PERANCANGAN SISTEM PENGISIAN UDARA BAN KENDARAAN SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

A.Suharmanto, Akhmad Musafa

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, 12260
Telp : (021) 5853753 ext 254
e-mail: lexs_s@yahoo.com, akhmadmusafa@gmail.com

Abstract– This paper discusses the design vehicle tire air filling tool automatically based Microcontroller ATmega8535. The system uses control on / off with the controlled variable is the air pressure in vehicle tires. At the time of charging, the microcontroller will control the charging and exhaust valve on the tire air charging device based on the actual air pressure in the tire that is fed back to a microcontroller via PSAN-1CV pressure sensor to fit the desired air pressure. The system is designed to measure the maximum air pressure on the tires to 60 psi and can check any leakage on the tires. From test results, the tool can measure the air pressure in the tire well according to the design, with the average value of the measurement error of 1.89%. The time required to increase the air pressure by 1 psi is different, depending on several factors such as initial tire air pressure, changes in the air pressure difference between the air compressor and pressure are given.
Key Words– charging, pressure, air, tires, microcontroller

Abstrak– Makalah ini membahas rancang bangun alat pengisian udara ban kendaraan secara otomatis berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Sistem ini menggunakan kontrol on/off dengan variabel yang dikontrol adalah tekanan udara pada ban kendaraan. Pada saat pengisian, mikrokontroler akan mengendalikan valve pengisian dan pembuangan udara pada alat pengisian udara ban berdasarkan kondisi tekanan udara aktual pada ban yang diumpanbalikkan ke mikrokontroler melalui sensor tekanan PSAN-1CV agar sesuai dengan tekanan udara yang diinginkan. Sistem yang dirancang dapat mengukur tekanan udara maksimum pada ban sampai 60 psi dan dapat memeriksa adanya kebocoran pada ban. Dari hasil pengujian, alat ini dapat mengukur tekanan udara pada ban dengan baik sesuai rancangan, dengan nilai rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1,89%. Waktu yang dibutuhkan untuk menambah tekanan udara per 1 Psi berbeda-beda, tergantung beberapa faktor yaitu tekanan angin awal ban, perubahan selisih tekanan udaranya serta tekanan udara kompresor yang diberikan.
Kata Kunci– pengisian, tekanan, udara, ban, mikrokontroler

I. PENDAHULUAN

Kondisi ban kendaraan yang prima dengan tekanan udara yang tepat sesuai dengan spesifikasi merupakan syarat kenyamanan dalam berkendara. Salah satu masalah yang sering dialami oleh pengguna kendaraan adalah berkurang atau berlebihnya tekanan udara pada ban yang mengakibatkan kenyamanan berkendara menjadi berkurang dan dalam jangka panjang akan dapat memperpendek umur pakai ban.

Ketika mengalami hal ini, pengguna kendaraan akan melakukan penambahan atau pengurangan tekanan udara pada ban kendaraan di tempat pengisian udara ban yang banyak dijumpai di pinggir jalan. Namun seringkali hasil penambahan atau pengurangan tekanan udara ban ini tidak sesuai dengan yang diinginkan. Hal ini karena pada umumnya pengisian udara pada ban kendaraan masih menggunakan cara manual, dimana ban diisi dengan udara menggunakan kompresor tanpa mengetahui berapa tekanan udara pada ban yang diinginkan, kemudian tekanan udara pada ban dikurangi sesuai dengan yang diinginkan dengan bantuan alat ukur tekanan yang bekerja secara analog. Hal ini dapat mengakibatkan ketidaktepatan pembacaan nilai tekanan udara pada ban serta memperlambat pekerjaan dalam pengisian udara pada ban kendaraan serta terjadinya pemborosan energi. Kalaupun ada alat pengisian udara ban yang berkualitas dan akurat, umumnya alat-alat tersebut relatif mahal dan hanya terdapat pada bengkel-bengkel besar yang jumlahnya masih terbatas. Untuk itu dirancang sistem pengisian udara pada ban secara otomatis yang sekaligus dapat mengukur tekanan udara pada ban dengan nilai yang lebih ekonomis sehingga dapat digunakan oleh bengkel atau tempat pengisian udara ban kelas menengah ke bawah yang banyak terdapat di pinggir jalan.

Sistem ini bertujuan untuk memudahkan pengisian udara pada ban kendaraan dan dapat mengetahui tekanan udara pada ban sebelum pengisian. Sistem ini secara otomatis dapat melakukan penambahan udara jika tekanan udara pada ban berada di bawah nilai tekanan yang ditentukan, dan dapat melakukan pembuangan udara jika tekanan udara pada ban berada di atas nilai tekanan yang ditentukan, sehingga dengan sistem ini mempercepat dan memudahkan dalam pengisian udara pada ban kendaraan.

