

RANCANG BANGUN MANOMETER DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8

Dedi Supriadi
D02109009

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tanjungpura Pontianak

Abstrak - Kelemahan dari alat ukur manometer analog yaitu masih menggunakan panel jarum konvensional sehingga terjadinya kesalahan pembacaan data tekanan udara kemungkinan besar akan terjadi. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan pada alat ukur manometer tersebut maka penulis berinisiatif untuk merancang sebuah alat ukur tekanan udara digital. Sistem yang akan dibuat dapat mengukur tekanan udara dalam 3 mode pengukuran yaitu mode *Gauge*, mode *Absolute* serta mode *Differential*. Penggunaan manometer digital diharapkan mampu membaca tekanan udara dengan tingkat galat (*error*) yang relatif kecil.

Alat yang dibuat dapat menampilkan nilai hasil pengukuran pada LCD dan sebagai indikator peringatan bahwa tekanan telah maksimum menggunakan buzzer yang akan berbunyi, serta menampilkan satuan tekanan dalam tiga satuan, yaitu satuan kPa, Psi dan Bar. Hasil pengujian alat menunjukkan nilai rata-rata galat (*error*) pada satuan pengukuran Psi sebesar 0.116 atau 0.425% dan pada satuan kPa 0.921 atau 0.426% serta satuan Bar 0.009 atau 0.424%.

Kata kunci : Manometer Digital, Sensor Tekanan, Mikrokontroler

1. Pendahuluan

Sejak ditemukannya teknologi pneumatik hingga saat ini peranan teknologi tersebut bagi industri-industri sangat mempengaruhi efisiensi kerja dan biaya produksi di suatu perusahaan. Salah satu perusahaan yang menggunakan peralatan pneumatik adalah perusahaan air minum seperti Pasqua, For3, Nestle dan masih banyak lagi perusahaan yang lainnya. Adapun kelebihan dari penggunaan teknologi pneumatik dapat meningkatkan produksi dari segi kecepatan dan keakuratan, mengurangi kerusakan produksi yang umumnya diakibatkan oleh kelalaian manusia dan teknologi pneumatik juga dapat mengerjakan pekerjaan yang sifatnya diluar kemampuan tenaga atau keselamatan manusia.

Peralatan-peralatan serta komponen dari pneumatik tersebut harus dijaga sebaik mungkin agar usia (*life time*) dari peralatan tersebut dapat berlangsung lama. Harga suku cadang (*spare part*) atau komponen pneumatik sangatlah mahal dan masih jarang ditemukan di toko-toko biasa, sehingga pemeliharaan peralatan komponen pneumatik tersebut mutlak harus dilakukan. Salah satu indikasi kerusakan peralatan pneumatik adalah tekanan udara yang diberikan pada komponen pneumatik tersebut berlebihan sehingga akan merusak komponen pneumatik tersebut. Saat ini alat ukur tekanan udara digital sangatlah mahal, sedangkan untuk yang murah biasanya menggunakan manometer analog. Kelemahan dari alat ukur manometer analog yaitu masih menggunakan panel jarum konvensional, sehingga terjadinya kesalahan pembacaan data tekanan udara kemungkinan besar akan terjadi.

Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan pada alat ukur manometer tersebut, maka penulis berinisiatif untuk merancang sebuah alat ukur tekanan udara digital. Sistem yang akan dibuat dapat mengukur tekanan udara dalam 3 mode pengukuran yaitu mode *Gauge*, mode *Absolute* serta mode *Differential*. Penggunaan manometer digital diharapkan mampu membaca tekanan udara dengan tingkat galat (*error*) yang relatif kecil.

