o dan sumbu-x merepresentasikan nilai konsentrasi *LPG*. Untuk mendapatkan nilai konsentrasi gas, maka grafik pada Gambar 2.3 harus dibalik referensinya, dimana sumbu-x adalah konsentrasi *LPG* dan sumbu-y adalah R_s/R_o seperti pada Gambar 4.4 di atas. Gambar tersebut menghasilkan persamaan *trendline* sebagai berikut:

$$y = 39568e^{-13.7x} \quad (4.8)$$

di mana x adalah R_s/R_o dan y adalah konsentrasi gas. Persamaan (4.8) ini jika dijadikan model perhitungan di dalam mikrokontroler akan menghasilkan *error* yang besar (dilihat dari luas area yang menyimpang dari jalur *trendline*). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka pencarian persamaan *trendline* dipecah-pecah menjadi lima persamaan, yaitu:

$$y = 74685e^{-25.3x}, \text{ untuk } x < 0.074 \quad (4.9)$$

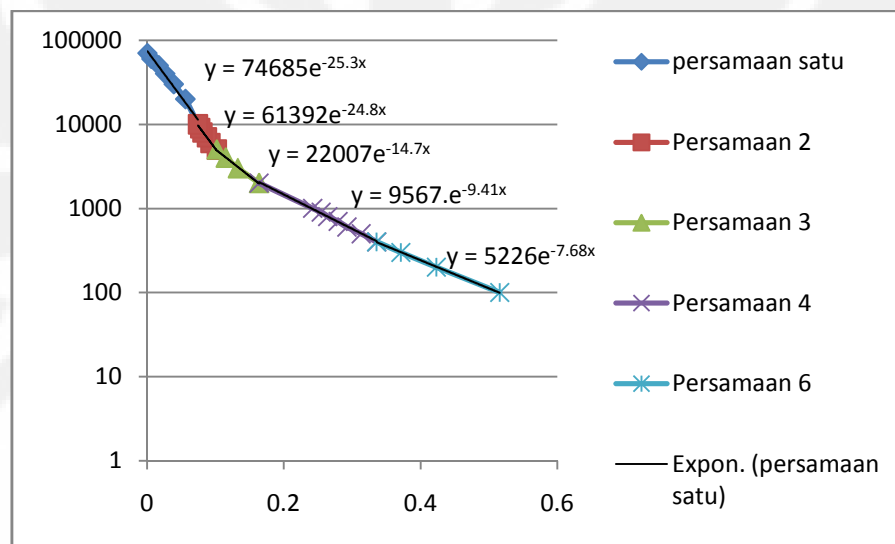
$$y = 61392e^{-24.8x}, \text{ untuk } 0.074 < x < 0.10 \quad (4.10)$$

$$y = 22007e^{-14.7x}, \text{ untuk } 0.10 < x < 0.16 \quad (4.11)$$

$$y = 9567e^{-9.41x}, \text{ untuk } 0.16 < x < 0.33 \quad (4.12)$$

$$y = 5226e^{-7.68x}, \text{ untuk } 0.33 < x \quad (4.13)$$

Persamaan *trendline* (4.9-11) di atas dapat dilihat keakuratannya pada Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6 Grafik Rata-rata R_s/R_o vs Konsentrasi *LPG* (5 Persamaan)

Gambar di atas memperlihatkan bahwa *error* yang didapatkan tidaklah besar, sehingga akurasi cukup tinggi. Dari Persamaan (4.9-11), persamaan untuk menentukan konsentrasi gas berdasarkan resistansi sensor, suhu, dan kelembaban relative adalah sebagai berikut:

$$y = Ae^{b \left[\frac{R_s}{-3.44T - 0.91RH + 247.8} \right]} \quad (4.14)$$

Dengan:

T : Suhu ($^{\circ}\text{C}$).