II. DASAR TEORI

2.1 Konsep Tekanan

Tekanan udara diukur berdasarkan tekanan gaya pada permukaan dengan luas tertentu. Tekanan (P) adalah besaran fisika untuk

menyatakan gaya (F) per satuan luas (A) dan dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \qquad (1)$$

dimana :

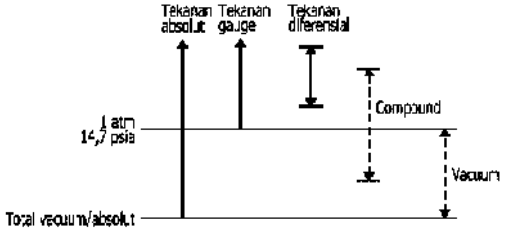
P = tekanan, dalam Pa (Pascal)

F = gaya, dalam N (newton)

A = luas permukaan yang memperoleh tekanan, dalam m^2 (meter persegi).

Klasifikasi tekanan menurut tingkat pengukurannya seperti ditunjukkan pada Gambar 1, adalah:

1. Tekanan Absolut, adalah tekanan mutlak pada suatu zat.
2. Tekanan Vakum, menunjukkan seberapa lebih tekanan atmosfer dari tekanan mutlak.
3. Tekanan Differensial, sama seperti tekanan gauge tetapi tidak dimulai dari tekanan atmosfer, melainkan di atas tekanan atmosfer.
4. Tekanan Compound, yaitu tekanan diantara tekanan atmosfer.



Gambar 1. Klasifikasi tekanan menurut tingkat pengukurannya

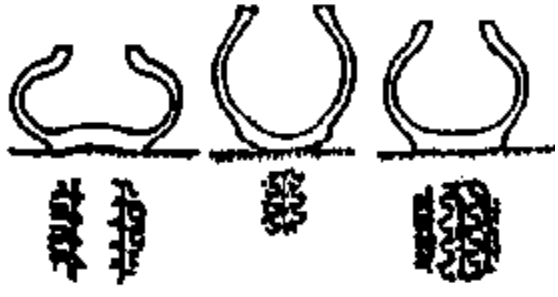
Dalam sistem satuan Internasional, satuan tekanan adalah Pa (pascal). Tetapi satuan tekanan ban yang umum digunakan dalam praktek adalah Psi. Satuan-satuan tekanan dan konversinya seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Satuan tekanan dan konversinya

	kPa	**Mm Hg**	**millibar**	**In H_20**	**PSI**
1 atm	101,325	760	1013,25	406,795	14,696
1 kPa	1	7,5	10	4,01475	0,145
1 mm Hg	0,1332	1	1,3322	0,535	0,01933
1 mbar	0,1	0,75	1	0,401	0,0145
1 in H_2O	0,2490	1,868	2,4908	1	0,0361
1 PSI	6,89473	51,7148	68,9473	27,6807	1
1 mm H_20	0,009806	0,07355	98x10-8	0,03937	0,0014223

2.2 Tekanan Ban

Tekanan ban adalah besarnya tekanan angin yang dikompres ke dalam ban. Ban merupakan bagian penting bagi kendaraan. Ketidak-sesuaian tekanan ban bisa berakibat fatal. Gambar 2 memperlihatkan beberapa kondisi tekanan ban.



(a) (b) (c)

Gambar 2. Ban dalam berbagai kondisi tekanan

Keterangan gambar:

(a) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban yang kurang.

(b) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban tinggi.

(c) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban standart.

Setiap produsen kendaraan baik sepeda motor, mobil, bus, dan lain sebagainya pasti mempunyai rekomendasi tekanan ban yang standar. Tabel 2 menunjukkan beberapa standar tekanan ban untuk berbagai macam jenis kendaraan.

Tabel 2. Tekanan ban standar berbagai jenis kendaraan

Jenis	**Ban depan**	**Ban belakang**
Sepeda motor	28-30 psi	32-34 psi
Mobil	23-32 psi	25-36 psi
Truk / bus kecil	70-80 psi	80-100 psi
Trailer / bus besar	90-100 psi	100-120 psi

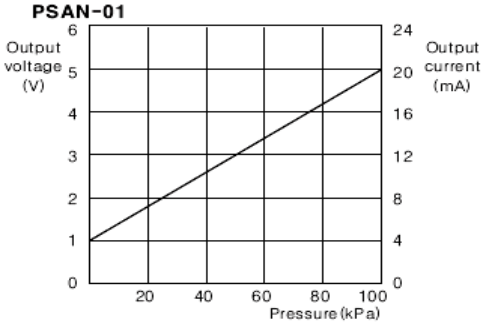
Tekanan ban yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat diubah/disesuaikan, tergantung kondisi jalan/medan yang ditempuh, jenis ban yang digunakan dan berat beban yang diangkut.

