

**DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER BERBASIS  
 $\mu$ C AT89C4051**

**SKRIPSI**

**ROLI ANANDA PUTRA RUSLI**  
**0404230473**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JULI 2008**

**DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER BERBASIS  
μC AT89C4051**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana**

**ROLI ANANDA PUTRA RUSLI  
0404230473**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JULI 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Roli Ananda Putra Rusli**  
**NPM : 0404230473**  
**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 18 Juli 2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Roli Ananda Putra Rusli  
NPM : 0404230473  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER  
BERBASIS  $\mu$ C AT89C4051

**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 : Dr. Ir Feri Yusivar, M.Eng ( )

Penguji : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT ( )

Penguji : Dr. Abdul Muis, ST. M.Eng ( )

Ditetapkan di :

Tanggal :

## **KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah Nya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dan tak lupa juga kepada junjungan Rasullullah Muhammad SAW dan para pengikutnya yang tetap istiqomah hingga akhir zaman. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir Feri Yusivar, M.Eng dan Prof Dr. Ir Rinaldy Dalimi, M.Eng Phd selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan piiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Keluarga saya : papa (Rusli Munaf), mama (Rozalina Rusli), kak Lita (kakak), kak Asep(kakak), Ahmad Saefudin (keponakan), dan Aura Fatimah Azzahra (keponakan)
3. Seluruh staf dan pimpinan tempat saya bekerja PT. Krama Yudha Tiga Berlian Motors (PT. KTB) yang telah banyak membantu saya untuk memperoleh data, alat serta kemudahan dalam proses pembuatan Skripsi ini terutama kepada Bpk. Imam, dan Bpk, Ali R.
4. Kakak – kakak teman sepermainan, tempat nebang pulang dan tidur : Dewi P (bu de), Cicoy, bang Ari, Inock, dan Irwansyah
5. Teman – teman dan sahabat saya : Irene (cahyoo), Jimmy (tri mas getir), Rian H (tri mas getir), Frans (hacker), Toto (ceker), Dwi (cucobo), dr.Ackni (dokter pribadi), serta yang lainnya yang tidak dapat aya sebutkan secara satu - persatu.

Akhir kata saya berharap Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoa Skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 18 Juli 2008

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Roli Ananda Putra Rusli  
NPM : 0404230473  
Program Studi : Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Jenis karya : Skripsi

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

### **DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER BERBASIS $\mu$ C AT89C4051**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 18 Juli 2008

Yang menyatakan

( Roli Ananda Putra Rusli)

## ABSTRAK

Nama : Roli Ananda Putra Rusli

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER BERBASIS  
 $\mu$ C AT89C4051

Persaingan yang sangat ketat antar sesama produsen kendaraan maka dibutuhkan sebuah strategi pemasaran maupun strategi secara produk salah satu yaitu dengan memunculkan keunggulan irit dalam penggunaan bahan bakar oleh sebuah kendaraan. Untuk itu dibuat dan mensimulasikan sebuah alat “Digital Fuel Flow Consumption Meter dengan berbasis AT89C4051 “ yang digunakan sebagai standar untuk menentukan kadar konsumsi bahan bakar sebuah kendaraan melalui bahasa pemrograman Borland Delphi 7 dengan display pada PC.

Prinsip kerja alat ini ialah dengan menghubungkan antara selang bensin dengan alat ini sehingga bahan bakar yang akan terbakar harus melewati alat ini disensor menggunakan Fuel Flow Meter berdasarkan bekerja berdasarkan prinsip system switching untuk menghitung jumlah bahan bakar yang lewat, kemudian outputnya akan dimasukkan ke uCAT89C4051 yang kemudian diteruskan ke PC sebagai display nya. Pada seminar ini juga diberikan informasi singkat mengenai prinsip system bahan bakar kendaraan baik menggunakan bensin maupun solar, serta teknik sederhana dalam penghitungan konsumsi bahan bakar secara konvensional. Diharapkan penulisan ini dapat memberikan pengetahuan dasar mengenai sistem bahan bakar kendaraan.

Kata kunci :

Fungsi, Sistem, Cara kerja, dan Pengoperasian

## ABSTRACT

Name : Roli Ananda Putra Rusli  
Study Program : Electrical Engineering Departement  
Title : DIGITAL FUEL FLOW CONSUMPTION METER BERBASIS  
 $\mu$ C AT89C4051

Great competitive among automotive company needed a good market strategy from the product so can compete with each others. One of the startegy is by showing this vehicle is economic in fuel consumption. That's why I try to simulate how to measure fuel consumption on vehicle as a standart measurement which called "Digital Fuel Flow Consumption Meter dengan berbasis AT89C4051 " with Borland Delphi 7 series as display on PC.

The principle of this tool is by conecting between all gasoline fuel line hose to this tool so it can measure how much fuel will be waste and flow through the sensor. The principle of this sensor is like switching system to count amount of fuel flow though it then put in uCAT89C4051 last will be display at PC. In this final project I also give some information about basic knowledge of Fuel Sytem such as gasoline and Diesel system, Fuel Consumption method measurement. Finally I hope my final project can give contribution to other people about basic knowledge of Fuel System at the Vehicle.

Keywords :

Function, System, Operational, and how to operating system

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN.....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1 SISTEM BAHAN BAKAR KENDARAAN.....	4
2.1.1 Sistem Bahan Bakar Bensin (Gasoline).....	4
2.1.2 Sistem Bahan Bakar Solar (Diesel).....	6
2.2 CARA KERJA SISTEM BAHAN BAKAR KENDARAAN.....	6
2.3 METODA PENGUKURAN KONSUMSI BAHAN BAKAR.....	7
2.3.1 Faktor yang mempengaruhi Fuel Consumption.....	7
2.4 FUEL FLOW CONSUMPTION METER.....	8
2.5 MIKROKONTROLLER.....	11
2.5.1 Operasi port serial.....	11
2.5.1.1 Proses Perubahan Data Parallel – Seri.....	11
2.5.2 Proses data serial ada PC.....	13
2.6 RS232C CONVERTER.....	14
2.7 ASSEMBLY 8051.....	19
2.8 BORLAND DELPHI 7.....	20
2.8.1 Tipe Data Delphi yang digunakan.....	20
2.8.2 Tipe Integer.....	21
2.8.3 Tipe String.....	21
2.8.4 Tipe Character.....	22
2.8.5 Tipe Ordinal.....	22
2.9 PHOTODIODE.....	23
2.10 INJEKTOR.....	23
<b>BAB III PERANCANGAN HARDWARE DAN SOFTWARE</b> .....	<b>24</b>
3.1 GAMBARAN UMUM.....	24
3.2 PERANCANGAN HARDWARE.....	25
3.2.1 $\mu$ C AT89C4051.....	25
3.2.1.1 Reset System.....	36
3.2.2 Perancangan RS232.....	29
3.2.2.1 IC MAX232.....	29

3.2.2.2 Rangkaian RS232.....	31
3.2.3 Perancangan Driver Injektor.....	32
3.2.4 Fuel Flow Consumption Meter.....	34
3.3 PERANCANGAN SOFTWARE.....	34
3.3.1 Unit judul.....	35
3.4 FLOWCHART SISTEM SECARA UMUM.....	36
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA.....</b>	<b>40</b>
4.1 PENGUJIAN ALAT.....	40
4.1.1 Langkah Percobaan.....	40
4.1.2 Hasil pengujian kerja sistem.....	41
4.2 ANALISA KERJA SISTEM.....	42
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>46</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Rangkaian Fuel sensor saat Switch “OPEN” .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Rangkaian Fuel sensor saat Switch “CLOSE” .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Flow Meter Sensor.....	10
<b>Gambar 2.4</b> $\mu$ C AT89C4051.....	10
<b>Gambar 2.5</b> Data Parallel menjadi Data Seri.....	11
<b>Gambar 2.6</b> Bentuk data seri asinkron.....	13
<b>Gambar 2.7</b> Register AH saat menginisialisasi 8250.....	13
<b>Gambar 2.8</b> Spesifikasi Level Logic RS232C.....	16
<b>Gambar 2.9</b> Aplikasi Typical RS232C.....	17
<b>Gambar 2.10</b> Konektor DB9.....	18
<b>Gambar 2.11</b> Injektor.....	23
<b>Gambar 3.1</b> Diagram system.....	24
<b>Gambar 3.2</b> Manual Reset.....	26
<b>Gambar 3.3</b> Power On Reset.....	26
<b>Gambar 3.4</b> Pemasangan XTAL pada $\mu$ C AT89C4051.....	27
<b>Gambar 3.5</b> Rangkaian $\mu$ C AT89C4051.....	27
<b>Gambar 3.6</b> Konfigurasi Pin IC MAX232.....	29
<b>Gambar 3.7</b> Typical Operasi Rangkaian.....	31
<b>Gambar 3.8</b> Konfigurasi Null Modem PC.....	31
<b>Gambar 3.9</b> Rangkaian RS232.....	32
<b>Gambar 3.10</b> Rangkaian driver Injektor.....	32
<b>Gambar 3.11</b> Flow Chart Unit Judul.....	35
<b>Gambar 3.12</b> Flow Chart Unit kerja system.....	36
<b>Gambar 4.1</b> Grafik kondisi semua injektor “OFF” .....	40
<b>Gambar 4.2</b> Grafik kondisi satu injektor “ON” .....	40
<b>Gambar 4.3</b> Grafik kondisi semua injektor “ON” .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi RS232C.....	17
<b>Tabel 2.2</b> RS232C pada DB9.....	18
<b>Tabel 2.3</b> Tipe Integer.....	21
<b>Tabel 2.4</b> Tipe String.....	22
<b>Tabel 2.5</b> Tipe Character.....	22
<b>Tabel 2.6</b> Tipe Ordinal.....	22
<b>Tabel 3.1</b> Fungsi pin pada $\mu$ CAT89C4051.....	26
<b>Tabel 4.1</b> Pengukuran nilai output sensor.....	39
<b>Tabel 4.2</b> Analisa output konsumsi bahan bakar (sequential).....	42
<b>Tabel 4.3</b> Analisa output konsumsi bahan bakar (All).....	42
<b>Tabel 4.4</b> Pengukuran output driver Injektor .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Mode - mode Operasi pada $\mu$ C MCS51.....	46
<b>Lampiran 2</b> Baud Rate Port Serial pada $\mu$ C MCS51.....	48
<b>Lampiran 3</b> Timer 1 sebagai Clock Baud Rate pada $\mu$ C MCS51.....	49
<b>Lampiran 4</b> Interrupt.....	50
<b>Lampiran 5</b> Protokol Serial.....	54
<b>Lampiran 6</b> Photodiode.....	55
<b>Lampiran 7</b> Photo alat.....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Dalam kondisi perekonomian Indonesia sekarang ini yang masih belum membaik ditambah dengan lesunya permintaan konsumen akan kendaraan bermotor terutama mobil, maka sekarang ini para ATPM (Agen Tunggal Pemegang Merek) berlomba-lomba memunculkan varian-varian baru kendaraan dengan berbagai model dan merek dengan alasan untuk menarik konsumen dalam memilih kendaraan yang diinginkan.

Para ATPM ini sadar betul bahwa kondisi ini juga pasti akan memunculkan persaingan yang ketat sesama mereka. Untuk itulah dibutuhkan suatu strategi untuk dapat memenangkan persaingan tersebut. Salah satunya strategi yang di munculkan yaitu dengan keunggulan “irit” dalam hal bahan bakar. Karena konsumen sadar betul dengan kondisi tingginya harga bahan bakar membuat biaya operasional kendaraan juga akan membengkak.

Untuk itulah dibuat alat untuk mengukur kadar konsumsi bahan bakar dari suatu kendaraan bermotor yang dinamakan “Digital Fuel Flow Consumption Meter” atau dalam istilah otomotif disebut “fuel pet” alat ini digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan per satuan jarak (km) sehingga dapat dihitung konsumsi bahan bakar kendaraan tersebut (liter/km).

Metoda pengukuran ini biasanya digunakan disaat suatu ATPM (agen tunggal pemegang merk) akan mengeluarkan sebuah kendaraan, karena salah satu item pengecekan kendaraan saat kendaraan akan dikeluarkan yaitu dengan mengukur fuel consumption kendaraan tersebut selain item yang lain.

Dalam hal ini penulis mencoba menguraikan cara kerja serta komponen – komponen pendukung dari alat ini. Prinsip kerja dari alat ini hanyalah mengukur jumlah fuel/liquid yang dipompakan oleh pompa bahan bakar (fuel pump) menuju ke output mesin (karburator/injeksi), dan ditampilkan dalam suatu display PC berbasis  $\mu$ C AT89C4051. Namun disini juga di dalam display tersebut terdapat

nilai satuan jarak sehingga yang muncul pada display nantinya berupa jumlah bahan bakar per satuan jarak. Nilai inilah yang sering digunakan dalam istilah konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor. Dan diharapkan dengan seminar ini dapat memberikan pengetahuan dasar tentang cara pengukuran untuk menentukan konsumsi bahan bakar.

## **1.2 TUJUAN PENULISAN**

Adapun maksud dan tujuan dibuatnya karya tulis Digital Fuel Flow Meter ini adalah :

- Sebagai syarat untuk kelulusan Sarjana Teknik (S1) Universitas Indonesia.
- untuk memperkenalkan alat Digital Fuel Flow Consumption Meter ini dari segi sistem dan cara kerjanya yang diaplikasikan pada kendaraan bermotor dalam menentukan konsumsi bahan bakar kendaraan.
- Alat ini sebagai ide awal untuk selanjutnya dikembangkan fungsi dan kebutuhannya sesuai dengan kemajuan teknologi otomotif.

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Dalam masalah ini membahas mengenai sistem, cara kerja dan metoda pengukuran dari Digital Fuel Flow Consumption Meter pada kendaraan berbahan bakar terutama untuk kendaraan menggunakan bahan bakar bensin (Gasoline).

## **1.4 SISTEMATIKA PENULISAN**

Dalam penulisan makalah tugas akhir ini, penyusunan dibagi dalam 5 (lima) bab dan selanjutnya diperjelas dalam beberapa sub bab. Secara keseluruhan makalah ini disusun dalam sistematika sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Teori Dasar menjelaskan tentang landasan teori/pengetahuan dasar mengenai Digital Fuel Flow Consumption Meter serta bagian-bagian dari alat tersebut beserta metoda yang digunakan dalam pengukuran konsumsi bahan bakar. serta juga akan dibahas mengenai cara kerja alat ini.

BAB III Perancangan Hardware dan Software berisi tentang perancangan hardware yaitu rangkaian dari Digital Fuel Flow Consumption Meter, dan perancangan software pada microcontroller AT89C4051 yang menggunakan bahasa pemrograman Assembly 8051, dan PC yang menggunakan bahasa pemograman Borland.

BAB IV Pengujian dan Analisa menjelaskan uraian terhadap pengujian perangkat yang dibuat. Pada Bab ini juga dijelaskan mengenai cara kerja, dan hasil pengujian pada perangkat.

BAB V Kesimpulan berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan hasil yang didapat dari analisa serta cara kerja Digital Fuel Flow Consumption Meter.

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1. SISTEM BAHAN BAKAR KENDARAAN**

Pada kendaraan bermotor sistem bahan bakar terbagi atas dua, yaitu :

- Sistem bahan bakar yang menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya, sistem ini dikenal dengan nama Gasoline Engine.
- Sistem bahan bakar menggunakan solar yang dikenal dengan nama Diesel Engine.

