

SISTEM PENGONTROLAN MOTOR DC DAN KATUP OTOMATIS

Erlina¹; Carolus Borromeus S²
Sekolah Tinggi Teknik PLN – STT PLN

Abstrak

Mikrokontroler AT89S52 untuk mengendalikan motor dc yang berfungsi sebagai motor pompa air dan katup otomatis sebagai pengontrol keluar masuknya air, aplikasi pengontrolan ini penulis maksudkan sebagai simulasi pengisian air pada sebuah ember atau bak secara open loop melalui media perantara sms yang juga berperan sebagai pemberi perintah, yang kelak bila disempurnakan menjadi closed loop dapat diaplikasikan untuk pengisian tangki boiler pada pembangkit- pembangkit listrik.

Kata kunci: Mikrokontroler AT89S52, motor DC dan katup otomatis

Abstract

AT89S52 microcontroller to control a dc motor that serves as a water pump motor and automatic valves as water entry and exit control, application control, the writer intended as a simulation of filling water in a bucket or tub in open loop through an intermediary medium sms which also serves as a giver of orders, which later when refined into a closed loop can be applied for filling the boiler tank in plants - power plants.

Keywords: Microcontroller AT89S52, DC motors and automatic valves

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini pembangkit-pembangkit listrik milik PT PLN (Persero) sebagian besar menggunakan tenaga uap yang bersumber dari sumber energi tidak terbarukan. Pembangkit listrik tenaga uap digerakkan oleh turbin uap yang diputar oleh tekanan dari energi kinetik uap (*steam*) yang dihasilkan oleh boiler. Boiler menghasilkan uap setelah melalui pembakaran menggunakan sumber – sumber energi fossil fuel, batubara atau energi nuklir.

Pada pembangkit tenaga uap, katup/ *valve* digunakan sebagai alat kontrol beberapa sumber energi atau bahan yang dibutuhkan dengan motor pompa air sebagai tambahan. Dengan dasar ini pengontrolan katup dan motor pompa secara otomatis amat diperlukan di dalam perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Uap. Sehingga penulis mencoba untuk membuat simulasi dasar berupa pengisian air pada ember atau bak menggunakan katup otomatis dan pengaturan motor dc yang dapat dikontrol hanya dengan menggunakan media sms,

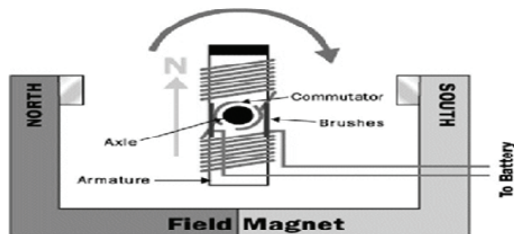
pertama-tama data sms yang berupa PDU dari *handphone* akan dikirim ke mikrokontroler yang kemudian diolah menjadi perintah bagi mikon pengontrol katup otomatis dan motor DC dengan bantuan *driver* dari masing - masing alat tersebut

Aplikasi yang digunakan adalah pada motor dc yang berfungsi sebagai motor pompa air dan katup otomatis sebagai pengontrol keluar masuknya air, motor Dc adalah suatu alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Magnet permanent motor DC mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan. Aplikasi pengontrolan ini dimaksudkan sebagai simulasi pengisian air pada sebuah ember atau bak secara open loop melalui media perantara sms yang juga berperan

sebagai pemberi perintah, yang kelak bisa disempurnakan menjadi closed loop dapat diaplikasikan untuk pengisian tangki boiler pada pembangkit – pembangkit listrik.

2. Motor DC

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC. Motor DC banyak dipakai karena dapat disesuaikan untuk secara ideal menerima pulsa digital untuk kendali kecepatan. Pemilihan cara pengendalian akan tergantung dari kebutuhan terhadap gerakan motor DC itu sendiri. Elemen utama motor DC adalah magnet, armatur atau rotor, commutator, sikat (*Brushes*), as atau poros (*Axle*).



Gambar 1. Komponen-komponen pada Motor DC

Motor DC berputar sebagai hasil saling interaksi dua medan magnet. Interaksi ini terjadi disebabkan arus yang mengalir pada kumparan.