2.3 Sensor Tekanan PSAN Series

Untuk mengetahui besarnya tekanan zat cair atau gas dan mengubahnya menjadi besaran listrik digunakan sensor tekanan. Salah satu sensor tekanan yang ada dipasaran adalah PSAN Series yang diproduksi oleh Autonics. Sensor ini memiliki bentuk yang relatif kecil, resolusi yang tinggi, dan dapat digunakan untuk mengukur tekanan gas, air dan oli. Keluaran sensor PSAN Series berupa tegangan analog 1-5 volt. Bentuk fisik sensor tekanan PSAN Series ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3. Bentuk fisik sensor tekanan PSAN series

Sensor tekanan PSAN Series tersedia berbagai macam tipe untuk memenuhi kebutuhan konsumennya sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Pada sensor tekanan PSAN Series, perubahan tekanan yang diukur sebanding dengan tegangan keluaran (V_{out}). Gambar 4 menunjukkan grafik karakteristik input dan output PSAN Series.



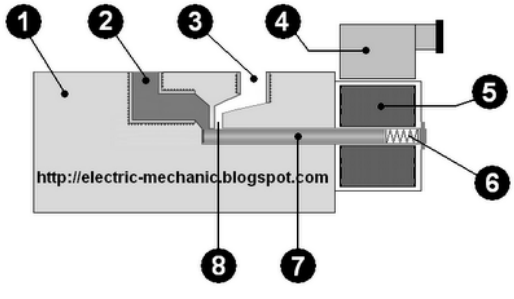
Gambar 4 Grafik hubungan input tekanan dan tegangan keluaran sensor PSAN Series

2.4 Solenoid Valve

Selenoid valve digunakan untuk mengatur masuk dan keluarnya udara bertekanan pada ban kendaraan yang bekerja dengan cara mengkonversi sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerak linear mekanik. Jenis selenoid valve yang digunakan dalam sistem pengisian udara ban ini adalah selenoid valve pneumatic seri SL-2V025-08 seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakan plunger yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid valve pneumatic atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran (*outlet*), lubang masukan (*inlet*) dan lubang exhaust. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan masuk atau supply (*service unit*), lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan keluar yang dihubungkan ke pneumatic, sedangkan lubang exhaust berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja. Bagian-bagian dari selenoid valve pneumatic seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 5. Bentuk fisik selenoid valve 2V025-08



Gambar 6. Bagian-bagian selenoid valve pneumatic

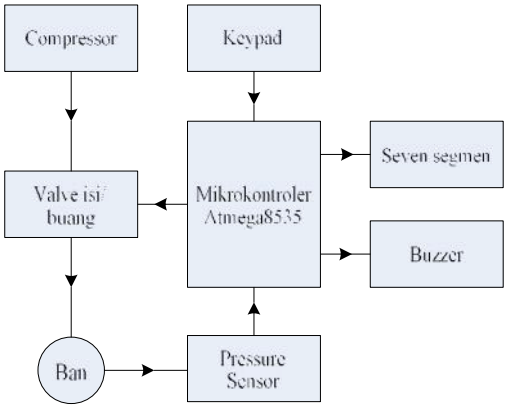
Berikut keterangan gambar Solenoid Valve Pneumatic:

1. Valve Body
2. Terminal masukan (Inlet Port)
3. Terminal keluaran (Outlet Port)
4. Terminal slot power suplai tegangan
5. Kumparan gulungan (koil)
6. Spring
7. Plunger
8. Lubang / exhaust

Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (valve) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve pneumatic akan keluar udara bertekanan yang berasal dari suplai (*service unit*), pada umumnya solenoid valve pneumatic ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Diagram Blok Sistem

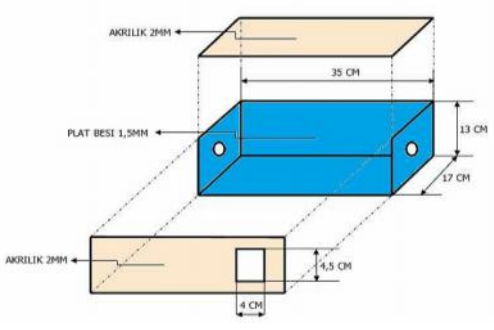


Gambar 7. Diagram blok sistem pengisian udara ban kendaraan bermotor secara otomatis