##### **2.1.1 Sistem Bahan Bakar Bensin (Gasoline)**

Pada mobil dalam hal ini mobil berbahan bakar bensin (gasoline) ada dua tipe sistem bahan bakar yang digunakan :

###### **1. Jenis Carburator .**

Pada tipe ini perbandingan campuran jumlah bahan bakar dan udara diatur oleh carburator secara manual oleh throttle valve yang digerakkan berdasarkan gerakan dari acceleration pedal (pedal gas) semakin dalam injakan untuk pedal tersebut maka akan semakin banyak juga campuran bahan bakar dan udara tersebut yang akan dikeluarkan. Dan pada sistem ini bahan bakar langsung dari carburetor disemprotkan ke ruang bakar. Carburator sendiri adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencampur udara dan bahan bakar menjadi butiran halus. Biasanya kendaraan-kendaraan yang diproduksi sebelum tahun 2007 masih menggunakan sistem ini karena sistem ini sangat sederhana dan biayanya pun masih cukup murah.

###### **2. Jenis *Injection*.**

Pada jenis injection, umumnya kendaraan sekarang lebih cenderung menggunakan sistem injection ini dengan berbasis pada ECU (Electronic Control Sistem) untuk mengatur penginjeksian bahan bakar ke kendaraan. Pada kendaraan lain, kita lebih mengenal dengan istilah EFI (Electronic Fuel Injection) ini pada merk TOYOTA, begitu juga dengan merk MITSUBISHI menggunakan istilah MPI (Multipoint

Injection). Pada sistem MPI ini, bergantung pada beberapa sensor yang terpasang pada kendaraan, seperti : Air Flow Sensor, Throttle Position Sensor, Vehicle Speed Sensor dll. Dikarenakan saat pompa injeksi akan memompakan bahan bakar jumlah bahan bakar yang dipompakan tergantung dari hasil sensor-sensor tersebut sehingga jumlah bahan bakar disesuaikan dengan kondisi tertentu (sesuai kebutuhan).

Ada beberapa keunggulan sistem injeksi dibandingkan menggunakan sistem carburator antara lain :

- ❖ Ratio campuran udara dan bahan bakar lebih akurat dalam segala kondisi seperti kecepatan, dan medan yang dilalui. Dalam hal ini kebutuhan akan bahan bakar disesuaikan oleh kebutuhan mesin.
- ❖ Respon cepat.
- ❖ Pembagian campuran udara dan bahan bakar yang baik pada setiap cylinder mesin. Karena tiap injector menyemprot secara merata, tidak ada yang berbeda pada tiap-tiap cylinder.
- ❖ Tidak ada float chamber sehingga tidak ada pengaruh gaya sentrifugal dan inersia. Float chamber disini adalah tempat penampungan bahan bakar sementara sebelum dicampur dengan udara, dan float chamber ini ini digunakan pada system carburetor. Maksudnya ketika saat jalan tanjakan maka ada kemungkinan posisi bahan bakar di float chamber akan miring. Kondisi ini akan membuat supply bahan bakar akan kurang maksimal. Tapi dengan tidak menggunakan float chamber maka tidak ada kekwatiran akan hal tersebut.
- ❖ Gas buang emisi yang baik. Ditambah lagi sekarang ini bahwa kendaraan yang diproduksi diseluruh dunia harus melewati uji emisi yang ditetapkan yaitu standar EURO. Menggunakan sistem injeksi tentu akan memperkecil kadar emisi dari kendaraan karena pencampuran bahan bakar yang diatur menggunakan ECU.

### 2.1.2 Sistem bahan bakar solar (Diesel)

Sedangkan untuk kendaraan solar (diesel) juga ada dual jenis sistem bahan bakar :

#### 1. Konvensional (Menggunakan *Injection Pump*)

Pada sistem ini, supply fuel hanya mengandalkan fuel supply dari injection Pump. Injection Pump ini sama fungsinya dengan fuel pump pada kendaraan bensin (Gasoline). Dimana fungsi fuel pump adalah sebagai alat untuk memompakan bahan bakar dari fuel tank ke ruang bakar.

#### 2. Sistem Common Rail (Diatur berdasarkan komputer)

Kalau sistem ini supply injection pump diatur oleh ECU sehingga tekanan yang disemprotkan dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan karena adanya sensor-sensor yang mendeteksi kebutuhan bahan bakar dari kendaraan Diesel tersebut. Sistem ini dikenal dengan istilah D.I.D (Direct injection Diesel)

## 2.2 CARA KERJA SISTEM BAHAN BAKAR KENDARAAN

Cara kerja sistem bahan bakar secara sederhana yaitu:

- Bahan bakar akan di pompa kan dari tangki bahan bakar (fuel tank) ke delivery pipe oleh pompa bahan bakar (Fuel Pump/Injection Pump).
- Kemudian bahan bakar tersebut akan melewati saringan bahan bakar (fuel filter) agar bahan bakar yang dikirimkan tidak mengandung kotoran sehingga tidak menyebabkan penyumbatan terhadap injector (alat penyemprot bahan bakar).
- Setelah sampai di delivery pipe maka bahan bakar akan di injeksikan ke masing-masing cylinder oleh injector. Nilai tekanan ke seluruh injeksi akan bernilai sama dan memiliki batasan nya. Karena di kontrol oleh yang dinamakan pressure regulator.
- Jika tekanan bahan bakar melebihi batasan dari pressure regulator, maka dia akan membuka valve yang ada didalam pressure regulator sehingga bahan bakar akan kembali ke tangki bahan bakar melalui yang dinamakan

return pipe sehingga tekanan bahan bakar akan berkurang. Begitu seterusnya siklus cara kerjanya.

### **2.3 METODA PENGUKURAN KONSUMSI BAHAN BAKAR**

Cara pengukuran fuel consumption suatu kendaraan terbagi atas beberapa cara:

#### **1. Metoda full to full.**

Pada metoda ini tanki bahan bakar harus diisi full yaitu sampai bahan bakar tersebut tumpah. Lalu di catat nilai odometer start mulai berjalan sampai finish kembali. Setelah selesai jalan, kemudian kita tambahkan bahan bakar kembali sama dengan metoda pengisian awal yaitu sampai dengan bahan bakar tersebut tumpah dan diukur jumlah bahan bakar yang di isikan ke tanki bahan bakar sampai bahan bakar tersebut tumpah. Metoda ini sangat sederhana, namun memiliki keakuratan data yang kurang baik. Karena sangat bergantung pada kepresisian gelas ukur yang digunakan untuk menambah bahan bakar ke tanki.

#### **2. Metoda Fuel Pet**

Metoda ini merupakan metoda yang banyak digunakan karena keakuratan data yang jauh lebih baik dari metoda full to full, namun memang memerlukan biaya yang tidak sedikit dalam hal ini pembelian alat. Metoda ini ialah dengan menghubungkan alat flow detector pada selang menuju injector. Lalu bahan bakar akan melewati alat tersebut dan alat tersebut akan menghitung jumlah kuantitas bahan bakar yang melewatinya.

#### **2.3.1 Faktor yang mempengaruhi Fuel Consumption**

Cara pengukuran Fuel consumption bahan bakar sangat ditentukan oleh beberapa hal, antara lain :

- Kebiasaan mengemudi (driving habit).

Kecenderungan suatu kendaraan akan boros bergantung pada faktor ini. Jika driver biasa menyalakan kendaraan dengan kebiasaan menyetir dengan Rpm mesin terlalu tinggi maka jumlah bahan bakar juga akan semakin banyak juga dan begitu juga sebaliknya.

➤ **Beban kendaraan.**

Jika beban yang diangkut suatu kendaraan berat maka secara otomatis kerja mesin juga akan berat dan ini akan berbanding lurus dengan jumlah bahan bakar yang dikeluarkan. Jumlah yang dikeluarkan ini agar menjaga kerja mesin menjadi lebih ringan.

➤ **Medan jalan**

Dalam hal ini apakah rute kendaraan yang dilewati menanjak atau menurun. Tentu akan sangat berbeda karena disaat rute menanjak maka kondisi kerja mesin akan semakin berat juga serta driver umumnya cenderung bermain dengan Rpm yang tinggi untuk mencegah mesin tersebut mati. Kondisi ini berlawanan dengan kondisi menurun. Karena pada umumnya saat turunan Driver jarang menggunakan gas, hanya menginjak pedal rem dengan posisi gigi netral atau gigi tinggi.

➤ **Kondisi mesin**

Kondisi ini merupakan kondisi rill yang berpengaruh walaupun medan yang dilalui ringan. Karena dengan kondisi mesin pada bagian dalam mesin sudah banyak yang rusak atau aus maka konsumsi bahan bakar secara otomatis akan boros. Salah satu cara nya yaitu dengan melakukan check rutin atau tune up kendaraan secara berkala.

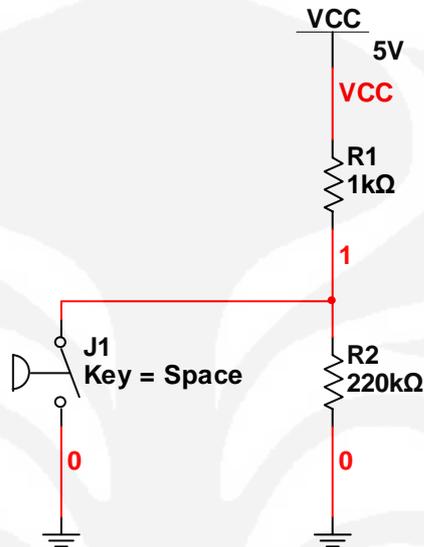
➤ **Kondisi jalan**

Kondisi jalan disini ialah apakah kendaraan tersebut melalui jalan macet, jalan dalam kota, atau jalan bebas hambatan. Ketiga hal tersebut juga memiliki karakter yang berbeda. Sebagai contoh saat terjadi kemacetan, maka driver akan banyak melakukan gas tinggi saat kendaraan mulai jalan. Berbeda dengan saat jalan bebas hambatan. Dikarena pada saat kecepatan tinggi kerja mesin telah terbantu oleh adanya gaya sentrifugal kendaraan dan kerja mesin akan menjadi ringan.

## **2.4 FUEL FLOW CONSUMPTION METER**

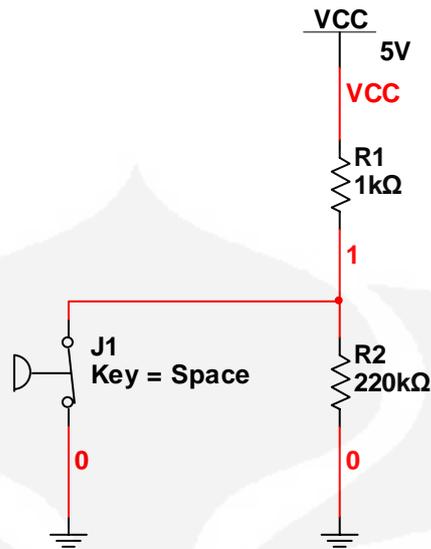
Adalah alat yang digunakan untuk mengukur suatu cairan dalam hal ini bahan bakar yang dilewati melalui alat ini. Prinsip kerja dari alat ini menggunakan

teknik pulsa dengan metoda switching prinsip ini sama dengan prinsip fungsi transistor yaitu arus akan mengalir dari collector ke emitter jika pada basis diberikan arus dan sebaliknya bila pada basis tidak menerima arus maka arus dari collector ke emitter tidak akan mengalir.



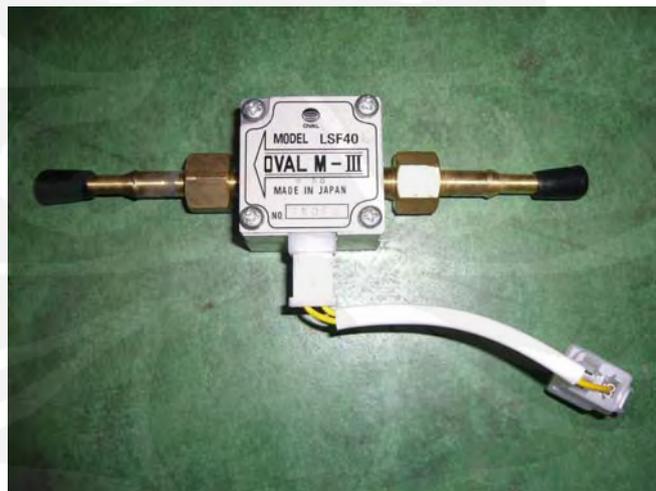
Gambar 2.1 Rangkaian Fuel sensor saat Switch “OPEN”

Pada gambar rangkaian diatas adalah kondisi bila fluid tidak lewat melewati switch, sehingga switch tidak terhubung maka nilai output akan bernilai Vcc karena arus akan mengalir dari Vcc langsung ke Ground R 220kΩ. Sebaliknya jika terdapat fluid yang mengalir melewati switch, maka switch akan terhubung dan nilai output pada titik 1 akan bernilai Ground seperti pada gambar rangkaian dibawah.



*Gambar 2.2 Rangkaian Fuel sensor saat Switch “CLOSE”*

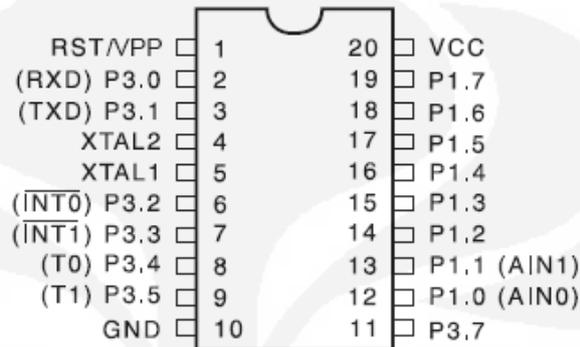
Dari kedua rangkaian tersebut akan memunculkan nilai pulsa/frekuensi dimana lebar pulsa tergantung dari banyaknya fluid yang akan menyentuh switch. Dalam arti kata lebar pulsa akan semakin lebar jika cairan yang lewat tidak cepat atau tidak banyak. Begitu juga sebaliknya jika cairan yang lewat semakin cepat maka gambar lebar pulsa akan semakin kecil. Pada bagian dalam alat ini menggunakan mekanisme Gear/gigi sebagai switch nya dan metoda yang digunakan pada saat pengukuran konsumsi bahan bakar yaitu jenis fuel pet. Berikut gambar Flow Meter Sensor.



*Gambar 2.3 Flow Meter Sensor*

## 2.5 MICROCONTROLLER

Microcontroller yang digunakan adalah jenis AT89C4051. Microcontroller berfungsi sebagai controller yang mengontrol kerja beban berdasarkan inputan dari sensor. Juga dapat difungsikan sebagai UART yang akan berhubungan dengan RS232 sehingga bisa berkomunikasi dengan Personal Computer.



Gambar 2.4  $\mu\text{C}$  AT89C4051

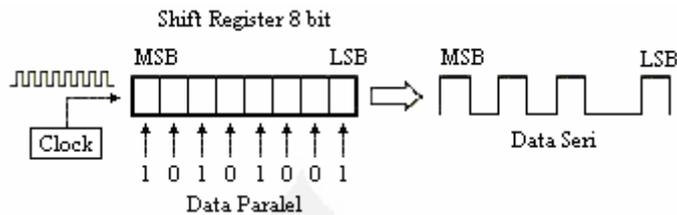
### 2.5.1 Operasi Port Serial

Komunikasi antara Personal Computer ( PC ) dan Microcontroller (  $\mu\text{C}$  ) dapat dilakukan melalui port serial ( COM ) pada PC dan port RXD dan TXD pada  $\mu\text{C}$ .

