

- Ketiga bit ini untuk memilih sumber detak yang akan digunakan oleh *Timer/Counter*, Tabel 2.6 berikut menampilkan konfigurasi pemilihan sumber detak

Tabel 2.6 Konfigurasi Bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

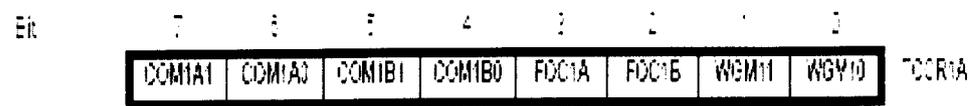
CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/counter stopped).
0	0	1	clk _{ICU} (No prescaling)
0	1	0	clk _{ICU} /8 (From prescaler)
0	1	1	clk _{ICU} /64 (From prescaler)
1	0	0	clk _{ICU} /256 (From prescaler)
1	0	1	clk _{ICU} /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

b. Timer Counter1

Timer/Counter1 adalah 16-bit *Timer/Counter* yang memungkinkan program pewaktuan lebih akurat. Gambar 8 menunjukkan Register TCCR1A Berbagai fitur dari *Timer/Counter1* sebagai berikut:

- 1) Desain 16 bit (juga memungkinkan 16 bit PWM).
- 2) Dua unit *compare*.
- 3) Dua unit register pembanding.
- 4) Satu unit *input capture unit*.
- 5) *Timer* dinolkan saat *match compare (autoreload)*.
- 6) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 7) Periode PWM yang dapat diubah-ubah.
- 8) Pembangkit frekuensi.
- 9) Empat buah sumber interupsi (TOV1, OCF1A, OCF1B dan ICF1).

Pengaturan pada *Timer/Counter1* diatur melalui register TCCR1A



Gambar 2.10 Register TCCR1A

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7:6 – COM1A1:0: *Compare Output Mode* untuk *channel A*.
- Bit 5:4 – COM1B1:0: *Compare Output Mode* untuk *channel B*.

Register COM1A1:0 dan COM1B1:0 mengontrol kondisi Pin Output *Compare* (OC1A dan OC1B). Jika salah satu atau kedua bit pada register COM1A1:0 ditulis menjadi satu maka kaki pin OC1A tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Begitu juga pada register COM1B1:0 ditulis menjadi satu maka kaki pin OC1B juga tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Fungsi pada pin OC1A dan OC1B tergantung pada setting bit pada register WGM13:0 diset sebagai mode PWM atau mode non-PWM.

- Bit 3 – FOC1A: *Force Output Compare* untuk *channel A*.
- Bit 2 – FOC1B: *Force Output Compare* untuk *channel B*.
- Bit 1:0 – WGM1 1:0: *Waveform Generation Mode*.

Dikombinasikan dengan bit WGM13:2 yang terdapat pada register TCCR1B, bit ini mengontrol urutan pencacah dari *counter*, sumber maksimum (TOP) nilai *counter*, dan tipe dari gelombang yang dibangkitkan. Mode yang dapat dilakukan antara lain: mode normal,

mode *Clear Timer on Compare Match* (CTC) dan tiga tipe mode PWM. Setingan mode dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.7 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode non PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	<i>Toggle</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai (set keluaran ke level rendah).
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai (set keluaran ke level tinggi).

Tabel 2.8 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode Fast PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	WGM13:0= 15: <i>toggle</i> OC1A saat proses perbandingan tercapai dan OC1B tidak terhubung. Untuk semua pengaturan WGM1 yang lain, operasi port normal, OC1A/OC1B tidak terhubung.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai, set OC1A/OC1B pada nilai <i>TOP</i> .
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai, <i>clear</i> OC1A/OC1B pada nilai <i>TOP</i> .

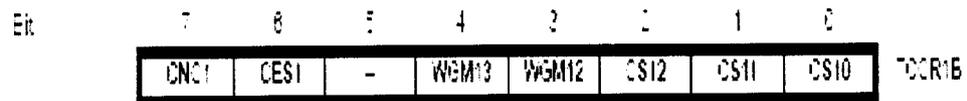
Tabel 2.9 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode Phase Correct dan Frequency Correct PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	WGM13:0= 9 atau 14: <i>toggle</i> OC1A saat proses perbandingan tercapai dan OC1B tidak terhubung.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah naik. Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah turun.
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah naik. <i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah turun.

Tabel 2.10 Konfigurasi bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

Mode	WGM13	WGM12 (CTC1)	WGM11 (PWM11)	WGM10 (PWM10)	Mode Operasi Timer Counter	TOP	Update OCR1x saat	TOV1 flag diset saat
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF	Immediate	MAX
1	0	0	0	1	PWM, Phase Correct, 8	0x00FF	TOP	BOTTOM
2	0	0	1	0	PWM, Phase Correct, 9	0x01FF	TOP	BOTTOM
3	0	0	1	1	PWM, phase correct, 10	0x03FF	TOP	BOTTOM
4	0	1	0	0	CTC	OCR1A	Immediate	MAX
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8 bit	0x00FF	TOP	TOP
6	0	1	1	0	Fast PWM, 9 bit	0x01FF	TOP	TOP
7	0	1	1	1	Fast PWM, 10 bit	0x03FF	TOP	TOP
8	1	0	0	0	PWM, Phase and Frequency Correct	ICR1	BOTTOM	BOTTOM
9	1	0	0	1	PWM, Phase and	OCR1A	BOTTOM	BOTTOM
10	1	0	1	0	PWM, Phase Correct	ICR1	TOP	BOTTOM
11	1	0	1	1	PWM, Phase Correct	OCR1A	TOP	BOTTOM
12	1	1	0	0	CTC	ICR1	Immediate	MAX
13	1	1	0	1	Reserved	-	-	-
14	1	1	1	0	Fast PWM	ICR1	TOP	TOP
15	1	1	1	1	Fast PWM	OCR1A	TOP	TOP

Pengaturan Timer 1 juga diatur oleh register TCCR1B



Gambar 2.11 Register TCCR1B

- Bit 7 – ICNC1: *Input Capture Noise Canceller*.
- Bit 6 – ICES1: *Input Capture Edge Select*.
- *Reserved Bit*.
- Bit 4:3 – WGM1 1:3: *Waveform Generation Mode*.
- Bit 2:0 – CS12:0: *Clock Select*.

Ketiga bit ini mengatur sumber detak yang digunakan untuk *Timer/Counter1*. Untuk setingnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.11 Konfigurasi bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

CS12	CS11	CS10	Keterangan
0	0	0	Tanpa sumber detak (<i>timer/counter</i> tidak difungsikan)
0	0	1	$\text{clk}_{\text{IO}}/1$ (tanpa <i>prescaling</i>)
0	1	0	$\text{clk}_{\text{IO}}/8$ (dari <i>prescaling</i>)
0	1	1	$\text{clk}_{\text{IO}}/64$ (dari <i>prescaling</i>)
1	0	0	$\text{clk}_{\text{IO}}/256$ (dari <i>prescaling</i>)
1	0	1	$\text{clk}_{\text{IO}}/1024$ (dari <i>prescaling</i>)
1	1	0	Sumber detak eksternal pin T1. Detak pada <i>falling edge</i> .
1	1	1	Sumber detak eksternal pin T1. Detak pada <i>rising edge</i> .

c. Timer Counter2

Timer/Counter 2 adalah 8-bit *Timer/Counter* yang multifungsi.

Deskripsi untuk *Timer/Counter 0* pada ATmega8535 adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai *Counter* 1 kanal.
- 2) Pewaktu di-nol-kan saat *match compare (autoreload)*.
- 3) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 4) Frekuensi generator.
- 5) *Prescaler* 10 bit untuk pewaktu.
- 6) Intrupsi *timer* yang disebabkan *timer overflow* dan *match compare*.

Pengaturan *Timer/Counter 2* diatur oleh TCCR2 (*Timer/Counter control Register 0*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.

7	6	5	4	3	2	1	0	
FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	TCCR2
0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.12 Register TCCR2

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7 – FOC2: *Force Output Compare*.
- Bit 6,3 – WGM21:WGM20: *Waveform generation Unit*.

Bit ini mengontrol kenaikan dari *counter*, sumber dari nilai maksimum *counter*, dan tipe dari jenis timer/conter yang dihasilkan yaitu mode normal, *clear timer*, mode *compare match*, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*). Berikut tabel seting pada bit ini untuk menghasilkan mode tertentu:

Tabel 2.12 Konfigurasi Bit WGM21 dan WGM20

Mode	WGM21 (CTC2)	WGM20 (PWM2)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR2	TOV2 Flag Set on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR2	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 dari seting bit pada WGM00 dan WGM01. Berikut daftar tabel setting bit ini sesuai seting bit pada WGM00 dan WGM01

- Bit 2, 1, 0 – CS22; CS21, CS20: *Clock Select*.

Ketiga bit ini untuk memilih sumber detak yang akan digunakan oleh *Timer/Counter*.

Tabel 2.13 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode non PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Toggle OC2 on Compare Match.
1	0	Clear OC2 on Compare Match.
1	1	Set OC2 on Compare Match.

Tabel 2.14 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode Fast PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match, set OC2 at TOP.
1	1	Set OC2 on Compare Match, clear OC2 at TOP.

Tabel 2.15 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode Phase Correct PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match when up-counting. Set OC2 on Compare Match when down-counting.
1	1	Set OC2 on Compare Match when up-counting. Clear OC2 on Compare Match when down-counting.

2.3. SMS (Short Message Service)

Semua perintah untuk mengendalikan ponsel menggunakan perintah *AT command*. Beberapa *AT Command* yang penting untuk mengakses SMS antara lain sebagai berikut:

1. AT+CMGR

Perintah ini digunakan untuk membaca isi SMS. Untuk mengetahui kesiapan sistem, bisa digunakan perintah 'AT+CMGS=?', jika respon dari ponsel

adalah 'OK', maka ponsel siap dibaca. Untuk menjalankan perintah ini, sintaks penulisan yang dipakai adalah sebagai berikut:

```
AT+CMGR=<index>
```

Index adalah lokasi memori yang akan dibaca isi SMS nya., misal AT+CMGR=1, hal ini menandakan SMS yang dibaca adalah lokasi nomor 1.