Sistem pada Gambar 7 terdiri dari 4 bagian yaitu input, proses, output dan indikator. Bagian input terdiri dari dua sub bagian yaitu sub bagian untuk input tekanan udara acuan melalui keypad 3x4 dan bagian input tekanan udara aktual yang diumpanbalikkan melalui sensor tekanan PSAN Series. Pemrosesan data dilakukan oleh mikrokontroler Atmega8535 yang menerima dan membandingkan data dari keypad dan sensor tekanan untuk kemudian mengolah dan menghasilkan sinyak kendali yang digunakan untuk mengatur valve isi/ buang. Selenoid *valve* isi/buang yaitu bagian dari sistem yang berfungsi untuk menutup atau membuka saluran pengisian dan pembuangan tekanan angin. Selenoid *valve* yang digunakan adalah AIRTAC 2v025-08. Sedangkan bagian indikator terdiri dari dua sub bagian yaitu rangkaian seven segmen 3 digit yang digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran tekanan angin pada ban kendaraan bermotor, dan indikator buzzer yang berfungsi sebagai alarm bahwa tekanan udara pda ban mobil sudah sesuai dengan tekanan acuan yang diinginkan. Kompresor pada sistem digunakan sebagai sumber tekanan udara yang akan diisikan ke ban kendaraan melalui selenoid valve. Ban mobil merupakan obyek yang akan diisi udara dan di ukur tekanannya.

3.2 Perancangan Perangkat Keras Sistem

Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan mekanik sistem dan perancangan rangkaian elektronik sistem. Bentuk fisik dari alat Pengisian Udara Ban Kendaraan secara Otomatis ini dirancangan dengan ukuran panjang 35cm, lebar 17cm dan tinggi 13 cm seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Material bahan yang digunakan adalah plat besi ukuran 1.5 mm dan akrilik ukuran 2 mm.



Gambar 8. Rancangan bentuk fisik alat

Rangkaian elektronik sistem terdiri dari :

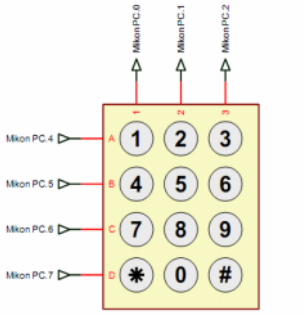
1. Rangkaian Keypad
2. Rangkaian Sensor Tekanan
3. Rangkaian Mikrokontroler
4. Rangkaian Driver
5. Rangkaian Seven Segmen
6. Rangkaian Buzzer

3.2.1 Rangkaian Keypad

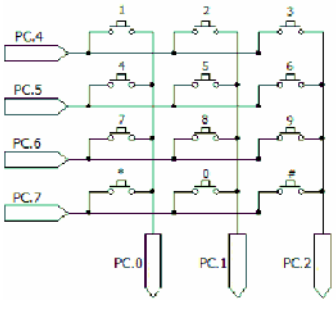
Keypad yang digunakan dalam sistem ini adalah keypad 3x4 (3 kolom 4 baris) dengan bentuk fisik dan rangkaian skematik seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

3.2.2 Rangkaian Sensor Tekanan

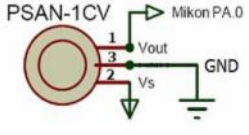
Sensor tekanan yang digunakan adalah PSAN-1CV yang memiliki output tegangan analog 1-5 volt jika diberikan input tekanan 0-10 bar / 0-145 Psi, dengan karakteristik keluaran seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Sensor ini terdiri dari 3 pin, yaitu pin 1 sebagai pin output tegangan analog yang akan dihubungkan dengan pin masukan ADC mikrokontroler (PA.0), pin 2 dihubungkan dengan catu daya, dan pin 3 dihubungkan dengan ground. Rangkaian sensor tekanan PSAN-1CV seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 9. Bentuk fisik keypad 3x4



Gambar 10. Rangkaian keypad 3x4



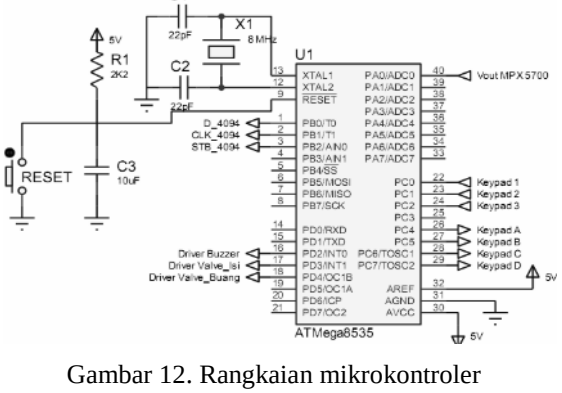
Gambar 11. Rangkaian sensor tekanan PSAN-1CV

Tabel 3. Karakteristik output sensor PSAN-1C

Tekanan Angin	Output Tegangan
10 bar / 145 Psi	5 volt
5 bar / 72.5 Psi	3 volt
0 bar / 0 Psi	1 volt

3.2.3 Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 12 dengan penggunaan port seperti ditunjukkan pada Tabel 3.