- RH : Kelembaban relative (%).
 Rs : Resistansi sensor ($K\Omega$).
 A : Konstanta pada Persamaan (4.9-11)
 B : Gradien pada Persamaan (4.9-11)

4.2 Analisa Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan cara yang sama seperti pengambilan data, hanya saja kali ini output pengukuran tersebut sudah berupa konsentrasi gas *LPG* dalam ruangan dengan satuan *ppm* (*part per million*). Di bawah ini adalah hasil pengukuran dari detektor *LPG*:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Detektor Gas

Konsentrasi (<i>ppm</i>)	Hasil Pengukuran (<i>ppm</i>)	% Error
100	99.61	0.39
200	202.9	1.44
300	302	0.68
400	396.8	0.82
500	503.2	0.64
600	613	2.12
700	691.9	1.17
800	797.8	0.28
900	872.7	3.13
1000	982.1	1.83
2000	2050	2.46
3000	3134	4.28
4000	4059	1.44
5000	4902	2
6000	6208	3.35
7000	7078	1.1
8000	8324	3.89
9000	8957	0.48
10000	11444	12.6
20000	18194	9.93
30000	27917	7.46
40000	38497	3.9

Konsentrasi (ppm)	Hasil Pengukuran (ppm)	% Error
50000	48397	3.31
60000	63885	6.08
70000	73950	5.34
80000	74309	7.66
90000	74308	21.1
100000	74308	34.6

Dari Tabel 4.7, terlihat bahwa *error* terbesar adalah 34% dan *error* terkecil adalah 0.28%. *error* tersebut dikarenakan persamaan yang diperoleh dari percobaan tidak sama dengan kondisi sensor MQ5 sebenarnya. Terdapat beberapa penyebab *error* terjadi:

1. Kesalahan perhitungan linierisasi R_o pada saat suhu dan humiditas tertentu. Hal ini disebabkan karena sulitnya memperoleh kondisi lingkungan (suhu dan humiditas) yang diinginkan sehingga data yang diperlukan pada saat pengukuran *zero reading* tidak mencukupi.
2. Ketidakstabilan suplai daya yang menyebabkan sensor SHT10 tidak tersuplai dengan baik. Hal ini menyebabkan pada saat pengambilan data, keadaan mikrokontroler beberapa kali *reset* sehingga pemanas dalam sensor MQ-5 menurun suhunya dan berubah karakteristik resistansinya.
3. Histerisis sensor MQ5 yang menyebabkan resistansi sensor MQ5 tidak stabil, terutama pada saat mikrokontroler dalam keadaan reset, maka pemanas dalam sensor MQ5 akan mati dan suhunya turun. Pada saat mikrokontroler menyala kembali, pemanas MQ5 akan menyala dan suhunya naik, namun resistansi MQ5 cenderung mempertahankan keadaan sebelumnya, sehingga nilai resistansi tidak berubah ke sebagaimana mestinya.

Terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan ini, diantaranya adalah:

1. Hubungan antara R_s/R_o dengan konsentrasi gas bersifat eksponensial dimana semakin besar konsentrasi gas, maka semakin kecil nilai R_s/R_o .

2. Resolusi dari sensor MQ5 jika menggunakan *ADC 10 bit* pada ATmega32 adalah sebesar 80.000 *ppm* (0 *ppm* – 80.000 *ppm*). Resolusi dipengaruhi oleh kualitas *ADC*. Semakin baik *ADC*, maka semakin besar resolusinya.

4.3 Uji Fungsional Sistem

Uji fungsional sistem pengukuran dan peringatan dini akan adanya kebocoran *LPG* ini dilakukan modul per modul dan secara keseluruhan sebagai sistem yang terintegrasi. Alat-alat yang digunakan dalam uji fungsional sistem ini adalah:

1. Multitester HELES UX866TR untuk mengukur tegangan, arus, dll.
2. Camera Digital Kodak untuk merekam video.
3. Telepon genggam Nokia N70 untuk menerima peringatan.
4. Termometer ruangan untuk mengukur suhu udara.

4.3.1 Distribusi Daya 5V

Distribusi daya ini berfungsi untuk memberikan suplai daya ke sistem. Suplai daya yang dirancang harus mampu menyuplai modul mikrokontroler, *RS232*, *LCD*, sensor suhu dan kelembaban SHT10, dan sensor *LPG* MQ5.