#### 2.5.1.1 Proses Perubahan Data Paralel – Seri

Mode serial pada  $\mu\text{C}$  AT89C4051 di set dengan mengisi register mode port serial. ( SCON ). Karena microcontroller mengolah data secara paralel, maka proses transfer data secara seri harus diawali dan diakhiri dengan bentuk data paralel.

Untuk merubah data paralel ke seri bisa dilakukan dengan menggunakan Shift register. Gambar dibawah ini menunjukkan proses perubahan dari data paralel menjadi data serial. Data paralel 8 bit diumpankan ke input paralel shift register, kemudian di bangkitkan 8 pulsa clock untuk mendorong keluar data di dalam shift register, data akan terdorong keluar dari shift register diawali dengan LSB ( Least Significant Bit ) diakhiri dengan MSB ( Most Significant Bit ).



*Gambar 2.5 Data Paralel menjadi Data Seri*

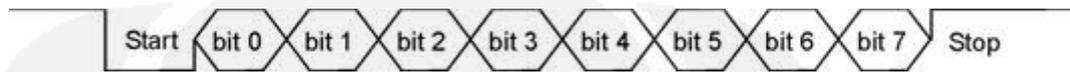
Menerima data seri dan mengubahnya kembali ke bentuk paralel, merupakan proses kebalikan dari proses di atas. Data seri diumpankan ke input seri dan didorong masuk ke shift register, setelah 8 pulsa clock data kembali menjadi bentuk paralel di 8 output shift register.

Transmisi data seri dibedakan menjadi 2 macam, yakni komunikasi data seri sinkron dan komunikasi data asinkron, perbedaan ini tergantung pada clock pendorong data. Dalam komunikasi data seri sinkron, clock untuk shift register ikut dikirimkan bersama dengan data seri, seperti yang dijumpai di Keyboard Komputer PC, teknik I2C yang dikembangkan Philips dan juga pengiriman data dalam Ethernet. Sebaliknya dalam komunikasi data seri asinkron, clock pendorong shift register tidak ikut dikirim, rangkaian penerima data harus dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan clock yang diperlukan.

IC khusus yang dibuat untuk mengubah data paralel dan menjadi data seri, dan menerima data seri yang kemudian dirubah kembali menjadi data paralel, IC tersebut dinamakan IC Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART). Pada beberapa jenis microcontroler ada yang dilengkapi UART, misalnya keluarga microcontroller MCS51, dan microcontroller MC68HC11 buatan Motorola.

Bagian yang terpenting dari komunikasi seri asinkron adalah penerima data bisa membangkitkan clock yang bisa dipakai untuk mendorong shift register penerima. Untuk keperluan tersebut terlebih dulu ditentukan bahwa saat tidak ada pengiriman data, keadaan saluran adalah '1', saat akan mulai mengirim data 1 byte saluran dibuat menjadi '0' dulu selama 1 periode clock pendorong, dalam 8 periode clock berikutnya dikirim data bit 0 ( LSB ), bit 1 dan seterusnya sampai bit 8 ( MSB ), dan pada periode clock yang ke 10 saluran dikembalikan menjadi '1'.

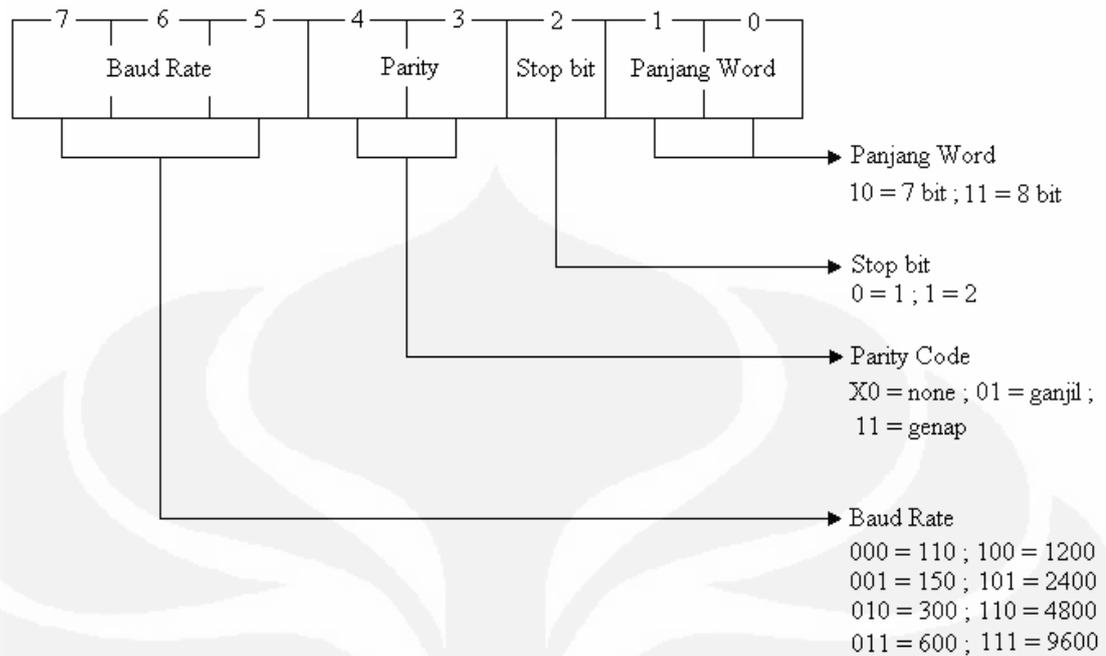
Dengan demikian data 8 bit yang dikirim diawali dengan bit START yang bernilai '0' dan diakhiri dengan bit STOP yang bernilai '1', seperti terlihat dalam Gambar dibawah ini. Kemasan data ini dimaksud agar rangkaian penerima bisa membangkitkan clock yang frekuesinya sama dengan clock pengirim dan fasanya disinkronkan pada awal penerimaan data 1 byte!



*Gambar 2.6 Bentuk data seri asinkron*

### **2.5.2 Proses data serial pada PC**

Proses pengiriman data pada PC diawali dengan inisialisasi pada 8250. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan data 00 Hex ke register AH. Kemudian masukkan nilai 00 Hex atau 01 Hex ke register DX untuk menentukan port COM yang digunakan. Jika DX bernilai 00 Hex berarti digunakan port COM1 sebagai saluran data. Dan jika DX bernilai 01 Hex berarti digunakan port COM2 sebagai saluran data. Register AL digunakan sebagai inisialisasi parameter bit flag. Bit 0 dan 1 pada register AL menunjukkan panjang word. Jika bit 0 dan bit 1 bernilai 1 maka panjang word adalah 8 bit. Dan jika bit 0 bernilai 0 dan bit 1 bernilai 1 maka panjang word adalah 7 bit. Bit 2 pada register AL menunjukkan stop bit. Apabila bit 2 bernilai 0 berarti terdapat 1 stop bit. Dan 2 stop bit, bila bit 2 register AL bernilai 1. Bit 3 dan bit 4 register AL menunjukkan parity code. Jika bit 3 bernilai 0 maka tidak ada parity bit yang digunakan. Jika bit 3 bernilai 1 dan bit 4 bernilai 0 maka parity terdapat pada bit ganjil. Dan jika bit 3 bernilai 1 dan bit 4 bernilai 1 maka parity terdapat pada bit genap. Untuk bit 5, 6, dan bit 7 digunakan untuk menentukan besar baud rate.



Gambar 2.7 Register AH saat menginisialisasi 8250

Setelah proses inisialisasi, proses interupsi port serial di enablekan ( interupt 14 Hex ). Semua kejadian diatas akan menghasilkan Com Status pada register AH.

Untuk pengiriman karakter data, register AH diinisialisasi dengan data 01 Hex. Input pada register DX yang menunjukkan port COM yang digunakan, dan input pada register AL yang menunjukkan karakter yang akan dikirim. Output pada register AH. Jika bit 7 pada register AH adalah 1, berarti terjadi error. Dan bit 0 sampai bit 6 pada register AH menunjukkan COM line status.

Untuk penerimaan karakter data, register AH diinisialisasi dengan data 02 Hex. Input pada register DX yang menunjukkan port COM yang digunakan. Output pada register AL yang menunjukkan karakter yang diterima, dan register AH menjadi set apabila terjadi error.

Untuk mendapatkan status port komunikasi, register AH diinisialisasi dengan data 03 Hex. Input pada register DX yang menunjukkan port COM yang digunakan. Output pada register AX yang menunjukkan status port COM yang digunakan.

AH = Line Control Status

AL = Modem Status

Bit 7 : timeout	Bit 7 : received line detect signal
Bit 6 : shift register empty	Bit 6 : ring indicator
Bit 5 : holding register empty	Bit 5 : data set ready
Bit 4 : break detect	Bit 4 : clear to send
Bit 3 : framing error	Bit 3 : delta receive line signal detect
Bit 2 : parity error	Bit 2 : trailing edge ring detector
Bit 1 : overrun error	Bit 1 : delta data set ready
Bit 0 : data ready status	Bit 0 : delta clear to send

## 2.6 RS232C CONVERTER

RS232 ( Recommended Standard 232 ) merupakan sebuah antar muka standar yang disetujui oleh Electronic Industries Association ( EIA ) untuk komunikasi DTE ( Data Terminal Equipment ) dengan DCE ( Data Circuit-Terminating Equipment ) secara serial. Standard EIA RS232 pertama kali dipublikasikan pada tahun 1962. Standar ini sudah ada jauh sebelum IC TTL populer. Pada tahun 1987, EIA mengeluarkan standar versi baru dan merubah nama menjadi EIA-232D dan pada tahun 1991 menjadi EIA/TIA-232-E. EIA/TIA-232-E merupakan revisi ke lima dari standar RS232. Namun demikian banyak orang masih menganggap sebagai standar RS232C, atau hanya RS232.

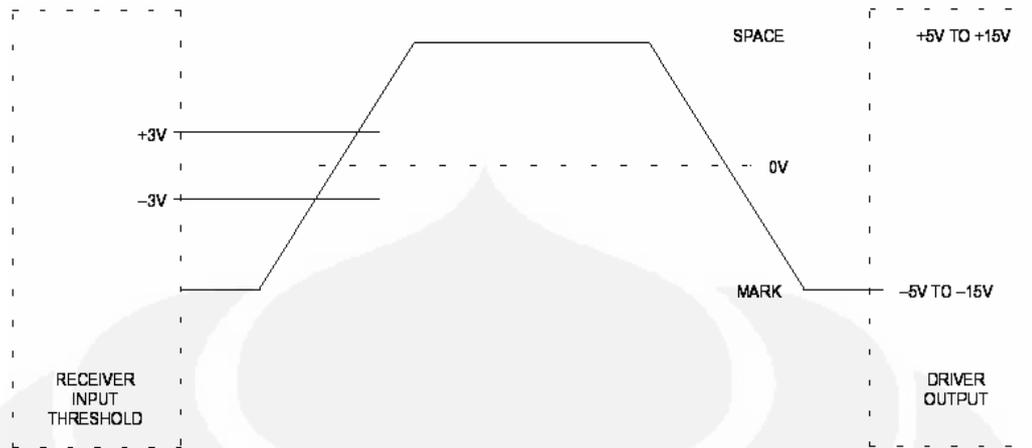
Antar muka ( interface ) secara serial lebih sulit dibandingkan dengan antar muka ( interface ) secara parallel. Dalam banyak kasus, beberapa alat yang dihubungkan dengan port serial akan membutuhkan pengubah transmisi serial ke parallel. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan IC Universal Asynchronous Receiver / Transmitter ( UART ). Kelebihan menggunakan transfer data serial daripada transfer data parallel antara lain :

- Kabel serial dapat lebih panjang dibandingkan kabel parallel. Port serial mengirim -3 sampai -25 volt sebagai logic 1 dan +3 sampai +25 volt sebagai logic 0. Sedangkan port parallel mengirim 0 volt sebagai logic 0 dan 5 volt sebagai logic 1. Maka dari itu port serial memiliki ayunan maksimum ( maximum swing ) sebesar 50V, sedangkan port parallel memiliki ayunan maksimum sebesar 5V.

- Pada transmisi data serial tidak dibutuhkan kabel sebanyak transmisi data parallel. Hal ini akan menekan biaya antar muka tiap peralatan yang dihubungkan.
- Komunikasi serial hanya membutuhkan dua pin yaitu Transmit Data ( TxD ) dan Receive Data ( RxD ), sedangkan komunikasi secara parallel membutuhkan 8 pin jika digunakan metode 8 bit data parallel.

Peralatan yang menggunakan kabel serial untuk komunikasinya dibagi menjadi dua golongan utama yaitu DCE ( Data Communication Equipment ) dan DTE ( Data Terminal Equipment ). Yang tergolong DCE adalah peralatan seperti modem, printer, mouse, dan plotter. Dan yang tergolong DTE adalah Komputer atau terminal.

Dalam ketentuan RS232C, level logika 1 ( Mark ) dinyatakan dengan tegangan antara  $-3$  sampai  $-15$  Volt dengan beban (  $-25$  Volt tanpa beban ), dan level logika 0 ( Space ) dinyatakan dengan tegangan antara  $+3$  sampai  $+15$  Volt dengan beban (  $+25$  Volt tanpa beban ). Mengingat komponen digital pada umumnya bekerja dengan sumber tegangan  $+5$  Volt, dan level logika '0' dinyatakan dengan tegangan antara 0 sampai 0,8 Volt dan level logika '1' dinyatakan dengan tegangan 3,5 sampai 5 Volt, maka antara rangkaian digital dan saluran RS232C biasanya disisipkan IC '*RS232-TTL Voltage Translator*'. Standar RS232C juga membatasi maksimum slew rate pada output driver. Batasan ini dimasukkan untuk membantu mengurangi kemungkinan cross-talk diantara sinyal yang berdekatan. Semakin kecil rise dan fall time, maka semakin kecil pula kemungkinan untuk terjadi cross-talk. Berdasarkan keadaan ini slew rate maksimum yang diizinkan adalah  $30V/\mu s$ . Dan juga RS232C telah menentukan besar baud rate maksimum yaitu 20k bit / detik. Ketentuan ini dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cross-talk. Impedansi antara driver dan receiver juga telah ditentukan. Beban pada driver dispesifikasikan sebesar  $3k\Omega$  sampai  $7k\Omega$ . Untuk daerah antara  $+3$  dan  $-3$  volt level logikanya tidak didefinisikan. Tegangan open circuit tidak boleh lebih dari 25 volt ( referensi terhadap ground ). Arus short circuit tidak boleh melebihi 500mA.



Gambar 2.8 Spesifikasi Level Logic RS232C

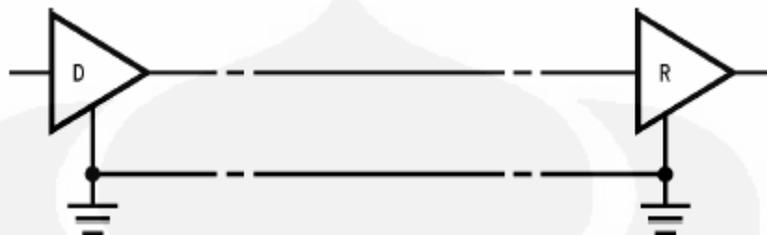
Dalam saluran RS232C level logika ditransmisikan sebagai perbedaan tegangan antara saluran dan Ground, cara semacam ini dikatakan sebagai unbalanced ( single-ended ) data transmission ( transmisi data tidakimbang ). Unbalanced ( single-ended ) data transmission menggunakan single konduktor, dengan tegangan direferensikan terhadap sinyal ground ( common ) yang menunjukkan keadaan logic. Jika sinyal menerima gangguan derau listrik ( electrical noise ), bisa berakibat fatal pada penerima karena derau yang diterima bisa disalah tafsirkan sebagai sinyal digital.