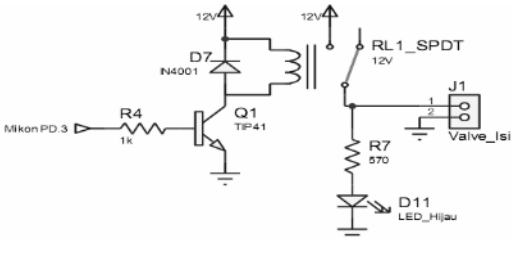
Gambar 12. Rangkaian mikrokontroler Atmega8535

Tabel 4. Fungsi port mikrokontroler Atmge8535

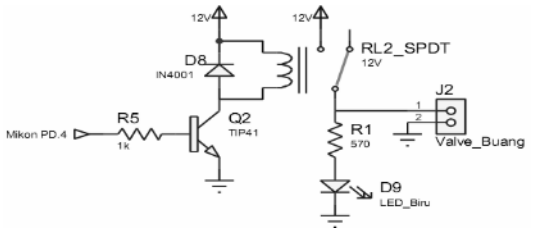
Port I/O	Fungsi
PA.0	Digunakan sebagai port masukan tegangan analog dari sensor tekanan PSAN-1CV
PB.0	Port keluaran ke pin data IC 4094 shift register seven segment
PB.1	Port keluaran ke pin clock IC 4094 shift register seven segment
PB.2	Port keluaran ke pins strobe IC 4094 shift register seven segment
PC.0 – PC.6	Port masukan dan keluaran yang dihubungkan dengan keypad 3x4
PD.2	Port keluaran yang dihubungkan dengan rangkaian buzzer
PD.3	Port keluaran yang dihubugnkan dengan rangkaian driver valve isi
PD.4	Port keluaran yang dihubungkan dengan rangkaian driver valve buang

3.2.4 Rangkaian Driver

Rangkaian driver pada sistem ini terdiri dari dua driver, yaitu driver untuk selenoid valve isi dan driver untuk selenoid valve buang. Komponen penyusun rangkaian driver terdiri dari 1 buah relay SPDT 12 volt seri HANAYA T73-22 dengan nilai toleransi tegangan kerja 11.5 volt sampai 12 volt, 1 buah transistor NPN seri TIP41, 1 buah dioda IN4001, 1 buah resistor 1 KΩ dan 1 buah LED sebagai indikator. Skematik rangkaian driver selenoid valve isi dan selenoid valve buang ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 14. Data logika 0 atau 1 dari pin PD.3 dan PD.4 mikrokontroler digunakan sebagai input rangkaian driver yang akan memerintahkan selenoid valve isi dan selenoid valve buang untuk membuka atau menutup.



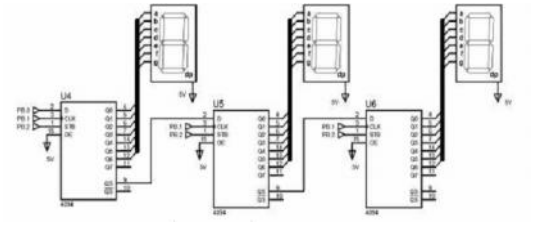
Gambar 13. Rangkaian driver selenoid valve isi



Gambar 14. Rangkaian driver selenoid valve buang

3.2.5 Rangkaian Display

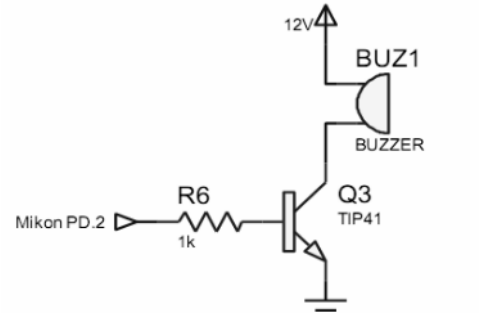
Rangkaian display terdiri dari 3 buah seven segmen common anoda dan IC shift register 4049 (*serial to parallel*) dengan skematik rangkaian ditunjukkan pada Gambar 15. Input rangkaian terdiri dari data, clock dan sinyal strobe yang berasal dari PB.0, PB.1 dan PB2. mikrokontroler. Data serial yang diinputkan akan diubah oleh shift register menjadi data paralel 8 bit yang diumpankan ke seven segmen.