Pada saat pengujian, penulis merangkai semua modul, kemudian mengukur tegangan keluaran *VCC* yang besarnya adalah 4.7 V. Tegangan sebesar ini bukanlah tegangan standar untuk sensor MQ5 yang mengharuskan suplai minimum sebesar 4.9 V. Hal ini menyebabkan hasil pengukuran sensor MQ5 menjadi tidak stabil. Selain itu, pada besaran tegangan ini juga tidak mampu menyuplai SHT10 dengan baik, sehingga mikrokontroler di dalam modul SHT10 ini mengalami berkali-kali *reset*. Apabila sensor MQ5 dilepas, tegangan *VCC* pada sistem naik menjadi 4.9 V (besaran ideal 4.8 – 5.2 V).

Kesimpulan dari uji modul distribusi daya ini adalah, *IC* regulator L7805CV yang digunakan dalam modul suplai daya tidak mampu digunakan sebagai regulator tunggal untuk menyuplai sistem ini dikarenakan sensor MQ5 membutuhkan daya yang cukup besar.

4.3.2 Sistem Minimum ATmega32

Sistem minimum ATmega32 berfungsi sebagai *controller* dalam sistem ini. Modul sistem minimum ini harus dapat bekerja sebagai ADC untuk membaca hasil pengukuran sensor MQ5, melakukan komunikasi I²C dengan modul SHT10, menampilkan LCD, serta melakukan komunikasi serial dengan modul RS232.

Pada pengujian modul sistem minimum ini, diketahui bahwa suplai daya minimal agar sistem minimum ini dapat berfungsi dengan baik adalah 4.6 V. Sehingga meskipun daya yang diberikan rangkaian distribusi daya hanya 4.7 V, modul ini masih dapat bekerja dengan baik.

4.3.3 Modul SHT10

Modul ini berfungsi untuk memberikan informasi kepada sistem tentang suhu dan humiditas di sekitarnya. Modul SHT10 yang digunakan adalah modul yang sudah dilengkapi dengan CPU internal berupa Attiny2313 yang berfungsi untuk mengubah protokol sensor menjadi protokol I²C yang mudah digunakan. Pada saat sistem dinyalakan pertama kali, modul ini memberikan informasi berupa suhu ruangan dan humiditas ke LCD dengan akurasi yang tinggi. Respon pembacaan suhu jauh lebih cepat daripada pembacaan suhu dengan termometer ruangan konvensional (air raksa).

Pada saat digunakan untuk pengukuran, modul ini beberapa kali mengalami *Error*. Hal ini diakibatkan karena rangkaian distribusi daya tidak mampu menyuplai CPU dari SHT10 sehingga sensor ini tidak memberikan informasi yang semestinya. Dalam keadaan seperti ini, nilai yang dikembalikan modul ini adalah -40°C dengan humiditas 0 %. Modul dapat bekerja baik pada tegangan 4.9 V.

4.3.4 Rangkaian Pengendali LCD

Rangkaian ini berfungsi dengan baik. Pada saat potensiometer diputar, maka tingkat kecerahan dari karakter yang muncul akan berubah sesuai dengan arah putaran.

4.3.5 Wavecom Fastrack 1206B

Modem ini diuji dengan cara dikoneksikan dengan *communication port* pada PC. Hasilnya adalah modem ini mampu menjalankan perintah *AT-Command* pada *baudrate* rendah sekalipun. Penulis berhasil mengirim *SMS* ke Nokia N70 dengan perintah *AT-Command* pada *baudrate* 9600 *bps*. Waktu tunda terlama dari *SMS* dikirim sampai *SMS* sampai ke telepon genggam N70 adalah 9 detik.

4.3.6 Sensor LPG MQ5

Sensor ini bekerja dengan baik pada tegangan minimum 4.84 V. Di bawah besaran tersebut, hasil pengukurannya memberikan nilai yang tidak stabil. Penulis mencoba memberikan suplai daya 4.6 V pada sensor ini, namun sensor ini memberikan nilai yang berbeda, yaitu 38 K Ω di percobaan pertama dan 52 K Ω di percobaan kedua pada konsentrasi *LPG*, suhu ruangan dan humiditas yang sama.