Saluran RS232C banyak dipakai untuk menghubungkan komputer dengan alat pendukungnya, misalnya komputer dengan printer, dan komputer dengan modem. Namun hubungan antara alat tidak lebih dari 50 feet (sekitar 16,4 meter).

Spesifikasi	Keterangan
Mode operasi	Single Ended
Jumlah Tx dan Rx yang diijinkan	1 Tx, 1Rx ( point to point )
Panjang kabel maksimum	50 feet
Data Rate maksimum	20 kbps
Range output driver minimum	$\pm 5V$ sampai $\pm 15V$
Range output driver maksimum	$\pm 25V$
Impedansi pada Tx	$3k\Omega$ sampai $7k\Omega$
Sensitivitas input Rx	$\pm 3V$
Range tegangan input Rx	$\pm 15V$

Resistansi input Rx maksimum	3kΩ sampai 7kΩ
Receiver Threshold	±3V

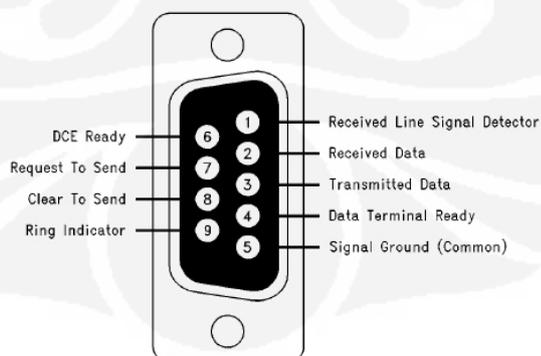
Tabel 2.1 Spesifikasi RS232C



Gambar 2.9 Aplikasi Typical RS232C

Nomor Pin	Sinyal	Deskripsi
1	DCD	Data Carrier Detect
2	RD	Receive Data
3	TD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	Signal Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Ready To Send
8	CTS	Clear To Send
9	RI	Ring Indicator

Tabel 2.2 RS232C pada DB9



Gambar 2.10 Konektor DB9

<b>Sinyal</b>	<b>Fungsi</b>
DCD	Saat modem mendeteksi sinyal carrier dari modem ujung yang lain pada line telepon, maka line ini akan aktif.
RD	Sinyal ini dihasilkan DCE ( Data Circuit-Terminating Equipment ) dan diterima oleh DTE ( Data Terminal Equipment ).
TD	Sinyal ini dihasilkan DTE ( Data Terminal Equipment ) dan diterima oleh DCE ( Data Circuit-Terminating Equipment ).
DTR	Mengindikasikan kesiapan dari DTE. Sinyal ini ON oleh DTE saat siap untuk mengirim atau menerima data.
DSR	Mengindikasikan kesiapan dari DCE. Sinyal ini ON oleh DCE saat siap untuk mengirim atau menerima data.
RTS	Saat DTE siap untuk mengirim data ke DCE, RTS akan ON. Pada sistem simplex dan duplex, kondisi ini menunjukkan DCE pada mode receive. Pada sistem half-duplex, kondisi ini menunjukkan DCE pada mode transmit. Setelah RTS diaktifkan, DCE harus mengaktifkan CTS sebelum memulai komunikasi
CTS	Digunakan bersama dengan RTS untuk mengadakan handshaking antara DTE dan DCE. Setelah DCE menerima perintah RTS, hal ini menyebabkan CTS ON saat siap untuk memulai komunikasi

## **2.7 ASSEMBLY 8051**

Bahasa assembly 8051 adalah bahasa pemrograman yang digunakan oleh microcontroller AT89C4051. Bahasa Assembly adalah bahasa komputer yang kedudukannya di antara bahasa mesin dan bahasa level tinggi misalnya bahasa C atau Pascal. Bahasa pemrograman C atau bahasa pemrograman Pascal dikatakan sebagai bahasa level tinggi karena memakai kata-kata dan pernyataan yang mudah dimengerti manusia, meskipun masih jauh berbeda dengan bahasa manusia sesungguhnya. Bahasa mesin adalah kumpulan kode biner yang merupakan instruksi yang bisa dijalankan oleh komputer. Sedangkan bahasa Assembly memakai kode Mnemonic untuk menggantikan kode biner, agar lebih mudah diingat sehingga lebih memudahkan penulisan program.

Pemrograman microcontroller disusun dari kumpulan instruksi, instruksi tersebut setara dengan kalimat perintah bahasa manusia yang hanya terdiri atas predikat dan objek. Dengan demikian tahap pertama pembuatan program microcontroller dimulai dengan pengenalan dan pemahaman predikat ( kata kerja ) dan objek apa saja yang dimiliki microcontroller.

Objek dalam pemrograman microcontroller adalah data yang tersimpan di dalam memori, register dan input / output. Sedangkan 'kata kerja' yang dikenal pun secara umum dikelompokkan menjadi perintah untuk perpindahan data, aritmatik, operasi logika, pengaturan alur program dan beberapa hal khusus. Kombinasi dari 'kata kerja' dan objek itulah yang membentuk perintah pengatur kerja microcontroller.

Pada dasarnya program dijalankan intruksi demi instruksi, artinya selesai menjalankan satu instruksi microcontroller langsung menjalankan instruksi berikutnya, untuk keperluan ini microcontroller dilengkapi dengan Program Counter yang mengatur pengambilan intruksi secara berurutan. Meskipun demikian, program yang kerjanya hanya berurutan saja tidaklah banyak artinya, untuk keperluan ini microcontroller dilengkapi dengan instruksi-instruksi untuk mengatur alur program.

## **2.8 BORLAND DELPHI 7**

Borland Delphi 7 merupakan bahasa pemrograman yang bekerja dalam sistem operasi ( OS ) Windows. Berbagai macam aplikasi dapat dibuat dengan Borland Delphi 7, seperti : aplikasi untuk mengolah teks, grafik, angka, database dan aplikasi web. Untuk mempermudah pemrograman Borland Delphi 7 menyediakan fasilitas pemrograman yang sangat lengkap. Fasilitas tersebut dibagi dalam dua kelompok, yaitu object dan bahasa pemrograman. Object merupakan komponen yang mempunyai bentuk dan ada yang dapat dilihat ( visual ). Object digunakan untuk melakukan tugas tertentu dan mempunyai batasan – batasan tertentu pula. Sedangkan bahasa pemrograman merupakan sekumpulan teks yang mempunyai arti tertentu dan disusun dengan aturan tertentu sehingga dapat menjalankan tugas sesuai dengan keinginan. Borland Delphi 7 menggunakan struktur bahasa pemrograman Object Pascal. Gabungan dari object dan bahasa

pemrograman ini sering disebut sebagai bahasa pemrograman berorientasi object atau *Object Oriented Programming* ( OOP )

### 2.8.1 Tipe Data Delphi Yang Digunakan

Selain dari istilah-istilah tersebut , Delphi juga menyediakan tipe data yang cukup banyak dan lengkap, sehingga memberi ruang yang luas bagi penulis untuk membuat program yang efisien, sesuai dengan tugas yang dilakukan oleh program.

Pemilihan tipe data secara tepat akan sangat berguna, misalnya dalam hal menghemat memori, kecepatan proses dan ketelitian. Dengan perkembangan kapasitas memori hardware dan kecepatan unit pemrosesan komputer yang sangat maju, menyebabkan pemborosan penggunaan memori dan kecepatan proses yang diakibatkan ketidaktepatan pemilihan tipe data dapat sangat dikurangi pengaruhnya. Tipe-tipe data tersebut antara lain adalah.

### 2.8.2 Tipe Integer

Tipe data integer digunakan untuk menyatakan bilangan yang tidak mempunyai bilangan desimal. Tipe data integer terdiri atas beberapa tipe lagi, yang sebagian berbeda rentang nilai dan penggunaan memory-nya.

<b>Tipe</b>	<b>Rentang Nilai</b>	<b>Byte</b>
Byte	0 .. 255	1
Word	0 .. 65535	2
Longword	0 .. 4294967295	4
ShortInt	-128 .. 127	1
SmallInt	-32768 .. 32767	2
LongInt	-2147483648 .. 2147483648	4
Integer	-2147483648 .. 2147483648	4
Cardinal	0 .. 4294967295	4
Int64	$-2^{63} .. 2^{63-1}$	8

*Tabel 2.3 Tipe Integer*

### 2.8.3 Tipe String

Tipe data string dipakai untuk menyatakan sederetan karakter yang membentuk satu kesatuan, misalnya nama, alamat, kode barang dan lain-lain. Tipe data string bisa juga diisi karakter kosong atau satu karakter. Delphi mempunyai tiga tipe data string, yaitu seperti berikut ini.

<b>Tipe</b>	<b>Byte</b>	<b>Isi Maksimum</b>
Short String	2 s.d 256	256 Karakter
Ansi String	4 s.d 2 GB	$2^{31}$
WideString	4 s.d 2 GB	$2^{30}$

*Tabel 2.4 Tipe String*

Tipe ShortString disediakan hanya untuk menjaga kompatibilitas dengan versi sebelumnya. AnsiString untuk menyimpan karakter ANSI dan WideString untuk menyimpan karakter Unicode.

Pada saat menulis program bisa menggunakan tipe data String yang umum dipakai. Pada saat dikompilasi, tipe String ini akan otomatis dianggap sebagai AnsiString jika direktif yang digunakan adalah {\$H+} atau dianggap sebagai ShortString

### 2.8.4 Tipe Character

Tipe data character digunakan untuk menyatakan karakter satu huruf. Delphi menyediakan tiga tipe data character yaitu :

<b>Tipe</b>	<b>Isi</b>	<b>Byte</b>
Char	1 karakter ANSI	1
AnsiChar	1 karakter ANSI	1
WideChar	1 karakter Unicode	2

*Tabel 2.5 Tipe Character*

### 2.8.5 Tipe Ordinal

Tipe ordinal terdiri atas tipe integer, character, Boolean, enumerated, dan tipe subrange. Tipe ordinal mempunyai sifat terurut.

Function	Hasil
Ord ( n )	N
Pred ( n )	n - 1
Succ ( n )	n + 1
High ( n )	Nilai tertinggi tipe data n
Low ( n )	Nilai terendah tipe data n

*Tabel 2.6 Tipe Ordinal*

## 2.9 PHOTODIODE

Pada photodiode output tegangan akan bernilai Positif ( + ) jika sinar dari diode akan mengenai sensor berdasarkan perubahan tegangan pada semua output photodiode inilah yang akan dimasukan ke Microcontroller (  $\mu$ C ) AT89C4051.

Sensor ini difungsikan sebagai simulator counter jarak. Dengan prinsip ini kita tinggal mengalikan jumlah counter yang terhitung dengan keliling lingkaran yang disensor oleh photodiode, itulah jarak tempuh dari kendaraan tersebut. Pada display PC akan terlihat satuan dalam meter. Sehingga hasil akhir dapat berupa satuan per jarak.

## 2.10 INJEKTOR

Injektor merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyemprotkan/menginjeksi bahan bakar keruang bakar. Injektor ini akan diaktifkan dengan tegangan 12 volt.



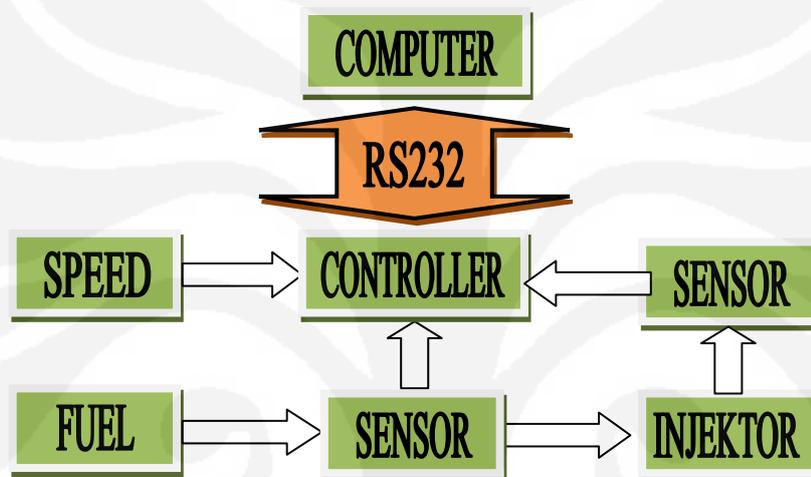
*Gambar 2.11 Injektor*

## BAB III

### PERANCANGAN HARDWARE DAN SOFTWARE

#### 3.1 GAMBARAN UMUM

Pada bab perancangan software dan hardware, penulis mencoba merancang bangun sistem menggunakan microcontroller AT89C4051 pada kendaraan seefektif mungkin. Berdasarkan hal tersebut penulis merasa perlu dibuat suatu perancangan sistem yang berupa perancangan software dan hardware secara garis besar sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Sistem

Keterangan diagram blok :

- Blok Fuel, merupakan supply bahan bakar yang mengalir ke sistem setelah di pompakan oleh fuel pump (pompa bahan bakar).
- Blok sensor, pada blok sensor ini terdapat 2 buah sensor Flow Meter. Dimana output dari sensor ini hanya lebar/panjang pulsa sehingga pembacaan yang keluar pada display adalah selisih lebar pulsa antara Flow Meter 1 dan Flow Meter 2 . Flow Meter 1 diletakkan sebelum bahan bakar ke injektor, sedangkan Flow Meter 2 diletakkan setelah injektor atau dapat dikatakan bahwa pada Flow Meter 2 akan menghitung sisa bahan bakar yang tidak terbuang oleh injektor.
- Blok Injektor, merupakan output keluaran bahan bakar yang akan terbakar di mesin.

- Blok Speed, merupakan simulasi yang difungsikan untuk menghitung jarak yang ditempuh kendaraan. Dimana simulasi ini menggunakan 1 buah sensor photodiode sebagai counter jarak dan sebagai alat jarak kita gunakan lingkaran yang di lubangi sehingga photodiode akan membaca berapa kali melewati lubang tersebut. Sehingga disimulasikan bahwa jarak 1 meter ditempuh dengan berputarnya lingkaran beberapa putaran.
- Blok Microcontroller (  $\mu\text{C}$  ) AT89C4051, merupakan input dari semua sensor yang ada pada sistem kemudian akan mengeluarkan output ke computer.
- Blok RS232 berfungsi sebagai interface keluaran dari Microcontroller (  $\mu\text{C}$  ) AT89C4051 untuk dapat terkoneksi pada computer.
- Blok Computer, merupakan display dari keseluruhan sistem, dimana nilai pembacaan konsumsi bahan bakar di tampilkan.

### 3.2 PERANCANGAN HARDWARE

Perancangan hardware dalam sistem ini terdiri atas perancangan Sensor - sensor, Microcontroller AT89C4051, dan RS232.