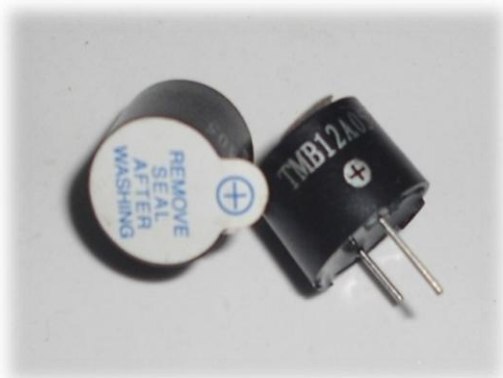
2. Tinjauan Pustaka

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem, baik yang bersifat sederhana maupun kompleks. *Chip* ini dibuat dengan beberapa ciri khasnya, yaitu memiliki memori internal yang relatif sedikit dengan beberapa varian seperti memiliki unit *input/output* langsung, memproses bit, memiliki program relatif sederhana yang berhubungan langsung dengan *input/output*. Sedangkan untuk aplikasinya, sistem ini memiliki karakteristik tersendiri, yaitu memiliki program khusus yang disimpan dalam memori untuk aplikasi tertentu, mengkonsumsi sedikit daya, murah, memiliki rangkaian dan unit *input/output* yang sederhana dan kompak, serta tahan lama. *Chip* ini mudah

diprogram, sederhana, dan baik untuk para pemula atau profesional di bidang elektronika (Usman, 2008).

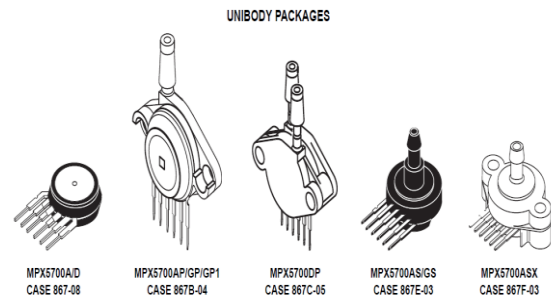
Mikrokontroler ATmega 8 merupakan mikrokontroler CMOS dengan daya rendah yang memiliki AVR RISC 8 bit. Instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan dijalankan hanya dengan satu siklus clock. Struktur I/O yang baik dengan sedikit komponen tambahan diluar. Fasilitas internal yang terdapat pada mikrokontroler ATmega 8 adalah UART, *Pulse Width Modulation* (PWM), ADC, *Analog Comperator*, *timers*, SPI, *pull-up resistors*, *Ocilators* dan *watch-dog timers*.

Buzzer adalah komponen elektronik yang dapat menimbulkan suara dari membran yang terdapat kumparan. Dengan kata lain buzzer berfungsi untuk mengubah gelombang listrik menjadi gelombang suara, buzzer bekerja pada tegangan DC sedangkan speaker bekerja pada tegangan AC. Harga buzzer di pasaran relatif cukup murah dengan spesifikasi yang bermacam-macam, tegangan kerja dari buzzer juga bervariasi diantaranya 5V, 9V, 12V, 24V dan lain-lain. Aplikasi buzzer biasanya digunakan untuk indikator sistem yang menyatakan kondisi tertentu. Gambar 2.1 adalah gambar salah satu buzzer yang digunakan pada sistem manometer digital ini dengan tegangan kerja 5 volt.



Gambar 2.1 Buzzer 5 volt
[Sumber : *Datasheet* Buzzer TMB12A05]

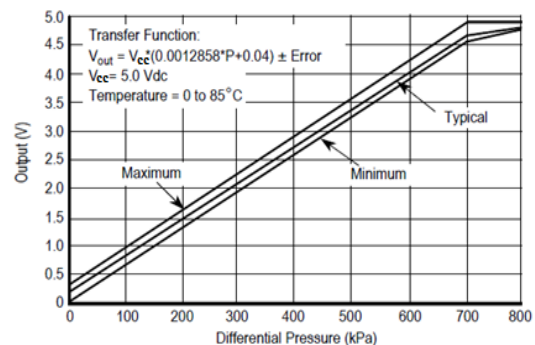
MPX5700 merupakan sensor tekanan dengan output analog, sensor ini merupakan sensor produk dari Fresscal Semikonduktor, Inc. MPX5700 dapat mengukur tekanan udara, oli maupun cairan lain dengan batas tekanan maksimum sebesar 700 kPa. Sensor MPX5700 dapat mengukur tekanan dengan 3 macam mode pengukuran yaitu, pengukuran *Gauge*, *Absolute* maupun *Differential*. Sedangkan paket dari sensor MPX5700 banyak jenisnya. Gambar 2.2 adalah gambar jenis paket dari sensor tekanan MPX5700.