4.3.7 Uji Fungsionalitas Sistem Keseluruhan

Uji fungsionalitas sistem keseluruhan ini dilakukan untuk menganalisa tingkat keberhasilan dari sistem yang dibangun. Pada saat sistem dinyalakan untuk pertama kalinya, Sistem menunggu selama 60 detik untuk menunggu pemanas sensor MQ5 sampai dalam keadaan yang stabil. Selanjutnya sistem menampilkan kadar *LPG* dalam satuan *ppm*, resistansi sensor MQ5, suhu lingkungan, serta kelembaban udara secara realtime. Pada saat penulis memberikan gas sebanyak lebih dari 100 *ppm*, modem GSM memberikan peringatan ke telepon genggam N70. Kemudian penulis menambah konsentrasi *LPG* menjadi lebih dari 25000 *ppm*, dan sistem pun mengirimkan SMS setiap 60 detik sekali, sampai pada akhirnya penulis melepaskan *LPG* di dalam container hingga konsentrasi gas kurang dari 100 *ppm* dan sistem pun tidak lagi mengirimkan SMS kepada telepon genggam yang terdaftar.

Dari uji fungsionalitas sistem di atas dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik, hanya saja dari 5 kali mengirim *SMS*, hanya 4 yang berhasil. Hal ini dikarenakan sistem tidak menangani kemungkinan kegagalan pengiriman peringatan.

BAB 5 KESIMPULAN

Dari skripsi ini, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kompensasi sensor MQ5 terhadap humiditas dan suhu menggunakan sensor SHT10 lebih baik performanya dibandingkan dengan menggunakan rangkaian thermistor. Pada rangkaian thermistor, sensor tidak menkompensasi pengaruh humiditas.
2. Konsentrasi *LPG* maksimum yang dapat dibaca oleh sensor MQ5 dengan *ADC* 10 bit adalah 70000 *ppm*.
3. Hubungan antara resistansi sensor dengan konsentrasi gas pada *span reading* setelah dikompensasi humiditas dan suhunya adalah hubungan logaritmis atau eksponensial dua sumbu. Namun dikarenakan bandwidth pembacaan sensor yang sempit, maka dapat disederhanakan menjadi eksponensial satu sumbu.
4. Hubungan antara resistansi sensor MQ5 pada *zero reading* dengan suhu dan humiditas adalah linear dengan komponen suhu sebagai gradien dan humiditas sebagai konstantanya.
5. Bandwidth pembacaan sensor *LPG* MQ5 tergantung dari kapasitas *ADC* yang dipakai. Semakin besar kapasitas *ADC*, maka semakin lebar bandwidthnya.
6. Suplai daya minimum yang harus dikeluarkan dari rangkaian distribusi daya, pada saat semua modul tersambung, agar sistem dapat berjalan dengan baik adalah 4.9 V.
7. Agar sistem bekerja dengan akurat, maka diperlukan lingkungan kalibrasi yang baik dan tepat takarannya.

DAFTAR ACUAN

- [1] Microcontroller. (n.d) Maret 2010.
<http://www.webopedia.com/TERM/m/microcontroller.htm>
- [2] Atmel. (n.d). *ATmega32 Datasheet*. Januari, 2010.
www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2503.pdf
- [3] Winoto, Aardi. (2008). *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535*. Bandung: Informatika.
- [4] Futurlec. (n.d). *MQ5 Sensor Datasheet*. Maret, 2010.
www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/H2.pdf
- [5] Sensirion. (n.d). *SHT10 Datasheet*. Maret, 2010.
www.parallax.com/dl/docs/prod/datast/shtx.pdf
- [6] Prasimax Technology. (n.d). *Teori Dasar SMS*. Maret, 2010.
<http://www.mikron123.com/index.php/Aplikasi-SMS/Teori-Dasar-SMS.html>
- [7] Dream fabric. (n.d). *SMS Message and PDU Tutorial*. Maret, 2010.
<http://www.dreamfabric.com/sms/>
- [8] Gas Calibration. (n.d). *Hazardous Gas Monitor*. Maret 2010.
<http://www.gotgas.com/pdf/GasSnsrCalibratn.pdf>
- [9] Yahoo Answer. (n.d). *Komposisi Campuran Propana dan Butana*. Maret, 2010.
<http://au.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071127221631AA9otk>
- C

DAFTAR PUSTAKA

Anton, Howard. (2004). *Dasar-Dasar Aljabar Linier*. Batam: Interaksara.