#### 3.2.1 $\mu\text{C}$ AT89C4051

Microcontroller (  $\mu\text{C}$  ) AT89C4051 berfungsi sebagai tempat pemrosesan sinyal dan data yang dikeluarkan oleh Sensor. Pin output Sensor dihubungkan dengan Port 1 pada microcontroller. Data ini akan digunakan microcontroller sebagai output untuk disambungkan ke RS232. Juga berfungsi sebagai pengganti UART yang akan berhubungan dengan RS232 sehingga bisa berkomunikasi dengan Personal Computer

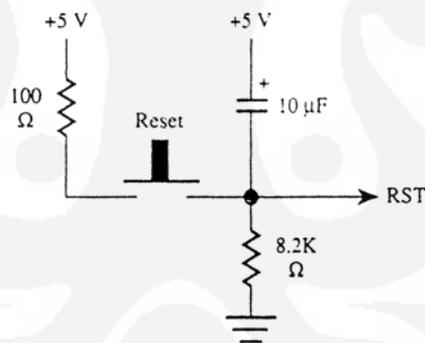
Nomor Pin	PIN	Deskripsi
1	RST / VPP	Reset $\mu\text{C}$
2	RXD	Receive Data
3	TXD	Transmit Data
4	XTAL - 2	Kristal 2
5	XTAL - 1	Kristal 1

6	INT 0	Interupsi Starter
7	INT 1	Interupsi L Alternator
8	P3.4	Output
9	GND	Ground
10	P3.7	-
11 – 18	P1.0 – P1.7	Input Photodiode
19	VCC	Power Supply

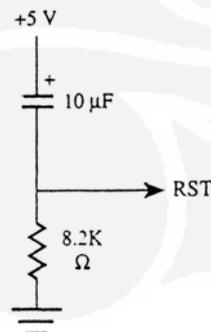
Tabel 3.1 Fungsi pin pada  $\mu$ CAT89C4051

### 3.2.1.1 Reset System

Microcontroller 8051 akan reset dengan membuat High pin RST paling sedikit selama dua siklus mesin dan kemudian mengembalikan pin RST menjadi Low. RST bisa diaktifkan secara manual dengan menggunakan saklar, atau dapat diaktifkan pada saat power ON dengan menggunakan hubungan R-C ( Resistor – Capacitor ). Gambar berikut menunjukkan rangkaian yang digunakan.

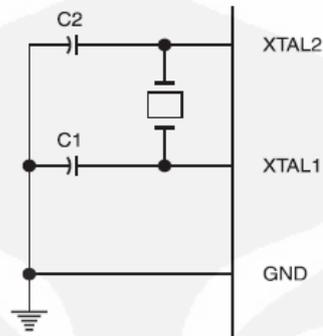


Gambar 3.2 Manual Reset



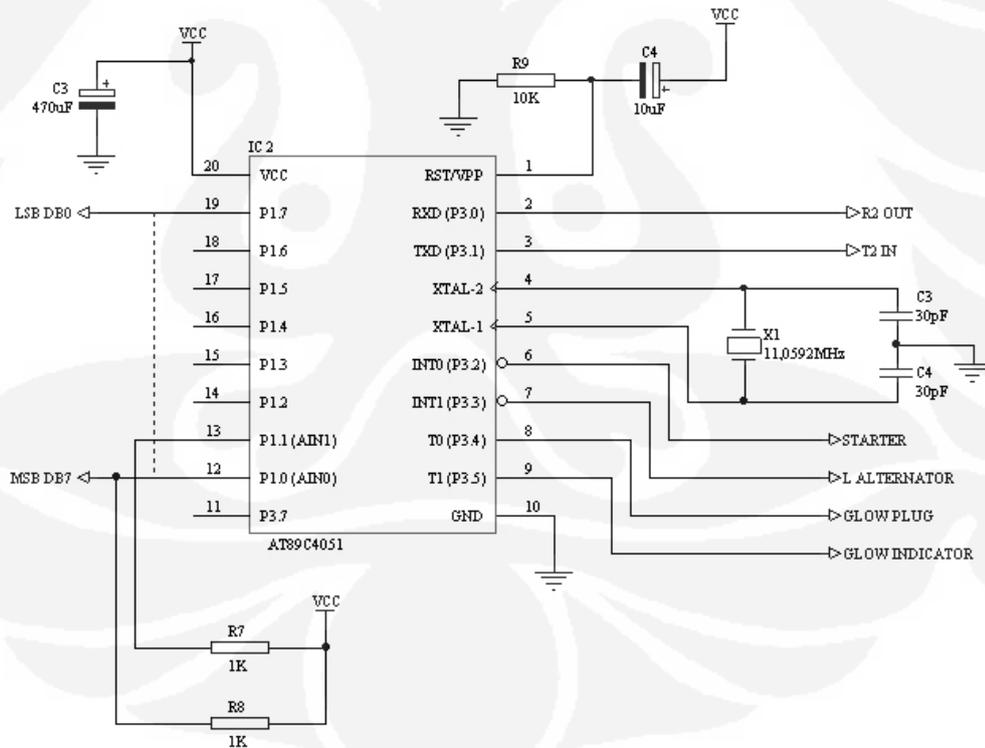
Gambar 3.3 Power-On Reset

Krystal ( XTAL ) yang digunakan pada perancangan  $\mu\text{C}$  AT89C4051 ini sebesar 11,0592 MHz. Digunakan XTAL 11,0592 MHz dimaksudkan agar tidak terjadi error pada saat terjadi komunikasi antara Personal Computer ( PC ) dengan  $\mu\text{C}$ .



Gambar 3.4 Pemasangan XTAL pada  $\mu\text{C}$  AT89C4051

Karena port 1.0 dan port 1.1 merupakan port open drain, maka pada port – port tersebut perlu ditambahkan resistor pull up. Resistor pull up yang dipilih sebesar 1 K $\Omega$ .



Gambar 3.5 Rangkaian  $\mu\text{C}$  AT89C4051

Perhitungan Timer Overflow :

Jumlah Clock Mode Serial 1 dengan SMOD = 0 dan frekuensi kristal =

11.0592MHz:

$$Baud\ Rate = \frac{timer\ overflow}{32} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\begin{aligned} timer\ overflow &= Baud\ Rate \times 32 \\ &= 9600 \times 32 \\ &= 307200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} jumlah\ clock &= \frac{Frekuensi\ Kristal}{12 \cdot Timeroverflow} \dots\dots\dots(3.2) \\ &= \frac{11.0592 \times 10^6}{12 \times 307200} \\ &= 3 \end{aligned}$$

Karena hitungan naik dan overflow timer saat transisi hitungan FFh ke 0h, maka 3 hitungan kurang dari nol dibutuhkan untuk mereload nilai TH1. Jadi nilai yang dimasukkan kedalam TH1 adalah

$$0000h - 3d = FDh$$

Perhitungan Cycle Time :

$$Timer\ Clock = \frac{Crystal}{12} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$Timer\ Clock = \frac{11,0592MHz}{12} = 921.600Hz$$

$$1\ Cycle = \frac{1}{Timer\ Clock} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$1\ Cycle = \frac{1}{921.600Hz} = 1,085\ \mu S$$

$$1 \text{ Sec} = 1.000.000 \mu\text{S}$$

Banyak cycle yang dibutuhkan untuk membentuk 1 detik = 921.600 cycle

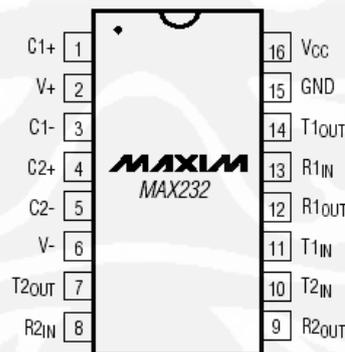
$$\text{Count} = 65536 - \frac{921600}{100} = 56320$$

### 3.2.2 Perancangan RS232

Pada modul RS232 terdapat komponen utama yang digunakan sebagai voltage translator dan balanced ( differential ) data transmission yaitu IC MAX232.

#### 3.2.2.1 IC MAX232

MAX232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS-232 transmitter / receiver yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232-E. IC MAX232 hanya membutuhkan power supply 5V ( single power supply ) sebagai catu. IC MAX232 di sini berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL / CMOS. IC MAX232 terdiri atas tiga bagian yaitu dual charge-pump voltage converter, driver RS232, dan receiver RS232.



Gambar 3.6 Konfigurasi Pin IC MAX232

- **Dual Charge-Pump Voltage Converter.**

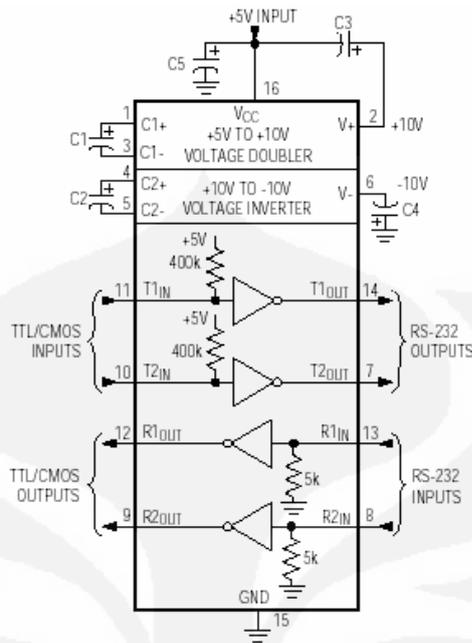
IC MAX232 memiliki dua charge-pump internal yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan +5V menjadi  $\pm 10V$  ( tanpa beban ) untuk operasi driver RS232. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan input +5V menjadi +10V saat C3 berada pada output V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk merubah +10V menjadi -10V saat C4 berada pada output V-.

- **Driver RS232**

Output ayunan tegangan ( voltage swing ) driver typical adalah  $\pm 8V$ . Nilai ini terjadi saat driver dibebani dengan beban nominal receiver RS232 sebesar  $5k\Omega$  atau  $V_{cc} = 5V$ . Input pada driver yang tidak digunakan bisa dibiarkan tidak terhubung kemana – mana. Hal ini dapat terjadi karena dalam kaki input driver IC MAX232 terdapat resistor pull-up sebesar  $400k\Omega$  yang terhubung ke  $V_{cc}$ . Resistor pull-up mengakibatkan output driver yang tidak terpakai menjadi low karena semua output driver diinversikan.

- **Receiver RS232**

EIA mendefinisikan level tegangan lebih dari 3V sebagai logic 0, berdasarkan hal tersebut semua receiver diinversikan. Input receiver dapat menahan tegangan input lebih sampai dengan  $\pm 25V$  dan menyiapkan resistor terminasi input dengan nilai nominal 5k. Nilai input receiver hysteresis typical adalah 0,5V dengan nilai minimum 0,2V, dan nilai delay propogasi typicalnya adalah 600ns.

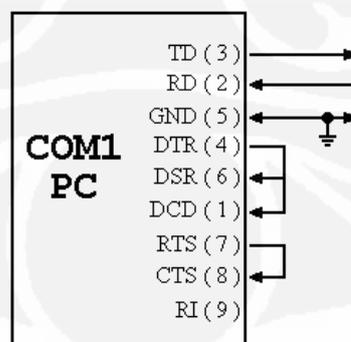


*Gambar 3.7 Typical Operasi Rangkaian*

Gambar diatas merupakan typical operasi rangkaian IC MAX232. Nilai C1, C2, C3, C4, dan C5 yang dianjurkan sebesar 1 $\mu$ F.

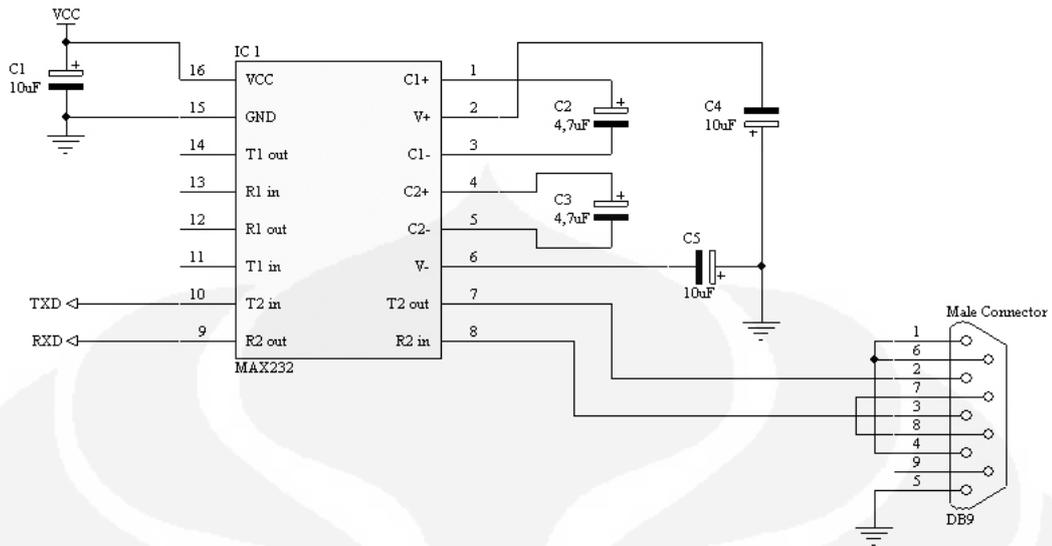
### 3.2.2.2 Rangkaian RS232

Dalam modul RS232 port COM1 PC pada sistem ini menggunakan hubungan null modem, yaitu hubungan yang menggunakan tiga konektor TD, RD, dan GND untuk komunikasi antara PC dan  $\mu$ C AT89C4051. Tujuan utama dari konfigurasi ini adalah penekanan biaya kabel transmisi. Hubungan antara  $\mu$ CAT89C4051 dan PC menggunakan konfigurasi null modem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



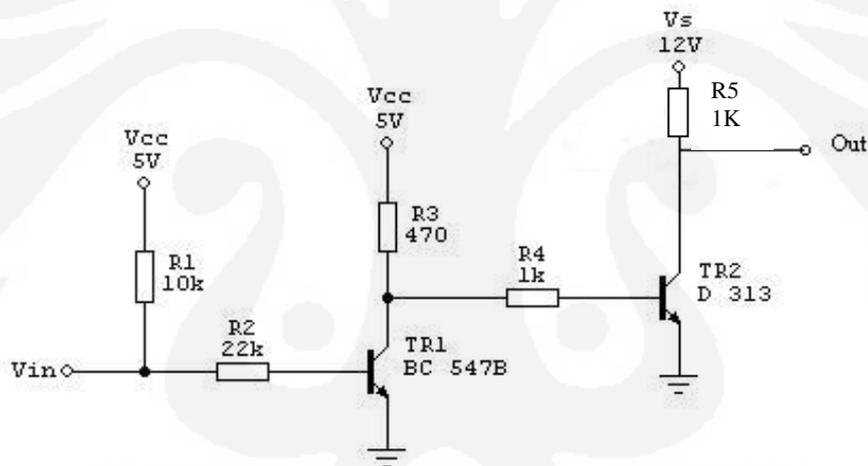
*Gambar 3.8 Konfigurasi Null Modem PC*

Rangkaian RS232 ini dapat dilihat pada gambar skematik di bawah ini.