Jika perintah ini berhasil, maka ponsel akan merespon dengan parameter-parameter sebagai berikut:

```
+CMGR: <stat>, [<alpha>], <length><CR><LF><pdu>
```

2. AT+CMGS

Perintah ini digunakan untuk mengirim SMS. Untuk mengetahui kesiapan ponsel, bisa digunakan *test command* AT+CMGS=?. Jika ponsel siap maka akan merespon dengan 'OK'. Sintaks penulisan perintah yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
AT+CMGS=<length>
```

<length> diisi dengan jumlah karakter yang akan dikirimkan. Jika perintah berhasil, maka akan ponsel akan merespon dengan tanda '>', kemudian kode PDU untuk SMS kirim siap diisikan.

3. AT+CMGD

Perintah ini digunakan untuk menghapus isi SMS. Sintaks penulisan yang digunakan untuk menjalankan perintah ini, adalah

```
AT+CMGD=<index>
```

Indeks adalah lokasi memori dari SMS yang akan dihapus. Jika perintah ini berhasil, maka ponsel akan merespon dengan 'OK'.

AT Command untuk SMS, biasanya diwakili oleh data dalam format PDU (*Protocol Data Unit*). Data dalam format PDU mempunyai beberapa *header*. *Header-header* untuk pengiriman SMS dan penerimaan SMS berbeda. Dalam format *PDU*, data yang dikirim tidak hanya data yang berisi pesan saja, namun ada beberapa informasi mengenai pengirimnya, seperti nomor pengirim, *service center* SMS, waktu pengiriman, dsb. Adapun format PDU untuk tersebut terbagi dalam format 2 bagian, yaitu:

2.3.1 PDU untuk kirim SMS

PDU untuk SMS terima terdiri dari 8 *header*, dan masing-masing adalah:

1) Nomor *SMS Center*

Header yang pertama ini dibagi dalam tiga sub *header*, yaitu jumlah pasangan hexadesimal *SMS center* dalam format hexadesimal. *Header* yang kedua adalah *header* untuk tanda pengiriman wilayah nasional dan internasional. Untuk kode nasional kode *header*-nya 81 dan untuk kode internasional kode *header*-nya 91. yang ketiga adalah pasangan nomor *SMS center* yang dibalik. Apabila salah satu angka tidak memiliki pasangan maka dipasangkan dengan bilangan F.

Dibawah ini disajikan contoh *header SMS center*

SMS center dengan nomor : 62811000000 dalam format PDU menjadi:

1. 07 : Jumlah pasangan hexadesimal *SMS center*
2. 91 : Kode internasional
3. 2618010000F0 : Pasangan nomor *SMS center* yang dibolak-balik.

Jadi jika ketiga *header* tersebut digabung menjadi 071261010000F0. Tabel 2.17 berikut adalah nomor *SMS center* beserta kode PDU untuk operator GSM di Indonesia.

Tabel 2.16 *SMS center* operator GSM

Operator	<i>SMS center</i>	Kode PDU
Telkomsel	62811000000	07912618010000F0
Satelindo	62816125	059126181652
Exelcom	62818445009	07912618485400F9
Indosat M3	62855000000	07912658050000F0

2) Tipe SMS

Untuk mengirim SMS tipe yang digunakan adalah 1, sehingga bilangan hexa desimal-nya adalah 01.

3) Nomor Referensi

Nomor ini secara otomatis diberikan oleh ponsel, sehingga harus diberikan kode 0 terlebih dahulu, sehingga pasangan bilangan hexa-nya menjadi 00.

4) Nomor Ponsel Penerima

Nomor ponsel penerima dibagi dalam tiga *header* seperti pada nomor *SMS center*. *Header* yang pertama adalah jumlah angka nomor ponsel penerima. *Header* yang kedua adalah kode nasional dengan angka 81 dan internasional dengan angka 91. *Header* yang ketiga adalah nomor ponsel penerima dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik. Sebagai contoh untuk nomor ponsel yang dituju 6285228391602 diubah menjadi:

1. 0D : Ada 13 angka
2. 91 : Kode internasional

3. 265822381906F2 : Nomor ponsel yang dituju dengan pasangan-pasangan yang dibalik. Jika ketiga *header* diatas digabung, menjadi 0D91265822381906F2.

5) Bentuk SMS

Bentuk SMS yang dikirim ke *SMS center* dikenal ada tiga bentuk pengiriman, yaitu:

1. 00 : dikirim sebagai SMS
2. 01 : dikirim sebagai telex
3. 02 : dikirim sebagai fax

6) Skema *Encoding*

Skema yang digunakan dalam proses pengiriman ke *SMS center* melalui ponsel GSM menggunakan skema 7 bit. Format ini ditandai dengan kode 0, dan jika diubah dalam format PDU *header* ini menjadi 00.

7) Jangka Waktu SMS

Jika bagian ini di lompoti berarti jangka waktu pengirimannya tak terbatas. Jika diisi bilangan integer dan kemudian diubah dalam pasangan hexa maka bilangan tersebut akan mewakili jangka waktu pengiriman. Tabel 2.18 adalah daftar perhitungan waktu validitas.

Tabel 2.17 Waktu validitas

Integer (INT)	Jangka waktu validitas
0-143	$(INT+1) \times 5$ menit
144-167	12 jam + $(INT - 143) \times 30$ menit
168-196	$(INT-166) \times 1$ hari
197-255	$(INT-192) \times 1$ minggu

- 2618010000F0= Pasangan nomor *SMS center* yang balik.

2) Tipe SMS

Untuk mengirim SMS tipe yang digunakan adalah 4, sehingga bilangan hexa desimalnya adalah 04.

3) Nomor Ponsel Penerima

Nomor ponsel penerima dibagi dalam tiga *header* seperti pada nomor *SMS center*. *Header* yang pertama adalah jumlah nomor ponsel penerima. *Header* yang kedua adalah kode nasional dengan angka 81 dan internasional dengan angka 91. *Header* yang ketiga adalah nomor ponsel penerima dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik. Sebagai contoh untuk nomor posel yang dituju 6285228391602 diubah menjadi

1. 0D : ada 13 angka
2. 91 : kode internasional
3. 265822381906F2 : nomor ponsel yang dituju dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik.

Jika ketiga *header* diatas digabung, menjadi 0D91265822381906F2.

4) Bentuk SMS

SMS terima memiliki kode 00.

5) Skema encoding

Skema yang digunakan dalam proses pengiriman ke *SMS center* melalui ponsel GSM menggunakan skema 7 bit. Format ini ditandai dengan kode 0, dan jika diubah dalam format PDU *header* ini menjadi 00.

6) Tanggal dan waktu SMS

Header tanggal dan waktu diwakili oleh 12 bilangan hexa atau 6 pasang yang berarti: yy/mm/dd hh:mm:ss, sebagai contoh 207022512380 yang berarti SMS tersebut sampai pada *SMS center* pada tanggal 22 juli 2002, pukul 15:32:08 WIB.

7) Jangka waktu

Header jangka waktu, jika tidak dibatasi dilambangkan dengan 00.

8) Isi SMS

Header ini terdiri dari dua sub *header*, yaitu panjang isi dan isi SMS.

2.4. Komunikasi Serial

Dalam dunia digital dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, sinyal *clock* dikirim bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, *clock* tidak dikirim bersama-sama data serial tetapi dibangkitkan secara sendiri-sendiri baik pada sisi pengirim maupun pada sisi penerima. Komunikasi data serial dikerjakan oleh UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). IC UART dibuat khusus untuk mengubah data paralel menjadi data serial yang kemudian diubah kembali menjadi data paralel. Sebagai contoh IC UART 8250 dari intel merupakan salah satunya. Selain berbentuk IC mandiri, berbagai macam mikrokontroler ada yang dilengkapi UART, misalnya keluarga mikrokontroler MCS51.

Kecepatan transmisi (*baud rate*) dapat dipilih bebas dalam rentang tertentu. *Baud rate* yang umum dipakai adalah 110, 135, 150, 300, 600, 1200, 2400 dan 9600 (bit/detik). Dalam komunikasi data serial, *baud rate* dari kedua

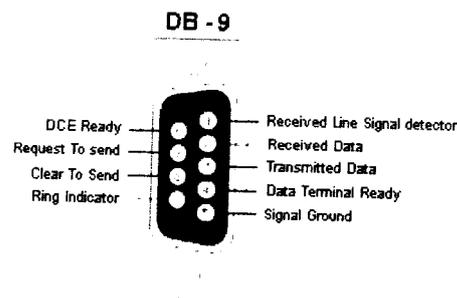
alat yang berhubungan harus diatur pada kecepatan yang sama. Selanjutnya harus ditentukan panjang data (6, 7 atau 8 bit), paritas (genap ganjil atau tanpa paritas), dan jumlah bit 'Stop' (1, 1,5 atau 2 bit).

2.4.1. Karakteristik Port Serial.

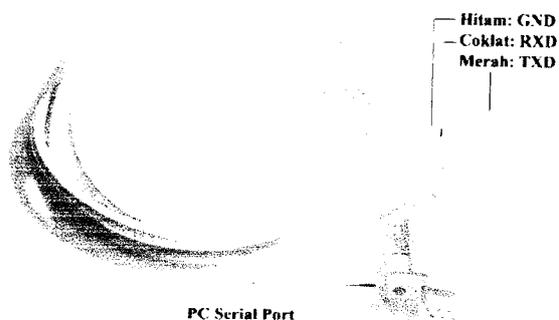
Standar sinyal serial RS232 memiliki ketentuan level tegangan sebagai berikut:

- a. Logika '1' disebut '*mark*' terletak antara -3 V hingga -25 V
- b. Logika '0' disebut '*space*' terletak antara +3 V hingga +25 V
- c. Daerah tegangan -3 Volt hingga +3 Volt adalah *invalid level*.

Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya dapat ditemukan dua *conecktor port serial DB-9* yang biasa dinamai COM1 dan COM2. Pada Gambar 2.13 ditunjukkan gambar konektor DB serial DB 9 standar. Sementara itu Gambar 2.14 adalah gambar kabel serial RS232.



Gambar 2.13 Konektor serial DB-9



Gambar 2.14 Kabel serial RS232

Pada Tabel 2.19 berikut adalah fungsi dan nama dari pin-pin yang ada pada sistem komunikasi serial RS232.

Tabel 2.18 Fungsi pin konektor DB-9

Nomor pin	Nama sinyal	Direction	Keterangan
1	DCD	In	<i>Data Carrier Detect/ Received Line Signal Detect</i>
2	RxD	In	<i>Receive Data</i>
3	TxD	Out	<i>Transmit Data</i>
4	DTR	Out	<i>Data Terminal Ready</i>
5	GND	-	<i>Ground</i>
6	DSR	In	<i>Data Set Ready</i>
7	RST	Out	<i>Request to Send</i>
8	CTS	In	<i>Clear to Send</i>
9	RI	In	<i>Ring Indicator</i>

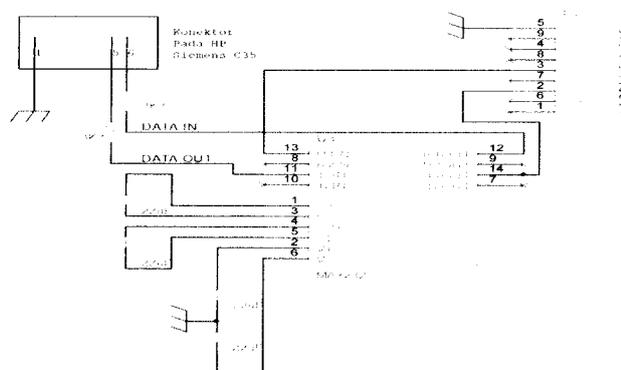
Pada Tabel 2.19 disajikan tabel fungsi masing-masing pin dari konektor DB9. Fungsi utama yang digunakan adalah pin RxD, TxD, serta pin GND. Pin tersebut merupakan syarat minimal untuk komunikasi serial.

2.4.2. Interface RS232

Pada komunikasi serial UART selain dengan sistem RS232, terkadang terdapat sistem komunikasi UART yang menggunakan sistem TTL ataupun CMOS. Dengan sistem seperti ini level tegangan yang digunakan akan berbeda dengan level tegangan RS232, sehingga umumnya perlu sebuah piranti *interface* RS232. Salah satu contoh IC yang digunakan sebagai *interface* piranti TTL/CMOS dengan piranti RS232 adalah IC MAX

2.5. Komunikasi Mikrokontroler dan HP

Untuk berkomunikasi dengan HP menggunakan mikrokontroler ataupun PC diperlukan sebuah kabel data. Jenis dari kabel data tergantung dari merk dan seri HP itu sendiri. Dalam perancangan ini, jenis HP yang digunakan adalah *Siemens C35*. Gambar 2.15 adalah model kabel data yang digunakan untuk berkomunikasi dengan PC atau mikrokontroler.



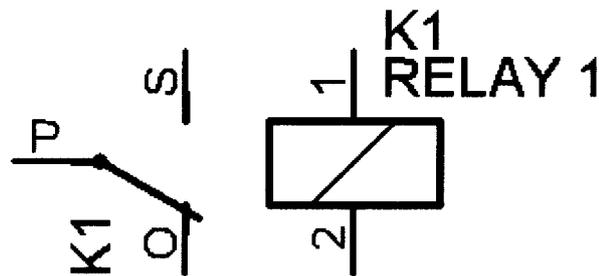
Gambar 2.15. Kabel data *Siemens C35*.

Kabel data *Siemens C35* menggunakan komponen dasar MAX232. IC ini digunakan sebagai konverter agar mampu berkomunikasi dengan PC. Pemasangan kapasitor 22uF digunakan untuk menghasilkan tegangan yang sesuai dengan level

RS232, atau biasa disebut *voltage doubler*. Komunikasi yang disediakan adalah komunikasi serial UART dengan *baud rate* 19200 yang kompatibel dengan mikrokontroler. Pemasangan Resistor $3K3\Omega$ untuk menjaga agar sinyal tidak hilang.

2.6. Driver relay

Relay merupakan salah satu komponen output yang paling sering digunakan baik pada industri, otomotif, ataupun peralatan elektronika lainnya. Relay berfungsi untuk menghubungkan atau memutus aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Ada 2 macam relay berdasarkan tegangan untuk menggerakkan koilnya yaitu AC dan DC. Pada relay board ini digunakan relay DC dengan tegangan koil 12V DC, arus yang diperlukan sekitar 20 - 30mA.



Gambar 2.16 Simbol relay

Pada gambar diatas adalah simbol relay. Cara kerjanya, jika kumparan di titik 1 dan dua diberi tegangan DC 12V maka kumparan ini, akan menjadi magnet. Kemudian titik P akan ditarik ke titik S, Sehingga P akan terhubung ke S dan P akan putus dengan titik O.

2.7. Transistor

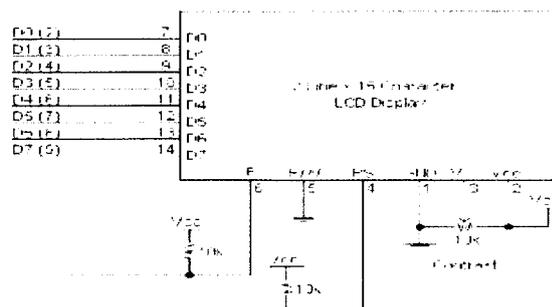
Transistor merupakan komponen aktif dimana arus, tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan. Didalam sistem komunikasi, transistor digunakan untuk menguatkan sinyal. Di dalam untai elektronis komputer transistor digunakan untuk saklar elektronis laju tinggi.

2.8. Penampil LCD 16x2

Penampil informasi yang lazim digunakan adalah LCD (*Liquid Crystal Display*). LCD yang digunakan adalah LCD *Dot Matrik* dengan jumlah karakter 16x2. LCD ini nantinya akan digunakan untuk menampilkan informasi nilai suhu, asap dan status dari proses.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris
- Mempunyai 192 karakter tersimpan
- Terdapat karakter generator terprogram
- Dapat dialamati dengan mode 8-bit dan 4-bit
- Dilengkapi dengan *backlight*.



Gambar 2.12 LCD 16x2

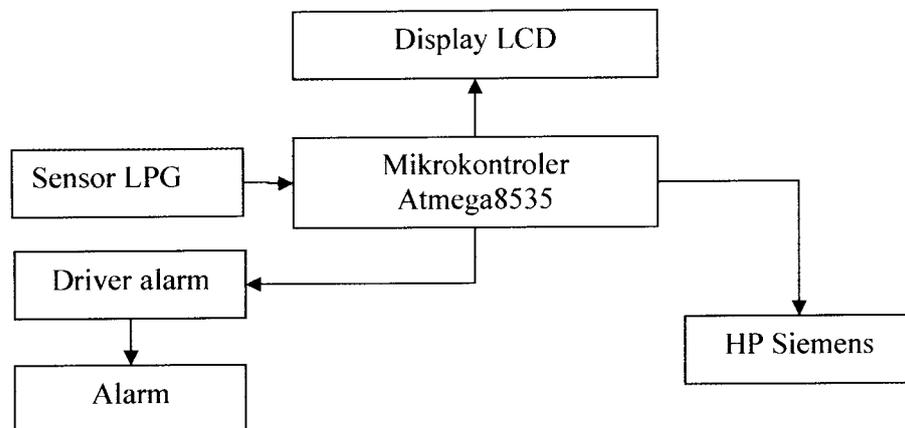
Pada LCD ini terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kendali dan fasilitas pengaturan kontras serta *backlight*. LCD ini dapat dikendalikan dengan mikrokontroler atau mikroprosesor.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Perangkat Keras

Didalam perancangan sistem monitoring kebocoran gas LPG ini dibutuhkan beberapa perangkat keras atau lebih dikenal dengan *hardware* . Gambar 3.1 berikut menjelaskan perangkat keras yang digunakan pada sistem ini.



Gambar 3.1. Diagram blok perangkat keras sistem utama

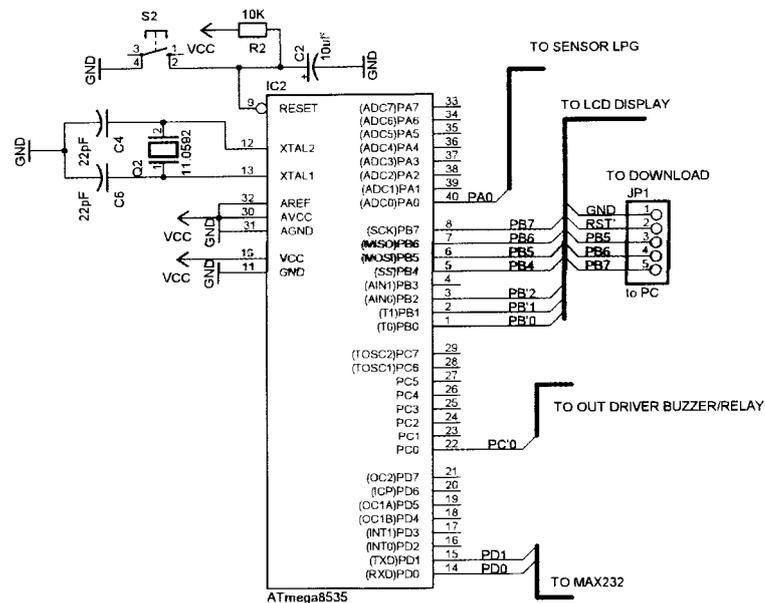
Pada Gambar 3.1 ditunjukkan diagram kotak sistem yang digunakan dalam penelitian ini. Prinsip kerjanya adalah sensor gas akan mendeteksi adanya konsentrasi gas LPG di udara. Jika terdapat gas LPG maka akan terjadi perubahan resistensi dalam sensor, sehingga akan menyebabkan adanya perubahan tegangan. Perubahan tegangan ini dibaca oleh mikrokontroler Atmega8535.

Jika batas ambang kadar LPG di terdeteksi maka sistem akan menyalakan alarm dan mengirimkan SMS ke user yang telah ditentukan. Untuk menyalakan

alarm mikrokontroler dibantu oleh driver alarm dengan memanfaatkan relay. Display LCD digunakan untuk menampilkan informasi konsentrasi gas.

3.1.1. Mikrokontroler

Tugas dari mikrokontroler ini adalah mengendalikan seluruh sistem. Membaca sensor menampilkan informasinya dalam penampil LCD dan memberikan eksekusi atau perintah ke output atau aktuator. Mikrokontroler juga mengakses HP menggunakan komunikasi serial dan perintah-perintah AT-Command.



Gambar 3.2. Sistem minimum mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler Atmega8535 merupakan sebuah mikrokontroler CMOS 8-bit yang diproduksi oleh Atmel, mikrokontroler ini bekerja pada tegangan rendah dan memiliki 8kb *flash* memori didalamnya yang bersifat ISP (*In System Programmable Flash Memory*). Mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan

RAM, ROM, EEPROM pembangkit detak internal, *timer*, interupsi serta piranti untuk komunikasi serial. Sehingga dengan komponen-komponen ini menjadikan mikrokontroler sebagai komputer dalam satu chip.

Pada Gambar 3.2. ditunjukkan rangkaian minimal yang diperlukan agar mikrokontroler mampu bekerja. Sistem tersebut terdiri dari kristal Q2 senilai 11,0593MHz, 2 buah kapasitor senilai 33pF. Komponen ini berfungsi sebagai osilator atau pembangkit detak untuk mikrokontroler. Nilai x-tal 11,0592MHz diatur dengan pertimbangan *baud rate* yang akan digunakan pada komunikasi serial dengan HP. Jika menggunakan nilai ini maka tidak akan terjadi *error* pada saat komunikasi dengan HP. Jika menggunakan x-tal dengan nilai lain, maka perhitungan nilai *baud rate* tidak akan sesuai dengan kata lain akan menghasilkan *error*.

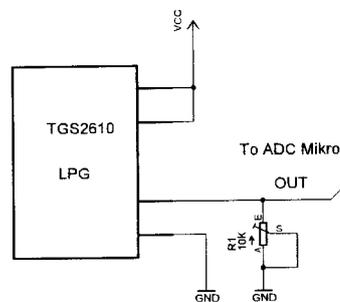
