

**INDIKATOR BAHAN BAKAR MINYAK DIGITAL PADA SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN FLUIDA BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

ERWAN RIZAL KURNIANTO

NIM. 105060301111017 – 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**INDIKATOR BAHAN BAKAR MINYAK DIGITAL PADA SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN FLUIDA BERBASIS
MIKROKONTROLER**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

ERWAN RIZAL KURNIANTO

NIM. 105060301111017 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Retnowati, Ir.,MT.
NIP. 19511224 1982003 2 001

Akhmad Zainuri, ST.,MT.
NIP. 19840120 20122 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

**INDIKATOR BAHAN BAKAR MINYAK DIGITAL PADA SEPEDA MOTOR
MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN FLUIDA BERBASIS
MIKROKONTROLER**

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Disusun Oleh:

ERWAN RIZAL KURNIANTO

NIM. 105060301111017 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 12 Agustus 2014

MAJELIS PENGUJI

Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.
NIP. 19590304 198903 1 001

Ir. M.Julius St, MS.
NIP. 19540720 198203 1 002

Dr.-Ing. Onny Setyawati, ST.,MT.,M.Sc.
NIP. 19740417 200003 2 007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Subhanallah, Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dan perkenan-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Karya ini tidak mungkin selesai tanpa restu dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Pardja dan Ibu Nanik Ratnawati atas pengorbanan, motivasi dan doa restunya sehingga penulis dapat menuntut ilmu sampai jenjang sarjana
2. Ibu Retnowati, Ir.,MT. dan Bapak Akhmad Zainuri, ST.,MT. sebagai pembimbing pertama dan sebagai pembimbing kedua, di tengah kesibukan beliau berdua selalu memberikan waktu untuk diskusi dengan tulus, sabar memberikan masukan yang sungguh berharga
3. Laboran laboraturium elektronika Bapak Mulyadi atas semua fasilitas dan bantuan yang diberikan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Para Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Brawijaya, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bekal ilmu pada penulis dalam menyelesaikan studi.
5. Teman-teman asisten laboraturium elektronika, Sahabat-sahabat Magnet'10, kakak serta adik yang terlibat di semua lingkup kegiatan penulis yang tidak bisa disebut satu persatu selalu memberikan dukungan dan semangat tak hentinya selama penulis mengerjakan skripsi

Akhir kata, mohon maaf jika ada ada yang tidak berkenan

Malang, Juli 2014

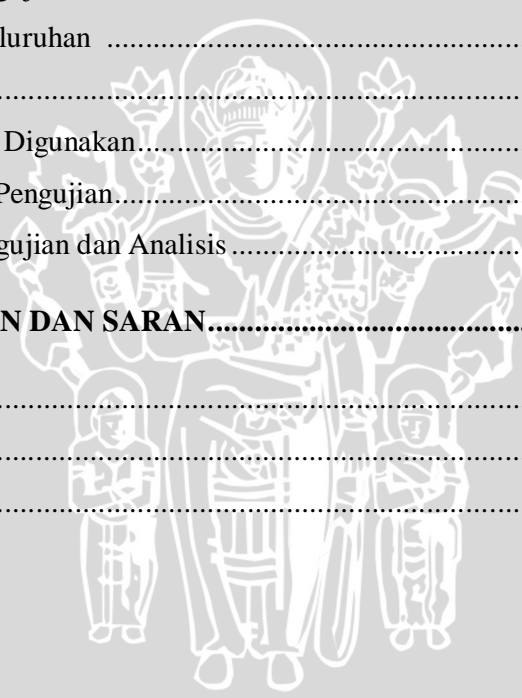
Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vii
ABSTRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bensin	4
2.2 Sistem Penyaluran Bahan Bakar pada Sepeda Motor.....	5
2.3 Fluida	5
2.3.1 Tekanan dalam Fluida	6
2.3.2 Satuan Tekanan	7
2.4 Sensor	7
2.4.1 Sensor MPX5050GP	8
2.5 Penguat Instrumentasi	10
2.6 Mikrokontroler ATmega 16.....	11
2.6.1 Port ADC	15
2.7 LCD 16 X 2	16

BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Penentuan Spesifikasi Sistem	18
3.2 Studi Literatur	18
3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat	19
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	19
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	19
3.4 Pengujian dan Analisis	19
3.5 Pengambilan Kesimpulan.....	19
BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	20
4.1 Perancangan Sistem	20
4.2 Perancangan Perangkat Keras	21
4.2.1 Perancangan Mekanik	21
4.2.2 Perancangan Rangkaian Catu Daya	22
4.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor MPX5050GP	23
4.2.4 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal	24
4.2.5 Perancangan Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 16	26
4.2.5.1 Perancangan Sistem <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC)	27
4.2.6 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD	27
4.2.7 Perancangan Rangkaian Keseluruhan	28
4.3 Perancangan Perangkat Lunak	28
4.3.1 Algoritma Program Utama	29
4.3.2 Algoritma Akses Sensor dan Proses Konversi.....	29
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS	31
5.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya	31
5.1.1 Tujuan.....	31
5.1.2 Alat yang Digunakan.....	31
5.1.3 Prosedur Pengujian.....	31
5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis	32
5.2 Pengujian Rangkaian Sensor MPX5050GP	32
5.2.1 Tujuan.....	32
5.2.2 Alat yang Digunakan.....	32

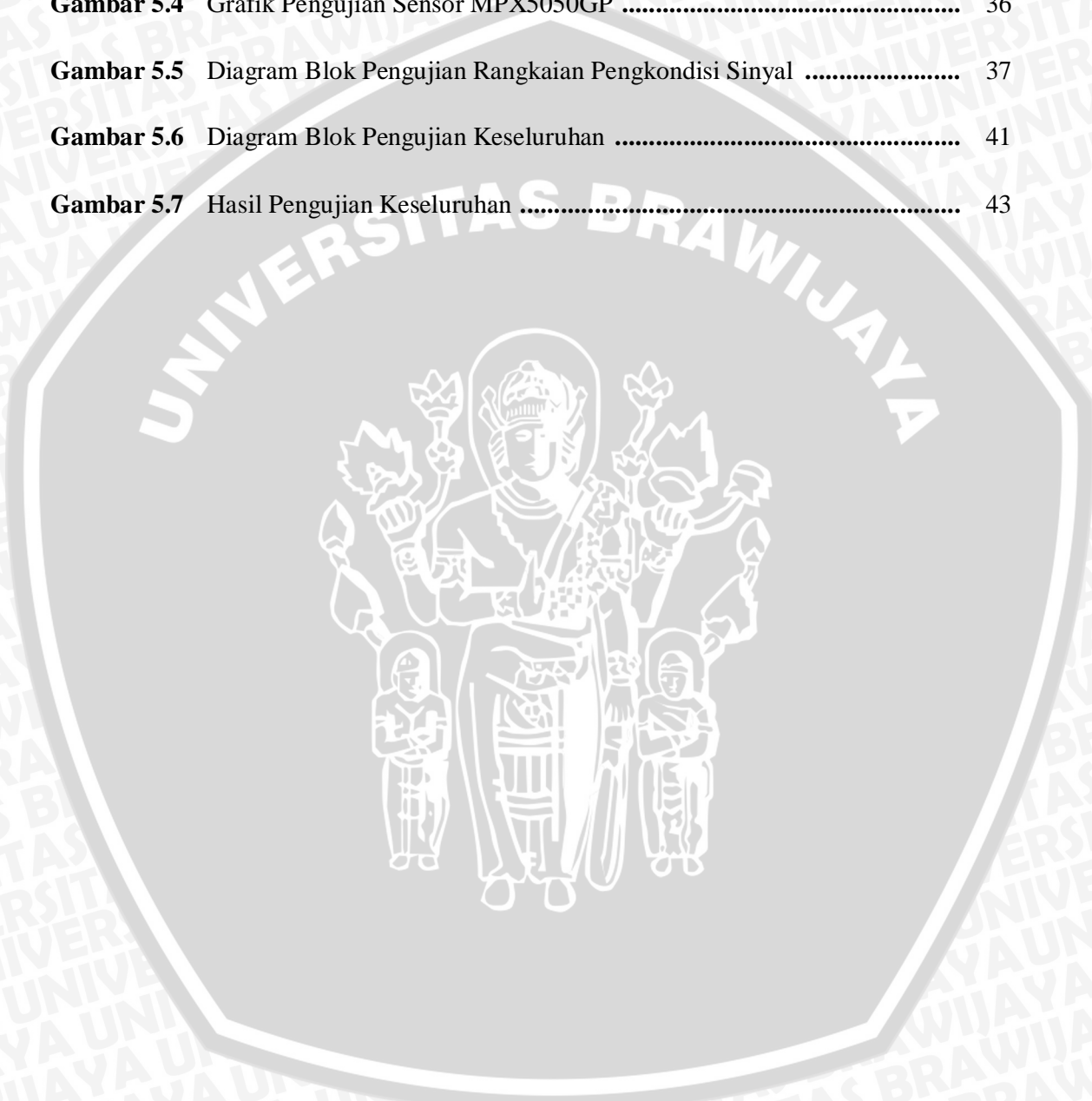
5.2.3	Prosedur Pengujian.....	32
5.2.4	Hasil Pengujian dan Analisis	34
5.3	Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	37
5.3.1	Tujuan	37
5.3.2	Alat yang Digunakan.....	37
5.3.3	Prosedur Pengujian.....	37
5.3.4	Hasil Pengujian dan Analisis	38
5.4	Pengujian ADC Mikrokontroler ATmega 16	39
5.4.1	Tujuan	39
5.4.2	Alat yang Digunakan.....	39
5.4.3	Prosedur Pengujian.....	39
5.4.4	Hasil Pengujian dan Analisis	40
5.5	Pengujian Keseluruhan	41
5.5.1	Tujuan	41
5.5.2	Alat yang Digunakan.....	41
5.5.3	Prosedur Pengujian.....	41
5.5.4	Hasil Pengujian dan Analisis	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
6.1	Kesimpulan.....	44
6.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

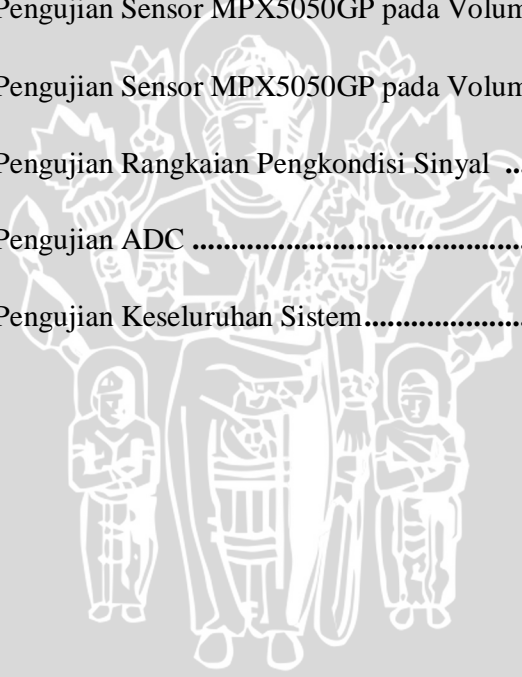
Gambar 2.1	Sistem Penyaluran Bahan Bakar pada Sepeda Motor	5
Gambar 2.2	Kolom Fluida	6
Gambar 2.3	Sensor MPX5050GP	8
Gambar 2.4	Blok Skematik Internal Sensor MPX5050GP	9
Gambar 2.5	Grafik Tegangan Terhadap Tekanan Sensor MPX5050GP	9
Gambar 2.6	Penguat Instrumentasi	11
Gambar 2.7	Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 16.....	13
Gambar 2.8	LCD Karakter 16 X 2	16
Gambar 4.0	Diagram Blok Sistem	20
Gambar 4.1	Perancangan Mekanik	21
Gambar 4.2	Skematik Rangkaian Catu Daya	22
Gambar 4.3	Konfigurasi Pin Sensor MPX5050GP	23
Gambar 4.4	Skematik Rangkaian Sensor MPX5050GP	24
Gambar 4.5a	Ilustrasi Perhitungan Rangkaian Pengkondisi Sinyal	24
Gambar 4.5b	Skematik Rangkaian Pengkondisi Sinyal menggunakan AD620	25
Gambar 4.6	Skematik Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16	26
Gambar 4.7	Skematik Rangkaian Antarmuka LCD	27
Gambar 4.8	Skematik Rangkaian Keseluruhan	28
Gambar 4.9a	Diagram Alir Program Utama	29
Gambar 4.9b	Diagram Alir Akses Sensor dan Proses Konversi	30

Gambar 5.1	Diagram Blok Pengujian Catu Daya	31
Gambar 5.2	Diagram Blok Pengujian Pertama Sensor MPX5050GP	33
Gambar 5.3	Diagram Blok Pengujian Kedua Sensor MPX5050GP	33
Gambar 5.4	Grafik Pengujian Sensor MPX5050GP	36
Gambar 5.5	Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	37
Gambar 5.6	Diagram Blok Pengujian Keseluruhan	41
Gambar 5.7	Hasil Pengujian Keseluruhan	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Sensor MPX5050GP	10
Tabel 2.2	Fungsi Alternatif Port B	14
Tabel 2.3	Fungsi Alternatif Port C	15
Tabel 2.4	Fungsi Alternatif Port D	15
Tabel 2.5	Konfigurasi Pin LCD	17
Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Sensor MPX5050GP pada Volume (0-3200) ml.....	34
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Sensor MPX5050GP pada Volume (3200-0) ml.....	35
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	38
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian ADC	40
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	42



ABSTRAK

Erwan Rizal Kurnianto, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Indikator Bahan Bakar Minyak Digital pada Sepeda Motor Menggunakan Sensor Tekanan Fluida Berbasis Mikrokontroler*. Dosen Pembimbing : Ir. Retnowati, MT. dan Akhmad Zainuri.,ST.,MT.