Gambar 3.9 Rangkaian RS232

### 3.2.3 Perancangan Driver injektor



Gambar 3.10 Rangkaian driver Injektor

$$I_L = \frac{V_S - V_{CE2}}{R_L} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$= \frac{12V - 1V}{25\Omega} = \frac{11V}{25\Omega} = 440mA$$

$$I_L = I_{C2} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{hfe2} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$= \frac{440mA}{180} = 2,44mA$$

$$R_{B2} = R_3 + R_4 \dots\dots\dots(3.8)$$

$$R_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{BE2}}{I_{B2}} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$= \frac{5V - 1,5V}{2,44mA} = \frac{3,5V}{2,44mA} = 1,43K\Omega$$

Pilih  $R_3 = 470 \Omega$  dan  $R_4 = 1 K\Omega$

$$I_{R3} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_3} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$= \frac{5V - 0,25V}{470\Omega} = 10,11mA$$

$$I_{R3} = I_{C1} \dots\dots\dots(3.11)$$

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{hfe1} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$= \frac{10,11mA}{200} = 0,05mA$$

$$R_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{I_{B1}} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$= \frac{5V - 0,7V}{0,05mA} = 86K\Omega$$

Pilih  $R_1 = 10 K\Omega$  dan  $R_2 = 22 K\Omega$

$I_{B1}$  yang sebenarnya :

$$I_{B1} = \frac{V_{IN} - V_{BE}}{R_2} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$= \frac{5V - 0,7V}{22K\Omega} = 0,195mA$$

$I_{C1}$  yang bisa dilewatkan :

$$I_{C1} = I_{B1} \cdot hfe1 \dots\dots\dots(3.15)$$

$$= 0,195mA \cdot 200 = 39mA$$

### 3.2.4 Fuel Flow Consumption Meter

Pada Bab sebelumnya telah di tampilkan gambar rangkaian dalam dari Flow Meter. Dimana output keluaran akan bernilai +Vcc bila switch tidak terhubung.

$$V = \frac{R1}{R1 + R2} \times 5V \dots\dots\dots(3.16)$$
$$= \frac{220k}{220k + 1K} \times 5V = 4.977Volt$$

Bila switch tersebut terhubung maka akan bernilai 0.

$$V = \frac{R1}{R1 + R2} \times 5V \dots\dots\dots(3.17)$$
$$= \frac{0}{0 + 1K} \times 5V = 0Volt$$

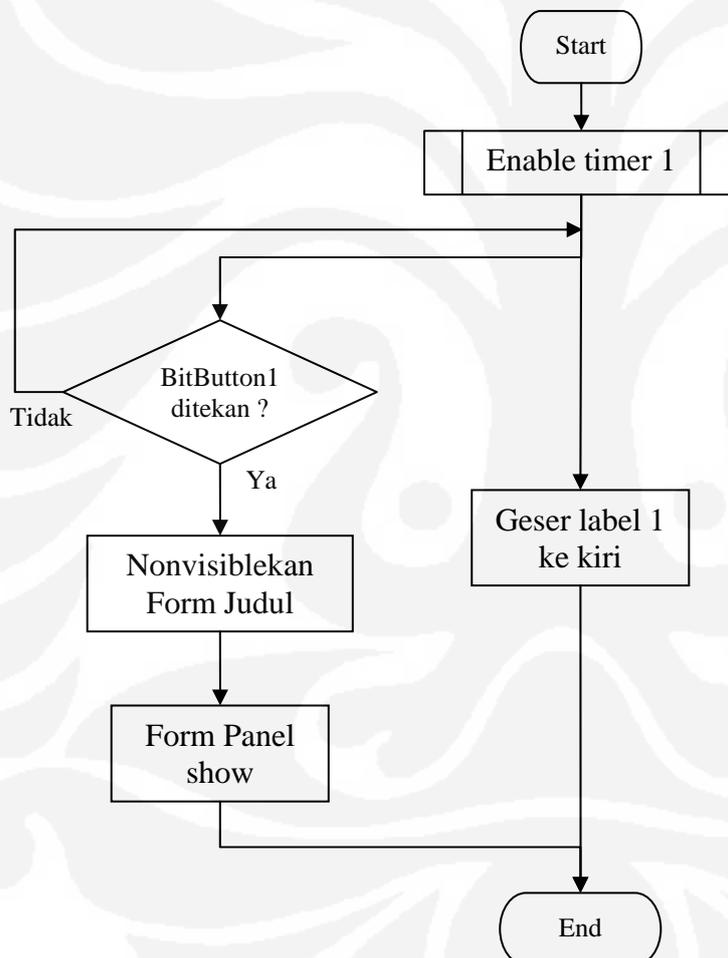
### 3.3 PERANCANGAN SOFTWARE

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7 dalam perancangan software pada PC. Ada enam alasan penulis menggunakan Borland Delphi 7 sebagai bahasa pemrograman pada PC. Alasan – alasan tersebut antara lain. Pertama, penulis telah menguasai bahasa pemrograman Delphi yang menggunakan struktur bahasa pemrograman Pascal. Kedua, Borland Delphi 7 menggunakan Visual Component Library sehingga penulis mudah merancang dan mengontrol program aplikasi tanpa harus membuat object – object yang akan digunakan pada program seperti button, label, dan image. Ketiga, tampilan grafis pada layar monitor bisa dibuat semenarik mungkin dengan menggunakan komponen image, bitbutton, dan SpeedButton. Keempat, jika dalam perancangan program aplikasi terdapat komponen yang tidak tersedia, maka pengguna Borland Delphi 7 dapat mendownload komponen secara freeware pada situs – situs tertentu. Kelima, dalam penulisan listing program, penulis tidak perlu menulis list program seluruhnya karena ada beberapa list yang telah dibuat oleh Borland Delphi 7 secara otomatis. Terakhir, Borland Delphi 7 juga dapat memberdayakan PC secara optimal dengan menggunakan fungsi – fungsi Windows API ( Application Programming Interface ).

Perancangan software pada PC didasari oleh kebutuhan sistem agar dapat berkomunikasi dengan  $\mu C$  yang akan menunjukkan nilai keluaran dari sistem Nama dari Delphi Project yang dibuat pada tugas akhir ini adalah *ProgramFlow.exe*. *ProgramFlow.exe* terbagi menjadi 2 unit dan form utama yaitu Judul, dan Diagnosis. Berikut akan dijelaskan listing program dan kegunaan procedure dari masing – masing unit pada ProgramGCU dalam pembuatan tugas akhir ini :

### 3.3.1 Unit Judul

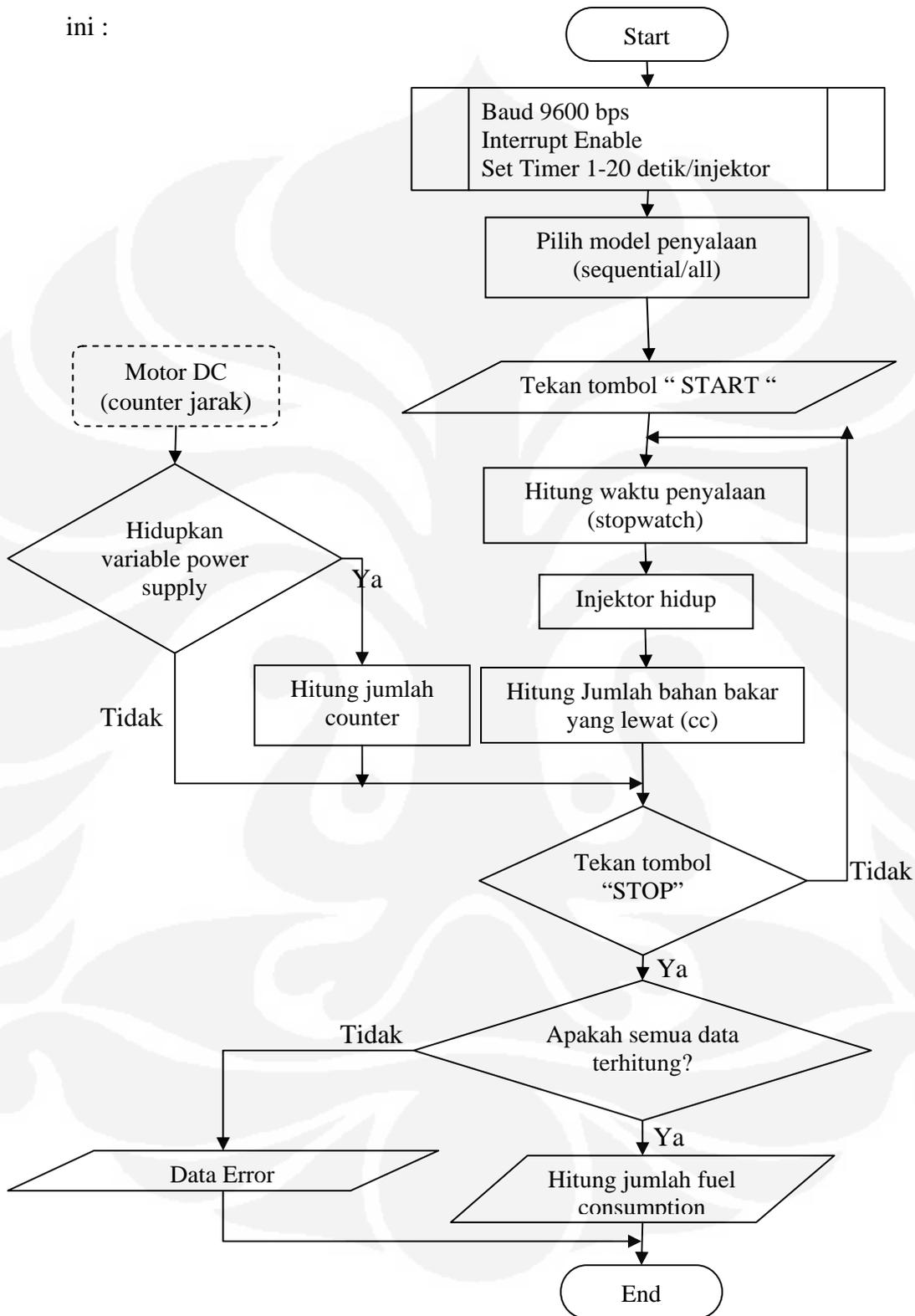
Unit judul menampilkan Judul Tugas Akhir yang penulis buat. Dibawah ini merupakan flowchart untuk unit ( form ) Judul.



Gambar 3.11 Flow Chart Unit Judul

### 3.4 FLOWCHART SISTEM SECARA UMUM

Secara umum cara kerja alat sistem diatas dapat dilihat pada flow chart dibawah ini :



Gambar 3.12 Flow Chart Unit kerja sistem

Dimana langkah-langkah keterangan flowchart sebagai berikut :

- START yaitu proses eksekusi *ProgramFlow.exe*.kemudian kita masuk pada unit judul dari program.
- Klik option ada unt judul, apakah ingin penyalaan secara sequential (injektor "ON" secara bergantian) atau all (Injektor "ON" secara keseluruhan). Pada optional squential merupakan representative dari sistem bahan bakar kendaraan secara nyata. Dimana model penyalaan injektor pada kendaraan dengan menggunakan sistem sequential. Sedangkan optional all hanya sebagai optional tambahan saja.
- Klik tombol "START" pada unit judul maka, injektor "ON", stopwatch akan menyala, dan juga secara bersamaan display akan untuk menghitung jumlah bahan bakar yang lewat dalam satuan ml.
- Untuk penyalaan display counter ini tidak dapat di hidupkan secara bersamaan, namun dihidupkan secara manual, dikarenakan akan disimulasikan bahwa jarak tersebut dapat berubah-ubah seiring input tegangan berupa variabel voltase. Semakin cepat putaran motor maka diasumsikan bahwa kendaraan tersebut melaju dalam keadaan kencang. Begitu juga sebaliknya.
- Saat tombol "STOP" ditekan maka semua display counter akan terhenti dan hasil pengukuran pada display fuel consumption akan muncul nilai konsumsi bahan bakar nya. Namun bila salah satu display data tersebut tidak muncul maka pada display fuel consumption akan bernilai "ERROR".

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

#### **4.1 PENGUJIAN ALAT**

Pengujian alat merupakan tahap untuk mengetahui hasil akhir dan proses kerja yang mampu dicapai alat yang telah dibuat. Pengujian alat ini akan dibagi menjadi dua yaitu pengujian software dan pengujian hardware.

##### **4.1.1 Langkah Percobaan**

1. Pasang selang dari dan ke fuel pump.
2. Hubungkan selang Fuel sensor yang ke injector (supply hose) dan selang yang dari injector (return hose)
3. Sambungkan konektor pada alat counter jarak dan konektor Fuel sensor ke Minimum system pada Mikrokontroller.
4. Sambungkan konektor injektor pada driver injektor yang telah terhubung dengan Minimum system.
5. Aktifkan PC dengan sistem operasi windows.
6. Aktifkan ProgramFlow
7. Hubungkan PC dengan Modul Unit.
8. Sambungkan fuel pump dan driver injektor dengan accu serta Counter jarak ke variabel power supply
9. Pilih data waktu yang diinginkan untuk cara kerja injektor.
10. Pilih cara aktivasi dari injektor yang diinginkan yaitu sequence bila injektor aktif satu persatu atau all bila semua injektor aktif secara bersamaan
11. Tekan tombol START untuk memulai dan tombol STOP untuk menghentikan alat.
12. Pada display akan muncul nilai jarak, jumlah bahan bakar yang terbuang, serta nilai konsumsi bahan bakar.
13. Data mengenai sensor dapat dilihat pada kolom Sensor

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Kerja Sistem

1. Proses download program Assembly MCS51 ke AT89C4051.
2. Proses kompilasi ProgramFlow.dpr, Judul.dfm, Diagnosis.dfm, Judul.pas, Diagnosis.pas yang menghasilkan ProgramFlow.exe dilakukan dalam program Borland Delphi 6. Jika ProgramFlow.exe dieksekusi.
3. Apabila nilai tegangan pada power supply ke photodiode diperbesar maka nilai counter pada display 1 akan bertambah semakin cepat dikarenakan putaran motor yang juga semakin cepat. Hasil counter ini akan dikonversikan dalam bentuk satuan jarak pada display PC.
4. Tampilan segment pada display 2 sesuai dengan tampilan pada waktu/stopwatch PC.
5. Tampilan pada display 3 merupakan jumlah bahan bakar yang keluar dalam satuan ml.
6. Pada display 4 merupakan nilai konsumsi bahan bakar yang diinginkan yang merupakan hasil bagi antara nilai pada display 3 dan display 1.  
$$\text{Fuel consumption} = (\text{nilai display 3} \times 10) / (\text{nilai display 1} \times 10).$$

#### 4.2 ANALISA KERJA SISTEM

Analisa kerja sistem dapat dilakukan dengan melihat hasil proses kerja ( output ) dari nilai bahan bakar yang keluar serta output pada fuel flow sensor.

- Analisa dan pengukuran nilai output Frekuensi Fuel sensor pada dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

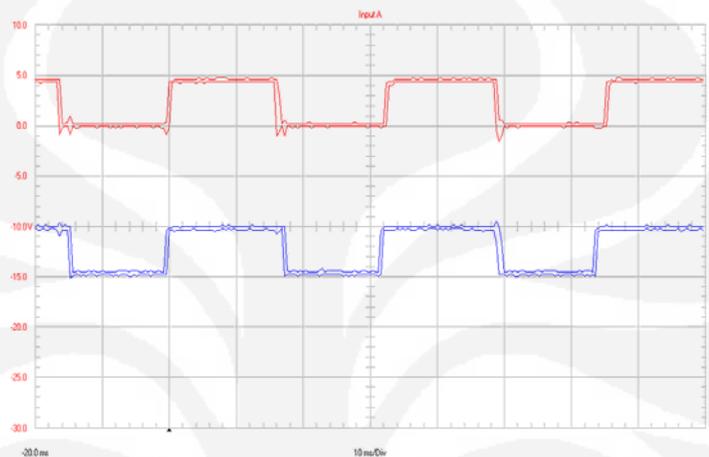
No	Kondisi injektor	Pengukuran sensor supply (Hz)	Pengukuran sensor Return (Hz)	keterangan
1	Tidak hidup	30.68	30.68	Grafik 1
2	Satu hidup (sequential)	30.68	25.60	Grafik 2
3	Hidup semual	30.68	08.93	Grafik 3

*Tabel 4.1 Pengukuran nilai output Sensor*

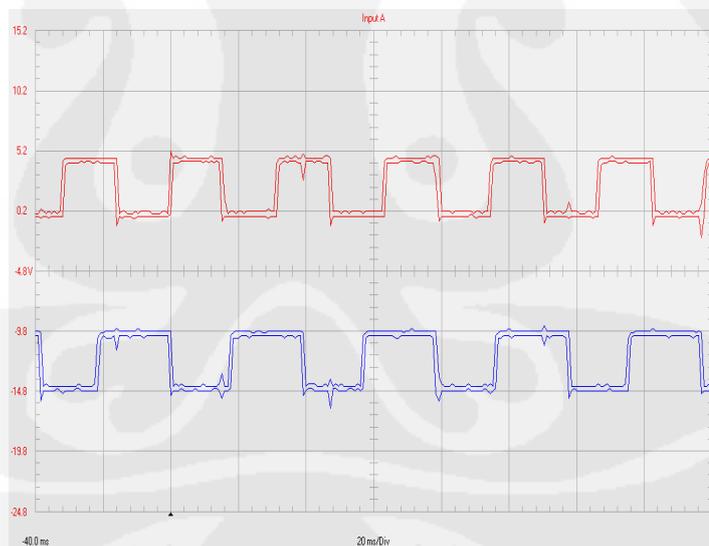
Nilai pada pengukuran sensor supply tidak berubah dikarenakan jumlah bahan bakar yang melewati sensor tersebut tidak berbeda karena supply bahan bakar tetap dari Fuel pump. Adanya perbedaan nilai hasil pengukuran frekuensi dari

sensor supply dengan sensor return dikarenakan adanya jumlah bahan bakar yang keluar melalui injektor.