Sistem reset menggunakan kapasitor bernilai 10uF/16V dan sebuah resistor senilai 10k Ω . Dengan pemasangan kapasitor dan resistor ini maka pada saat *power supply* dinyalakan maka mikrokontroler akan *reset* secara otomatis, kemudian bekerja secara normal. Hal ini dikarenakan adanya proses pengisian dan pengosongan pada komponen kapasitor. Saklar SW2 berguna untuk *me-reset* mikrokontroler secara manual. Prinsip kerjanya adalah memberikan logika rendah ke kaki RST maka mikrokontroler akan *reset*.

Mikrokontroler Atmega8535 dirancang untuk mengendalikan seluruh sistem. Piranti masukan dan keluaran diatur sesuai dengan Gambar 3.2 diatas. PB digunakan sebagai jalur data ke LCD, jalur ini merupakan jalur keluaran mikrokontroler. PA.0 adalah jalur ADC (*Analog to Digital Converter*) yang

digunakan untuk membaca sensor LPG TGS2610. Jalur komunikasi dengan HP menggunakan jalur khusus yaitu PD.0 dan PD.1 atau jalur Tx dan Rx. Sementara itu untuk jalur PC.0 digunakan untuk kontrol kontrol alarm.

3.1.2. Sensor Gas LPG TGS2610

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan Gas LPG diudara adalah sensor TGS2610. Sensor ini memiliki sifat terjadi perubahan R_s/R_o saat terdapat perubahan konsentrasi Gas LPG di permukaan sensor. Besarnya perubahan R_s/R_o tergantung dari banyaknya konsentrasi LPG di udara. Gambar 3.3 menunjukkan Gambar skema sensor LPG TGS2610.



Gambar 3.3 Sensor TGS2610

Keluaran sensor TGS2610 dihubungkan dengan potensiometer RL R1 senilai $10K\Omega$ yang digunakan sebagai resistor beban atau resistor pembagi tegangan output. Keluaran dari sensor ini berupa tegangan analog yang langsung dapat dimasukkan ke pin ADC dari mikrokontroler. Dalam penelitian ini dipilih pin PA.0 yang merupakan pin ADC channel 0.

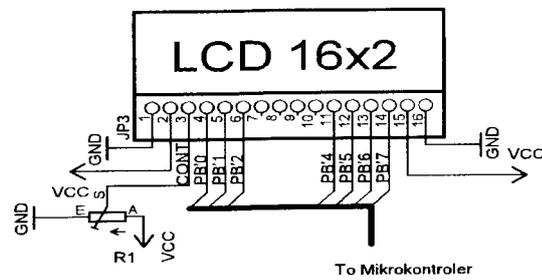
3.1.3. Penampil LCD 16x2

Untuk menampilkan data konsentrasi gas LPG di udara diperlukan media berupa display. Penampil yang digunakan adalah LCD dengan tipe dot matrix 16x2. Dibawah ini adalah fungsi dari masing-masing pin LCD.

Tabel 3.1. Fungsi Pin LCD 16x2

No	Simbol	Level	Fungsi	
1	V_{SS}	-	0V	<i>Power Supply</i>
2	V_{DD}	-	-5V	
3	V_0	--	Kontras	
4	RS	H L	<i>Register Select</i> : H--Data, L-- Intruksi	
5	R W	H L	H--Baca, L--Tulis	
6	E	H,H-L	<i>Sinyal Enable</i>	
7	DB0	H L	Data Bus untuk pengalamatan 8-bit	
8	DB 1	H L		
9	DB2	H L		
10	DB3	H L		
11	DB4	H L	Data Bus untuk pengalamatan 4-bit dan 8-bit	
12	DB5	H L		
13	DB6	H L		
14	DB7	H L		
15	A	--	<i>Back Light (+)</i>	
16	K	--	<i>Back Light (-)</i>	

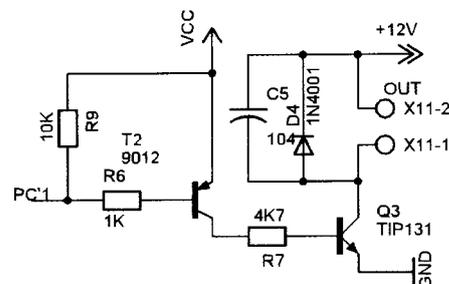
Dalam pembuatan *interface* antara LCD dan mikrokontroler digunakan metode pengalamatan 4-bit data. Alasan utama menggunakan metode ini adalah kesederhanaan proses dalam program. Adapun peran utama LCD hanya difungsikan dalam kondisi tulis dan baca. Konfigurasi LCD dan mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Konfigurasi mikrokontroler dan LCD

3.1.4. Rangkaian *Driver Relay*

Dalam aplikasi ini digunakan dua buah driver, yaitu driver untuk menyalakan alarm serta driver untuk mengaktifkan relay, yang dapat dihubungkan ke piranti lain dengan tegangan yang berbeda. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki tegangan kerja level TTL, yaitu 0 dan 5V. Untuk dapat mengendalikan piranti lain yang memiliki tegangan kerja yang berbeda seperti relai, *buzzer* mikrokontroler membutuhkan *driver*. Gambar 3.5 adalah rangkaian driver dengan transistor untuk mengaktifkan buzzer atau alarm kecil.

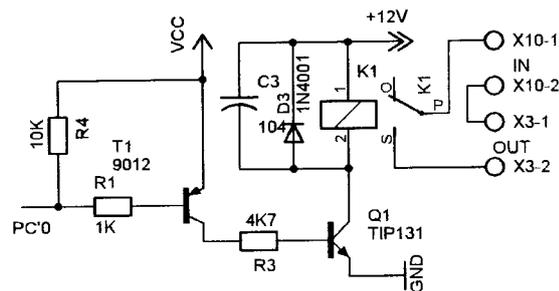


Gambar 3.5 Rangkaian *driver buzzer*

Pada rangkaian *driver* Gambar 3.5 mikrokontroler mengendalikan transistor 9012 dengan memberikan bias basis. Keadaan transistor akan berada pada posisi saturasi ketika logika rendah diberikan pada kaki basis, sedangkan

kerika diberi logika tinggi maka transistor akan berada pada kondisi *cut off* atau tidak menghantar. Transistor ini akan mengendalikan transistor TIP31, dan transistor TIP31 akan mengendalikan buzzer.

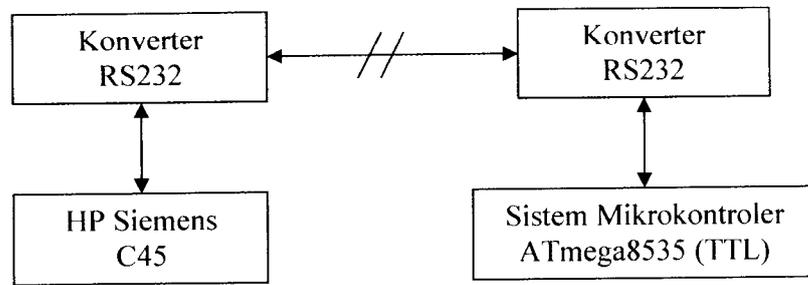
Pada konfigurasi untuk mengendalikan relay, rangkaian yang digunakan sama seperti diatas namun ada sedikit perbedaan, yaitu outputnya adalah relay, keluaran dari relay ini kontak-kontaknya dapat dihubungkan dengan level tegangan yang berbeda. Gambar driver relay ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian *driver relay*

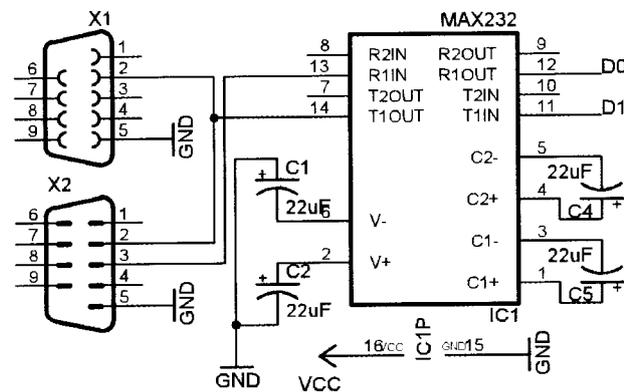
3.1.5 Komunikasi mikrokontroler dan HP Terminal

Kabel data difungsikan sebagai konverter atau penyesuai logika mikrokontroler dan logika pada HP. Konverter yang digunakan pada kabel data siemens C55 atau M35 adalah IC konverter Max232. Konsep penggunaan sistem konverter ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Konsep konverter RS232

Gambar 3.7 menyajikan konsep sistem konverter RS232. Sistem ini mengkonversi level logika TTL ke RS 232, kemudian ditransmisikan, untuk selanjutnya diterima oleh konverter RS 232 yang akan berubah menjadi logika CMOS.

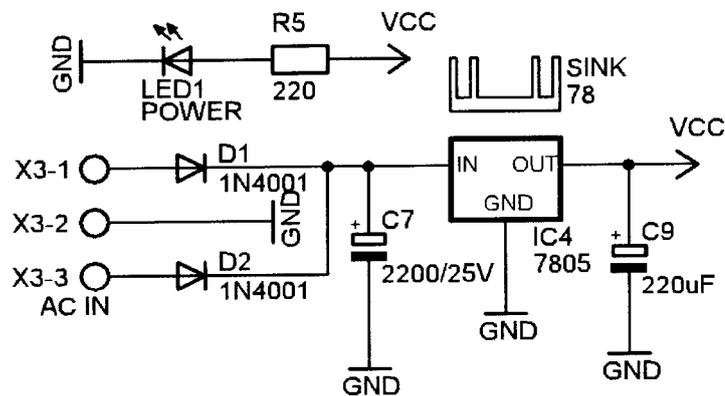


Gambar 3.8 Konfigurasi Max 232

Pada Gambar 3.8 ditunjukkan konfigurasi IC Max 232 dengan beberapa komponen tambahan. IC Max 232 perlu dipasang beberapa komponen tambahan antara lain, kapasitor senilai 22uF/16V. Dengan menghubungkan PD.0 dan PD.1 dari mikrokontroler dengan IC ini, maka komunikasi serial yang berlevel TTL sudah mampu diubah ke level RS232.

3.1.6 Catu Daya

Perancangan sistem catu daya dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan catu daya mikrokontroler. Mikrokontroler AT89S51 membutuhkan *supply* +5V dan *Ground*. Pada perancangan sistem catu daya ini menggunakan sistem penyearah dan regulator. Gambar 3.9 menunjukkan skema catu daya yang digunakan.



Gambar 3.9 Rangkaian *power supply*

Pada Gambar 3.9 menampilkan rangkaian catu daya. AC 220V diturunkan menggunakan transformator step down. Tegangan output trafo ini sebesar 12V. Trafo yang digunakan adalah trafo yang dilengkapi dengan *center tap* (CT). Pemasangan dua buah dioda 1N4001 akan menghasilkan penyearah gelombang penuh. Pemasangan kapasitor 2200µF/25V bertujuan untuk meratakan arus dan menghilangkan *ripple*. IC regulator 7805 akan menghasilkan tegangan output atau V_{CC} sebesar 5V. Pemberian kapasitor 220µF/16V bertujuan agar tidak terjadi jatuh tegangan ketika catu daya diberi beban.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perangkat lunak ini digunakan bahasa *C* dengan *compiler code vision AVR*. Pada perancangan perangkat lunak, *software* di-develop dengan *compiler* kemudian kode *hexa* hasil dari proses kompilasi di-download ke mikrokontroler dengan *software AVR Studio*.

Langkah-langkah perancangan lunak dapat ditarik garis besarnya terlebih dahulu setelah memahami cara kerja peralatan dan proses pengendalian yang akan dilaksanakan, antara lain :

- 1) Pembuatan *flow chart* urutan pengendalian program
- 2) Pembuatan *listing* program dalam bentuk file berekstensi *.c*
- 3) Perubahan file berekstensi *obj* menjadi *hex*
- 4) Pengisian program dengan *software download AVR Studio*

3.2.1. Prosedur Penanganan Sistem

Pada program penanganan sistem, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Adapun tahapannya adalah membaca sensor membandingkan dengan konstanta limit bahaya, menyalakan alarm saat keadaan bahaya terdeteksi, serta mengirim SMS ke *user*.

3.2.2 Perancangan Pesan SMS