Harga bahan bakar minyak (BBM) semakin mahal memicu munculnya kecurangan pengisian BBM yang dilakukan oleh pihak pedagang eceran maupun pihak SPBU. Kecurangan yang sering terjadi adalah volume BBM yang diisikan kurang dari seharusnya. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan suatu teknologi untuk indikator bahan bakar pada kendaraan bermotor yang dapat mengatasi masalah kecurangan pengisian BBM yang dirasakan oleh konsumen kendaraan bermotor. Penelitian ini menghasilkan inovasi teknologi yang mampu mendeteksi kecurangan pengisian bahan bakar minyak dengan menggunakan sensor tekanan fluida berbasis mikrokontroler dan sistem digital. Sistem tersebut bekerja dengan mengkonversi tekanan yang dideteksi oleh sensor menjadi volume. Hasil konversi ditunjukkan secara digital berupa angka dalam satuan liter pada LCD yang mewakili volume bahan bakar yang ada dalam tangki. Indikator bahan bakar digital ini dapat menunjukkan volume bahan bakar yang ada dalam tangki dengan ketelitian 100 ml dan error 1,1%.

Kata Kunci: Indikator, BBM, sensor tekanan fluida, mikrokontroler.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah kendaraan di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) dan Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan jumlah populasi kendaraan bermotor di Indonesia hingga 2010 lalu mencapai 50.824.128 unit. 60–65 persennya adalah sepeda motor. Artinya jumlah populasi kendaraan bermotor paling banyak di Indonesia adalah sepeda motor.

Banyaknya populasi sepeda motor di Indonesia menimbulkan sejumlah masalah terutama yang berkaitan dengan pengisian bahan bakar minyak (BBM). Ditengah pembatasan penggunaan bahan bakar minyak oleh pemerintah dan harga bahan bakar minyak yang semakin mahal, memicu munculnya praktek-praktek kecurangan pengisian BBM yang dilakukan oleh pihak Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Kecurangan ini dilakukan untuk mendapatkan keuntungan pribadi.

Terdapat beberapa jenis kecurangan yang sering dilakukan petugas SPBU, yang pertama dengan memberi tombol di belakang mesin penakar bahan bakar tanpa sepengetahuan konsumen. Tombol tersebut bertujuan untuk menahan laju bahan bakar yang keluar dari mesin penakar. Penekanan tombol tersebut menyebabkan laju bahan bakar tertahan namun hitungan pada mesin penakar tetap berjalan. Bentuk kecurangan lain adalah mesin tuas yang dibuka tutup secara berulang-ulang oleh petugas sehingga menyebabkan volume bahan bakar minyak yang diisikan kurang dari seharusnya. Praktek kecurangan ini sukses dilakukan berulang kali selain karena kelalaian konsumen juga karena belum adanya indikator bahan bakar pada sepeda motor yang dapat menunjukkan volume bahan bakar dalam tangki secara akurat.

Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 menyebutkan bahwa konsumen berhak mendapat ganti rugi apabila barang yang diterima tidak sebagaimana mestinya. Jika konsumen tidak menyadari bahwa telah terjadi kecurangan saat mengisi BBM, maka tindak kecurangan tersebut tidak dapat dituntut. Sehingga, dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengatasi masalah kecurangan pengisian BBM yang dirasakan oleh

konsumen. Salah satunya dengan membuat sebuah indikator bahan bakar yang mampu menunjukkan volume bahan bakar dalam tangki sepeda motor secara akurat.

Seiring berkembangnya teknologi, terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk membuat indikator bahan bakar digital pada sepeda motor. Salah satunya dengan memanfaatkan sensor tekanan fluida MPX5050 yang dilakukan oleh penulis melalui penelitian ini. Sensor MPX5050 memiliki keunggulan nilai sensitivitas yang tinggi sehingga lebih tahan terhadap *noise*. Pada penelitian sebelumnya (Maulidi,dkk 2010) sensor tekanan fluida MPX5050 digunakan pada gluterma meter digital untuk mengukur tekanan darah manusia.

Penelitian ini bertujuan membuat suatu indikator digital yang dapat mengatasi masalah kecurangan pengisian BBM dengan cara meunjukkan nilai volume bahan bakar yang ada dalam tangki sepeda dengan ketelitian 100 mililiter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana cara merancang alat indikator bahan bakar minyak digital pada sepeda motor menggunakan sensor tekanan fluida berbasis mikrokontroler.
- 2) Bagaimana cara mengatur keluaran tegangan sensor agar mampu diproses oleh mikrokontroler.
- 3) Bagaimana cara mengkonversi tekanan menjadi volume dan menampilkan hasil konversi ke LCD berupa angka dalam satuan liter.

1.3 Batasan Masalah

Penulis akan membatasi pembahasan permasalahan yang ada untuk menjaga agar permasalahan yang dibahas tidak melebar. Permasalahan yang dibahas adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis bahan bakar yang digunakan adalah premium.
- 2) Pengujian hanya dilakukan pada tangki sepeda motor *Honda Revo*.
- 3) Tidak membahas perubahan volume bahan bakar yang terjadi karena pengaruh perubahan suhu dalam tangki.
- 4) Goncangan yang terjadi saat pengisian bahan bakar dalam tangki diabaikan.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sebuah indikator bahan bakar pada sepeda motor menggunakan sensor tekanan fluida berbasis mikrokontroler sehingga mampu menunjukkan volume bahan bakar dalam tangki sepeda motor berupa angka dalam satuan mililiter yang ditampilkan secara digital.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat.

BAB II Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode-metode yang digunakan dalam melakukan perancangan, pengujian, dan analisis data.

BAB IV Perancangan Alat

Perancangan alat yang meliputi perancangan sistem, perancangan mekanik, perancangan elektrik, perancangan perangkat lunak, dan realisasi alat.

BAB V Pengujian dan Analisis

Memuat hasil pengujian terhadap sistem yang telah direalisasikan serta menganalisisnya.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari alat yang telah dibuat serta saran untuk penyempurnaan alat selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan dan perealisasiian sebuah indikator bahan bakar minyak digital pada sepeda motor menggunakan sensor tekanan fluida berbasis mikrokontroler ini membutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung sistem ini. Beberapa pustaka yang harus dipahami antara lain tentang bensin, tekanan fluida, sensor MPX5050GP, rangkaian pengkondisi sinyal, dan mikrokontroler ATMega 16.

2.1 Bensin

Bensin, atau Petrol (biasa disebut gasoline di Amerika Serikat dan Kanada) adalah cairan bening, agak kekuning-kuningan, dan berasal dari pengolahan minyak bumi yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar di mesin. Bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus dengan rumus kimia C_nH_{2n+2} , mulai dari C7 (heptana) sampai dengan C11. Rumus kimia tersebut menunjukkan bahwa bensin hanya terdiri dari hidrogen dan karbon yang saling terikat satu dengan lainnya sehingga membentuk rantai. Molekul hidrokarbon dengan panjang yang berbeda memiliki sifat yang berbeda pula. CH₄ (metana) merupakan molekul paling ringan. Bertambahnya atom C dalam rantai karbon tersebut membuatnya semakin berat. Empat molekul pertama hidrokarbon adalah metana, etana, propane dan butana. C5 sampai dengan C18 berwujud cair dan C19 ke atas berwujud padat. Bensin mempunyai massa jenis antara (0,71 – 0,77) kg/liter. (Rama Prihandana, dkk 2012: 3).

Terdapat beberapa beberapa bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu berbeda. Nilai mutu bahan bakar jenis bensin ditentukan berdasarkan kandungan oktan. Oktan menyatakan kandungan molekul iso-oktan (C8) yang terdapat dalam bahan bakar bensin. Semakin tinggi kandungan oktan berarti mutunya semakin baik. Penentuan angka oktan diwujudkan dalam dua angka, yakni ROM (*Research Octane Number*) dan MON (*Motor Octane Number*). RON didapatkan pada pengujian mesin dengan putaran 600 rpm dan suhu udara luar 51,6 °C, sedangkan MON diuji pada putaran 900 rpm dengan suhu 37,8 °C. RON memberikan gambaran unjuk kerja dalam pengendaraan biasa. Premium mempunyai nilai RON 88 , Pertamina mempunyai nilai RON 92, Pertamina plus mempunyai nilai RON 95. (Rama Prihandana, dkk 2012: 6).

2.2 Sistem Penyaluran Bahan Bakar pada Sepeda Motor

Sistem bahan bakar sepeda motor pada umumnya terdiri dari beberapa komponen seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Beberapa komponen tersebut adalah tangki bahan bakar, selang, saringan bensin dan karburator. Karburator dilengkapi dengan keran. Saat keran dibuka maka secara alamiah bahan bakar akan mengalir menuju ke karburator. Agar bahan bakar yang masuk ke karburator bersih dari kotoran terlebih dahulu disaring oleh saringan.



Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Bahan Bakar pada Motor Konvensional.
Sumber: Astra Honda Motor (2001)

2.3 Fluida

(David Halliday, dkk (1985: 553)) menjelaskan bahwa fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir. Fluida memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir (atau umumnya kemampuannya untuk mengambil bentuk dari wadah mereka). Fluida juga dibagi menjadi cairan dan gas. Cairan membentuk permukaan bebas (yaitu, permukaan yang tidak diciptakan oleh bentuk wadahnya), sedangkan gas tidak. Sifat-sifat fluida adalah :

- Tidak dapat melawan secara tetap stress geser.
- Mempunyai kompresibilitas.
- Mempunyai kekentalan atau viskositas.

2.3.1 Tekanan dalam Fluida

Ada suatu perbedaan di dalam cara sebuah gaya permukaan bereaksi pada suatu fluida dan pada suatu benda padat. Untuk benda padat tidak ada batasan-batasan untuk arah gaya, tetapi untuk suatu fluida yang diam, maka gaya permukaan harus selalu diarahkan tegak lurus dengan permukaan. Karena fluida yang diam tidak dapat menahan gaya tangensial. Ketidakmampuan fluida untuk menolak gaya-gaya tangensial menyebabkan fluida tersebut untuk mengubah bentuknya atau untuk mengalir.

Tekanan (P) menentukan gaya yang bereaksi pada suatu fluida, didefinisikan sebagai gaya normal (F) per satuan luas permukaan (A).

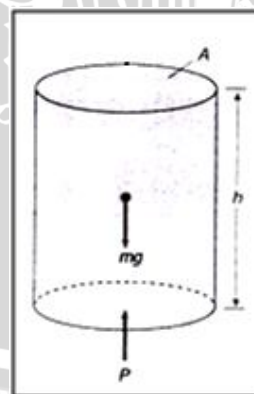
$$P = \frac{F}{A} \quad (2-1)$$

Tekanan ditransmisikan kepada batas-batas padat atau melalui bagian-bagian yang sembarang dari fluida di dalam arah tegak lurus kepada batas-batas atau bagian-bagian di setiap titik. Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi (N/m^2), yang dinamakan **pascal** (Pa).

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Fluida yang kerapatannya konstan, tekanannya bertambah secara linier dengan kedalaman. Hal ini dibuktikan dalam Gambar 2.2. Dengan memperhatikan kolom fluida setinggi h dan luas penampang A . Tekanan di dasar kolom harus lebih besar dari tekanan di bagian atas kolom untuk menopang berat kolom.

(Paul A. Tripler (1998 : 390))



Gambar 2.2 Kolom Fluida.
Sumber: Paul A. Tripler (1998:390)

Massa kolom fluida adalah

$$m = \rho V = \rho Ah \quad (2-2)$$

Dan beratnya adalah

$$w = mg = \rho Ahg \quad (2-3)$$

Gaya netto ke atas adalah sebagai berikut:

$$F = w$$

$$PA = \rho Ahg$$

$$P = \rho hg \quad (2-4)$$

Dengan:

P = tekanan di dasar (Pa)

ρ = massa jenis (Kg/m^3)

g = percepatan graitasi (m/s^2)

h = ketinggian (m)

2.3.2 Satuan Tekanan

Dalam satuan SI, satuan tekanan adalah N/m^2 atau Pa atau Pascal dan dalam satuan c.g.s adalah dyne/cm^2 . Ada juga satuan praktis yang sering digunakan seperti atm, bar, mbar, Torr.

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 76 \text{ cmHg} &= 76 \times 13,6 \times 980 \text{ dyne/cm}^2 \\ & &= 1,013 \times 10^6 \text{ dyne/cm}^2 \\ & &= 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \\ & &= 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 100 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$1 \text{ bar} = 1 \times 10^6 \text{ dyne/cm}^2 = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHG}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$$

2.4 Sensor

William D.C, (1993:2), mengatakan “transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya”. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optic (radiasi) atau thermal (panas). Bagian masukan dari transduser disebut *sensor*.

Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor berikut ini:

1. Kekuatan, maksudnya ketahanan atau proteksi terhadap beban lebih
2. Linieritas, yaitu kemampuan untuk menghasilkan karakteristik masukan keluaran yang linier
3. Stabilitas tinggi, yaitu kesalahan pengukuran yang kecil dan tidak begitu banyak terpengaruh oleh faktor-faktor lingkungan
4. Tanggapan dinamik yang baik, yaitu keluaran segera mengikuti masukan dengan bentuk dan besar yang sama
5. *Repeatability* : yaitu kemampuan untuk menghasilkan kembali keluaran yang sama ketika digunakan untuk mengukur besaran yang sama, dalam kondisi lingkungan yang sama
6. Harga. Meskipun faktor ini tidak terkait dengan karakteristik transduser sebelumnya, tetapi dalam penerapan secara nyata seringkali menjadi kendala serius, sehingga perlu juga dipertimbangkan.

2.4.1 Sensor MPX5050GP

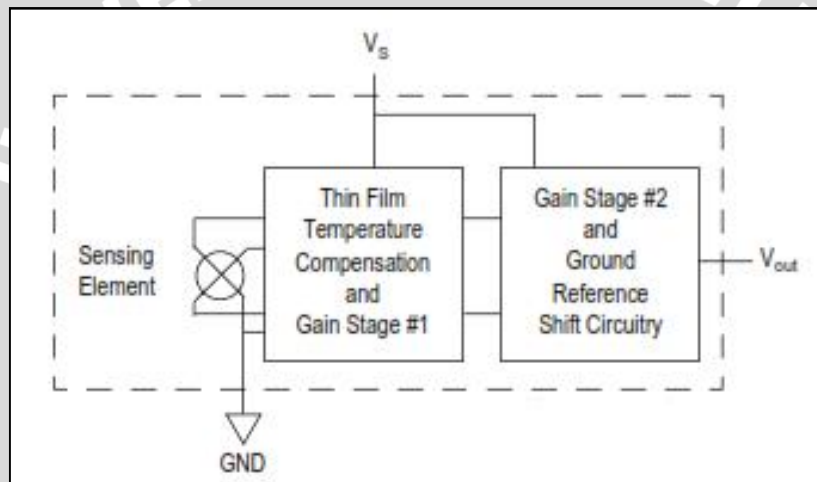
Sensor tekanan fluida yang digunakan pada perancangan ini adalah tipe MPX5050GP. Merupakan *Silicon Piezoresistive Pressure Sensor* dengan tingkat akurasi yang tinggi dan menghasilkan output tegangan linier. Bentuk sensor MPX5050GP ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



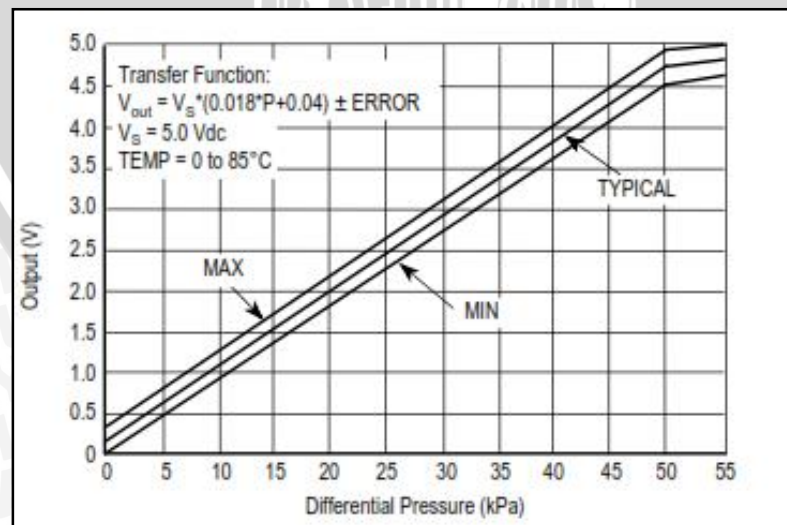
Gambar 2.3 Sensor MPX5050GP.

Sumber: *Modern Component Families and Circuit Block Design* (2000)

Sensor MPX5050GP terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian yang pertama disebut *Sensing Element*, bagian kedua yang disebut *Thin Film Temperature Compensation and Gain Stage 1*, dan bagian yang ketiga disebut *Gain Stage 2 and Ground Reference Shift Circuitry*. Bagian yang pertama merupakan bagian yang peka terhadap perubahan tekanan dan suhu fluida. Bagian kedua berupa *IC thin film* yang didalamnya terdapat rangkaian penguatan tegangan tahap pertama untuk mengolah keluaran *sensing element* menjadi tegangan analog. Bagian ketiga merupakan bagian yang mengolah tegangan keluaran penguatan tahap 1 untuk dikuatkan lagi pada penguatan tahap 2. Tegangan keluaran tahap 2 merupakan keluaran sensor MPX5050GP. Gambar 2.4 menunjukkan blok skematik internal MPX5050GP. Hubungan antara tekanan dideteksi *sensing element* dengan tegangan keluaran sensor ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Blok Skematik Internal Sensor MPX5050GP.
 Sumber: *freescale semiconductor*, MPX5050 (2010:4)



Gambar 2.5 Grafik Tegangan Terhadap Tekanan Sensor MPX5050GP.
 Sumber: *freescale semiconductor*, MPX5050 (2010:5)

Spesifikasi sensor tekanan fluida MPX 5050GP ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik Sensor MPX5050GP.

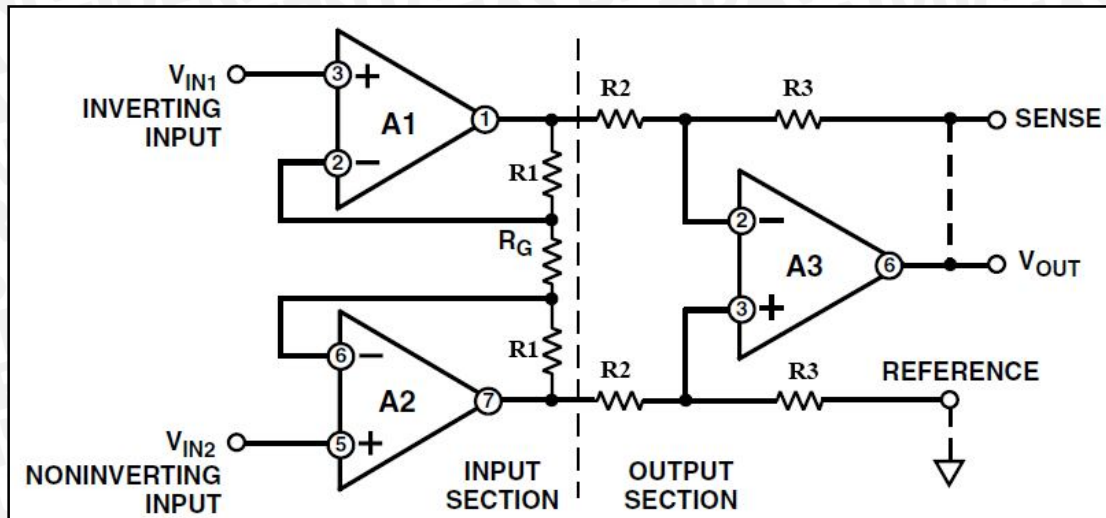
Karakteristik	Symbol	Nilai	Satuan
Rentang tekanan	P_{op}	0 – 50	Kpa
Suhu operasi	T_a	(-40) – (+125)	°C
Tegangan suplai	V_s	4,75 – 5,25	V_{dc}
Arus suplai	I_o	10	Ma
Akurasi	-	2,5	% V_{FSS}
Sensitivitas	V/P	90	mV/kPa
Tegangan offset	V_{off}	0,088 – 0,313	mV_{dc}
Tanggapan waktu	t_R	1	Ms

Sumber: *freescale semiconductor*, MPX5050, (2010:3)

2.5 Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi adalah penguat yang paling bermanfaat, cermat dan serbaguna yang ada pada saat ini. Penguat ini dibuat dari tiga penguat operasional seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.6. Untuk menyederhanakan analisis rangkaian, perlu diketahui bahwa penguat instrumentasi sesungguhnya dibuat dengan menghubungkan dua buah penguat penyangga dengan sebuah penguat diferensial dasar. Penguat instrumentasi yang bagus mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Impedansi masukan sangat tinggi
- CMRR tinggi
- Penguatan sangat besar dan presisi



Gambar 2.6 Penguat instrumentasi.
 Sumber: Robert F. Coughlin, (1983:168)

Op Amp A3 dan dua resistor R2 dan dua resistor R3 membentuk sebuah penguat diferensial dasar dengan gain sebesar R_3/R_2 . Seperti yang terlihat dalam Gambar 2.6, ada satu buah resistor lagi yang digunakan untuk mengatur penguatan, yaitu R_G . Persamaan tegangan adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right) \left(\frac{R_3}{R_2}\right) (V_{IN2} - V_{IN1}) \quad (2-5)$$

(Robert F. Coughlin (1983:168))

2.6 Mikrokontroler ATmega 16

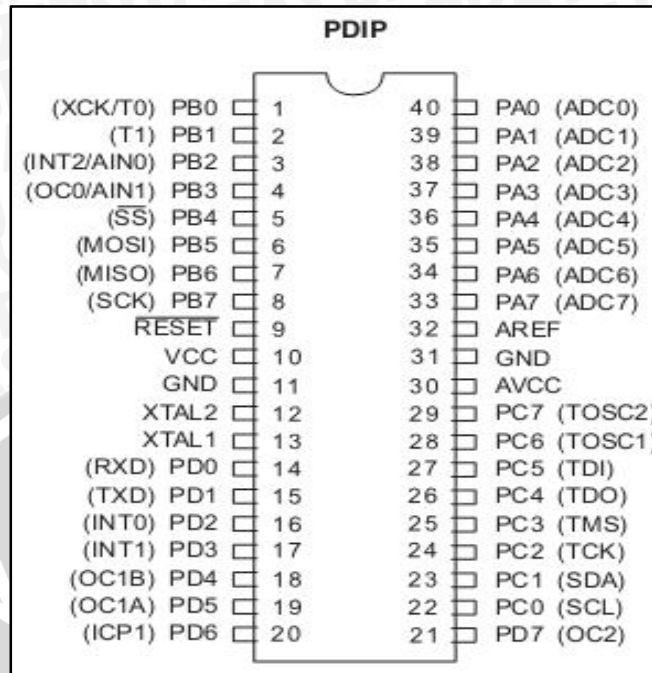
Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*reduce instruction set compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur havard, yang dibuat oleh atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan mikrokontroler lain. Keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan arsitektur CISC (*Complex instruction set compute*),

Mikrokontroler AVR juga memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM Internal, *Timer/Counter*, *watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, I2C,dll), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, *Programmer* dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi

industri, peralatan telekomunikasi dan berbagai keperluan lain. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90xx, ATmega dan ATtiny. IC mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ATmega16. Fitur- fitur mikrokontroler ATmega16 dijelaskan sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 *Byte* dan SRAM 1 *Kbyte*.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C dan port D.
5. *Port* USART untuk komunikasi serial
6. Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
 - ✓ 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - ✓ 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
 - 4 *channel* PWM
 - 8 *channel*, 10-bit ADC
 - ✓ 8 *Single-ended Channel*
 - *Byte-Oriented Two-wire Serial Interface*
 - *Programmable* serial USART
 - Antarmuka SPI
 - *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*
 - *On-chip Analog Comparator*

Konfigurasi *pin* ATMEGA 16 dengan kemasan 40 *pin* DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega16.
Sumber : Atmel, (2010:2)

Penjelasan fungsi masing-masing *pin* ATMega 16 sebagai berikut:

- Vcc** Masukan tegangan catu daya.
- GND** Ground.
- Port A (PA7..PA0)** Port A berfungsi sebagai masukan analog ke ADC internal pada mikrokontroler ATMega 16, selain itu juga berfungsi sebagai port I/O dwi-arah 8-bit, jika ADC-nya tidak digunakan. Masing-masing pin menyediakan resistor *pull-up* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit.
- Port B (PB7..PB0)** Port B berfungsi sebagai sebagai port I/O dwi-arah 8-bit. Masing- masing pin menyediakan resistor *pull-up* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit. Port B juga memiliki berbagai macam fungsi alternatif sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.2.
- Port C (PC7..PC0)** Port C berfungsi sebagai sebagai port I/O dwi-arah 8-bit. Masing- masing pin menyediakan resistor *pull-up* internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit. Port C juga digunakan sebagai antarmuka JTAG, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Port D (PD7..PD0)	Port D berfungsi sebagai sebagai port I/O dwi-arah 8-bit. Masing- masing pin menyediakan resistor <i>pull-up</i> internal yang bisa diaktifkan untuk masing-masing bit. Port D juga memiliki berbagai macam fungsi pin alternatif sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.4.
RESET	Masukan Reset. Level rendah pada pin ini selama lebih dari lama waktu minimum yang ditentukan akan menyebabkan reset, walaupun <i>clock</i> tidak dijalankan.
XTAL1	Masukan ke penguat osilator terbalik (<i>inverting</i>) dan masukan ke rangkaian <i>clock</i> internal.
XTAL2	Luaran dari penguat osilator terbalik.
AVCC	Merupakan masukan tegangan catu daya untuk Port A sebagai ADC, biasanya dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC-nya tidak -digunakan. Jika ADC digunakan sebaiknya dihubungkan ke Vcc melalui tapis lolos-bawah (<i>low-pass filter</i>).
AREF	Merupakan tegangan referensi untuk ADC.