Gambar 2.2 Jenis paket sensor MPX5700
[Sumber : *Datasheet* MPX5700]

Konfigurasi pin sensor MPX5700 terdiri dari 6 pin dan yang digunakan hanya 3 pin saja, yaitu pin 1 sebagai tegangan output, pin 2 sebagai ground sedangkan pin 3 sebagai masukan dari tegangan supply sebesar 5 volt, sedangkan 3 pin yang lain NC (Not Connects). Dari spesifikasi, sensor MPX5700 bekerja pada tegangan 5 volt. Tingkat sensitivitas dari sensor sebesar 6,4 mV/kPa dengan tegangan output dari 0,2 volt hingga maksimum 4,7 volt.

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada grafik perbandingan tegangan output dengan tekanan dalam satuan kPa pada Gambar 2.3.

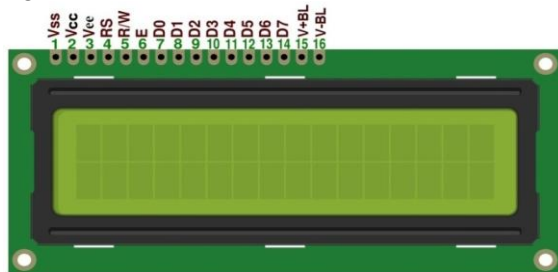


Gambar 2.3 Grafik Perbandingan tegangan output dengan kPa pada sensor MPX5700
[Sumber : *Datasheet* MPX5700]

LCD sebagai sarana output yang dapat menampilkan gambar atau tulisan sehingga lebih mudah dimengerti, dibandingkan jika kita menggunakan LED saja. Dalam hal ini kita menggunakan LCD 16x2 karakter untuk menampilkan tulisan atau karakter saja. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak ‘titik-titik’ LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel di panel dan berfungsi mengatur ‘titik-titik’ LCD tadi menjadi huruf (angka) yang terbaca.

Huruf (angka) yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII. Kode ASCII ini diterima dan diolah oleh

mikrokontroler didalam LCD menjadi “titik-titik” LCD yang terbaca sebagai huruf (angka). Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanyalah mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan. Pada Gambar 2.4 dijelaskan bentuk LCD yang digunakan.



Gambar 2.4 Bentuk LCD 16x2

[Sumber : www.Gravitech.us/LCD&Display]

3. Metodologi Penelitian

a. Langkah-langkah Perancangan

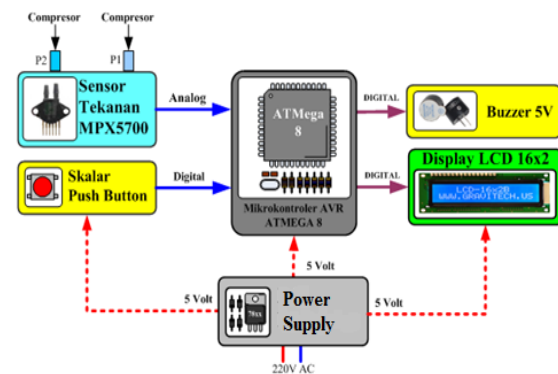
Langkah perancangan alat ini yaitu perancangan elektronik yang meliputi semua tahap dari pengerjaan yang berhubungan langsung dengan rangkaian, diantaranya adalah:

1. Desain Rangkaian atau dengan kata lain menganalisis rangkaian yang dibutuhkan untuk menunjang kerja sistem.
2. Pembuatan layout pada PCB merupakan langkah pembuatan dari skematik rangkaian komponen elektronik menjadi rangkaian papan (*board*) PCB.
3. Kemudian langkah selanjutnya adalah pemasangan komponen pada papan (*board*) PCB yang telah dibuat.
4. Untuk langkah selanjutnya adalah pengujian setiap rangkaian yang telah dibuat.