Barnet, Richard H., & O'Cull, Larry D., & Cox, Sarah A. (2002). *Embedded C Programming and The Atmel AVR*. Canada: Delmar Learning.

Haiduc, Pavel. (2008). *Help: Code Vision AVR (Version 2.03.4)* [Computer software]. Bucharest, Romania: HP Info Tech.

Suyanto, ST, M.sc. (2007). *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, and Learning*. Bandung: Informatika.

Wikipedia. (June 26, 2010). *Logarithmic Scale*. Maret, 2010.

http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic_scale

LAMPIRAN

Tabel hasil pengukuran *Span Reading*:

Suhu (°C)	RH	Konsentrasi (ppm)	Rs (KΩ)	Ro	Rs/Ro
32	74	100	38.94	70.38	0.55328
32	74	200	29.47	70.38	0.41873
32	74	300	25.1	70.38	0.35664
32	75	400	21.93	69.47	0.31568
32	75	500	21.33	69.47	0.30704
32	75	600	20.09	69.47	0.28919
32	75	700	19.73	69.47	0.28401
32	75	800	18.87	69.47	0.27163
32	76	900	17.92	68.56	0.26138
32	76	1000	16.92	68.56	0.24679
32	76	2000	10.46	68.56	0.15257
32	76	3000	8.13	68.56	0.11858
32	77	4000	6.85	67.65	0.10126
32	77	5000	6.02	67.65	0.08899
32	78	6000	5.57	66.74	0.08346
32	79	7000	5.14	65.83	0.07808
32	79	8000	4.48	65.83	0.06805
32	80	9000	4.55	64.92	0.07009
32	81	10000	4.34	64.01	0.0678
32	84	20000	2.85	61.28	0.04651
32	88	30000	2.05	57.64	0.03557
32	91	40000	1.5	54.91	0.02732
32	93	50000	1	53.09	0.01884
33	96	60000	0.43	46.92	0.00916
33	97	70000	0.02	46.01	0.00043
33	97	80000	0.01	46.01	0.00022
33	97	90000	0.01	46.01	0.00022
33	97	100000	0.01	46.01	0.00022
30	79	100	37.98	72.71	0.52235
30	78	200	30.11	73.62	0.40899
30	77	300	26.94	74.53	0.36147
30	77	400	23.9	74.53	0.32068
30	77	500	21.52	74.53	0.28874

30	77	600	19.82	74.53	0.26593
31	77	700	18.3	71.09	0.25742
31	77	800	17.14	71.09	0.2411
31	77	900	16.29	71.09	0.22915
31	77	1000	15.49	71.09	0.21789
31	77	2000	10.28	71.09	0.14461
31	77	3000	8.32	71.09	0.11703
31	77	4000	7.1	71.09	0.09987
31	78	5000	6.27	70.18	0.08934
31	78	6000	5.64	70.18	0.08036
31	79	7000	5.21	69.27	0.07521
31	79	8000	4.86	69.27	0.07016
31	79	9000	4.57	69.27	0.06597
31	80	10000	4.28	68.36	0.06261
29	91	20000	4.45	65.23	0.06822
30	92	30000	3	60.88	0.04928
30	93	40000	2.13	59.97	0.03552
30	96	50000	1.43	57.24	0.02498
30	98	60000	0.86	55.42	0.01552
31	99	70000	0.02	51.07	0.00039
31	99	80000	0.01	51.07	0.0002
31	99	90000	0.01	51.07	0.0002
31	99	100000	0.01	51.07	0.0002
30	76	100	35.1	75.44	0.46527
30	76	200	30.78	75.44	0.40801
30	76	300	27.73	75.44	0.36758
30	77	400	24.49	74.53	0.32859
30	77	500	23.9	74.53	0.32068
30	77	600	22.67	74.53	0.30417
30	77	700	21.62	74.53	0.29008
30	77	800	20.37	74.53	0.27331
31	77	900	19.29	71.09	0.27135
31	77	1000	18.3	71.09	0.25742
31	77	2000	12.89	71.09	0.18132
31	78	3000	10.36	70.18	0.14762
31	78	4000	8.89	70.18	0.12667
31	78	5000	7.72	70.18	0.11
31	79	6000	6.72	69.27	0.09701
31	80	7000	6.32	68.36	0.09245