Tabel 2.2. Fungsi Alternatif Port B.

Port Pin	Fungsi Alternatif
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Matc Output)
PB2	AIN1 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interupt2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Courier Input)
PB0	T1 (Timer/Counter1 External Courier Input) XCX (USART External Clock Input/Output)

Sumber: Agfianto (2011:13)

Tabel 2.3 Fungsi Alternatif Port C

Port Pin	Fungsi Alternatif
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin1)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC4	TDO (JTAG Test Data Out)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC2	TCK (JTAG Test Clock)
PC1	SDA (Two-Wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL ((Two-Wire Serial Bus Clock Line)

Sumber: Agfianto (2011:14)

Tabel 2.4 Fungsi Alternatif Port D

Port Pin	Fungsi Alternatif
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD ((USART Input Pin)

DSumber: Agfianto (2011:14)

2.6.1 Port ADC

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian.

Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer).

ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS).

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. ADC 10 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit.

2.7 LCD 16X2

LCD memanfaatkan silikon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang datar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang datar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. Gambar 2.8 menunjukkan bentuk fisik LCD karakter 16 x 2. Konfigurasi pin LCD ditunjukkan dalam Tabel 2.5.



Gambar 2.8. LCD karakter 16 X 2.

Sumber: Afrie (2011:26)

Tabel 2.5. Konfigurasi Pin LCD.

Pin No	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan+5V _{DC}
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda
16	K	Katoda

Sumber: Afrie (2011:26)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan laporan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiannya agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi sistem, studi literatur, perancangan sistem, pengujian dan analisis, dan pengambilan kesimpulan.

3.1 Penentuan Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi sistem yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- 1) Sensor tekanan fluida yang digunakan adalah MPX5050GP dengan rentang tekanan yang dapat diukur sebesar 0-50 kPa.
- 2) Pemroses data menggunakan Mikrokontroler ATmega16
- 3) Tingkat ketelitian 100 ml
- 4) Alat ini hanya berfungsi dengan baik saat sepeda motor pada kondisi datar (tidak miring).

3.2 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan perealisasiannya alat. Adapun teori-teori yang dikaji adalah sebagai berikut:

- 1) Teori umum mengenai tekanan fluida.
- 2) Teori mengenai sensor MPX5050GP.
- 3) Teori penguat instrumentasi.
- 4) Teori mengenai *Analog to Digital Converter* (ADC) pada Mikrokontroler ATmega16.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat

3.3.1 Perancangan dan Perangkat Keras (*Hardware*)

Secara garis besar, rangkaian perancangan perangkat keras dibagi menjadi beberapa tahap berikut:

1. Perancangan mekanik.
2. Perancangan catu daya.
3. Perancangan rangkaian sensor MPX5050GP.
4. Perancangan rangkaian pengkondisi sinyal.
5. Perancangan minimum sistem ATmega 16.

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir program terlebih dahulu sebelum kemudian menuliskan dengan menggunakan bahasa C dalam program kompiler.

3.4 Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ini berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Pengujian catu daya
2. Pengujian Rangkaian Sensor MPX5050GP
3. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal
4. Pengujian ADC pada mikrokontroler dan pengujian LCD.
5. Pengujian sistem secara keseluruhan.

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengujian. Jika hasil yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan maka alat tersebut telah memenuhi harapan dan memerlukan pengembangan untuk penyempurnaannya.

BAB IV

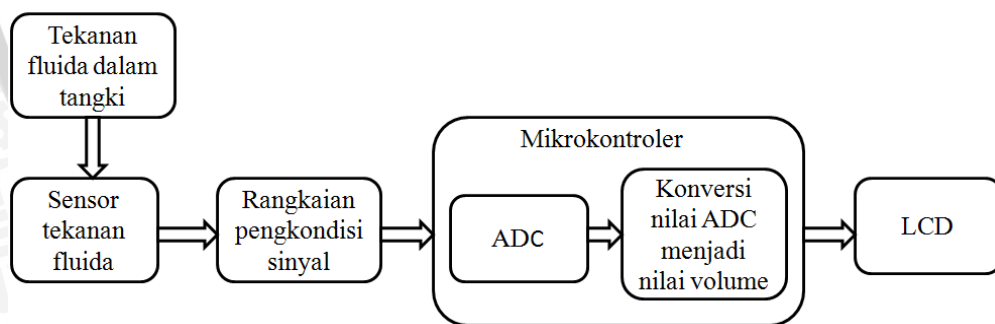
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan alat indikator bahan bakar minyak digital ini dilakukan secara bertahap sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknnya maupun secara keseluruhan. Perancangan ini terdiri atas :

- 1) Perancangan sistem
- 2) Perancangan perangkat keras:
 - a. Perancangan mekanik (tata letak tangki bahan bakar dan sensor).
 - b. Perancangan elektrik (rangkaiannya catu daya, rangkaian sensor MPX5050GP, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian mikrokontroler).
- 3) Perancangan perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program utama dan subprogram konversi tekanan ke volume.

4.1 Perancangan Sistem

Pembuatan blok diagram merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasiannya alat berjalan secara sistematis. Diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 4.0.



Gambar 4.0. Diagram Blok Sistem.

Penjelasan mengenai blok diagram sistem adalah sebagai berikut:

- 1) Sensor tekanan fluida (MPX5050GP) mendeteksi tekanan fluida dalam tangki. Tekanan yang dideteksi diubah menjadi tegangan keluaran sensor.
- 2) Tegangan keluaran dari sensor yang berupa sinyal analog dikuatkan pada rangkaian pengkondisi sinyal.

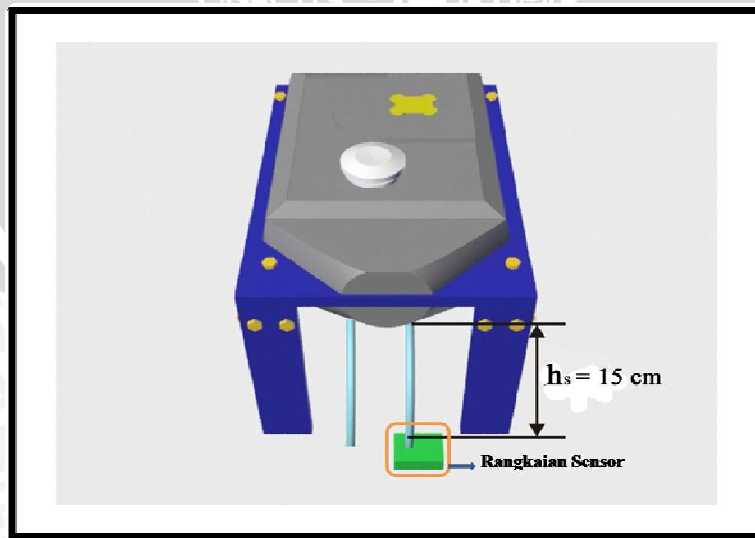
- 3) Keluaran rangkaian pengkondisi sinyal menjadi masukan ADC pada mikrokontroler.
- 4) Mikrokontroler mengubah sinyal analog dari rangkaian pengkondisi sinyal menjadi sinyal digital melalui ADC. Nilai ADC tersebut dikonversi menjadi nilai volume yang mewakili volume bahan bakar dalam tangki.
- 5) Nilai volume tersebut ditampilkan di LCD karakter 2x16.

4.2 Perancangan Perangkat Keras

4.2.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dilakukan dengan mengatur tata letak tangki dan sensor MPX5050GP agar mendapat metode pengukuran terbaik.

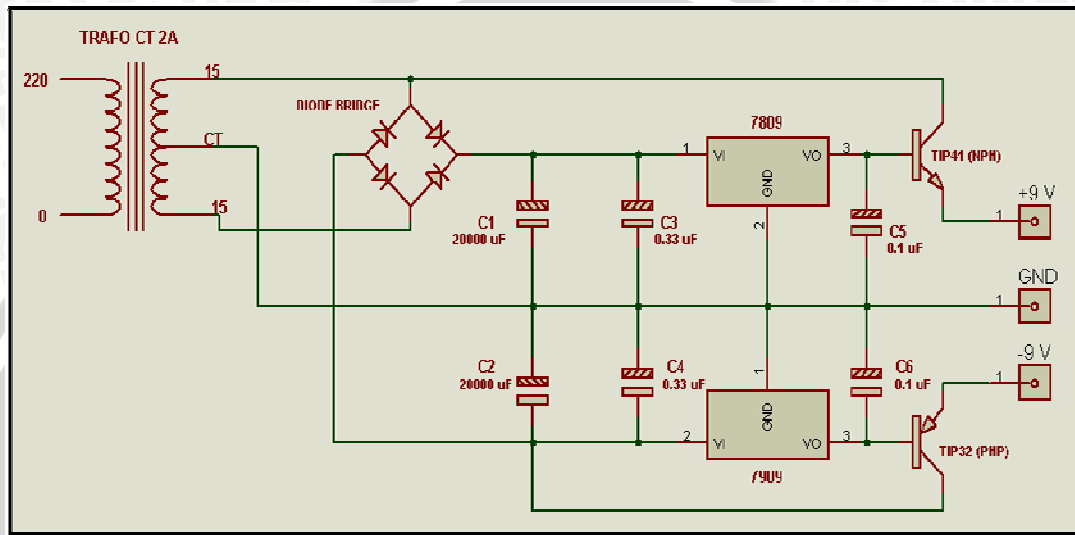
Pengaturan tata letak tangki dan sensor ini berdasarkan prinsip tekanan fluida yang telah dipelajari di tinjauan pustaka. Persamaan untuk mendapatkan nilai tekanan yang dideteksi sensor adalah $P_s = \rho_f g h_s$, dengan P_s merupakan tekanan fluida dari dalam tangki yang menuju sensor melalui selang (kPa), ρ_f adalah massa jenis fluida yang menekan sensor (kg/m^3), dan h_s merupakan ketinggian fluida dari tangki ke sensor (m). Ujung tangki sepeda motor diberi 2 lubang. Lubang pertama untuk mengalirkan bahan bakar ke karburator. Lubang kedua dihubungkan ke sensor MPX5050. Sensor akan mendeteksi tekanan fluida dari lubang tangki ke sensor. Tekanan yang dideteksi sensor akan berubah seiring perubahan volume bahan bakar dalam tangki. Tekanan akan semakin besar jika volume bertambah banyak dan tekanan semakin kecil jika volume bahan bakar berkurang. Gambar 4.1 menunjukkan perancangan mekanik sistem.



Gambar 4.1 Perancangan Mekanik.

4.2.2 Perancangan Rangkaian Catu Daya

Sumber catu daya yang digunakan adalah sumber tegangan arus bolak balik (AC) dari PLN (220 V / 50 Hz). Tegangan keluaran rangkaian catu daya adalah tegangan arus searah DC ± 9 V. Gambar 4.2 menunjukkan skematik rangkaian catu daya simetri.



Gambar 4.2 Skematik Rangkaian Catu Daya.

Penjelasan Gambar 4.2 sebagai berikut:

Tegangan keluaran trafo berupa tegangan arus bolak balik (AC) 15 V dengan arus maksimum 2A. Tegangan keluaran trafo ini dihubungkan dengan *diode bridge* yang berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh. Pin CT pada trafo berfungsi sebagai *ground* dari rangkaian. Kapasitor C1 dan C2 berfungsi untuk mengatur tegangan *ripple* dari keluaran *diode bridge*. Pada perancangan ini arus maksimum 2A, frekuensi 50 Hz, tegangan ripple (V_{rp}) yang diinginkan tidak lebih dari 1 Vpp, sehingga besarnya nilai C1 dan C2 adalah:

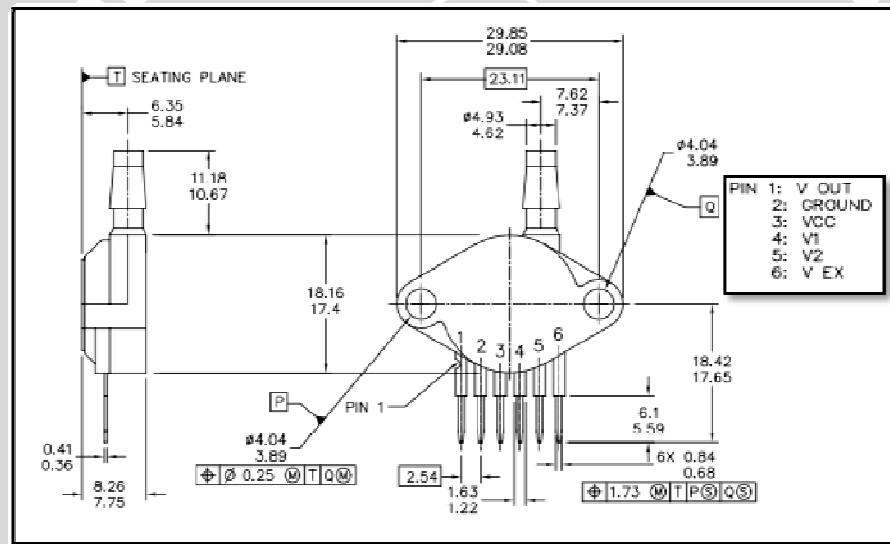
$$\begin{aligned}
 C1 = C2 &= \frac{IT}{V_{rp}} && (4-1) \\
 &= \frac{2 \times 0,01}{1} \\
 &= 0,02 \text{ F} \\
 &= 20000 \text{ uF}
 \end{aligned}$$

IC LM7809 berfungsi sebagai regulator tegangan +9 V dengan arus positif, dan IC LM7909 berfungsi sebagai regulator tegangan -9 V dengan arus negatif. Kapasitor C3, C4, C5, C6 merupakan ketentuan dari IC LM7809 dan LM7909. Transistor TIP41

dan TIP32 berfungsi sebagai penguat arus karena arus keluaran maksimum regulator LM7809 dan LM7909 kurang dari 2 A. TIP41 sebagai penguat arus polaritas positif dan TIP32 sebagai penguat arus polaritas negatif. Rangkaian catu daya menghasilkan tegangan DC ± 9 V dengan arus maksimum 2 A.