b. Perancangan Blok Diagram

Perancangan sistem terdiri dari perancangan hardware yaitu cara penempatan komponen elektronik, sedangkan perancangan software yaitu penulisan instruksi dengan bahasa BASIC. Manometer digital yang akan dibuat merupakan sistem alat instrumentasi atau alat ukur. Data hasil pembacaan dari tekanan akan ditampilkan ke display LCD, sehingga akan mempermudah seseorang untuk mengetahui dengan cepat berapa tekanan yang diukur. Sistem akan dibuat dalam 3 satuan pengukuran yaitu kPa, Psi dan Bar dengan 3 mode pengukuran yaitu *Gauge*, *Absolute* dan *Differential*. Unit pemroses menggunakan mikrokontroler ATmega 8, karena mikrokontroler AVR jenis ini mudah didapat dan harganya yang relatif murah, sistem juga akan dilengkapi dengan buzzer yang akan

berbunyi apabila tekanan yang diukur telah mendekati batas maksimum.



Gambar 3.1 Diagram blok manometer digital

c. Cara Kerja Sistem

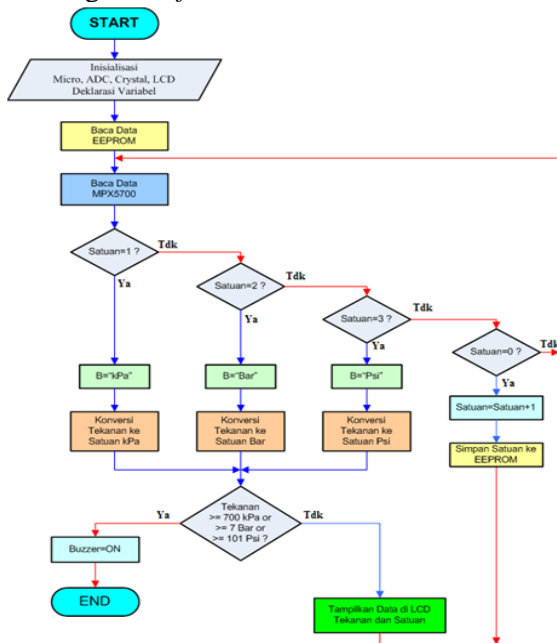
Perancangan proses alur kerja sistem diharapkan mampu menjadikan sistem digital *pressure* meter yang dibuat dapat berjalan dengan baik. Alur kerja sistem yang dibuat sebagai garis besarnya saja untuk mempermudah dalam penulisan kode program dan pembuatan *flowchart* sistem nantinya. Sistem akan bekerja jika mikrokontroler ATmega 8 telah mendapatkan *supply* tegangan dan arus sebesar 5 volt. Berikut penjelasan cara kerja sistem :

1. Langkah pertama mikrokontroler akan menginisialisasi dan mengkonfigurasi penggunaan crystal, jenis mikrokontroler, EEPROM dan port yang digunakan.
2. Langkah selanjutnya sistem akan memeriksa isi data EEPROM dan membaca data ADC sensor MPX5700.
3. Kemudian data EEPROM tersebut akan diperiksa datanya, jika data EEPROM bernilai 1 maka hasil pembacaan sensor tekanan MPX5700 akan diubah menjadi satuan “kPa”. Sedangkan jika data EEPROM bernilai 2 maka sistem akan mengkonversi pembacaan data sensor tekanan MPX5700 dalam satuan “Bar” dan jika data EEPROM bernilai 3 maka sistem akan mengkonversinya menjadi data satuan “Psi”.
4. Langkah berikutnya sistem akan memeriksa apakah data hasil konversi tersebut telah mendekati batas maksimal sensor, jika tidak maka buzzer akan dimatikan sedangkan jika telah mendekati maka buzzer akan dihidupkan agar pengguna sistem mendapatkan peringatan untuk menurunkan tekanan.
5. Selanjutnya sistem akan menampilkan data hasil konversi untuk ditampilkan pada LCD dengan satuan sesuai dengan satuan yang ada pada EEPROM.