Ketika sistem mendeteksi bahaya, maka sistem akan menyalakan alarm dan relai yang keluarannya dihubungkan dapat dihubungkan ke sistem yang lain. Untuk itu diperlukan perancangan mengenai pesan yang akan dikirim. Untuk mendapatkan data pesan SMS harus dilakukan dengan cara merubah isi pesan ke dalam format PDU. Dalam penelitian ini diinginkan pesan yang terkirim adalah

'Terdeteksi Kebocoran Gas LPG' dengan menggunakan *software PDUsPY*, pesan tersebut akan diubah menjadi data PDU.

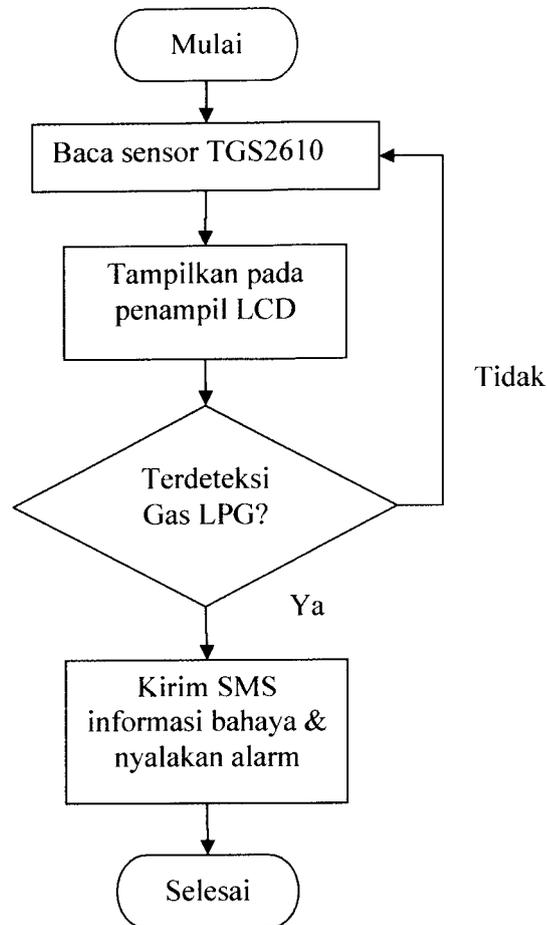
Proses pengubahan kode ASCII menjadi kode PDU yang dilakukan dengan *software PDUsPY*, dapat dilihat pada tabel. Berikut adalah detail dari hasil proses pengubahan data disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Konversi pesan ke PDU

Kondisi	Data Asli	Data PDU
SMS center	<i>Default</i>	000100
Nomor HP tujuan	+6285292248644	0D91265892228446F4
SMS referensi	<i>Default</i>	000000
Isi pesan	Terdeteksi Kebocoran Gas LPG	1CD4B29C5CA697D7F334685916BFC76F79D80D3A86E72026F408

3.2.3 Perancangan *flow chart*

Untuk menangani seluruh tugas dalam skenario diatas, maka mikrokontroler diberi program dengan algoritma yang mampu menangani seluruh sistem. Gambar 3.10 adalah *flow chart* yang digunakan sebagai acuan program untuk menangani sistem.



Gambar 3.10. *Flow chart* program

Pada algoritma program gambar 3.10, yang pertama dilakukan adalah, sistem membaca TGS2610. Informasi ini kemudian ditampilkan dalam penampil LCD. Jika sistem mendeteksi adanya kebocoran gas LPG maka sistem akan menyalakan alarm dan mengirimkan informasi SMS peringatan ke user.

BAB IV

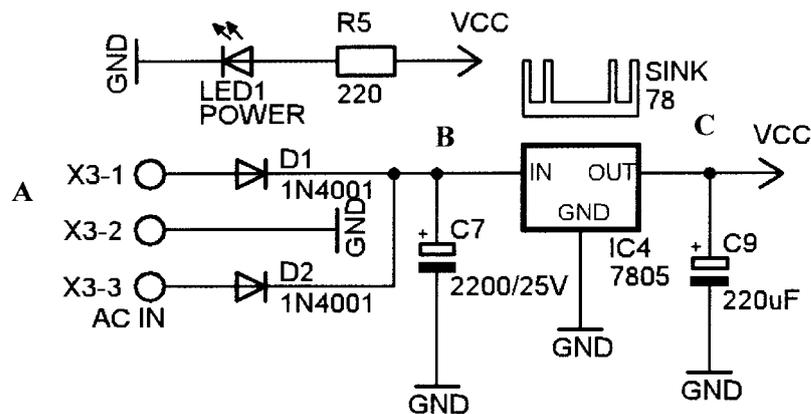
PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Alat

Hasil pengujian diperoleh dengan menggunakan alat ukur. Pengujian dilakukan pada sensor TGS2610, pengujian terhadap catu daya dan pengujian koneksi HP. Beberapa tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

4.1.1. Pengujian terhadap catu daya

Pengujian terhadap catu daya dilakukan dengan mengukur nilai tegangan pada beberapa titik ukur. Gambar 4.1. adalah rencana titik uji pada rangkaian catu daya.



Gambar 4.1. Rencana pengujian catu daya

Sumber tegangan yang digunakan dalam sistem ini adalah sumber tegangan DC sebesar 12V dan 5V. Gambar rangkaian yang diuji tunjukkan pada Gambar 4.1. Power supply diuji pertama kali, karena digunakan untuk menjalankan sistem secara keseluruhan. Tegangan 5V digunakan untuk

menjalankan mikrokontroler sedangkan tegangan 12V digunakan untuk menjalankan relay atau driver.

Setelah dilakukan percobaan dan pengujian seperti pada Gambar 4.1 diperoleh hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengamatan Catu Daya

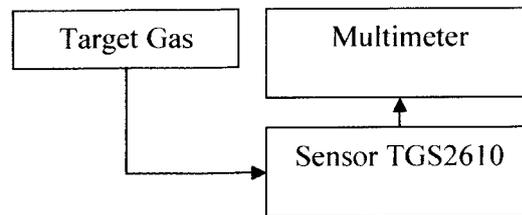
No	Titik Uji	Hasil ukur (V)
1	Titik A	11,97
2	Titik B	13,8
3	Titik C	4.98V

Berdasarkan data pengamatan pada Tabel 4.1 diketahui bahwa nilai *output* dari trafo *step down* adalah 11,97V. Nilai tegangan ini berasal dari trafo *step down*, yang menurunkan tegangan dari AC 220V ke AC 12V. Nilai tegangan ini kemudian disearahkan dengan dua buah dioda dengan sistem penyearah gelombang penuh. Keluaran dioda ini setelah diberi kapasitor nilainya terukur sebesar 13,8V. Tegangan 13,8V ini digunakan untuk men-supply relay dan alarm, yang memiliki tegangan kerja sekitar 12V.

Tegangan 13.8V ini terlalu besar untuk men-supplai mikrokontroler sehingga digunakan regulator 7805 seperti pada Gambar 4.1. Regulator 7805 menghasilkan tegangan keluaran sebesar output terukur 4.98V. Nilai keluaran ini digunakan untuk men-supplai mikrokontroler, LCD dan IC-IC digital yang membutuhkan tegangan kerja 5V.

4.1.2. Pengujian Terhadap Sensor TGS2610

Pengujian terhadap sensor gas TGS2610 dilakukan dengan mengukur nilai tegangan output saat terdapat LPG dan saat kondisi normal. Gambar 4.2 adalah metode pengujian sensor LPG.



Gambar 4.2. Rencana pengujian sensor TGS2610

Hasil dari pengujian sensor TGS2610, digunakan untuk mengetahui kinerja dari sensor. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter, dengan mengukur tegangan output saat terdapat LPG dan saat tidak ada gas berdasarkan jarak antara sumber gas dan sensor gas. Untuk mendapatkan nilai resistansi pada sensor TGS 2610 dan kadar gas di udara dapat digunakan rumus sebagai berikut :



Gambar 4.3. Rangkaian sensor TGS 2610

$$R_s = \left(\frac{R_{beban} \times V_{input}}{V_{output}} \right) - R_{beban} \quad (4.1)$$

Dimana :

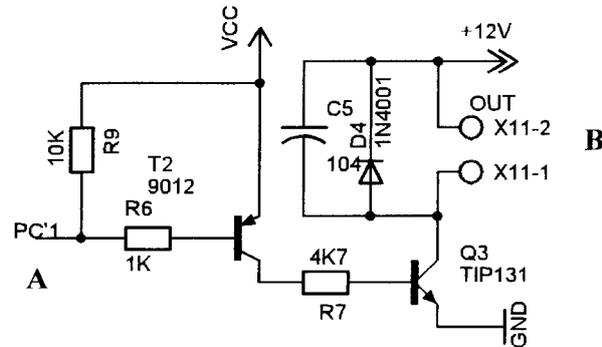
- R_s** = Resistansi sensor
R beban = Resistansi beban
V input = Tegangan input (5 V)
V output = Tegangan output

Tabel 4.2 Pengamatan sensor gas TGS2610 berdasarkan percobaan dan perhitungan

No	Tegangan (V)	Perhitungan Resistansi (Ohm)	Kadar Gas (PPM)	Jarak (Cm)
1	3.2	562.5	9215.5	2
2	3	666.6	9136.3	3
3	2.5	1000	8550.8	3.5
4	2	1500	7921.8	4
5	1.7	1941.2	7285.71	4.3
6	1.5	2333.3	6833.3	4.5
7	1	4000	4409.5	5
8	0.8	6250	1268.6	5.1
9	0.6	6700	639.8	5.2
10	0.4	11500	0	5.5

4.1.3. Pengujian Terhadap *Driver*

Pengujian terhadap *driver* digunakan untuk mengetahui kinerja mikrokontroler dalam menyalakan dan mematikan alarm. Gambar 4.3 adalah titik uji rangkaian *driver*.



Gambar 4.4 Rencana pengujian *driver*

Pengujian terhadap *driver* dilakukan dengan memberikan logika dari mikrokontroler pada sisi input, kemudian mengukur tegangan keluaran driver. Dengan konfigurasi seperti pada Gambar 4.3 percobaan dilakukan dengan memberikan *input* logika yang berasal dari mikrokontroler. Tabel 4.3 adalah data dari hasil percobaan.

Tabel 4.3. Hasil percobaan terhadap driver

PC.1 (Logika)	Titik A (V)	Titik B (V)	Alarm
Low	0	13	On
High	4.98	0	Off

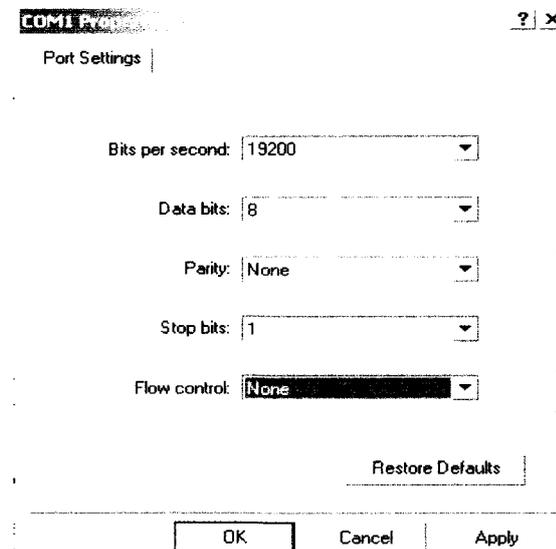
Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jika diinginkan alarm dalam kondisi aktif atau *on*, maka mikrokontroler harus

mengirimkan logika *low* ke masukan *driver*. Demikian juga sebaliknya untuk menjadikan alarm *off*, maka logika *high* harus diberikan pada masukan *driver*.

Saat logika *low* diberikan pada input basis transistor 9012 maka transistor PNP ini akan aktif, sehingga kondisinya saturasi dan kaki kolektor akan bernilai V_{cc} . Tegangan V_{cc} ini akan memberikan bias pada basis transistor NPN TIP31, sehingga transistor ini dalam kondisi saturasi dan arus akan mengalir ke buzzer atau output melalui kolektor transistor.

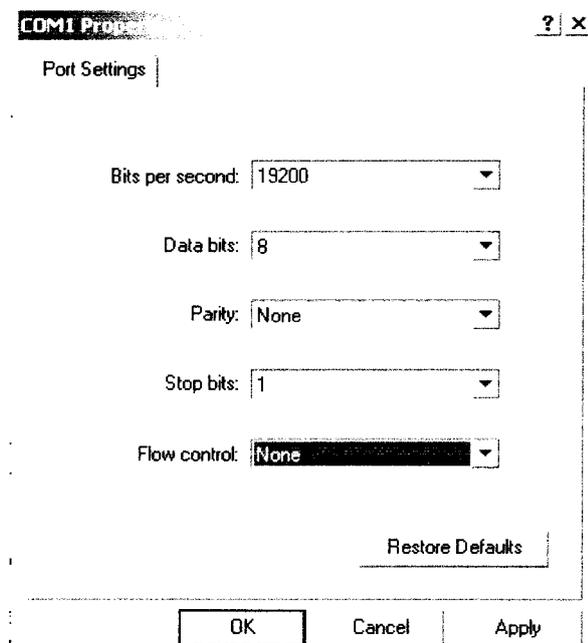
4.1.4. Pengujian Koneksi HP

Pengujian perintah-perintah dan koneksi HP dilakukan dengan menggunakan bantuan *software hyperterminal*. Komunikasi serial antara mikrokontroler dan HP menggunakan kecepatan *baut rate* 19200 bps, untuk itu perlu dilakukan pengaturan nilai kecepatan pada *software hyperterminal*. Gambar 4.4 adalah tampilan dan *setting hyperterminal*.



Gambar 4.4 Tampilan *hyperterminal*

Pada penelitian ini, HP yang digunakan adalah HP Siemens C55. HP ini memiliki koneksi dengan peralatan eksternal dengan menggunakan komunikasi serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) dengan *baud rate* 19200bps. Untuk itu agar mampu melakukan pengujian terhadap HP maka harus menggunakan fasilitas *hyper terminal* pada windows. Pada Gambar 4.4. ditunjukkan konfigurasi pada *hyper terminal* untuk berkomunikasi dengan HP.



Gambar 4.4 Konfigurasi *hyper terminal*

Dengan menghubungkan ponsel ke COM1 pada komputer maka dapat diperoleh terminal untuk berkomunikasi dengan HP. Ketika sistem mengirim SMS diperoleh data pengujian kode PDU sebagai berikut