Gambar 15. Rangkaian seven segmen

3.2.6 Rangkaian Buzzer

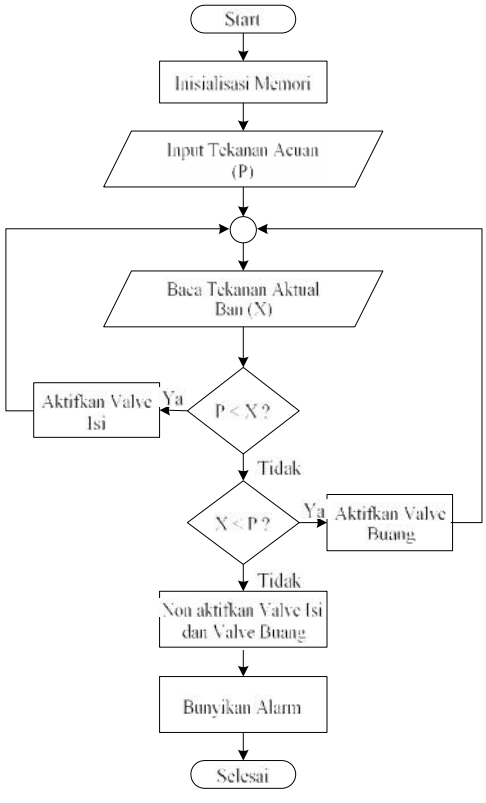
Buzzer dalam sistem ini berfungsi sebagai tanda bahwa tekanan udara pada ban sudah sesuai dengan tekanan acuan yang diinputkan. Rangkaian terdiri dari 1 buah resistor 1K, transistor NPN TIP41 dan buzzer dengan catu daya 12 volt. Input rangkaian adalah sinyal logika 1 dari PD.2 mikrokontroler yang akan mengakibatkan transistor yang difungsikan sebagai saklar elektronik akan saturasi. Hal ini mengakibatkan adanya arus dari catu daya 12 volt mengalir melalui buzzer sehingga *buzzer* berbunyi. Skematik rangkaian buzzer seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Rangkaian Buzzer

Merupakan generasi pertama dalam teknik mengatur kemiringan antena. Mekanisme antena dimiringkan secara kasar beberapa derajat ke arah vertikal dalam memodifikasi satu layanan area. Namun teknik secara tradisional ini membawa sejumlah masalah, efektifnya hanya dalam mengarahkan ke depan, tapi dapat merusak azimut.

3.3 Prinsip Kerja Sistem Pengisian Udara Ban Kendaraan secara Otomatis



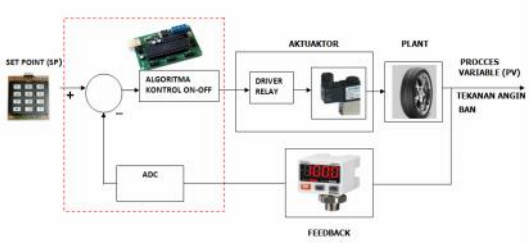
Gambar 17. Algoritma program sistem pengisian udara ban kendaraan secara otomatis

Ketika akan dilakukan pengisian udara, pengguna terlebih dahulu menginputkan takanan udara yang diinginkan melalui tombol keypad dalam satuan Psi. Data tekanan acuan ini selanjutnya akan disimpan di dalam memori mikrokontroler. Selanjutnya sensor tekanan PSAN Series akan membaca tekanan aktual ban dan dikirimkan ke mikrokontroler. Tekanan aktual ban ini akan dibandingkan dengan tekanan acuan yang sudah terlebih dahulu diinputkan. Jika tekanan aktual lebih kecil dari tekanan acuan, maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal kendali ke rangkaian driver valve isi untuk membuka selenoid valve isi sehingga terjadi pengisian udara dari kompresor ke ban. Sebaliknya jika tekanan aktual lebih besar dari tekanan acuan, maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal kendali ke rangakaian driver valve buang untuk membuka selenoid valve buang sehingga udara dari ban akan dibuang ke luar. Selama proses pengisian atau pembuangan udara berlangsung, sensor tekanan akan terus

mendeteksi tekanan aktual sampai nilainya sama dengan tekanan acuan. Jika tekanan aktual sudah sama dengan tekanan acuan, mikrokontroler akan mengelurakan sinyal kendali untuk menonaktifkan valve buang atau valve isi, sekaligus mengaktifkan buzzer yang menandakan proses sudah selesai. Prinsip kerja sistem secara keseluruhan diimplementasikan dalam rancangan algoritma program seperti ditunjukkan pada Gambar 17.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Tujuan pengujian pada sistem keseluruhan ini adalah untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan dalam mendeteksi kondisi tekanan ban dan melakukan pengisian atau pembuangan angin sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian dilakukan pada beberapa ban yang memiliki tekanan yang rendah sampai yang tinggi, yaitu dari tekanan angin ban terendah 10 psi dan tekanan ban tertinggi 40 psi. Sistem pengisian udara ban pada kendaraan ini menggunakan sistem kendali *on-off* dimana sistem akan mengendalikan *valve* isi dan buang membuka atau menutup. Gambar 18 menunjukkan diagram kontrol sistem secara keseluruhan.



Gambar 18. Diagram blok kontrol sistem

Langkah pertama dalam pengujian sistem adalah mengaktifkan alat, lalu mereset alat dengan menekan tombol "*" pada keypad sehingga seven segmen akan menampilkan angka "000" seperti ditunjukkan pada Gambar 19.