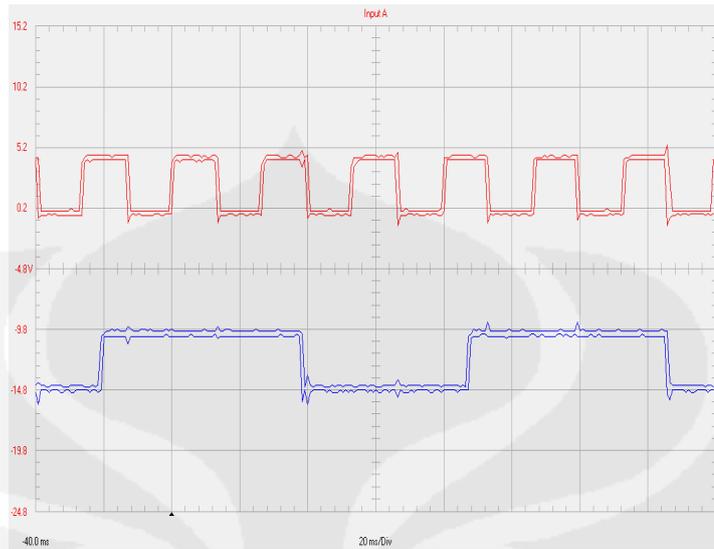
Semakin banyak jumlah bahan bakar yang terbuang maka kecepatan switching dari sensor akan semakin lambat. Inilah yang menyebabkan frekuensi menjadi lebih kecil. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1. Grafik kondisi semua injektor "OFF"



Gambar 4.2. Grafik kondisi 1 injektor "ON"



Gambar 4.3. Grafik kondisi semua injektor “ON”

- Analisa output nilai konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

No	Kondisi Injektor	Time (sec)	Perhitungan (cc)	Pengukuran (cc)	Differensiasi (cc)
1	1 Injektor kondisi “ON” dan “ON” secara bergantian (Sequential)	1	4	4.02	0.02
2		2	8	8.06	0.06
3		3	12	12.04	0.04
4		4	16	16.07	0.07
5		5	20	20.13	0.13
6		6	24	24.11	0.11
7		7	28	28.09	0.09
8		8	32	32.07	0.07
9		9	36	36.11	0.11
10		10	40	40.06	0.06
11		11	44	44.09	0.09
12		12	48	48.12	0.12
13		13	52	52.11	0.12
14		14	56	56.09	0.09
15		15	60	60.11	0.11

16		16	64	64.08	0.08
17		17	68	68.13	0.13
18		18	72	72.08	0.08
19		19	76	76.10	0.10
20		20	80	80.12	0.12
Average diferensiasi					0.084

*Tabel 4.2 Analisa output konsumsi bahan bakar (sequential)*

No	Kondisi Injektor	Time (sec)	Perhitungan (cc)	Pengukuran (cc)	Diferensiasi (cc)
1	Semua injektor "ON" (All)	1	16	16.48	0.48
2		2	32	32.54	0.54
3		3	48	48.51	0.51
4		4	64	64.62	0.62
5		5	80	80.36	0.36
6		6	96	96.44	0.44
7		7	112	112.39	0.39
8		8	128	128.41	0.41
9		9	144	144.31	0.31
10		10	160	160.37	0.37
11		11	176	176.44	0.44
12		12	192	192.46	0.46
13		13	208	208.39	0.39
14		14	224	224.41	0.41
15		15	240	240.52	0.52
16		16	256	256.64	0.64
17		17	272	272.54	0.54
18		18	288	288.61	0.61
19		19	304	304.50	0.50
20		20	320	320.52	0.52
Average diferensiasi					0.473

*Tabel 4.3 Analisa output konsumsi bahan bakar (All)*

Adanya perbedaan nilai perhitungan dan pengukuran pada tabel diatas disebabkan karena faktor :

- Tingkat kepresisian/ketelitian alat.
- Karena masih adanya sisa bahan bakar yang terdapat pada selang return, sehingga hasil pengukuran pada alat sedikit ada penambahan bahan bakar dari hasil pengukuran sebelumnya.
- Analisa dan pengukuran output driver injektor dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

No	Item ( Arus )	Perhitungan (mA )	Pengukuran ( mA )
1	$I_L$	440	467
2	$I_{B2}$	2,44	2,9
3	$I_{C1}$	10,11	10,42
4	$I_{B1}$	0,19	0,17

*Tabel 4.4 Pengukuran output driver Injektor*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Dari sistem yang dibuat oleh penulis dan hasil dari pengujian alat dapat diambil kesimpulan, yaitu :

- Digital Fuel Flow Meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar suatu kendaraan. Pada alat ini khusus digunakan untuk kendaraan berbahan bakar bensin.
- Flow sensor yang digunakan adalah berbentuk switch dengan output berupa pulsa atau lebar frekuensi dengan kecepatan dan gambar grafik lebar pulsa yang berbeda-beda untuk setiap kondisi. Kondisi ini disebabkan karena kecepatan sensor1 dan sensor 2 berbeda.
- Perbedaan nilai perhitungan dan pengukuran pada tabel konsumsi bahan bakar disebabkan karena faktor :
  - Tingkat kepresisian/ketelitian alat.
  - Karena masih adanya sisa bahan bakar yang terdapat pada selang return, sehingga hasil pengukuran pada alat sedikit ada penambahan bahan bakar dari hasil pengukuran sebelumnya.
- Penggunaan  $\mu\text{C}$  AT89C4051 sebagai kontrol utama sistem dikarenakan Mikrokontroler ini memiliki jumlah memori dan output yang cukup untuk mengcover semua kebutuhan alat.
- Perancangan alat ini ditambahkan dengan simulasi jarak menggunakan counter, agar fungsi alat ini menjadi riil dimana konsumsi bahan bakar dihitung per satuan jarak.
- Tingkat kepresisian alat ini juga sangat bergantung pada jarak antara Fuel Flow sensor 2 terhadap Fuel Pressure. Semakin jauh maka tingkat kepresisian juga akan semakin kecil dan begitu juga sebaliknya.
- Alat ini dapat dikembangkan dan ditambahkan fungsinya disesuaikan dengan kebutuhan. Sebagai contoh dengan menambahkan fungsi sebagai alat pengukur kecepatan kendaraan juga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad, Robert and Louis Nashelsky : “ *Electronic Devices and Circuits Theory* ”, 6th ed, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1996.
- Bell, David A. : “ *Electronic Devices and Circuits* ”, 2nd ed, Reston Publishing Company, Inc, Virginia, 1980.
- MacKenzie, I.Scott : “ *The 8051 Microcontroller* “, 2nd ed, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- V.Hall, Douglas : “ *Microprocessors and Interfacing Programming and Hardware* “, 2nd ed, McGraw-Hill, 1992.
- J.Alam, M.Agus : “ *Belajar Sendiri Borland Delphi 6.0* “, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2001.
- Nugroho, Widodo : “ *Tip dan Trik Pemrograman Delphi* ”, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2002.
- Dept, Trainng Center : “ *M-STEP STEP II MPI Buku Panduan Siswa* “, PT. Krama Yudha Tiga Berlian Motors, Jakarta.
- Dept, Trainng Center : “ *M-STEP STEP II Gasoline Engine Buku Panduan Siswa* “, PT. Krama Yudha Tiga Berlian Motors, Jakarta.

## Lampiran 1. Mode - mode Operasi pada $\mu$ C MCS51

$\mu$ C MCS51 mempunyai empat mode operasi, dapat dipilih dengan mengeset atau mereset kedalam bit SM0 dan SM1 pada SCON. Diantara empat mode, tiga diantaranya berkomunikasi secara asynchronous. Tiap karakter menerima atau mengirim frame dengan start dan stop bit. Keempat mode operasi serial tersebut bekerja mengikuti prinsip shift register.

**Mode 0** Mode ini bekerja secara sinkron, data seri dikirim dan diterima melalui kaki P3.0 ( RxD ), dan kaki P3.1 ( TxD ) digunakan sebagai klok pendorong data seri yang dihasilkan MCS51.

Data dikirim / diterima 8 bit secara keseluruhan, diawali dari Least Significant Bit ( LSB ) dan diakhiri dengan Most Significant Bit ( MSB ). Kecepatan Pengiriman datanya 1 / 12 frekuensi osilator kristal.

**Mode 1** Mode 1, 2, dan 3 bekerja secara asinkron, data dikirim melalui kaki P3.1 (TxD) dan diterima melalui kaki P3.0 (RxD).

Pada Mode 1 data dikirim/diterima 10 bit sekali gus, diawali dengan 1 bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai dari LSB ( bit 0 ), diakhiri dengan 1 bit stop. Pada MCS51 yang berfungsi sebagai penerima bit stop ditampung pada RB8 dalam register SCON. Kecepatan pengiriman data (baud rate) dapat diatur sesuai dengan keperluan.

Mode ini dikenal sebagai UART (*Universal Asynchronous Receiver / Transmitter*).

**Mode 2** Data dikirim / diterima 11 bit secara langsung, diawali dengan 1 bit start, disusul 8 bit data yang dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil ( bit 0 ), kemudian bit ke 9 yang bisa diatur lebih lanjut, diakhiri dengan 1 bit stop.

Pada MCS51 yang berfungsi sebagai pengirim, bit 9 tersebut berasal dari bit TB8 dalam register SCON. Pada MCS52 yang berfungsi sebagai penerima, bit 9 ditampung pada bit RB8 dalam register SCON, sedangkan bit stop diabaikan tidak ditampung.

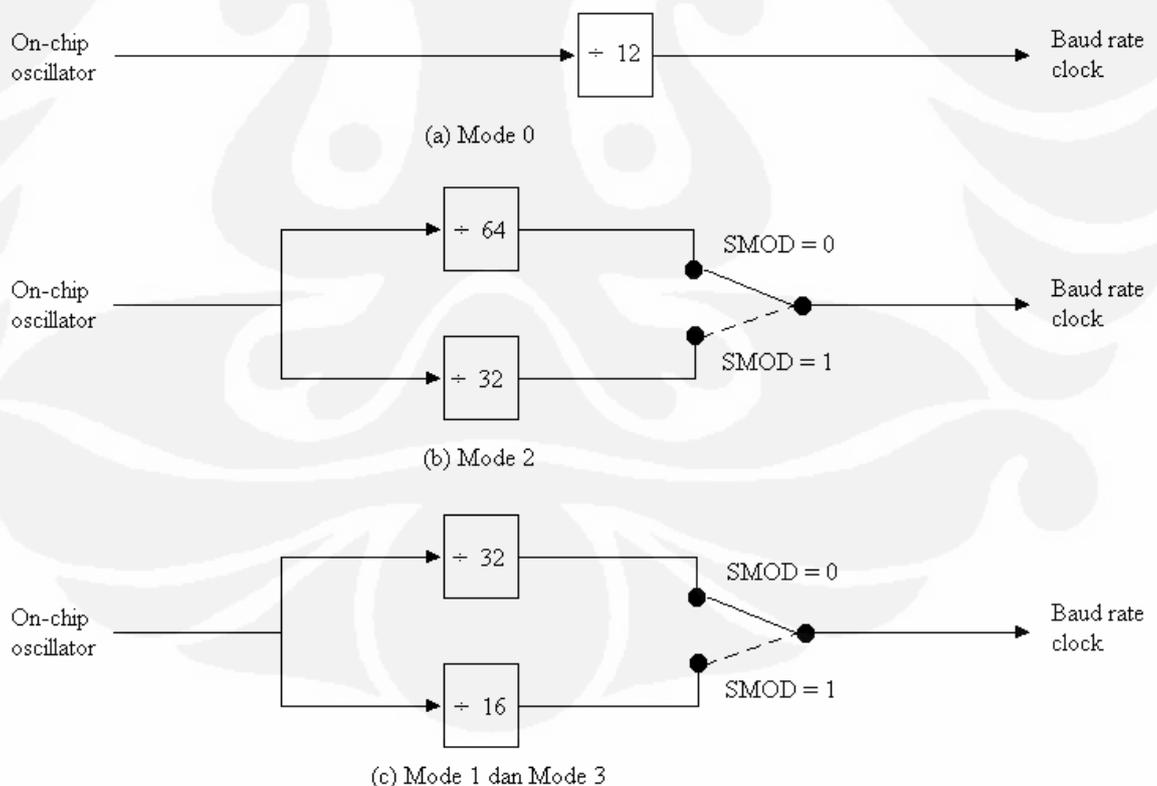
Kecepatan pengiriman data ( baud rate ) bisa dipilih antara 1 / 32 atau 1 / 64 dari frekuensi osilator kristal.

Mode 3 Mode ini sama dengan Mode 2, hanya saja kecepatan pengiriman data ( baud rate ) bisa diatur sesuai dengan keperluan, seperti halnya Mode 1.

## Lampiran 2 Baud Rate Port Serial pada $\mu\text{C}$ MCS51

Pada Mode 0 dan 2 besar baud rate ditentukan frekuensi osilator. Untuk Mode 0 frekuensi osilator kristal selalu dibagi dengan 12. Untuk Mode 2 secara default frekuensi osilator dibagi dengan 64. Baud rate juga dipengaruhi oleh bit pada Power Control Register ( PCON ). Bit 7 pada PCON adalah bit SMOD. Setting SMOD mempunyai efek pen-double-an baud rate pada Mode 1, 2, dan 3. Pada Mode 2 baud rate dapat di-double dari penunjuk defaultnya yaitu  $1 / 64$  frekuensi osilator (  $\text{SMOD} = 0$  ), menjadi  $1 / 32$  frekuensi osilator (  $\text{SMOD} = 1$  ). Karena PCON bukan bit addressable, penge-set-an SMOD tanpa pengubahan bit PCON yang lain membutuhkan operasi ' read-modify-write '.

Baud rate pada mode 1 dan 3 ditunjukkan oleh Timer 1 overflow. Karena operasi timer beroperasi pada frekuensi yang relatif tinggi, maka overflow sering dibagi dengan 32. ( 16 jika  $\text{SMOD} = 1$  ) sebelum menyiapkan clock baud rate ke port serial. Pada MCS52 baud rate pada mode 1 dan 3 ditunjukkan oleh Timer 1 atau Timer 2 overflow, atau keduanya.