4.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor MPX5050GP

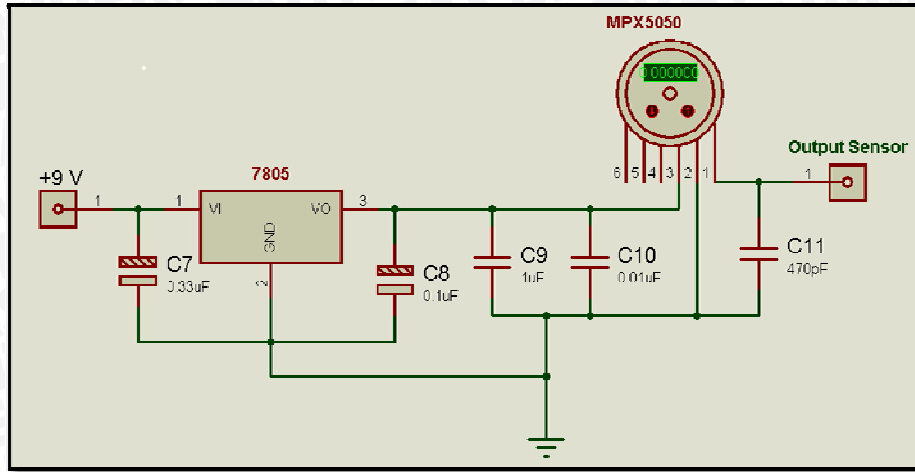
Sensor MPX5050GP merupakan sensor *piezoresistive* yang artinya sensor tersebut menrubah tekanan yang dideteksi menjadi perubahan reistansi. Perubahan resistansi tersebut menyebabkan perubahan tegangan pada pin keluaran sensor saat sensor diberi catu daya. Sensor MPX5050GP mempunyai 6 pin. Catu tegangan +5 volt yang dihubungkan pada pin3, *ground* pada pin2 dan tegangan keluaran sensor terdapat pada pin1. Gambar 4.3 menunjukkan konfigurasi pin sensor MPX5050GP.



Gambar 4.3 Konfigurasi Pin Sensor MPX5050GP.

sumber: *freescale semiconductor*, MPX5050 (2010:8)

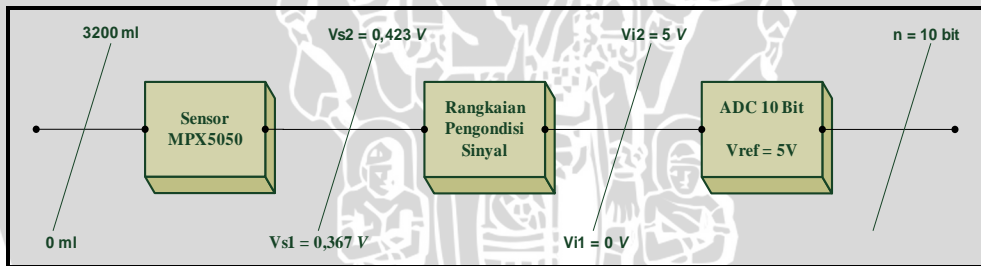
Catu tegangan untuk sensor MPX5050GP didapatkan dari keluaran catu daya sebesar +9 volt kemudian diturunkan tegangannya menjadi +5 volt menggunakan IC regulator 7805. C7 (0.33 uF) dan C8 (0.1 uF) merupakan kapasitor yang dibutuhkan dalam penerapan regulator 7805 pada rangkaian. Tegangan keluaran regulator 7805 dihubungkan ke pin input sensor MPX5050GP sebagai catu tegangan sensor. Pin input sensor diparalel dengan kapasitor C9 (1 uF) dan kapasitor C10 (0,01 uF). Tegangan keluaran sensor diparalel dengan kapasitor C11 (470 pF). Tegangan keluaran sensor MPX5050GP ini selanjutnya dihubungkan ke rangkaian pengkondisi sinyal. Gambar 4.4 menunjukkan skematik rangkaian sensor MPX5050GP.



Gambar 4.4 Skematik Rangkaian Sensor MPX5050GP.

4.2.4 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS)

Tegangan keluaran sensor MPX5050GP dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal analog untuk memperoleh resolusi tegangan ADC pada mikrokontroler, Pengkondisi sinyal analog berupa penguat instrumentasi. Ilustrasi rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 4.5a.



Gambar 4.5a. Ilustrasi Penghitungan Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

Saat tangki kosong (volume = 0 ml), tegangan keluaran sensor (V_{s1}) = 0,367 V, tegangan keluaran RPS yang diinginkan (V_{i1}) = 0 V, dan ketika tangki penuh (Voulme = 3200 ml) tegangan keluaran sensor (V_{s2}) = 0,423 tegangan keluaran RPS yang diinginkan (V_{i2}) = 5 V. Dari nilai-nilai di atas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$V_i = m V_s + V_0 \tag{4-2}$$

$$5 = m (0,367) + V_0 \tag{1}$$

$$0 = m (0,423) + V_0 \tag{2}$$

Jika persamaan (1) di (2) ini diselesaikan, maka akan diperoleh $m = 89,13$ dan $V_o = -32,7$ V, sehingga diperoleh persamaan fungsi alihnya $V_{out} = 89,13 V_{in} - 32,7 = 89,15 (V_{in} - 0,367)$. Tegangan referensi pada pin 2 AD620 sebesar 0,367 V. Nilai R_G didapatkan dari persamaan berikut:

$$m = \frac{2R_1}{R_G} \tag{4-3}$$

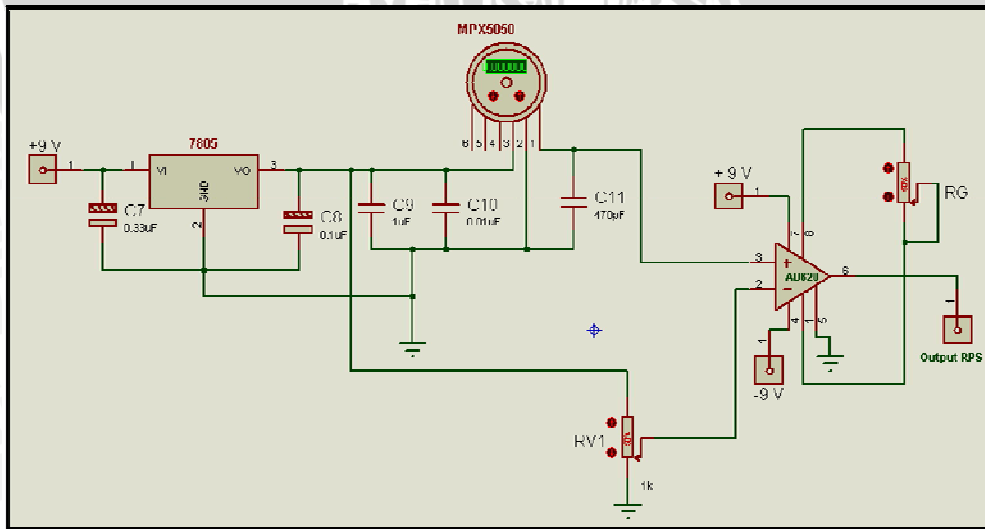
$$89,15 = 1 + \frac{2 \times 49400}{R_G}$$

$$88,15 = \frac{98800}{R_G}$$

$$R_G = 1120,82$$

Nilai R_G pada AD620 didapatkan sebesar 1120,82 Ω .

Jenis rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian penguat instrumentasi. Komponen yang digunakan adalah IC AD620. AD620 merupakan sebuah IC yang berisi rangkaian penguat instrumentasi untuk mengkondisikan tegangan keluaran sensor sebelum masuk ke ADC pada mikrokontroler. Pin1 dan pin8 dihubungkan dengan R_G untuk mengatur besarnya penguatan tegangan. Pin2 dihubungkan dengan tegangan referensi, pin3 dihubungkan dengan keluaran sensor MPX5050GP, dan pin5 dihubungkan ke *ground*. AD620 membutuhkan catu tegangan positif pada pin7 dan catu tegangan negatif pada pin4. Pin6 merupakan keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal. Gambar 4.6 menunjukkan skematik rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan AD620.

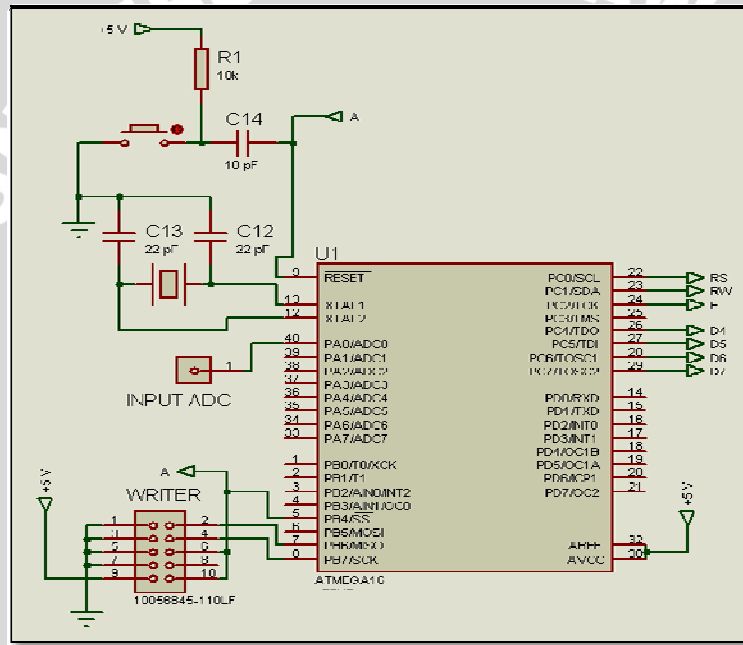


Gambar 4.5b. Skematik Rangkaian Pengkondisi Sinyal Menggunakan AD620.

4.2.5 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler yang digunakan pada rangkaian adalah ATmega16 yang termasuk dalam seri AVR. Agar sebuah mikrokontroler dapat bekerja, maka diperlukan rangkaian pembangkit *clock* dan rangkaian *reset*. Rangkaian pembangkit *clock* terdiri dari komponen utama yang berupa kristal dan kapasitor.

Pada mikrokontroler, nilai kristal yang diperbolehkan berkisar antara 0,4 MHz sampai 16 MHz. Dalam perancangan digunakan Kristal (Q1) sebesar 16 MHz. Sedangkan besarnya nilai kapasitor disesuaikan dengan yang tertera dalam *datasheet* antara 12 pF sampai 22 pF. Dalam perancangan digunakan kapasitor C12 dan C13 sebesar 22 pF. Skematik rangkaian mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.6



Gambar 4.6 Skematik Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 16.

Dalam rangkaian mikrokontroler juga diperlukan rangkaian *reset*. Rangkaian ini berfungsi untuk me-*restart* program jika terjadi *error* ketika mikrokontroler sedang bekerja. Berdasarkan *datasheet*, pin *RESET* harus diberi logika rendah minimal selama 1,5µs sehingga dalam penentuan komponen perhitungan waktu untuk *time reset* harus berada diatas waktu minimalnya. Komponen yang digunakan dalam perancangan yaitu kapasitor C14 sebesar 10µF dan R1 sebesar 10kΩ.

4.2.5.1 Perancangan Sistem Analog to Digital Converter (ADC)

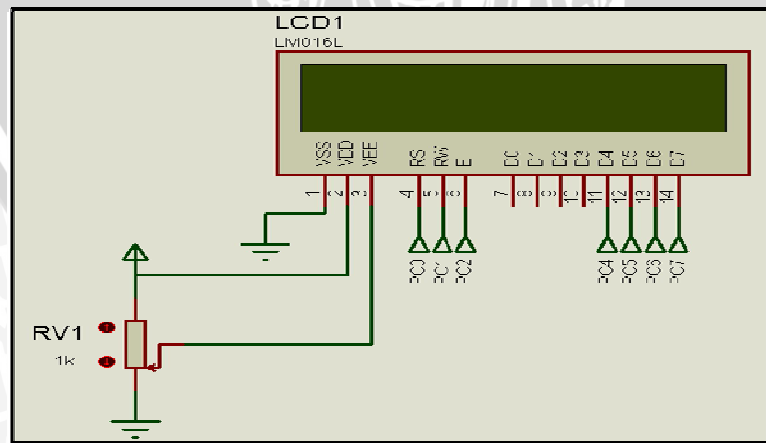
Mikrokontroler ATmega 16 memiliki ADC internal dengan resolusi 8 hingga 10 bit, yang terhubung pada port A0-A7. Resolusi yang digunakan pada perancangan ini adalah 10 bit, sehingga akan menghasilkan keluaran ADC 0 sampai 1024. ADC hanya bisa menerima masukan tegangan positif. Hasil konversi tegangan input maksimum ADC dengan menggunakan resolusi 10 bit dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_{Ref} \times 2^{-n} \quad , n = \text{bit ADC} && (4-4) \\ &= 5 \times 2^{-10} \\ &= 5 \times \frac{1}{1024} \\ &= 0,004 \text{ V} = 4 \text{ mV.} \end{aligned}$$

Jadi perubahan tegangan terkecil yang bisa dibaca ADC 10 bit pada mikrokontroler Atmega 16 adalah 4 mV dengan rentang tegangan 0- 5 V.