Gambar 19. Tampilan seven segmen pada alat setelah direset

Langkah selanjutnya adalah memasang selang keluaran pada pentil ban yang akan diatur tekanannya seperti ditunjukkan pada Gambar 20. Setelah selang keluaran terpasang pada pentil ban, selanjutnya menginputkan nilai tekanan acuan melalui keypad, lalu mengaktifkan proses pengaturan tekanan ban dengan menekan tombol "#" pada keypad. Sistem secara otomatis akan bekerja menyesuaikan tekanan udara pada ban dengan nilai tekanan acuan yang diberikan dengan mengisi atau membuang tekanan udara tergantung dari kondisi tekanan aktual pada ban. Jika tekanan aktual sudah sesuai dengan tekanan acuan, buzzer akan berbunyi yang menandakan proses pengaturan tekanan ban sudah selesai.

Gambar 20. Memasang selang keluaran ke pentil ban kendaraan

Pengujian dilakukan sebanyak 22 kali secara acak dengan berbagai kondisi tekanan awal ban yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan untuk kasus menambah tekanan angin dan mengurangi tekanan angin. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian sistem

No	Tekanan awal ban (Psi)	Input data pada keypad (Psi)	Perubahan tekanan	Waktu (detik)	Waktu rata-rata (1psi/dt)	Hasil Akhir Pengukuran (Psi)	Alat pengukur pembanding (Psi)
	25	35	10	34	3,1	35	34,5
2	35	40	5	20	0,5	40	39,8
3	29	26	-3	106	8,4	26	25,4
4	17	16	-2	76	8,4	16	9,5
5	10	15	5	35	[illegible]	15	[illegible]
6	13	20	7	38	5,7	20	19,5
7	24	30	6	51	[illegible]	30	29,4
8	29	35	6	35	5,8	35	34,8
9	33	40	7	24	3,4	40	39,5
10	29	36	-3	51	8,7	36	29,5
11	29	27	-2	5	2,5	27	26,1
12	25	20	5	59	11,8	20	19,6
13	23	25	2	14	7	25	24,6
14	23	30	7	15	2,1	30	28,8
15	7	35	[illegible]	30	7,5	35	[illegible]
16	25	30	5	62	12,4	30	29,4
17	22	25	3	32	10,6	25	24,5
18	24	15	9	62	6,9	15	15,1
19	13	20	7	89	12,8	20	19,5
20	19	25	6	48	7,2	25	[illegible]
21	29	30	1	12	8	30	29,5
22	30	35	5	35	5,6	35	34,4
		Jumlah			172,8	586	577,3

Dari data pada Tabel 4 dapat dihitung ketelitian alat seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat dianalisa bahwa hasil pengujian alat mempunyai nilai rata-rata kesalahan sebesar 1,89%.

Pengujian sistem yang dilakukan terdiri dari dua variasi pengujian yaitu pengujian untuk pengisian tekanan udara dan pengujian untuk pembungan tekanan udara. Pengujian penambahan tekanan udara dilakukan dengan cara mengukur tekanan udara awal pada ban dari kondisi yang lebih kecil ke kondisi lebih besar.

Sedangkan pengujian pengurangan tekanan udara pada ban dilakukan dengan cara mengukur tekanan awal ban yang lebih besar ke tekanan yang lebih kecil. Pengujian dilakukan pada ban dengan ukuran R13/175/70. Data hasil pengujian penambahan tekanan udara ditunjukkan pada Tabel 6, sedangkan data hasil pengujian pengurangan tekanan udara ditunjukkan pada Tabel 7. Dari hasil pengujian pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menambah tekanan udara per 1 Psi pada ban berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor seperti kondisi tekanan awal ban dan tekanan udara dari kompresor sebagai sumber tekanan udara yang akan dimasukkan ke ban melalui valve pengisian. Hubungan perubahan tekanan dengan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian tekanan udara pada ban seperti ditunjukkan pada Gambar 21.

Tabel 5. Data hasil perhitungan ketelitian alat

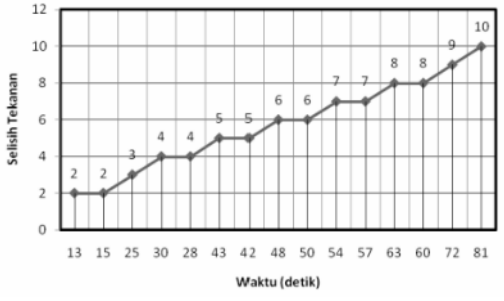
No	Alat pengukur pembanding (Psi)	Hasil Akhir Pengukuran (Psi)	Kesalahan (%)
	P aktual	P terukur	$\frac{P\ aktual - P\ terukur}{P\ aktual} x\ 100\%$
1	34,6	35	1.45
2	39,6	40	1.0
3	25,4	26	2.36
4	9,8	10	2.04
5	14,4	15	4.17
6	19,5	20	2.56
7	29,4	30	2.04
8	34,6	35	0.57
9	39,3	40	1.78
10	29,3	30	2.39
11	26,3	27	2.66
12	19,9	20	0.50
13	24,8	25	0.81
14	28,8	30	4.17
15	24,8	25	0.81
16	29,4	30	2.04
17	24,3	25	2.88
18	15,1	15	0.66
19	19,5	20	2.56
20	24,5	25	2.04
21	29,5	30	1.69
22	34,4	35	1.74
Rata – rata Kesalahan (%)			1.89