*Gambar Sumber Clock Port Serial*

### Lampiran 3 Timer 1 sebagai Clock Baud Rate pada $\mu$ C MCS51

Rumus untuk mendapatkan baud rate pada operasi port serial Mode 1 dan 3 adalah :

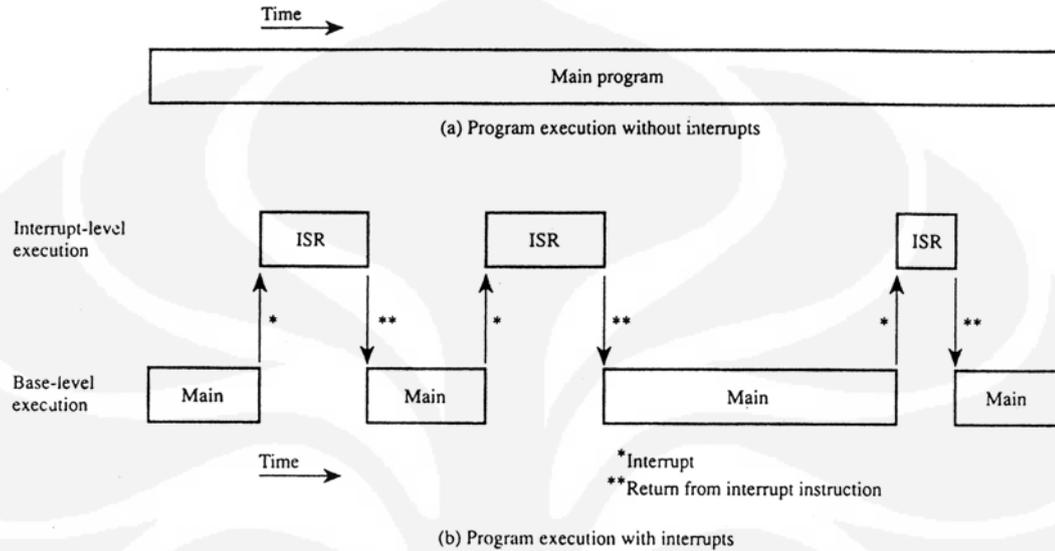
$$Baud\ Rate = \frac{timer\ overflow}{32} \dots\dots\dots( 2.1 )$$

$$\frac{Frekuensi\ Kristal}{12 \cdot Timeroverflow} = jumlah\ clock \dots\dots\dots( 2.2 )$$

Sering terjadi kesalahan pada hasil baud rate. Secara umum 5 % error dalam penggunaan komunikasi asynchronous ( start / stop ) masih dapat ditolerir. Baud rate yang tepat dimungkinkan dengan menggunakan kristal 11.0592 MHz.

## Lampiran 4 INTERRUPT

Terdapat lima sumber interupsi pada controller 8051. Terdiri atas dua interrupt external, dua interrupt timer, dan interrupt port serial. Semua interrupt disable setelah sistem reset dan enable secara software.



*Gambar Program eksekusi dengan dan tanpa interrupt*

### • Enable dan Disable Interupsi

Setiap sumber interrupt dienable atau disable melalui Special Function Register IE ( Interrupt Enable ) pada alamat 0A8H. Semua interrupt yang diaktifkan akan sia – sia jika IE tidak diaktifkan.

BIT	SYMBOL	BIT ADDRESS	DESCRIPTION (1 = ENABLE, 0 = DISABLE)
IE.7	EA	AFH	Global enable/disable
IE.6		AEH	Undefined
IE.5	ET2	ADH	Enable Timer 2 Interrupt (8052)
IE.4	ES	ACH	Enable serial port interrupt
IE.3	ET1	ABH	Enable Timer 1 interrupt
IE.2	EX1	AAH	Enable external 1 interrupt
IE.1	ET0	A9H	Enable Timer 0 interrupt
IE.0	EX0	A8H	Enable external 0 interrupt

*Tabel IE ( Interrupt Enable ) register*

INTERRUPT	FLAG	SFR REGISTER AND BIT POSITION
External 0	IE0	TCON.1
External 1	IE1	TCON.3
Timer 1	TF1	TCON.7
Timer 0	TF0	TCON.5
Serial port	T1	SCON.1
Serial port	RI	SCON.0
Timer 2	TF2	T2CON.7 (8052)
Timer 2	EXF2	T2CON.6 (8052)

*Tabel Interrupt flag bit*

### • Prioritas Interrupt

Setiap sumber interrupt diprogram satu dari dua prioritas level pada bit Special Function Register IP ( Interrupt Priority ) pada alamat 0B8H.

BIT	SYMBOL	BIT ADDRESS	DESCRIPTION (1 = HIGHER LEVEL, 0 = LOWER LEVEL)
IP.7	-	-	Undefined
IP.6	-	-	Undefined
IP.5	PT2	0BDH	Priority for Timer 2 interrupt (8052)
IP.4	PS	0BCH	Priority for serial port interrupt
IP.3	PT1	0BBH	Priority for Timer 1 interrupt
IP.2	PX1	0BAH	Priority for external 1 interrupt
IP.1	PT0	0B9H	Priority for Timer 0 interrupt
IP.0	PX0	0B8H	Priority for external 0 interrupt

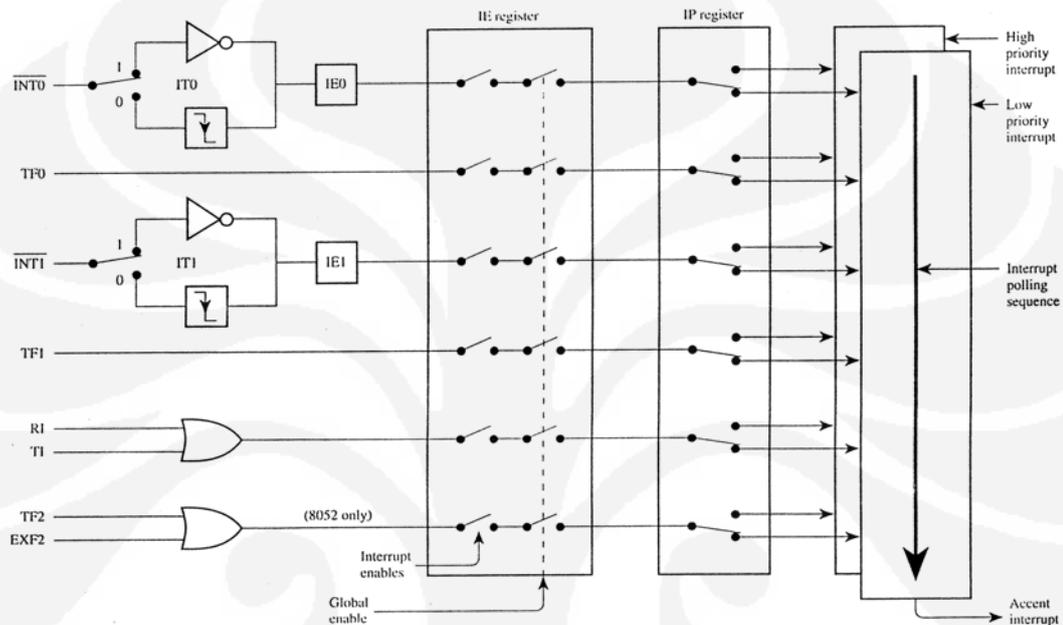
*Tabel IP ( Interrupt Priority ) register*

IP didefinisikan setelah reset sistem untuk menempatkan semua interrupt pada level prioritas rendah secara default. Tujuan dari “prioritas” adalah memungkinkan ISR ( Interrupt Service Routine ) diinterupsi oleh interrupt lain jika interrupt tersebut mempunyai prioritas lebih tinggi dari interrupt yang sedang berjalan.

Program utama dieksekusi pada level dasar dan tidak digabungkan dengan semua interrupt. Dan suatu saat dapat selalu diinterupsi oleh interrupt. Jika dua interrupt yang berbeda prioritas terjadi bersamaan maka interrupt yang memiliki prioritas lebih tinggi akan didahulukan.

### • Polling Sequence

Jika dua interrupt dengan prioritas yang sama terjadi bersamaan maka Polling Sequence akan menentukan interrupt mana yang didahulukan. Urutan polling sequence adalah external 0, timer 0, external 1, timer 1, serial port, timer 2.



Gambar struktur interrupt pada 8051

### • Proses Interrupt

Saat interrupt terjadi dan diterima oleh CPU, program utama akan diinterupsi. Beberapa hal yang akan terjadi :

- Instruksi yang sedang terjadi telah selesai dieksekusi
- PC disimpan pada stack
- Status interrupt yang sedang terjadi disimpan secara internal
- Interupsi dikelompokkan pada level interrupt
- PC diisi dengan alamat vector ISR
- ISR dieksekusi.

ISR selesai dengan instruksi RETI ( return from interrupt ). Perintah ini akan menunjukkan nilai lama PC dari stack dan mengembalikan status interrupt lama. Eksekusi program utama akan terus berlanjut selama interrupt off.

- **Interrupt Vector**

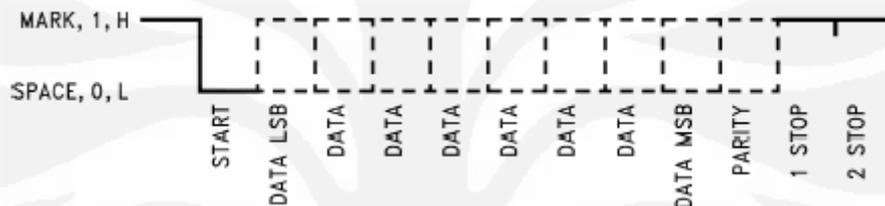
Interrupt vector adalah nilai atau alamat yang diberikan kepada PC ( Program Counter ) saat suatu interrupt diterima.

INTERRUPT	FLAG	VECTOR ADDRESS
System reset	RST	0000H
External 0	IE0	0003H
Timer 0	TF0	000BH
External 1	IE1	0013H
Timer 1	TF1	001BH
Serial port	RI or TI	0023H
Timer 2	TF2 or EXF2	002BH

*Tabel Interrupt Vector*

## Lampiran 5 Protokol Serial

Format populer untuk transmisi data kecepatan rendah adalah asynchronous protokol. Format typical untuk komunikasi asynchronous adalah 12 bit. Start bit menginisialisasikan rangkaian pewaktuan. Hal ini dideteksi oleh perubahan dari High ke Low. Berikutnya adalah delapan bit data, diawali dengan LSB ( Least Significant Bit ) diakhiri dengan MSB ( Most Significant Bit ). Kemudian diikuti oleh opsional bit parity. Terakhir, line menjadi High untuk satu atau dua bit ( stop bit ), menandakan karakter telah habis. Format ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini



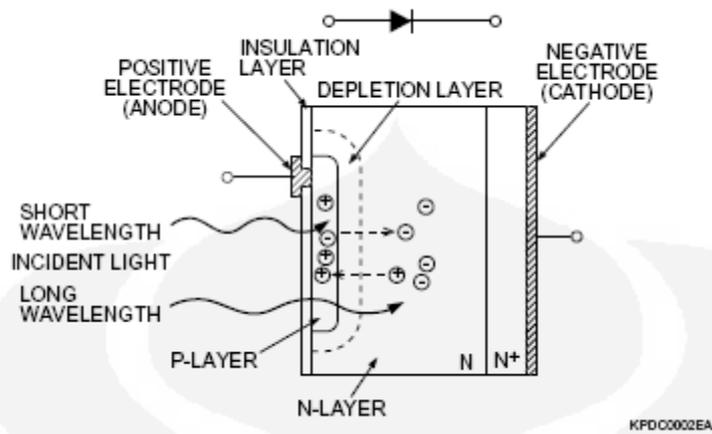
*Gambar Timing Format Asynchronous – UART*

## Lampiran 6 Photodiode

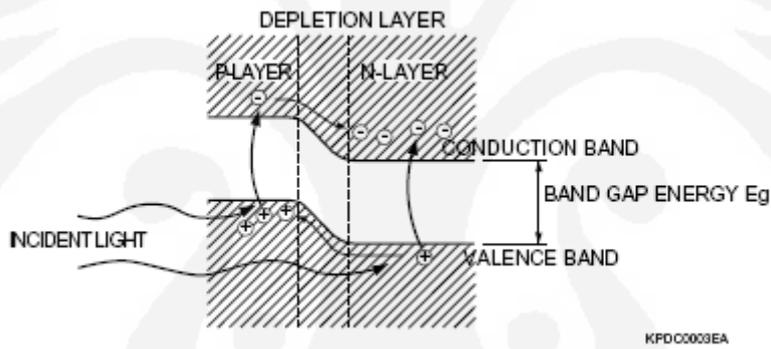
Pada gambar 2.16 terlihat bagian dalam dari photodiode. Material P-Layer pada lapisan aktif serta material N-Layer di bagian substrate dari PN junction yang beroperasi sebagai photoelectric converter. Lapisan P-Layer untuk Si photodiode dibentuk dari beberapa gabungan dari boron, dimana ketebalannya mendekati 1  $\mu\text{m}$  bahkan kurang, serta wilayah netral antara P dan N layer dikenal sebagai lapisan depletion. Dengan mengontrol ketebalan luar dari P-Layer, substrate N-layer dan bagian bawah N<sup>+</sup>-layer maka respon spectrum dan respon frekuensi juga dapat dikontrol.

Saat cahaya mengenai photodiode, electron di dalam struktur crystal akan terstimulasi. Dan jika energy cahaya semakin besar dibanding band gap energy, contoh saat electron tertarik keatas ke conduction band meninggalkan hole pada valence band (Gb 2.17) maka pasangan electron hole akan muncul melalui P-Layer, Depletion Layer dan N-Layer material. Pada depletion Layer medan elektrik akan membangkitkan electron ini menuju ke N-Layer dan juga Hole ke P-Layer. Pasangan antara electron dan hole dibangkitkan dalam N-Layer, Elektron bersama dengan electron yang sampai dari P-Layer dan tertinggal di N-Layer conduction band. Pada saat ini hole akan berdifusi melalui N-Layer naik ke Depletion Layer saat dibangkitkan dan berkumpul di P-Layer valence band. Pada bagian ini pasangan electron dan hole yang dibangkitkan dalam proporsi jumlah dari cahaya yang masuk akan berkumpul di N dan P-Layer. Hasil ini adalah perubahan positif dalam P Layer dan perubahan negatif pada N-Layer. Jika external circuit berhubungan antara P dan N-Layer, maka electron akan menjauh dari N-Layer dan hole akan menjauh juga dari P-Layer menuju electron yang berlawanan. Hole dan Elektron inilah yang akan menghasilkan arus listrik pada semiconductor.

Pada photodiode output tegangan akan bernilai Positif ( + ) jika sinar dari diode akan mengenai sensor berdasarkan perubahan tegangan pada semua output photodiode inilah yang akan dimasukkan ke Microcontroller (  $\mu\text{C}$  ) AT89C4051.



*Gambar Photodiode Cross Section*



*Gambar Photodiode P-N Junction State*

**Lampiran 7 Photo Alat**



## RIWAYAT HIDUP



Roli Ananda Putra Rusli, dilahirkan di Padang pada tanggal 5 Januari 1983. Menamatkan pendidikan dasar di SD Larangan Utara II Tangerang pada tahun 1994, menamatkan pendidikan menengah pertama di SLTP YADIKA V Jakarta pada tahun 1997, menamatkan pendidikan di sekolah menengah umum SMUN 112 Jakarta pada tahun 2000, dan menamatkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri

Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Teknik Elektronika Industri pada tahun 2003. Pada tahun 2004 melanjutkan pendidikan tinggi di Fakultas Teknik Universitas Indonesia, jurusan Teknik Elektro. Dengan judul Tugas Akhir “Digital Fuel Flow Meter berbasis AT89C4051”