4.2.6 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD

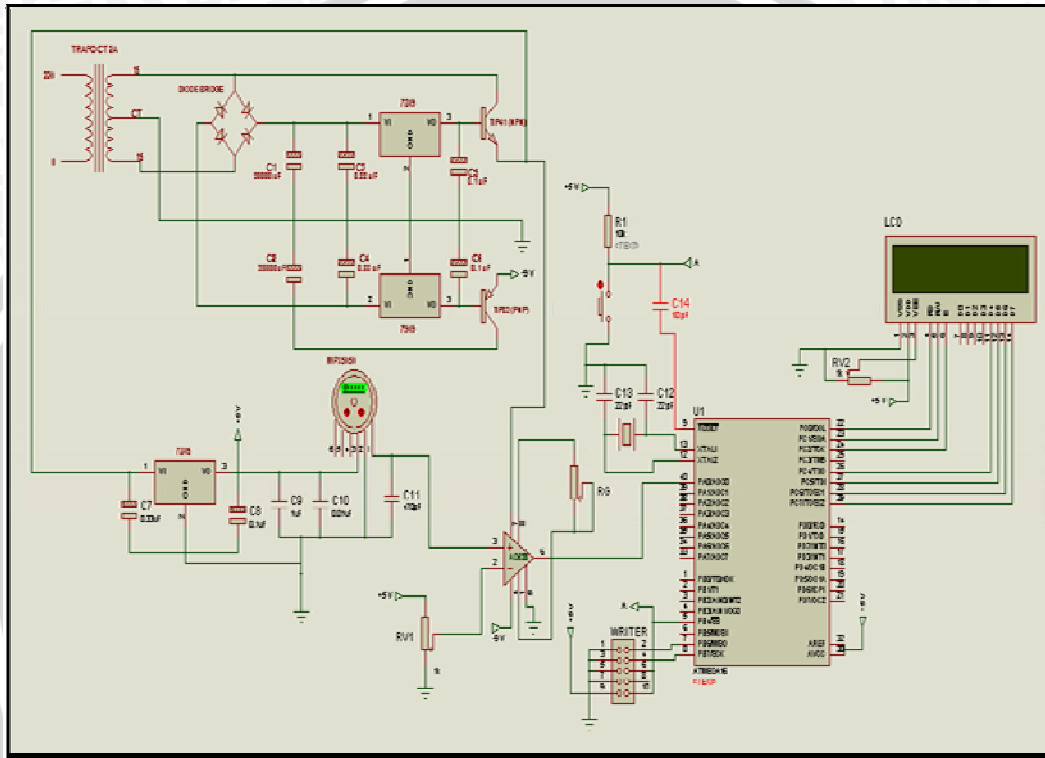
Pada rangkaian antarmuka LCD, port yang digunakan pada mikrokontroler adalah PORT.C. Terdapat 3 pin yang digunakan sebagai pin kontrol yaitu 4 sebagai RS (*register select*) yang terhubung dengan PORT.C0, pin 5 sebagai R/W (*read/write*) yang terhubung dengan PORT.C1, dan pin 6 sebagai E (*enable*) yang terhubung dengan PORT.C2. Sedangkan jalur data terdapat pada pin 11-14 yang terhubung dengan PORT.C4 - PORT.C7. Skematik Rangkaian antarmuka LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skematik Rangkaian Antarmuka LCD.

4.2.7 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

Perancangan rangkaian keseluruhan dilakukan setelah melakukan perancangan rangkaian catu daya, perancangan sensor, perancangan rangkaian pengkondisi sinyal, perancangan rangkaian mikrokontoler dan LCD. Perancangan ini dilakukan dengan menggabungkan setiap subsistem rangkaian menjadi rangkaian keseluruhan. Skematik rangkaian keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



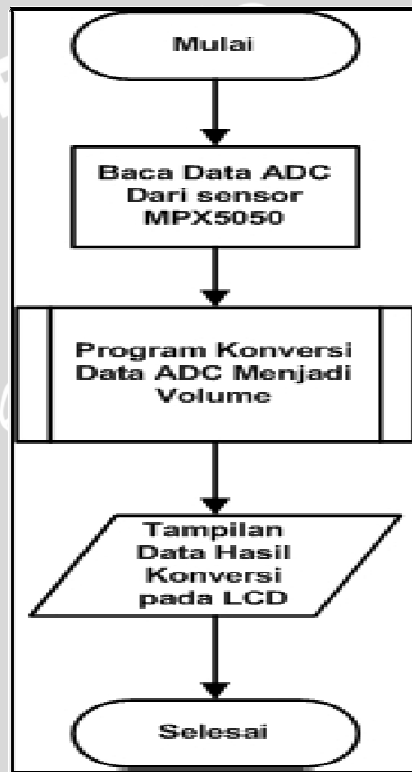
Gambar 4.8 Skematik Rangkaian Keseluruhan.

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem meliputi pembuatan diagram alir pada program utama dan pada sub program, kemudian pembuatan program utama pada alat. Pembuatan diagram alir berfungsi agar mempermudah dalam melakukan pembuatan program secara keseluruhan. Selain itu diagram alir juga berfungsi sebagai alur kerja dari rangkaian perangkat keras yang telah dirancang. Bahasa yang digunakan untuk membuat program pada alat adalah bahasa C. Sedangkan *compiler* yang digunakan yaitu *codevisionAVR*.

4.3.1 Algoritma Program Utama

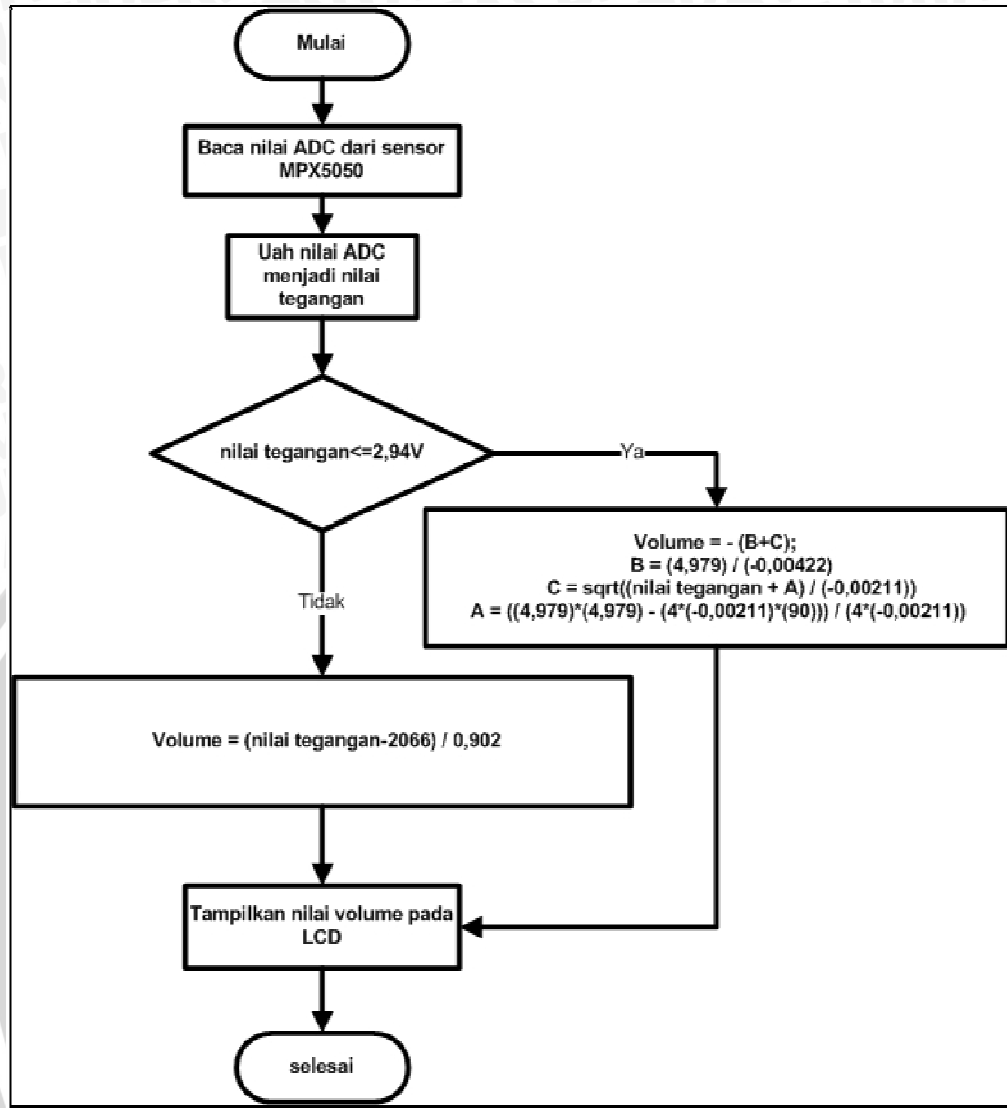
Tujuan dari program utama adalah mengatur urutan kerja sistem sehingga sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Secara umum tugas yang harus dikerjakan oleh program utama meliputi sistem pembacaan nilai ADC dari sensor yang telah dikuatkan oleh rangkaian pengkondisi sinyal, kemudian melakukan konversi nilai ADC menjadi nilai volume yang mewakili volume bahan bakar dalam tangki. Nilai volume tersebut selanjutnya ditampilkan pada LCD karakter 16x2. Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.9a.



Gambar 4.9a. Diagram Alir Program Utama

4.3.3 Algoritma Akses Sensor dan Proses Konversi

. Sensor mengukur tekanan sampai kondisi yang diinginkan. Perubahan tekanan yang dideteksi menyebabkan perubahan tegangan keluaran sensor. Tegangan keluaran sensor selanjutnya dikuatkan oleh rangkaian pengkondisi sinyal. Keluaran rangkaian pengkondisi sinyal menjadi masukan pin ADC mikrokontroler. Nilai ADC dikonversi menjadi nilai volume yang mewakili volume bahan bakar dalam tangki. Gambar 4.9b menunjukkan diagram alir akses sensor MPX5050GP dan proses konversi.



Gambar 4.9b. Diagram Alir Akses Sensor dan Proses Konversi.

Proses konversi diawali dengan mengubah nilai ADC menjadi nilai tegangan. Saat nilai tegangan $\leq 2,94$ V digunakan persamaan polynomial $y = (-0,00211)x^2 + 4,979x + 90$, saat nilai tegangan $> 2,94$ V persamaan konversi yang digunakan adalah $y = 0,902x + 2066$. Y adalah nilai tegangan dan x adalah nilai volume hasil konversi.

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan.

Pengujian yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Pengujian Rangkaian Catu Daya
- 2) Pengujian Rangkaian Sensor
- 3) Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal
- 4) Pengujian ADC mikrokontroler
- 5) Pengujian Keseluruhan

5.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

5.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui kinerja rangkaian catu daya, besar tegangan suplai ke beban.

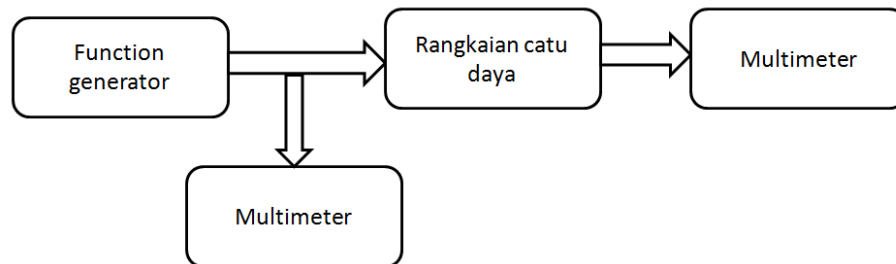
5.1.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Function generator*
- 2) Rangkaian catu daya
- 3) Multimeter

5.1.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan masukan dan tegangan catu daya. Diagram blok pengujian catu daya ditunjukkan dalam Gambar 5.1



Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Catu Daya.

Pengujian dilakukan menggunakan 2 multimeter digital tipe Sanwa CD800a yang difungsikan sebagai voltmeter 1 dan voltmeter 2. Voltmeter 1 dihubungkan paralel dengan pin tegangan input trafo, sedangkan voltmeter 2 dihubungkan paralel dengan pin tegangan keluaran rangkaian catu daya.

5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil yang didapatkan adalah tegangan input trafo adalah AC 220 V dari *function generator* dan tegangan keluaran rangkaian adalah DC (+9 V dan -9 V).

5.2 Pengujian Rangkaian Sensor MPX5050GP

5.2.1 Tujuan

Pengujian rangkaian sensor MPX5050GP bertujuan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran sensor terhadap perubahan tekanan yang dideteksi melalui penambahan dan pengurangan volume bahan bakar ke dalam tangki.