6. Penekanan saklar pada sitem bertujuan untuk memilih jenis satuan yang akan dikonversi pada tekanan sensor MPX5700.
7. Data hasil penekanan tombol *push button* akan disimpan didalam EEPROM agar ketika sistem mati atau tidak mendapatkan sumber tegangan, maka sistem masih dapat mengetahui pemilihan satuan tekanan alat yang diinginkan pada satuan sebelumnya.
8. Langkah berikutnya sistem akan kembali pada langkah 3.

d. *Flowchart* Sistem

Alur kerja program akan menjelaskan aliran kerja perangkat software dalam mengendalikan kerja hardware, sehingga dapat dikatakan bahwa perangkat software memberikan peranan yang besar pada sistem, telah dijelaskan sebelumnya bahwa program yang digunakan oleh penulis adalah BASIC compiler atau biasa disebut dengan BASCOM AVR. Alur kerja alat atau *flowchart* merupakan bahan acuan bagi penulis didalam proses pembuatan kode-kode program. Gambar 3.2 adalah gambar *flowchart* sistem.



Gambar 3.2 *Flowchart* Manometer Digital

4. Penujian dan analisa

Tahap pengujian sistem secara keseluruhan dimana pengujian akhir ini nantinya akan membandingkan nilai dari *Air Regulator Supply Unit* pada peralatan pneumatik dengan nilai hasil konversi tekanan udara tersebut dalam 3 satuan yakni satuan kPa, Psi maupun Bar. Serta membandingkan data hasil pengukuran dengan data hasil perhitungan untuk mencari nilai besaran galat (*error*).

Prosedur pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.1 ilustrasi pengujian sistem.



Gambar 4.1 Ilustrasi pengujian sistem

Pengujian akhir bertujuan untuk membuktikan apakah alat yang dibuat dapat mengubah tekanan udara menjadi data dengan satuan kPa, Psi maupun Bar. Langkah pengujian sistem sebagai berikut:

1. Sistem dihubungkan seperti Gambar 4.1.
2. Kemudian rangkaian manometer digital yang dibuat oleh penulis diberi sumber tegangan agar sistem dapat bekerja.
3. Atur kondisi tekanan kompresor sebesar yang diperlukan.
4. Langkah selanjutnya klep pada kompresor dibuka agar aliran udara masuk kebagian *air regulator*.
5. Selanjutnya atur tekanan udara pada *air regulator* dan lihat nilai hasil pembacaan pada manometer digital. Tekan tombol mode jika ingin mengganti nilai satuan pembacaan kemudian hasil pembacaan tersebut di tulis pada kertas untuk didokumentasikan.
6. Langka 5 diulangi hingga mencapai tekanan maksimum.

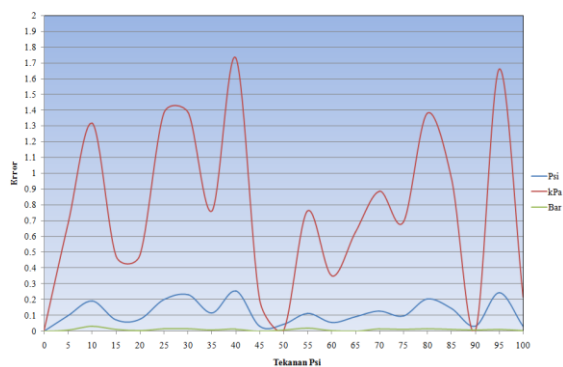
Data-data hasil pengujian sistem manometer digital dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Manometer Digital