31	81	8000	5.93	67.45	0.08792
31	82	9000	5.57	66.54	0.08371
31	83	10000	5.25	65.63	0.07999
31	85	20000	3.56	63.81	0.05579
31	87	30000	2.37	61.99	0.03823
31	90	40000	1.55	61.99	0.025
31	92	50000	0.93	59.26	0.01569
32	94	60000	0.26	54	0.00481
32	96	70000	0.02	52.18	0.00038
32	96	80000	0.01	50.36	0.0002
32	96	90000	0.01	50.36	0.0002
32	96	100000	0.01	50.36	0.0002
30	82	100	38.22	69.98	0.54616
30	82	200	31.64	69.98	0.45213
		300		247.8	
30	81	400	24.86	70.89	0.35068
30	80	500	22.78	71.8	0.31727
30	80	600	21.03	71.8	0.2929
30	80	700	19.73	71.8	0.27479
30	80	800	18.54	71.8	0.25822
30	80	900	17.98	71.8	0.25042
30	80	1000	17.14	71.8	0.23872
30	80	2000	11.75	71.8	0.16365
30	80	3000	9.62	71.8	0.13398
31	80	4000	8.25	68.36	0.12068
31	81	5000	7.33	67.45	0.10867
31	81	6000	6.66	67.45	0.09874
31	82	7000	6.15	66.54	0.09243
31	82	8000	5.71	66.54	0.08581
31	83	9000	5.36	65.63	0.08167
31	84	10000	5.03	64.72	0.07772
31	85	20000	3.39	63.81	0.05313
31	87	30000	2.29	61.99	0.03694
31	90	40000	1.37	61.99	0.0221
31	93	50000	0.81	59.26	0.01367
31	96	60000	0.04	56.53	0.00071
32	97	70000	0.02	50.36	0.0004
32	97	80000	0.01	49.45	0.0002
32	97	90000	0.01	49.45	0.0002

32	97	100000	0.01	49.45	0.0002
29	75	100	39.19	79.79	0.49116
29	76	200	33.69	78.88	0.4271
30	76	300	30.11	75.44	0.39913
30	76	400	27.37	75.44	0.3628
30	76	500	24.98	75.44	0.33112
30	76	600	23.22	75.44	0.30779
30	76	700	21.83	75.44	0.28937
30	77	800	20.55	74.53	0.27573
30	77	900	19.38	74.53	0.26003
30	77	1000	18.54	74.53	0.24876
30	77	2000	13.14	74.53	0.1763
30	77	3000	10.86	74.53	0.14571
30	77	4000	9.43	74.53	0.12653
30	78	5000	8.29	73.62	0.11261
30	78	6000	7.54	73.62	0.10242
30	79	7000	7.08	72.71	0.09737
30	79	8000	6.61	72.71	0.09091
30	80	9000	6.22	71.8	0.08663
30	80	10000	5.93	71.8	0.08259
30	82	20000	3.88	69.98	0.05544
30	83	30000	2.38	69.07	0.03446
31	86	40000	1.38	65.63	0.02103
31	89	50000	0.79	62.9	0.01256
31	92	60000	0.04	60.17	0.00066
31	95	70000	0.02	57.44	0.00035
31	96	80000	0.01	54.71	0.00018
31	96	90000	0.01	53.8	0.00019
31	96	100000	0.01	53.8	0.00019