5.2.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mekanik tangki bahan bakar sepeda motor *Honda Revo*
- 2) Bahan bakar premium
- 3) Gelas ukur
- 4) Rangkaian sensor MPX5050GP
- 5) Multimeter

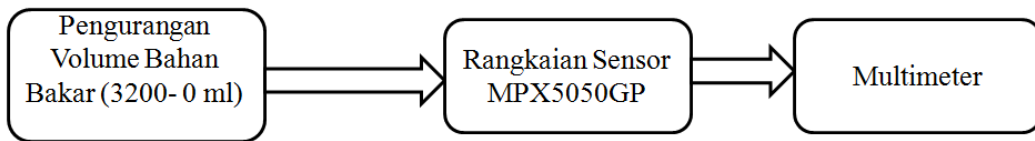
5.2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian pertama rangkaian sensor MPX5050GP adalah dengan penambahan jumlah volume bahan bakar dalam tangki. Tahap pertama dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran sensor menggunakan multimeter saat volume bahan bakar premium dalam tangki 0 mililiter. Multimeter yang digunakan adalah multimeter digital SANWA CD800a. Tahap kedua memasukkan bahan bakar premium sebesar 100 ml ke dalam tangki dan mengukur tegangan keluaran sensor MPX5050GP. Tahap kedua tersebut dilakukan berulang – ulang sampai volume bahan bakar premium dalam tangki 3200 mililiter. Diagram blok pengujian pertama sensor MPX5050GP ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Diagram Blok Pengujian Pertama Sensor MPX5050GP.

Pengujian kedua rangkaian sensor MPX5050GP adalah dengan pengurangan jumlah volume bahan bakar dalam tangki. Kondisi awal tangki berisi bahan bakar sejumlah 3200 mililiter. Volume bahan bakar dalam tangki tersebut dikurangi sebesar 100 mililiter secara berulang – ulang sampai bahan bakar dalam tangki 0 mililiter. Tegangan keluaran sensor MPX5050GP diukur menggunakan multimeter SANWA CD800a tiap pengurangan volume bahan bakar 100 mililiter. Diagram blok pengujian pertama sensor MPX5050GP ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian Kedua Sensor MPX5050GP.

Hasil yang diharapkan dari pengujian adalah saat terjadi perubahan volume bahan bakar dalam tangki maka nilai tegangan keluaran sensor MPX5050GP juga berubah. Saat volume bahan bakar dalam tangki bertambah banyak maka tekanan fluida yang menuju sensor MPX5050GP semakin besar, diharapkan tegangan keluaran sensor MPX naik secara linier terhadap kenaikan volume bahan bakar. Saat volume bahan bakar dalam tangki berkurang maka tekanan fluida yang menuju sensor MPX5050GP semakin kecil, diharapkan tegangan keluaran sensor MPX5050GP turun secara linier terhadap penurunan volume bahan bakar.

5.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian rangkaian sensor MPX5050GP ditunjukkan dalam Tabel 5.1 dan Tabel 5.2

Tabel 5.1. Data Hasil Pengujian Sensor MPX5050GP pada Volume (0 -3200) ml.

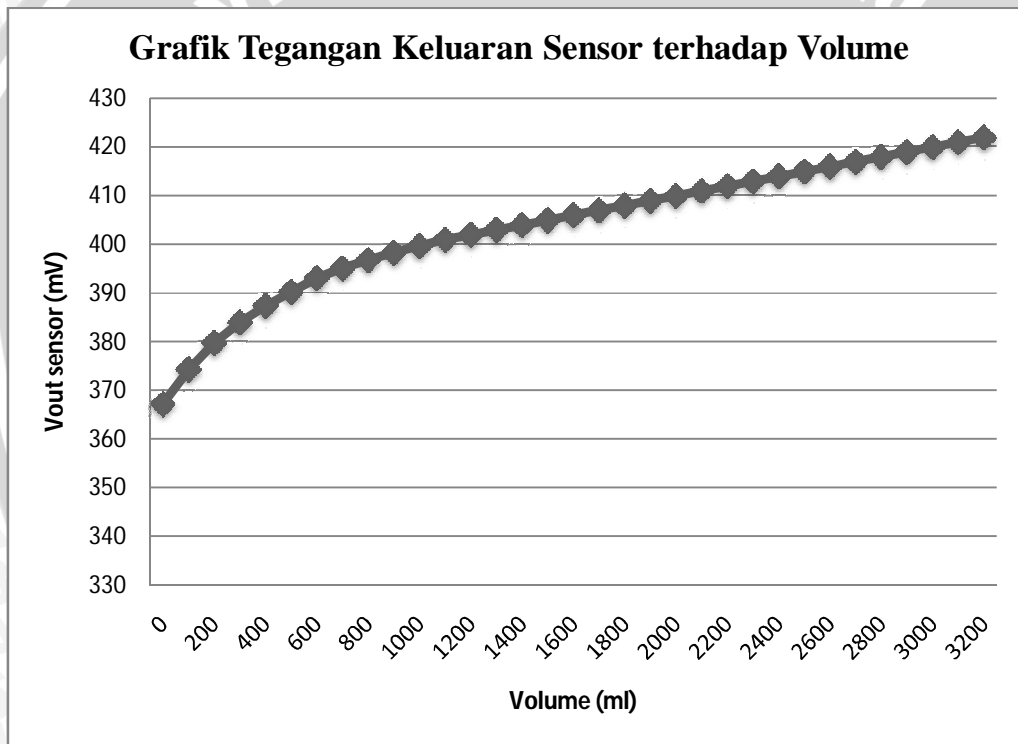
Data ke-	Volume (0 - 3200) ml	Vout Sensor (mV)			Vout sensor rata-rata	Selisih Vout sensor tiap penurunan volume 100ml
		pengujian1	pengujian2	pengujian3		
1	0	367,3	367,5	366,9	367,2	7,1
2	100	375,7	373,7	373,6	374,3	5,4
3	200	381,1	379,2	379	379,8	4,2
4	300	385,4	383,1	383,5	384	3,4
5	400	388,8	386,4	387	387,4	2,9
6	500	391,6	389,2	390	390,3	2,8
7	600	395,3	391,5	392,5	393,1	2
8	700	397,2	393,5	394,7	395,1	1,7
9	800	398,2	395,5	396,7	396,8	1,5
10	900	399,5	397,2	398,3	398,3	1,4
11	1000	400,5	398,7	399,9	399,7	1,3
12	1100	402	400	401	401	1
13	1200	403	401	402	402	1
14	1300	404	402	403	403	1
15	1400	405	403	404	404	1
16	1500	406	404	405	405	1
17	1600	407	405	406	406	1
18	1700	408	406	407	407	1
19	1800	409	407	408	408	1
20	1900	410	408	409	409	1
21	2000	411	409	410	410	1
22	2100	412	410	411	411	1
23	2200	413	411	412	412	1
24	2300	414	412	413	413	1
25	2400	415	413	414	414	1
26	2500	416	414	415	415	1
27	2600	417	415	416	416	1
28	2700	418	416	417	417	1
29	2800	419	417	418	418	1
30	2900	420	418	419	419	1
31	3000	421	419	420	420	1
32	3100	422	420	421	421	1
33	3200	423	421	422	422	-

Tabel 5.2. Data Hasil Pengujian Sensor MPX5050GP pada Volume (3200 – 0) ml.

Data ke	Volume (3200 - 0) ml	Vout Sensor (mV)			Vout sensor rata-rata	Selisih Vout sensor tiap penurunan volume 100 ml
		pengujian 1	pengujian 2	pengujian 3		
1	3200	423	421	422	422	1
2	3100	422	420	421	421	1
3	3000	421	419	420	420	1
4	2900	420	418	419	419	1
5	2800	419	417	418	418	1
6	2700	418	416	417	417	1
7	2600	417	415	416	416	1
8	2500	416	414	415	415	1
9	2400	415	413	414	414	1
10	2300	414	412	413	413	1
11	2200	413	411	412	412	1
12	2100	412	410	411	411	1
13	2000	411	409	410	410	1
14	1900	410	408	409	409	1
15	1800	409	407	408	408	1
16	1700	408	406	407	407	1
17	1600	407	405	406	406	1
18	1500	406	404	405	405	1
19	1400	405	403	404	404	1
20	1300	404	402	403	403	1
21	1200	403	401	402	402	1,2
22	1100	401	399,8	401,5	400,8	1,3
23	1000	399,5	398,6	400,4	399,5	1,4
24	900	398,5	397,1	398,8	398,1	1,4
25	800	397,6	395,5	397,2	396,7	1,8
26	700	396,2	393,4	395,3	395	1,7
27	600	395,3	391,3	393,1	393,2	3,3
28	500	390,6	388,7	390,5	389,9	2,4
29	400	388,8	385,9	387,8	387,5	3,7
30	300	385,4	382	384,1	383,8	4,8
31	200	380,1	377,3	379,8	379,1	5,1
32	100	374,7	372,9	374,2	373,9	6,1
33	0	368,3	366,9	368,5	367,9	-

Hasil pengujian rangkaian sensor MPX5050GP pada Tabel 5.1 menunjukkan bahwa saat volume bahan bakar dalam tangki bertambah banyak maka tegangan keluaran sensor juga bertambah besar. Hasil pengujian rangkaian sensor MPX5050GP pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa saat volume bahan bakar dalam tangki berkurang

maka tegangan keluaran sensor juga berkurang. Hasil pengujian menunjukkan kenaikan dan penurunan tegangan keluaran sensor MPX5050GP tidak linier terhadap kenaikan volume bahan bakar. Hal ini dapat dilihat dari selisih tegangan keluaran sensor tiap kenaikan atau penurunan volume 100 ml pada tabel 5.1 dan tabel 5.2. Tegangan keluaran sensor tidak linier terhadap volume bahan bakar dalam tangki karena saat penambahan atau pengurangan volume dengan jumlah yang tetap (100 mililiter), selisih tegangan keluaran sensor tidak menunjukkan nilai yang tetap. Tegangan keluaran sensor akan linier terhadap volume bahan bakar dalam tangki jika penambahan atau pengurangan volume bahan bakar dengan jumlah yang tetap, selisih tegangan keluaran sensor juga menunjukkan nilai yang tetap. Grafik tegangan keluaran sensor terhadap volume ditunjukkan dalam Gambar 5.4



Gambar 5.4 Grafik Pengujian Sensor MPX5050GP.

5.3 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

5.3.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian pengkondisi sinyal yang dihasilkan sesuai dengan yang dirancang.

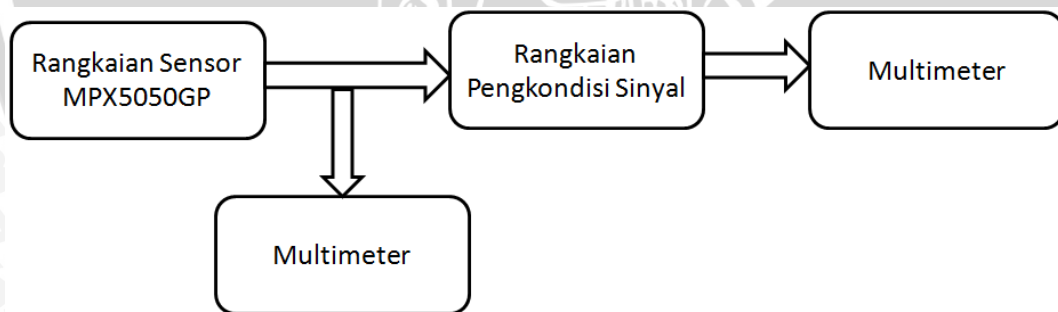
5.3.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut

- 1) Rangkaian sensor MPX5050GP
- 2) Rangkaian pengkondisi sinyal
- 3) Multimeter SANWA CD800a

5.3.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan 2 multimeter digital tipe Sanwa CD800a yang difungsikan sebagai voltmeter 1 dan voltmeter 2. Voltmeter 1 dihubungkan paralel dengan pin tegangan keluaran sensor MPX5050 sedangkan voltmeter 2 dihubungkan paralel dengan pin tegangan keluaran rangkaian pengkondisi sinyal. Diagram blok pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

5.3.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Data Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal.

volume (ml)	Keluaran Sensor (mV)	Vout RPS pengukuran (V)	Vout RPS Perhitungan (V)	Error (%)
0	367,3	0,02	0,03	1,80
100	375,7	0,78	0,78	1,06
200	381,1	1,26	1,27	0,17
300	385,4	1,65	1,65	0,16
400	388,8	1,96	1,95	0,33
500	391,6	2,21	2,20	0,43
600	395,3	2,54	2,53	0,54
700	397,2	2,71	2,70	0,58
800	398,2	2,81	2,79	0,61
900	399,5	2,92	2,90	0,63
1000	400,5	3,01	3,00	0,65
1100	402	3,15	3,12	0,68
1200	403	3,24	3,22	0,69
1300	404	3,33	3,31	0,71
1400	405	3,42	3,40	0,72
1500	406	3,51	3,48	0,73
1600	407	3,60	3,57	0,75
1700	408	3,69	3,66	0,76
1800	409	3,78	3,75	0,77
1900	410	3,87	3,84	0,78
2000	411	3,96	3,93	0,79
2100	412	4,05	4,02	0,80
2200	413	4,14	4,11	0,81
2300	414	4,23	4,20	0,82
2400	415	4,32	4,29	0,83
2500	416	4,41	4,38	0,84
2600	417	4,50	4,47	0,85
2700	418	4,59	4,55	0,85
2800	419	4,68	4,64	0,86
2900	420	4,77	4,73	0,87
3000	421	4,86	4,82	0,87
3100	422	4,95	4,91	0,88
3200	423	5,04	5,00	0,89

$$|Error| = \left| \frac{Rps \text{ Perhitungan} - Rps \text{ Pengukuran}}{Rps \text{ Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$Error \text{ rata - rata} = \frac{\sum |Error|}{\text{jumlah data}} \%$$

$$= \frac{22.05}{33} \% = 0.66\%$$

Dari hasil pengujian Terjadi *error* sebesar 0.66% pada nilai RPS secara perhitungan dan nilai RPS secara pengukuran. Hal tersebut disebabkan kurangnya ketepatan dalam mengatur nilai R_G dan nilai tegangan referensi pada AD620.