Generator listrik DC dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalamnya terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Sedangkan untuk motor DC, memerlukan supply tegangan arus searah pada bagian kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik dari listrik. Motor dc kutub luar mempunyai kerangka luar disebut stator yaitu (bagian yang tidak berputar), kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar pada medan magnet, maka akan timbul tegangan gaya gerak listrik (ggl) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah

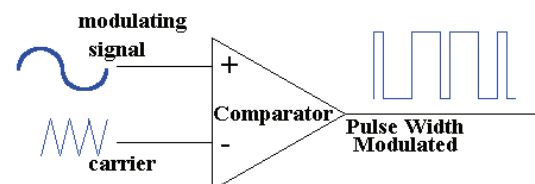
putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik mengacu pada hukum kekekalan energi : Energi Listrik = Energi Mekanik + Energi Panas + Energi di dalam medan magnet. Gambar 2 adalah jenis motor yang digunakan dalam penulisan ini.



Gambar 2. Jenis Motor DC yang digunakan yaitu MTR-DSR01

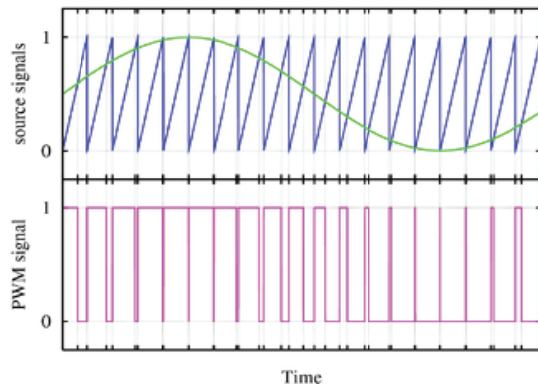
II.2 Cara pengendalian Motor DC dengan mikrokontroler metode PWM

Untuk mendapatkan sinyal PWM dari input berupa sinyal analog, dapat dilakukan dengan membentuk gelombang gigi gergaji atau sinyal segitiga yang diteruskan ke komparator bersama sinyal aslinya. Namun pada beberapa tipe mikrokontroler telah tersedia fasilitas pembangkit PWM jadi tidak memerlukan lagi komparator.



Gambar 3. PWM sinyal analog dengan menggunakan Komparator

Pada umumnya ada 2 jenis PWM yang sering digunakan dalam pengontrolan motor yaitu PWM sederhana (*Amplitudo*) dan Advance PWM (PWM Delta). PWM sederhana adalah PWM yang biasa digunakan pada pengontrolan motor DC dimana sinyal carriernya (biasanya berupa segitiga) memiliki frekuensi yang tetap dan tidak memiliki sinyal referensi, sedangkan *Advance PWM* biasa digunakan untuk mengontrol motor AC memiliki sinyal referensi yang berasal dari sumber tegangan AC dan sinyal carriernya berupa gelombang segitiga yang sinusoidal. PWM Amplitudo jika digambarkan dalam bentuk sinyal, maka terlihat seperti gambar 4 dibawah ini :

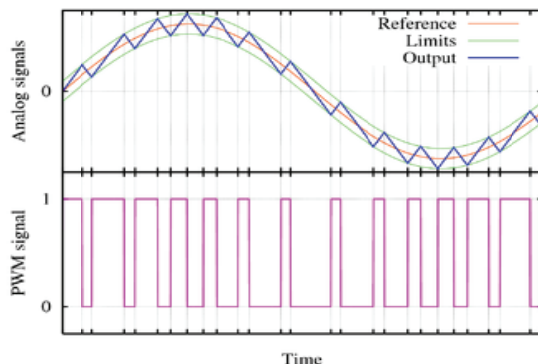


Gambar 4. Sinyal PWM sederhana

Keterangan Gambar 4:

- : Amplitudo
- : Sinyal carrier segitiga
- : Sinyal PWM

Sedangkan Advance PWM (PWM Delta) bila digambarkan akan terlihat seperti gambar 5. di bawah ini:

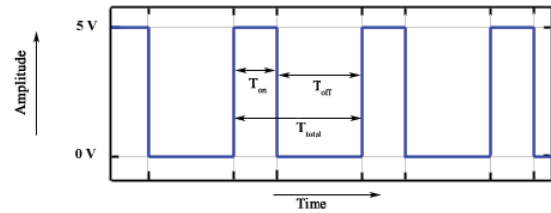


Gambar 5. Sinyal PWM advance

Keterangan Gambar 5:

- : Gelombang carrier segitiga
- : Sinyal referensi
- : Sinyal PWM yang dihasilkan

Secara umum PWM adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal atau tegangan yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, yang akan digunakan untuk mentransfer data pada telekomunikasi ataupun mengatur tegangan sumber yang konstan untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda.