No.	Tekanan Udara (Psi)	Hasil Konversi			Hasil Pembacaan			Error			
		kPa	Bar	Psi	kPa	Bar	Psi	kPa	Bar		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	5	34.48	0.3448	5.101	35.102	0.351	0.101	0.619	0.006		
3	10	68.97	0.6897	10.191	70.282	0.68	0.191	1.316	0.010		
4	15	103.45	1.0345	14.93	102.971	1.024	0.07	0.477	0.010		
5	20	137.93	1.3793	20.073	138.413	1.382	0.073	0.482	0.003		
6	25	172.41	1.7241	24.802	171.034	1.711	0.198	1.38	0.013		
7	30	206.90	2.0690	30.231	208.282	2.084	0.231	1.385	0.015		
8	35	241.38	2.4138	35.115	242.142	2.422	0.115	0.763	0.008		
9	40	275.86	2.7586	40.254	277.592	2.771	0.254	1.73	0.012		
10	45	310.35	3.1035	44.97	310.144	3.104	0.03	0.201	0.001		
11	50	344.83	3.4483	50.041	344.832	3.442	0.041	0.004	0.006		
12	55	379.31	3.7931	55.113	380.071	3.813	0.113	0.761	0.020		
13	60	413.79	4.1379	60.054	414.144	4.142	0.054	0.351	0.004		
14	65	448.28	4.4828	65.092	448.904	4.483	0.092	0.628	0		
15	70	482.76	4.8276	69.874	481.873	4.813	0.126	0.886	0.015		
16	75	517.24	5.1724	74.904	516.552	5.161	0.096	0.689	0.011		
17	80	551.72	5.5172	80.203	553.102	5.532	0.203	1.378	0.015		
18	85	586.21	5.8621	85.142	587.172	5.874	0.142	0.965	0.012		
19	90	620.69	6.2069	90.031	620.654	6.214	0.031	0.036	0.007		
20	95	655.17	6.5517	95.244	656.833	6.562	0.244	1.661	0.010		
21	100	689.66	6.8966	100.031	686.020	6.887	0.031	3.635	0.010		
Nilai Rata-Rata Error							0.116	0.921	0.009		
Nilai Rata-Rata Error %							0.425	0.426	0.424		

Dari data Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai galat (*error*) jika melakukan pengukuran pada satuan Psi sebesar 0.116 atau 0.425% sedangkan satuan kPa sebesar 0.921 atau 0.426% dan Bar sebesar 0.009 atau 0.424%. Besarnya nilai galat (*error*) disebabkan karena proses pengujian akhir data referensi awal menggunakan manometer analog dengan satuan Psi yang terhubung ke kompresor, hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan dalam ketepatan penentuan nilai referensi pada manometer analog serta dikarenakan ADC (*Analog To Digital Converter*) yang digunakan pada manometer digital menggunakan ADC 10 bit internal ATmega 8 yang mana ini dapat diartikan bahwa setiap kenaikan 0.00489 volt pada output sensor MPX5700DP akan menambah nilai ADC sebesar +1. Jika dikonversikan kedalam satuan kPa maka setiap kenaikan tekanan sebesar 0.684 kPa maka nilai ADC menjadi +1 dari nilai yang sebelumnya. Tingkat kesalahan dari manometer analog yang ada pada *air regulator* juga menjadi faktor penentu didalam pengujian. Ini disebabkan penulis tidak mempunyai alat ukur tekanan digital yang telah di kalibrasi sebagai bahan pembanding dari alat manometer digital yang di buat oleh penulis.

Dari data pengukuran yang dipaparkan pada Table 4.1 pengujian manometer digital maka penulis mencoba untuk membuat grafik perbandingan dari tekanan Psi pada manometer analog dengan besarnya nilai galat (*error*). Dengan grafik ini diharapkan dapat memberikan informasi nilai pergerakan dari manometer digital mode satuan pengukuran manakah yang memiliki galat (*error*) yang tinggi dan rendah. Tinggi rendahnya nilai galat (*error*) akan mempengaruhi ketelitian nilai hasil pengujian. Gambar 4.2 adalah gambar grafik hasil pengujian manometer digital sesuai dengan data Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Grafik *Error* Hasil Pengujian Manometer Digital.