5.4 Pengujian ADC Mikrokontroler ATmega 16

5.4.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ADC pada Mikrokontroler ATmega 16 yang digunakan pada penelitian ini berfungsi dengan baik.

5.4.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) *Function generator*
- 2) Variabel Resistor
- 3) Rangkaian mikrokontroler ATmega 16
- 4) LCD karakter 16x2
- 5) Multimeter

5.4.3 Prosedur Pengujian

Pada Pengujian ini, variabel resistor diberi tegangan 5 volt pada terminal 1, ground pada terminal 3, dan terminal 2 dihubungkan pada PORTA.0 sebagai ADC mikrokontroler. Cara mengetahui tegangan yang masuk pada PORTA.0 yaitu dengan mengukur menggunakan voltmeter pada terminal 2. Resolusi konversi ADC yang digunakan yaitu 10bit. Tegangan referensi (V_{ref}) yang terukur pada mikrokontroler sebesar 5,08 volt. Pengujian dilakukan rentang tegangan 0 – 5 volt dengan selisih 0,25 volt. Nilai konversi ADC ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian ADC ditunjukkan dalam tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data asil Pengujian ADC

volt (V)	nilai ADC pengujian ke-										rata-rata	perhitungan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	49	47	51	46	45	50	55	49	51	49	49	50
0.5	100	97	97	100	101	97	98	104	101	108	100	101
0.75	151	147	142	152	144	143	146	151	148	153	148	151
1	204	199	207	211	201	207	207	204	184	186	201	201
1.25	251	248	255	252	252	253	251	253	252	246	251	252
1.5	300	298	303	305	304	302	306	302	300	300	302	302
1.75	351	348	350	352	350	358	351	352	351	348	351	352
2	400	403	401	403	396	396	403	404	406	407	402	403
2.25	451	451	454	451	451	452	449	451	448	449	451	453
2.5	500	502	500	500	504	504	504	504	502	502	502	503
2.75	551	558	555	556	551	553	558	558	556	556	555	554
3	601	603	607	608	614	614	611	608	603	604	607	604
3.25	652	652	655	655	647	648	654	655	652	652	652	654
3.5	704	703	707	711	707	704	704	705	707	703	706	705
3.75	752	753	752	752	755	752	760	760	755	755	755	755
4	803	807	819	820	814	816	804	802	807	811	810	806
4.25	854	856	851	857	859	852	855	862	855	861	856	856
4.5	904	900	904	907	903	908	904	902	908	903	904	906
4.75	958	952	958	963	959	960	958	961	955	959	958	957
5	1023	1022	1023	1023	1023	1020	1022	1023	1023	1022	1022	1007

5.4.4 Hasil Pengujian dan Analisis

$$|Error| = \left| \frac{(ADC \text{ rata} - \text{rata}) - ADC \text{ perhitungan}}{(ADC \text{ rata} - \text{rata})} \right| \times 100$$

$$Error \text{ rata} - \text{rata} = \frac{\sum |Error|}{\text{jumlah data}} \%$$

$$= \frac{10,47}{21} \% = 0,499\%$$

Dari hasil pengujian ADC mikrokontroler yang dilakukan sepuluh kali pengujian didapatkan nilai *error* rata – rata sebesar 0,499%.

5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

5.5.1 Tujuan

Pengujian rangkaian secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem alat setelah setiap bagian- bagian penyusun sistem dihubungkan menjadi suatu kesatuan yang utuh.

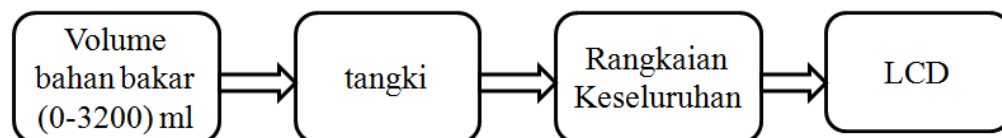
5.5.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut

- 1) *Function generator*
- 2) Rangkaian catu daya
- 3) Mekanik tangki bahan bakar *Honda Revo*
- 4) Bahan bakar premium
- 5) Gelas ukur
- 6) Rangkaian sensor MPX5050GP
- 7) Rangkaian pengkondisi sinyal
- 8) Rangkaian mikrokontroler ATmega 16
- 9) LCD
- 10) Multimeter

5.5.3 Prosedur Pengujian

Tahap pengujian yang terlebih dahulu dilakukan memastikan semua rangkain terhubung dengan benar kemudian menghidupkan catu daya. Selanjutnya memasukan bahan bakar premium ke dalam tangki sebesar 100 ml/step sampai volume bahan bakar dalam tangki 3200 ml. Tahap berikutnya mengamati data yang ditampilkan di LCD. Gambar 5.6 menunjukkan diagram blok pengujian keseluruhan.



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Keseluruhan.

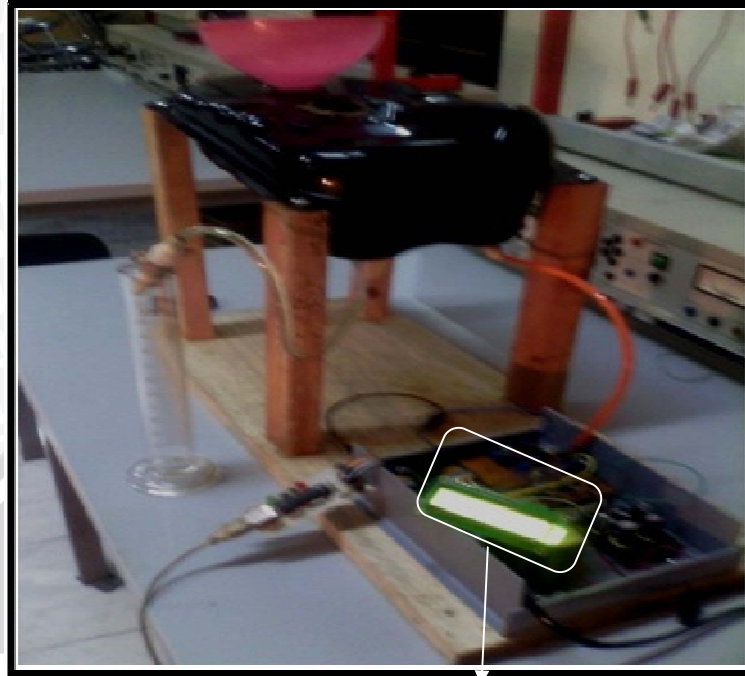
5.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan dalam Tabel 5.5 dan Gambar 5.7.

Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.

Volume Terukur (ml)	Volume terbaca (ml)			Volume terbaca rata-rata (ml)	Error (%)
	pengujian1	pengujian2	pengujian3		
0	0	0	0	0	0
100	118,9	77,2	75,2	90,4	9,6
200	240,8	208,8	19,6	213,7	6,9
300	350,5	290,1	300,3	313,6	4,5
400	448,8	378,2	395,2	407,4	1,9
500	541,1	461,3	486,8	496,4	0,7
600	688,8	537,5	573,7	600,0	0,0
700	785,7	612,1	662,0	686,6	1,9
800	847,8	698,1	758,0	768,0	4,0
900	952,7	785,7	854,7	864,4	4,0
1000	1099,5	883,8	996,8	993,3	0,7
1100	1201,5	1001,4	1101,4	1101,4	0,1
1200	1301,5	1101,4	1201,5	1201,5	0,1
1300	1401,6	1201,5	1301,5	1301,5	0,1
1400	1501,6	1301,5	1401,6	1401,6	0,1
1500	1601,7	1401,6	1501,6	1501,6	0,1
1600	1701,7	1501,6	1601,7	1601,7	0,1
1700	1801,8	1601,7	1701,7	1701,7	0,1
1800	1901,9	1701,7	1801,8	1801,8	0,1
1900	2001,9	1801,8	1901,9	1901,9	0,1
2000	2102,0	1901,9	2001,9	2001,9	0,1
2100	2202,0	2001,9	2102,0	2102,0	0,1
2200	2302,1	2102,0	2202,0	2202,0	0,1
2300	2402,1	2202,0	2302,1	2302,1	0,1
2400	2502,2	2302,1	2402,1	2402,1	0,1
2500	2602,2	2402,1	2502,2	2502,2	0,1
2600	2702,3	2502,2	2602,2	2602,2	0,1
2700	2802,4	2602,2	2702,3	2702,3	0,1
2800	2902,4	2702,3	2802,4	2802,4	0,1
2900	3002,5	2802,4	2902,4	2902,4	0,1
3000	3102,5	2902,4	3002,5	3002,5	0,1
3100	3202,6	3002,5	3102,5	3102,5	0,1
3200	3302,6	3102,5	3202,6	3202,6	0,1





Gambar 5.7 Hasil Pengujian Keseluruhan.

$$|\text{Error}| = \left| \frac{\text{Volume terukur} - \text{Volume terbaca rata - rata}}{\text{Volume terukur}} \right| \times 100$$

$$\text{Error rata - rata} = \frac{\sum |\text{Error}|}{\text{jumlah data}} \%$$

$$= \frac{36,2}{33} \% = 1,1\%$$

Terjadi rata-rata error sebesar 1,1% antara nilai volume yang terukur dengan nilai volume yang terbaca rata-rata. Hal ini disebabkan kurangnya konsistensi sensor dalam mempertahankan nilai tegangan dari tekanan yang dideteksi saat penambahan atau pengurangan volume bahan bakar dalam tangki.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian tiap bagian dan keseluruhan sistem yang telah dilaksanakan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perubahan volume bahan bakar dalam tangki menyebabkan perubahan tekanan yang dideteksi sensor, sehingga tegangan keluaran sensor berubah. Tiap perubahan volume sebesar 100 ml menyebabkan perubahan tegangan keluaran sensor rata-rata sebesar 1,7 mV. Tegangan keluaran sensor ini dikuatkan melalui rangkaian pengkondisi sinyal dan di proses oleh mikrokontroler untuk menampilkan data hasil pengukuran pada LCD. Data yang ditampilkan LCD ini mewakili volume bahan bakar dalam tangki.
- 2) Proses konversi dari tekanan menjadi volume dilakukan dalam pemrograman mikrokontroler. Data ADC dari sensor tekanan MPX5050GP diolah untuk dikonversi menjadi volume dengan algoritma program seperti yang ada pada perancangan perangkat lunak.
- 3) Pengujian keseluruhan dilakukan sebanyak 3 kali. Satu kali pengujian terdapat 32 step dengan volume 100 ml/step. Error rata-rata pengujian keseluruhan sebesar 1,1% antara volume yang terukur dengan volume yang terbaca pada LCD.

6.2 Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Sistem dapat di kembangkan untuk kendaraan pada posisi yang tidak datar.
- 2) Sistem dapat dikembangkan dengan mode kalibrasi untuk tekanan yang berubah-ubah.

Daftar Pustaka

- Afrie, Setiawan. 2011. *20 Aplikasi Mikrontroller ATMEGA 16 Menggunakan BASCOM-AVR*, Yogyakarta: Andi OFFSET.
- Agfianto, Eko. 2011. *Tutorial Pemrograman Mikrokontroler AVR dengan AVR Studio dan WinAVR GCC [ATMega 16/32/8535]*, Yogyakarta: Andi OFFSET.
- AHM.2001. *Pedoman Reparasi Honda Astrea Prima*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor.
- Andrianto, Heri. 2008. *Pemograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung : Informatika Bandung.
- Arianto, Arif. 2011. Kendaraan Bermotor di Indonesia Terbanyak di ASEAN. <http://www.tempo.co/read/news/2011/08/19/124352572/>. Tanggal 21 Oktober 2013.
- Atmel. 2010. *ATmega16*, (Online), (<http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>, diakses 1Desember 2013).
- Cooper, William David. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Jakarta: Erlangga.
- Coughlin, Robert F. 1982. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*, Jakarta: Erlangga.
- Freescale. 2010. *MPX55050*, USA: Freescale Semiconductor, Inc.
- Maulidi, Nur, dkk 2010. *Gluterna Meter Digital untuk Mengukur Tekanan Darah Manusia Berbasis Mikrokontroler ATMega8535*. Universitas Negeri Semarang
- Otosia. 2013. *Kecurangan SPBU*. (Online, <http://www.otosia.com/berita/spbu-curang-ada-lagi-beli-rp-100000-hanya-dapat-rp-80000.html>.Diakses tanggal 14 Oktober 2013).
- Prihandana, Rama, dkk. 2012. *Bioetanol*. Jakarta: Agro media.
- Trippler, Paul A. 1998. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.