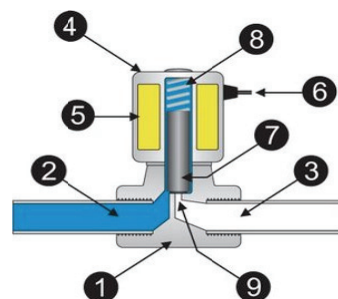
Gambar 6. Sinyal PWM Digital

Terlihat pada gambar 6, bahwa sinyal PWM adalah sinyal digital yang amplitudonya tetap, namun lebar pulsa yang aktif (*duty cycle*) per periodenya dapat diubah-ubah. Dimana periodenya adalah waktu pulsa high (1) Ton ditambah waktu pulsa low (0) Toff.

2.3. Katup Otomatis menggunakan Katup Selenoid

Didalam sistem perpipaan *selenoid valve* tidaklah asing. *Selenoid valve* merupakan alat kontrol yang berfungsi sebagai keran ON / OFF zat alir. Selenoid valve ini terdiri dari:

1. Body
2. Inlet
3. Outlet
4. body selenoid (umumnya berbahan plastik)
5. coil selenoid
6. terminal coil
7. jarum nozzle
8. pegas
9. celah alir



Gambar 7. Bagian – bagian Selenoid Valve

3. PERANCANGAN ALAT

Prinsip kerja dari rangkaian Kit pengolahan data SMS adalah dengan mengubah level tegangan TTL menjadi RS232 dan sebaliknya agar mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui driver RS232. Lalu data dari SMS yang berupa PDU diolah menggunakan program Assembler agar dapat mengontrol Mikrokontroler AT89S52 melakukan perintah-perintah yang diinginkan. Lalu kemudian oleh kit pengontrol katup otomatis dan motor DC perintah-perintah tersebut diolah kembali dengan mikrokontroler AT89S52 dengan bantuan driver katup

otomatis dan driver motor DC untuk dapat menghidupkan serta mematikan katup otomatis juga dapat mempercepat atau memperlambat laju motor DC.

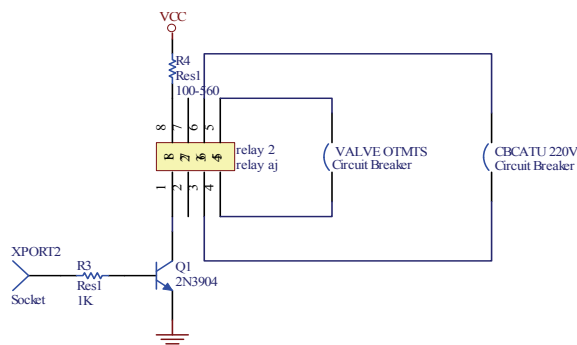
3.1 Driver Motor DC dan Katup Otomatis

Setelah program disimpan ke dalam Mikrokontroler AT89S52 tidak bisa langsung dijalankan pada alat yang dituju dalam kasus ini adalah Motor DC dan Valve Otomatis, agar dapat melakukannya maka dibutuhkan rangkaian perantara yang disebut Driver.

Driver ini akan berfungsi sebagai rangkaian antarmuka bagi alat yang dituju dengan kontrol melalui port-port mikrokontroler.

3.1.1. Driver Katup Otomatis

Berikut adalah gambar desain schematic rangkaian driver Katup Otomatis:



Gambar 8. Desain schematic Driver Katup Otomatis

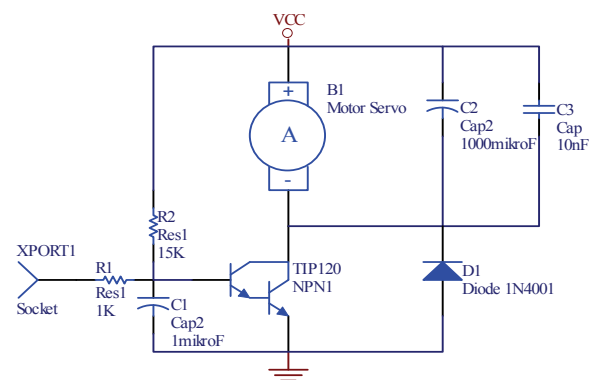
Metode di atas digunakan untuk mengendalikan relay yang memiliki tegangan kerja atau arus yang dibutuhkan besar dalam kasus ini dibutuhkan sebesar 12V. Relay tidak langsung dihubungkan ke port mikrokontroler tetapi melalui sebuah transistor, basis transistor inilah yang akan dikendalikan oleh mikrokontroler.