```
AT+CMGS=33
```

```
0001000D91265892228446F4000014D7A0D499741E5DAE10E8189C8
```

```
284CFE1530A
```

Data-data *PDU* tersebut merupakan paket yang dikirim oleh sistem menuju ponesl. Data 'AT+CMGS=33' adalah data *AT command* yang digunakan untuk mengirim SMS. Data '000100' adalah data pengaturan *SMS center* secara *default*. Data 0D91265892228446F4 adalah data nomor HP tujuan, jika diterjemahkan menjadi +628292248644. Data *PDU* berikutnya adalah '0000' merupakan SMS referensi *default*. Kode *PDU* yang terakhir adalah isi sms, datanya adalah '14D7A0D499741E5DAE10E8189C8284CFE1530A ', data tersebut dapat diterjemahkan menjadi 'WARNING..! GAS BOCOR'.

4.1.5. Pengujian kinerja sistem secara keseluruhan

Pengujian sistem secara menyeluruh dilakukan dengan menggunakan simulasi terhadap perubahan konsentrasi gas, kemudian mengamati kinerja sistem mengenai alarm dan sms yang dihasilkan. Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari alat yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan minimal 10 (sepuluh) kali percobaan . Percobaan ini dilakukan dalam ruangan tertutup dengan memberikan jarak yang berbeda-beda antara sumber gas dengan alat pendeteksi kebocoran gas LPG. Ruangan untuk uji coba ini harus tertutup untuk meminimalisir adanya angin bertiup dari luar ruangan yang akan mempengaruhi kadar gas dalam ruangan. Berikut adalah hasil pengujian yang telah dilakukan.

Sistem diuji dengan memberikan simulasi gas bocor dari tabung gas LPG 3KG. Setelah diuji, sistem memberikan respon, alarm bunyi dan terdapat kiriman SMS kepada user yang isinya '*WARNING..! GAS BOCOR*'.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Resistansi pada sensor gas TGS 2610 berbanding terbalik terhadap tegangan output sensor gas tersebut. Hal ini dapat dilihat dari semakin besar tegangan yang diperoleh dari pengukuran maka semakin kecil nilai resistansinya.
2. Peletakan sensor gas TGS 2610 tidak boleh terlalu jauh dari sumber kebocoran gas. Hal ini akan sangat mempengaruhi sensor gas untuk dapat mendeteksi adanya kebocoran gas LPG, semakin jauh peletakan sensor gas maka kemampuan sensor gas untuk mendeteksi kebocoran gas LPG sangatlah kecil sehingga akan membutuhkan waktu yang lama agar sensor gas dapat mendeteksi adanya kebocoran gas LPG. Hal ini akan sangat membahayakan apabila adanya percikan – percikan api disekitar sumber kebocoran gas yang timbul sebelum gas terdeteksi oleh sensor gas.
3. Kepekatan gas LPG sangat dipengaruhi oleh kondisi ruangan dimana terdapat kebocoran gas LPG tersebut. Semakin baik sirkulasi udara dari luar ke dalam ruangan atau sebaliknya, maka semakin lama kadar gas LPG untuk menjadi pekat di dalam ruangan tersebut. Sehingga tingkat keamanan untuk terjadinya ledakan semakin tinggi.
4. Posisi pendeteksian gas pada titik aman yaitu sekitar 1000 Ppm campuran gas di udara.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini banyak terjadi kekurangan, untuk itu penulis memberikan beberapa saran, antara lain:

1. Alat ini hanya mampu mendeteksi kebocoran gas LPG pada ruangan. Bukan untuk mengatasi kebocoran gas LPG, oleh karena itu diperlukan kewaspadaan apabila terjadi kebocoran gas LPG yang terdeteksi oleh alat ini maka janganlah melakukan sesuatu yang bisa menimbulkan percikan - percikan api.
2. Alat ini menggunakan pulsa telepon seluler untuk mengirimkan sms peringatan kebocoran gas LPG kepada user atau pengguna. Oleh karena itu, seringlah melakukan pengecekan saldo pulsa pada handphone yang terdapat di alat pendeteksi kebocoran gas LPG.

DAFTAR PUSTAKA

Budiharjo, W ; *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*, Andi, Yogyakarta, 2005.

Budiharjo, W ; *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.

Wardhana, L ; *Belajar Sendiri : Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535*. Yogyakarta : ANDI. 2006

Simanjuntak, T LH ; *Dasar - dasar Telekomunikasi*, Penerbit Alumni, Bandung, 2003.

<http://www.mikron123.com/index.php/display-LCD/DI-Smart-LCD-16x2/Detailed-product-flyer.html>

<http://www.mikrokontroller.com>

<http://www.atmel.com>

LAMPIRAN

```
#include <mega8535.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

#asm
    .equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
#endasm
#include <lcd.h>

#define relay PORTC.0
#define buzzer PORTC.1

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input|ADC_VREF_TYPE;
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
```

```

U   return ADCW;
U   }
U
U   unsigned int humi1,humi2;
}
    unsigned char temp,layar_1[16],layar_2[16];
u   unsigned long int gas;
{   unsigned char count,c,i,x,pdu,jmlh_nope,derajat=0xDF;;
v
r   unsigned char data[100];
}   unsigned char message[60];
    unsigned char header[]={ "001100" };
v   unsigned char time_limit[]={ "000000" };
{   unsigned char no_hp[20],no_hp_alert[20]={ "0D91261893727371F1" };
    //{"0D91265892228446F4"}; //{"0D91265827796192F1"}; {"0D91265827376527F1"}; //
    //{"0D91261875785715F6"}; {"0D91265827796192F1"};
}
    unsigned char no_hp_alert2[20]={ "0D91265847530030F0" };
bit alarm,flag_no;

const long int osilator=11059200;
void InisialisasiUART(unsigned long int baud_rate);

unsigned long int UBRR;

void InisialisasiUART (unsigned long int baud_rate)
{
UBRR = (osilator/(16*baud_rate))-1;

```

```
DDRB=0xFF;
PORTC=0x0F;
DDRC=0xFF;
PORTD=0x00;
DDRD=0xFF;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 172,800 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC High Speed Mode: Off
// ADC Auto Trigger Source: None
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=0x86;
SFIO&=0xEF;

}

void opening()
{
  lcd_clear();
  sprintf(layar_1," LPG Detector ");
  sprintf(layar_2,"Via SMS Gateway ");
  lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(layar_1);
  lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(layar_2);
  delay_ms(3);
}

void konfirmasi_hp()
```

```

{
lcd_clear();
sprintf(layar_1,"Connection : OK ");
sprintf(layar_2,"Init Sensor:");
lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(layar_1);
lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(layar_2);
}

void init_sensor_ok()
{
sprintf(layar_1,"OK");
lcd_gotoxy(13,1);lcd_puts(layar_1);
}

void view_gas()
{
lcd_clear();
sprintf(layar_1," LPG Detector ");
//sprintf(layar_2," [Status Aman] ");
sprintf(layar_2,"Gas:%imV [Aman]",gas);
lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(layar_1);
lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(layar_2);
delay_ms(3);
}

void view_gas_bocor()
{
lcd_clear();

```

```
sprintf(layar_1," LPG Detector ");
//sprintf(layar_2," [Status Aman] ");
sprintf(layar_2,"Gas:%imV [Bocor]",gas);
lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(layar_1);
lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(layar_2);
delay_ms(3);
}
```

```
void gas_alert()
{
lcd_clear();
sprintf(layar_1," LPG Detector ");
sprintf(layar_2," [Gas Bocor]");
lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(layar_1);
lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(layar_2);
delay_ms(3);
}
```

```
void baca_sms1()
{
putsf("at+cmgr=1\r"); /\r
}
```

```
void baca_sms2()
{
putsf("at+cmgr=2\r"); /\r
}
```

```
void inisial_hp()
```

```
{  
    putsf("at\r"); /\r  
}
```

```
void hapus_sms1(void)
```

```
{  
    putsf("at+cmgd=1\r");  
    while(1)  
    {  
        temp=terima();  
        if (temp=='K')break;  
    }  
    delay_ms(1000);  
}
```

```
void hapus_sms2(void)
```

```
{  
    putsf("at+cmgd=2\r");  
  
    while(1)  
    {  
        temp=terima();  
        if (temp=='K')break;  
    }  
    delay_ms(5000);  
}
```

```
void indikator_sms(void)
```

```
{
```

```
putsf("at+cnmi=1,1\r");
```

```
}
```

```
void cek_header_sms()
```

```
{
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
data[0]=terima();
```

```
if (data[0]=='+') break;
```

```
}
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
temp=terima();
```

```
if (temp=='+') break;
```

```
}
```

```
}
```

```
// unsigned char ff[]="001100";
```

```
// unsigned no_hp[13]; //0D91265827376527F1
```

```
// unsigned char time_limit[]="000000";
```

```
// unsigned char message_true[]="14D9775D0E9296E3F5F29C0E4ACE415479BDOC";
```

```
void ubah_PDU()
```

```
{
```

```
//0001000081000014D7A0D499741E5DAE10E8189C8284CFE1530A
```

```
// HUMY 56,70% TEMP 30C
```

```
alert:
```

```
message[0]=20; // JUMLAH KARAKTER;
```

```
message[1]='W';
```

```
message[2]='A';
```

```
message[3]='R';
```

```
message[4]='N';
```

```
message[5]='I';
```

```
message[6]='N';
```

```
message[7]='G';
```

```
message[8]='.';
```

```
message[9]='.';
```

```
message[10]='!';
```

```
message[11]=' ';
```

```
message[12]='G';
```

```
message[13]='A';
```

```
message[14]='S';
```

```
message[15]=' ';
```

```
message[16]='B';
```

```
message[17]='O';
```

```
message[18]='C';
```

```
message[19]='O';
```

```
message[20]='R';
```

```
konversi:
```

```
//-----
```

```
// RUMUS KONVERSI KE PDU
```

```
//-----
```

```
message[1]=(message[1])+((message[2]&0b00000001)<<7);  
message[2]=(message[2]>>1)+((message[3]&0b00000011)<<6);  
message[3]=(message[3]>>2)+((message[4]&0b00000111)<<5);  
message[4]=(message[4]>>3)+((message[5]&0b00001111)<<4);  
message[5]=(message[5]>>4)+((message[6]&0b00011111)<<3);  
message[6]=(message[6]>>5)+((message[7]&0b00111111)<<2);  
message[7]=(message[7]>>6)+((message[8]&0b01111111)<<1);
```