Untuk menentukan nilai keandalan sistem manometer digital ini maka dilakukan pengujian dengan mengukur nilai tekanan beberapa kali dalam satu titik. Data-data hasil pengujian sistem manometer digital dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Beberapa Kali Dalam Satu Titik

No.	Tekanan Udara (Psi)	Hasil Pembacaan (Psi)					Rata-Rata (Psi)
		1	2	3	4	5	
1	5	5.132	5.136	4.998	5.032	5.003	5.060
2	10	10.192	10.024	10.203	9.998	10.201	10.124
3	15	14.931	14.998	15.002	15.102	14.979	15.002
4	20	20.072	20.003	20.034	20.103	19.986	20.040
5	25	24.879	25.036	25.107	24.978	25.002	25.000

Dari Tabel 4.2 hasil pengujian beberapa kali dalam satu titik menjelaskan bahwa dalam lima kali pengujian untuk satuan tekanan Psi nilai rata-rata hasil pembacaan manometer digital dalam pengujian mendekati nilai pembacaan pada manometer analog. Dengan demikian sistem bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam proses pengerjaan serta berdasarkan hasil pengujian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang dibuat dapat mengukur tekanan dalam 3 jenis satuan, yakni kPa, Psi dan Bar.
2. Led indikator berfungsi untuk mewakili dari mode satuan pengukuran, yakni Led hijau untuk nilai kPa, Led kuning untuk satuan Psi dan Led merah untuk satuan Bar.
3. Buzzer sebagai audio indikator peringatan akan aktif saat tekanan mendekati batas maksimum.
4. Pergantian mode satuan pengukuran tekanan udara dapat dilakukan dengan menekan tombol saklar mode.
5. Unit kontroler yang digunakan pada sistem manometer digital menggunakan ATmega 8 karena ukuran kode program yang dibuat hanya sebesar 5 Kbyte, sedangkan kapasitas memory ATmega 8 sebesar 8 Kbyte.
6. *Error* hasil pembacaan sekitar 0.425 % pada satuan Psi, sedangkan pada satuan kPa sekitar 0.426 % dan Bar 0.424 %.

7. Dari hasil pengukuran sebanyak 5 kali pada satuan Psi mendapatkan hasil rata-rata yang mendekati nilai acuan yang menunjukkan sistem bekerja dengan baik.
8. Alat ukur manometer digital dapat bekerja dengan baik sesuai dengan spesifikasinya.
9. Apabila pada kondisi tekanan maksimal yang berarti buzzer aktif, maka pengguna manometer digital harus menghentikan sistem dengan cara mengurangi atau menghilangkan tekanan pada manometer.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya ucapkan kepada:

1. Ir. Aryanto Hartoyo, MT, sebagai dosen pembimbing pertama yang telah mengarahkan dengan baik dalam proses tugas akhir ini.
2. Elang Derdian Marindani, ST, MT, sebagai dosen pembimbing kedua yang telah mengarahkan dengan baik dalam proses tugas akhir ini.
3. Laboratorium Mekatronika SMK Negeri 1 Singkawang yang telah menyediakan tempat untuk pembuatan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

- Albert, Paul Malvino PH.D. E.E ,*“Prinsip-Prinsip Elektronika”*, EDISI 3, JILID 1, Erlangga: Jakarta, 1999
- Anonim, 1999. *Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika I dan II*, Makalah tidak diterbitkan.

Atmel (2006). *“8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash Atmega 8”*. Diakses 10 Februari 2013, dari alldatasheet.

<http://alldatasheet.com/datasheet.pdf/view/MPX5700/datasheet.pdf> Diakses tanggal 10 Februari 2013.

<http://Mekatronika-corner.blogspot.com/>Diakses tanggal 10 Maret 2013.

<http://Moslem-Engineering.blogspot.com/>Konversi Satuan/ Diakses tanggal 24 Maret 2013

Setiawan, Afrie, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMega 8 dan ATMega 16 Menggunakan BASCOM AVR (Yogyakarta: Andi, 2010)

Usman, Teknik Antar Muka + Pemrograman Mikrokontroler AT89S52 (Yogyakarta: Andi, 2008)

Wahyudin, Didin, Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 Dengan Bahasa Basic Menggunakan Baskom 8051 (Yogyakarta: Andi, 2007)

<http://yanworks.wordpress.com/2007/03/24/satuan-konversi/>. Diakses tanggal 10 Maret 2013.

<http://lemjiantek.mil.id/article-111-rancang-bangun-pengukur-tekanan-udara.html>. Diakses tanggal 10 Maret 2013