Tabel 6. Data hasil pengujian penambahan tekanan udara pada ban

NO	Tekanan awal ban (Psi)	Hasil pengukuran akhir (Psi)	Perubahan tekanan (Psi)	Waktu (detik)
1	28	30	2	13
2	23	25	2	15
3	22	25	3	25
4	21	25	4	30
5	31	35	4	28
6	35	40	5	43
7	30	35	5	42
8	24	30	6	48
9	29	35	6	50
10	33	40	7	54
11	13	20	7	57
12	20	28	8	63
13	30	38	8	60
14	18	37	9	72
15	25	35	10	81

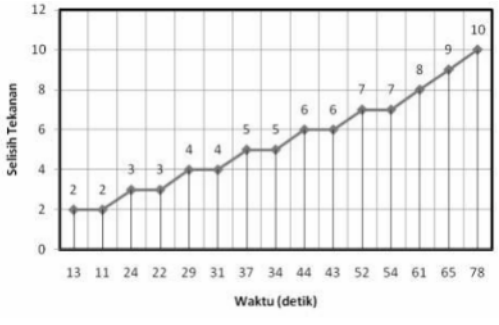
Tabel 7. Data hasil pengujian pengurangan tekanan udara pada ban

NO	Tekanan awal ban (Psi)	Hasil pengukuran akhir (Psi)	Perubahan tekanan (Psi)	Waktu (detik)	Waktu yang diperlukan per Psi (detik)
1	29	27	-2	13	6,5
2	26	24	-2	11	5,5
3	21	18	-3	24	8,0
4	26	23	-3	22	7,3
5	30	26	-4	29	7,3
6	34	30	-4	31	7,8
7	25	20	-5	37	7,4
8	40	35	-5	34	6,8
9	32	26	-6	44	7,3
10	26	20	-6	43	7,2
11	17	10	-7	52	7,4
12	28	21	-7	54	7,7
13	38	30	-8	61	7,6
14	25	20	-9	65	7,2
15	39	29	-10	78	7,8



Gambar 21. Grafik perubahan tekanan udara terhadap waktu pengisian tekanan udara pada ban

Sedangkan dari hasil pengujian pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengurangi tekanan udara per 1 Psi pada ban juga berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena faktor kondisi tekanan awal ban dan perubahan tekanan udara pada ban. Hubungan perubahan tekanan dengan waktu yang dibutuhkan untuk pengurangan tekanan udara pada ban seperti ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik perubahan tekanan udara terhadap waktu pengurangan tekanan udara pada ban

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa sistem, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengisian udara ban pada kendaraan ini menggunakan sistem kontrol *on-off* dimana sistem akan mengendalikan *valve* isi dan buang membuka atau menutup.
2. Sistem pengisian udara ban pada kendaraan ini dapat mengisi tekanan angin sampai dengan 60 Psi.
3. Sistem ini juga dapat mengecek dan mengisi tekanan angin ban kendaraan sesuai dengan data input tekanan yang dimasukan.
4. Dari hasil pengujian alat maka disimpulkan bahwa alat ini mempunyai nilai rata-rata kesalahan sebesar 1,89 %.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan menambah tekanan angin per 1 Psi berbeda-beda ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya tekanan angin awal ban, perubahan selisih tekanan anginnya serta tekanan angin kompresor yang sebagai masukan dari sistem yang akan diteruskan oleh *valve* isi ke ban kendaraan.

REFERENSI

[1] _____ , *Elektronika Dasar*, http://elektronika-dasar.com/ , (2012, 24 Oktober).

[2] _____ , *Konsep dasar Penyearah*, http://elektronika-dasar.com/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/, (2012, 22 Oktober).

[3] _____ , *Teori Dasar Transistor*, http://elektrojiwaku.blogspot.com/2011 /03/teori-transistor.html, (2012, 23 Oktober).

[4] _____ , *ADC (Analog to Digital Conventer)*, http://depokinstrument.com /2011/07/20/adc-analog-to-digital-converter, (2012, 27 Oktober).

[5] Faizun Mohammad, *Pemrograman Mikrokontroler Atmega dengan CVAVR dan Simulasi ISIS PROTEUS*, Jakarta, EDUMACS Publisher, 2012.

[6] Lingga Wardhana, *Mikokontroler AVR Seri ATMega8535*, Yogyakarta, Indonesia, Andi, 2006.