```
message[8]=(message[9])+((message[10]&0b00000001)<<7);  
message[9]=(message[10]>>1)+((message[11]&0b00000011)<<6);  
message[10]=(message[11]>>2)+((message[12]&0b00000111)<<5);  
message[11]=(message[12]>>3)+((message[13]&0b00001111)<<4);  
message[12]=(message[13]>>4)+((message[14]&0b00011111)<<3);  
message[13]=(message[14]>>5)+((message[15]&0b00111111)<<2);  
message[14]=(message[15]>>6)+((message[16]&0b01111111)<<1);
```

```
message[15]=(message[17])+((message[18]&0b00000001)<<7);  
message[16]=(message[18]>>1)+((message[19]&0b00000011)<<6);  
message[17]=(message[19]>>2)+((message[20]&0b00000111)<<5);  
message[18]=(message[20]>>3);
```

```
message[19]=((message[0]&0xF0)>>4); //JUMLAH KARAKTER D UBAH KE ASCII
```

```
message[20]=(message[0]&0x0F);
```

```
//-----
```

```
// RUMUS KONVERSI KE ASCII
```

//-----

```
message[21]=((message[1]&0xF0)>>4);
message[22]=(message[1]&0x0F);
message[23]=((message[2]&0xF0)>>4);
message[24]=(message[2]&0x0F);
message[25]=((message[3]&0xF0)>>4);
message[26]=(message[3]&0x0F);
message[27]=((message[4]&0xF0)>>4);
message[28]=(message[4]&0x0F);
message[29]=((message[5]&0xF0)>>4);
message[30]=(message[5]&0x0F);
message[31]=((message[6]&0xF0)>>4);
message[32]=(message[6]&0x0F);
message[33]=((message[7]&0xF0)>>4);
message[34]=(message[7]&0x0F);
message[35]=((message[8]&0xF0)>>4);
message[36]=(message[8]&0x0F);
message[37]=((message[9]&0xF0)>>4);
message[38]=(message[9]&0x0F);
message[39]=((message[10]&0xF0)>>4);
message[40]=(message[10]&0x0F);
message[41]=((message[11]&0xF0)>>4);
message[42]=(message[11]&0x0F);
message[43]=((message[12]&0xF0)>>4);
message[44]=(message[12]&0x0F);
message[45]=((message[13]&0xF0)>>4);
message[46]=(message[13]&0x0F);
```

```
message[47]=((message[14]&0xF0)>>4);
message[48]=(message[14]&0x0F);
message[49]=((message[15]&0xF0)>>4);
message[50]=(message[15]&0x0F);
message[51]=((message[16]&0xF0)>>4);
message[52]=(message[16]&0x0F);
message[53]=((message[17]&0xF0)>>4);
message[54]=(message[17]&0x0F);
message[55]=((message[18]&0xF0)>>4);
message[56]=(message[18]&0x0F);
```

```
//KONVERSI HEXA TO ASCII,JIKA BERUPA ANGKA MAKA DITAMBAH 30H
```

```
//KONVERSI HEXA TO ASCII,JIKA BERUPA HURUF ABJAD besar MAKA DITAMBAH 37H
```

```
//KONVERSI HEXA TO ASCII,JIKA BERUPA HURUF ABJAD kecil MAKA DITAMBAH 57H
```

```
i=19;
while(1)
{
temp=message[i];
if (temp<10) message[i]=message[i]+0x30;
if (temp>=10) message[i]=message[i]+0x37;
i++;
if (i==57) break;
}
i=1;
//tampil_pdu();
}
```

```
void write_sms() //21 karakter----- // Your Request Is False
```

```
{  
  putsf("at+cmgs=33\r");
```

```
  while(1)
```

```
  {
```

```
    temp=terima();
```

```
    if (temp=='>') break;
```

```
  }
```

```
  delay_ms(100);
```

```
  //-----
```

```
  //KIRIM HEADER
```

```
  //-----
```

```
  i=0;
```

```
  while(1)
```

```
  {
```

```
    pdu=header[i];
```

```
    kirim_char();
```

```
    delay_ms(50);
```

```
    i++;
```

```
    if(i==6) break;
```

```
  }
```

```
  delay_ms(100);
```

```
  //-----
```

```
  //KIRIM NO HP
```

```
  //-----
```

```
if(flag_no==0)
{
for(i=0;i<18;i++)
{
pdu=no_hp_alert[i];
 kirim_char();
 delay_ms(50);
}
}
```

```
if(flag_no==1)
{
for(i=0;i<18;i++)
{
pdu=no_hp_alert2[i];
 kirim_char();
 delay_ms(50);
}
}
```

```
//-----
//KIRIM TIME LIMIT
//-----
limit:
i=0;
while(1)
{
pdu=time_limit[i];
```

```
    kirim_char();  
    delay_ms(50);  
    i++;  
    if(i==6) break;  
}  
delay_ms(100);
```

```
//-----  
//KIRIM MESSAGE  
//-----
```

```
i=19;  
while(1)  
{  
    if(i==57) break;  
    pdu=message[i];  
    kirim_char();  
    delay_ms(50);  
    i++;  
}  
i=1;
```

```
delay_ms(5000);  
kirim_z();  
delay_ms(1000);  
//putsf("\r");  
}
```

```
void read_gas()
```

```
{  
  gas=read_adc(7);  
  gas=((gas*1000)/1023)*5;  
}
```

```
void main (void)
```

```
{
```

```
  init_io();
```

```
  lcd_init(16);
```

```
  InisialisasiUART(19200);
```

```
  count=0;
```

```
  opening();
```

```
  i=1;
```

```
  delay_ms(2500);
```

```
  buzzer=relay=1;
```

```
cek_HP:
```

```
  inisial_hp();
```

```
  while(1){temp=terima();if (temp=='K')break;}
```

```
  konfirmasi_hp();delay_ms(500);
```

```
  for(;;){read_gas();if(gas<=700) break;} init_sensor_ok();delay_ms(1000);
```

```
start:
```

```
  for(;;)
```

```
  {
```

```
    read_gas();
```

```
    delay_ms(100);
```

```
if(alarm==0&&gas>=900) break;
else if(gas>900) view_gas_bocor();
else view_gas();
}
```

alert:

```
gas_alert();
delay_ms(1500);
ubah_PDU();
write_sms();flag_no=1;delay_ms(5000);
write_sms();flag_no=0;delay_ms(5000);
hapus_sms1();
relay=buzzer=0;
delay_ms(10000);
relay=buzzer=1;
alarm=1;
goto start;
}
```

TGS 2610 - for the detection of LP Gas

Features:

- * Low power consumption
- * High sensitivity to LP and its component gases (e.g. propane and butane)
- * Long life and low cost
- * Uses simple electrical circuit

Applications:

- * Residential LP leak detectors and alarms
- * Portable LP detectors
- * LP gas and vapor detection

The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on an alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of a detectable gas, the sensor's conductivity increases depending on the gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

The TGS 2610 has high sensitivity to propane and butane, making it ideal for LP-gas monitoring. Due to its low sensitivity to alcohol vapors (a typical interference gas in the residential environment), the sensor is ideal for consumer market gas alarms.

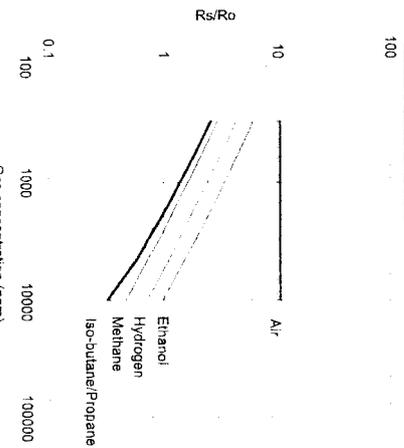
Due to miniaturization of the sensing chip, TGS 2610 requires a heater current of only 56mA and the device is housed in a standard TO-5 package.



The figure below represents typical sensitivity characteristics, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* (Rs/Ro), defined as follows:

Rs = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations
 Ro = Sensor resistance in 1800ppm of iso-butane

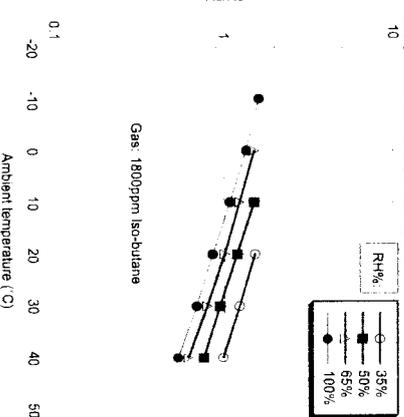
Sensitivity Characteristics:



The figure below represents typical temperature and humidity dependency characteristics. Again, the Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* (Rs/Ro), defined as follows:

Rs = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at various temperatures/humidities
 Ro = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at 20°C and 65% R.H.

Temperature/Humidity Dependency:

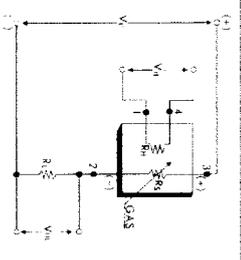


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS THAT CUSTOMERS CONSULT WITH FIGARO'S TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN THEIR APPLICATIONS AND IN PARTICULAR WHEN CUSTOMERS TARGET CASES ARE NOT LISTED HEREIN PLEASE CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

Basic Measuring Circuit:

The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (VH) and circuit voltage (VC). The heater voltage (VH) is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. Circuit voltage (VC) is applied to allow measurement of voltage (Vs) across a load resistor (RL) which is connected in series with the sensor.

A common power supply circuit can be used for both VC and VH to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (RL) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power dissipation (Ps) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power dissipation (Ps) will be highest when the value of Rs is equal to RL on exposure to gas.



Specifications:

Model number	TGS 2610	
Sensing element type	D1	
Standard package	TO-5 metal can	
Target gases	Butane, LP gas	
Typical detection range	500 ~ 10,000 ppm	
Standard circuit conditions	Heater Voltage	VH = 5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	VC = 5.0±0.2V DC/AC
Electrical characteristics under standard test conditions	Load resistance	RL = Variable 0.45kΩ min.
	Heater resistance	RH = approx. 59Ω at room temp
Heater power consumption	Heater current	IH = 56 ± 5mA
	Heater power consumption	PH = 280mW
Sensor resistance	Rs	0.68~6.8kΩ
	Sensitivity (change ratio of Rs)	Rs (1800ppm iso-butane) / Ro (1800ppm iso-butane) = 0.56 ± 0.06
Standard test conditions	Test gas conditions	iso-butane in air at 20±2°C, 65±5%RH
Standard test conditions	Circuit conditions	VC = 5.0±0.1V DC VH = 5.0±0.05V DC
	Conditioning period	7 days

The value of power dissipation (Ps) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_s = \frac{(V_c - V_{RL})^2}{R_s}$$

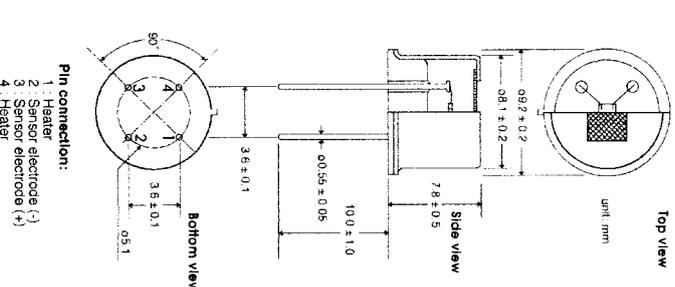
Sensor resistance (Rs) is calculated with a measured value of VRL by using the following formula:

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{I} \times R_L$$

For information on warranty, please refer to Standard Terms and Conditions of Sale of Figaro USA Inc. All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor. The only characteristics warranted are those in the Specification table above.

REV. 04/02

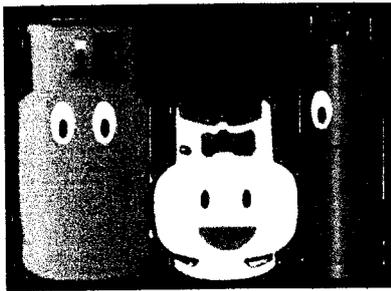
Structure and Dimensions:



FIGARO USA, INC.
 3703 West Lake Ave., Suite 203
 Glenview, Illinois 60025
 Phone: (847) 832-1701
 Fax: (847) 832-1705
 Email: figro.usa@figrosensor.com

BAGAIMANA SIFAT-SIFAT LPG?

- Liquefied Petroleum Gas (LPG) PERTAMINA dengan brand ELPIJI, merupakan gas hasil produksi dari Kilang BBM dan Kilang Gas, yang komponen utamanya adalah gas propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}) kurang lebih 97% dan sisanya adalah gas pentane yang dicairkan.
- ELPIJI lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap ELPIJI cair dalam tabung sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm²
- Zat merkaptan yang ditambahkan pada LPG dimaksudkan untuk keselamatan dengan memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas mudah diketahui dengan cepat
- ELPIJI PERTAMINA umum dipasarkan di masyarakat dalam kemasan tabung (3 kg, 12 kg, dan 50 kg)



ELPIJI (L.P.G.=LIQUEFIED PETROLEUM GAS)

Menurut Keputusan Dirjen Migas No.25 K/36/DDJM/1990 tanggal 14 Mei 1990, Gas Elpiji yang dipasarkan di Indonesia adalah gas campuran yang terdiri dari Gas Propane dan Gas Butane yang perbandingan campurannya adalah Propan 30% dan butane 70%.

Sesuai Keputusan Dirjen Migas No. 25 K/36/DDJM/1990 tanggal 14 Mei 1990 ini juga menyebutkan bahwa Spesifikasi Bahan Bakar Gas Elpiji untuk Keperluan Dalam Negeri adalah Spesifikasi LPG Propane (C3) dan Spesifikasi LPG Butane (C4) menggunakan standar ASTM (American Standard Testing Method)

Campuran atau paduan dari 2 jenis gas inilah yang dinamakan “ELPIJI” yang sekarang tersebar luas di masyarakat untuk kepentingan dapur, industri dan transportasi. Gas Elpiji termasuk yang dapat cair pada tekanan dan suhu rendah. Namun jenis gas ini mempunyai sifat dan kelakuan yang sangat berbahaya karena mudah terbakar dan mudah meledak, tidak beracun tapi jika terhirup lebih dari 1.000 ppm atau 0.1% (100%=1.000.000 ppm) akan menyebabkan mengantuk, mimpi kemudian meninggal.

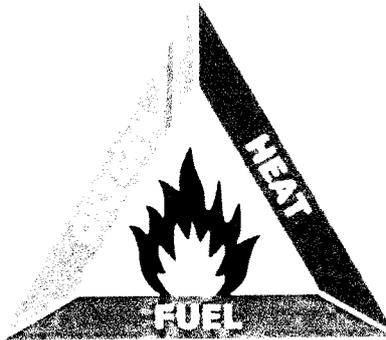
Kelakuan dan sifat dari Elpiji adalah:

Elpiji agar terbakar atau meledak harus terdapat/memenuhi 3 unsur yaitu:

1. Hydrocarbon (BBM atau BBG)
2. Oksigen (Terdapat dalam udara yang kita hirup untuk bernafas)

3. Panas (Korek api, pematik, loncatan bunga api, elektrik statis dll.)

Ketiga unsur ini yang disebut: Segitiga Api.



Tidak begitu menguntungkan bagi Elpiji karena pada campuran tertentu akan menyebabkan ledakan yaitu pada konsentrasi gas 1.8% s/d 10% di udara terbuka atau tertutup.

Pada konsentrai gas Elpiji 0% s/d 1.8% di udara tidak akan terbakar atau meledak karena terlalu miskin hidrokarbon.

Pada konsentrasi gas 10% s/d 100% di udara juga tidak bisa terbakar karena terlalu kaya hidrokarbon.

Untuk menghindari terjadinya bahaya dari segitiga api caranya adalah dengan menghilangkan salah satu unsur tersebut pada keperluan berbeda.

KEBOCORAN GAS

Pada peralatan baik itu dapur rumahtangga, industri ataupun transportasi rentan terjadi kebocoran karena Tabung Gas adalah merupakan Bejana Bertekanan. Tekanan Gas Elpiji termasuk rendah pada suhu ruangan biasa.

Menurut Undang Undang Uap (Stoom Ordonnantie) 1930 yang masih berlaku sampai sekarang dan belum pernah direvisi, pasal 1; ayat 1, bahwa: Bejana atau tabung yang bertekanan > 1 Atmosfir (atm) harus mendapat injin dan pengawasan oleh Negara/Pemerintah.

Pada kesempatan tulisan ini hanya membahas kebocoran gas Elpiji pada penggunaan di dapur rumah tangga.

Kebocoran Gas Elpiji dapat terjadi melalui sambungan selang yang tidak kedap atau selangnya sendiri yang berpori pori sehingga dapat ditembusi oleh gas karena mutu selang yang tidak memadai, melalui katup/klep dari tabung itu sendiri yang tidak pas terhadap dudukannya atau bisa juga seperti yang pernah penulis dapati saat memasak makanan yang kuahnya dapat meluap,

terjadi luapan sehingga mematikan api di kompor. Hal ini menyebabkan gas menyembur terus tanpa diawasi sehingga gas memenuhi ruangan dapur.

Kebocoran lainnya karena regulator ditancapkan ke tabung dengan sistim klip on dimana karena konstruksi sangat sederhana (sudah SNI) sehingga kurang kokoh dan tidak mencekam dengan baik sehingga rentan terjadi kebocoran, ditambah lagi dengan mutu dari karet yang kurang baik.

Jika terjadi kebocoran gas Elpiji di dapur akan menjadi sangat berbahaya karena hal yang tidak menguntungkan bahwa Gas Elpiji lebih berat dari udara, jika udara 1 per satuan berat maka Gas Elpiji adalah 2 per satuan berat.

Konsentrasi Gas ELPIJI akan sangat berbahaya utamanya jika tidak ada peranginan yang menghembusnya ke udara luar. Gas Elpiji ini akan merambat dilantai karena lebih berat dari udara, sehingga kadang kala tidak terhembus oleh angin atau exhaust fan atau tidak terhisap oleh cerobong di atas tungku dapur.

Kebocoran gas Elpiji yang merambat di lantai kadangkala belum tercium orang yang sedang berdiri sehingga, setelah tercium berarti gas yang ada sudah setinggi hidung orang yang menciumnya.

Volume Gas bisa aja tanpa diduga telah terakumulasi dan berada pada campuran yang dapat meledak. Campuran gas Elpiji terhadap udara sampai dengan 1.8% walaupun tersulut atau dibakar dengan pematik api tidak akan terjadi ledakan atau menyala.

Tetapi pada kandungan gas diantara 1.8% -- 10% akan meledak sangat dahsyat jika ada sumber api atau dari elektrik statis. Pada kandungan Elpiji > 10% hanya akan menyala saja. (lihat segitiga ledak dan segitiga nyala)

Ledakan Elpiji pada kandungan 1.8% ---- 10% termasuk kategori sempurna sehingga sangat dahsyat daya hancurnya berlangsung secara berantai, kekuatannya tergantung dari jumlah campuran yang meledak. Pada saat meledak seluruh oksigen yang ada didaerah itu akan terpakai habis dan menjadi hampa udara, sehingga jika ada orang didaerah sekitarnya disamping mendapat luka bakar juga akan kesulitan bernafas. Bangunan sekitarnya akan porak poranda dilanda oleh udara yang bolak balik. Elpiji yang meledak pada kandungan 1.8% s/d 10% ini raketaknya tidak diikuti oleh kebakaran. Kalau disusul oleh kebakaran berarti kandungan gas sudah > 10% menyala saja (flammable) bukan ledakan.

TABUNG GAS

Gas Elpiji kemudian dikemas dalam bentuk Tabung 3,6,12 dan 50kg, isi tabung terdiri dari bentuk Elpiji cair dan Elpiji gas jenuh. Tekanan dalam Tabung Elpiji berubah ubah seiring dengan perubahan suhu di sekelilingnya. (hukum:boyle – gay lussac). Kemasan ini memungkinkan penyebaran ke seluruh pelosok Nusantara, karena distribusi dan transportasi menjadi mudah.

Tabung gas Elpiji berapapun ukurannya tidak boleh diisi penuh, batas amannya adalah 80% dan juga tidak boleh kosong samasekali karena:

Tabung Elpiji berisi gas Elpiji dan cairan Elpiji yang bertekanan pada isi (volume) yang tetap, sehingga yang berubah (variable) adalah suhu (temperature) dan tekanan (Pressure). Artinya gas Elpiji dapat di pampatkan sedangkan cairannya tidak, Sehingga jika terisi penuh maka dengan sedikit kenaikan suhu tabung Elpiji dapat pecah. Jika pecah maka cairan Elpiji tersembur keluar dan dengan cepat menjadi gas yang akan meledak jika bercampur dengan udara dan terpicu oleh loncatan bunga api atau elektik statis.

Tabung Elpiji tidak boleh kosong samasekali karena secara teoritis dapat meledak sendiri, Walaupun peristiwa ledakan yang sesuai teori ini kemungkinannya satu kali diantara sejuta, tapi kan pemakainya puluhan juta. (Penjelasannya memerlukan analisa yang panjang).

Tabung Elpiji yang sedang terisi cairan dan gas tidak mungkin meledak karena gas elpijinya dalam keadaan jenuh. Kalaupun tekanannya terlalu tinggi melewati ambang batas maka tabung hanya menjadi pecah. Bahaya akan timbul jika gas muncrat keluar tidak ditanggulangi dengan benar.

Bejana atau tabung seperti kapal-kapal tanker atau mobil-mobil tangki sampai dengan tabung-tabung yang ukuran kecil dapat meledak sendiri, karena sesuai dengan teori segitiga ledak yang kami paparkan diatas. Teori ini berlaku bagi bejana atau tabung yang dalam keadaan kosong karena dapat mengandung unsur-unsur yang dapat mengakibatkan ledakan yaitu ada campuran gas (hidrokarbon) dan udara(oksigin) serta ada pemicunya(elektrik statis). jika ketiga unsur dari segitiga ledak terpenuhi maka akan terjadi ledakan, namun ledakan Tabung 3kg tidak seperti bom atau granat karena disamping isi (volume) sedikit juga tabung yang dikonstruksi bentuk silinder sangat kuat karena gaya dorongnya saling menghilangkan(baca ilmu gaya). Paling-paling yang kalah dan mental tercabut duluan adalah katup keamanannya termasuk rumah katup. (harus diingat bahwa tabung akan meledak pada saat kosong artinya tabung pernah bertekanan dibawah tekanan 1 atm sehingga volume campuran yang meledak sangat sedikit, tekanan tabung sesungguhnya pada ambient temperature k.l. 6 kg/cm² Atm mutlak = ata)

Penulis, Johanis R. Mawuntu, Pensiunan Pertamina Perkapalan Tinggal di Jakarta.