R1 adalah resistor yang berfungsi untuk membatasi arus relay sekaligus mencegah terjadinya short ($100-560\Omega$), sedangkan R2 adalah resistor basis Q1 ($1K\Omega - 10K\Omega$). Transistor yang digunakan harus mempunyai arus yang cukup untuk dapat mengaktifkan relay. Relay akan aktif apabila basis Q1 mendapat bias artinya port mikrokontroler berada di logika tinggi. Jika P0 yang digunakan sebagai port pengendali, maka resistor pullup eksternal mutlak diperlukan.

3.1.2 Driver Motor DC

Driver Motor DC yang dibuat menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*), dengan mengatur tegangan DC ke motor tersebut, kecepatan motor bisa diatur dari 0 (mati) sampai kecepatan maksimum (tegangan DC maksimum). Salah satunya adalah dengan cara memprogram AT89S52 untuk mengeluarkan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) atau modulasi lebar pulsa. Teknik ini memerlukan sebuah filter pelewat frekuensi rendah (LPF = *Low Pass Filter*) dan 1 pin mikrokontroler. Sinyal PWM yang diumpankan ke sebuah LPF akan menjadi tegangan DC rata-rata (RMS = *root mean square*) dari sinyal PWM tersebut.

Sinyal PWM dibangkitkan dengan mengatur siklus kerja (*duty cycle*) sebuah gelombang kotak. Siklus kerja adalah periode di mana gelombang kotak berada di logika tinggi (waktu ON). Sebagai contoh jika dalam satu siklus waktu ON dan waktu OFF sama, maka siklus kerjanya adalah 50%. Atau siklus kerja dikatakan 20% jika waktu ON-nya adalah 1/5 dari periode gelombang kotak. Semakin tinggi siklus kerja semakin lama waktu ON, sehingga semakin tinggi pula tegangan rata-rata DC-nya. Siklus kerja 100% artinya gelombang selalu ON setiap waktu.



Gambar 9 Driver motor DC dengan PWM

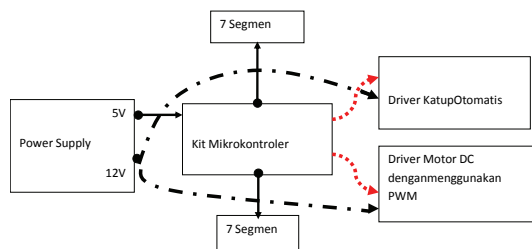
Pada gambar diperlihatkan rangkaian untuk mengendalikan motor DC dengan sinyal PWM, kapasitor $1\mu F$ membentuk LPF dan akan memfilter sinyal PWM yang dikeluarkan oleh pin mikrokontroler. Sinyal PWM ini kemudian akan menjadi masukan bagi transistor darlington yang akan menguatkannya untuk menggerakkan motor. Semakin besar sinyal masukan, semakin besar pula kecepatan motor. Tegangan VCC diatur tidak melebihi tegangan kerja motor, sedangkan transistor darlington dipilih agar mampu menangani arus yang mengalir ke motor.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak direalisasikan kemudian disimulasikan dan diamati. Tahapan – tahapan pengamatan yang dilakukan antara lain Pengujian Awal dan Pengujian Performa Alat.

a. Pengujian Awal

Berupa pengujian tegangan dan arus pada Kit Mikrokontroler, driver Katup Otomatis dan Motor DC. Pada pengujian ini diuji berapa tegangan pada saat rangkaian alat serta berapa arus yang diserap oleh sistem sedang bekerja, berikut adalah diagram penyaluran tegangan pada alat – alat yang digunakan pada saat baru saja dihidupkan.



Gambar 10. Diagram penyaluran tegangan pada alat-alat yang dipakai

Penjelasan:

- : Tegangan 5 Volt
- . → : Tegangan 12 Volt
- : Sumber tegangan dari port Mikrokontroler AT89S52

Pada dasarnya besarnya tegangan yang dipakai pada awal penghidupan alat adalah seperti yang diterangkan pada tabel 4.1 namun pada saat dilakukan pengukuran secara langsung didapat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data pengukuran tegangan pada alat

No.	Bagian Alat yang diuji	Pengujian	
		Tegangan (Volt)	Arus (mA)
1	VCC Kit Mikrokontroler AT89S52	4.96	9.0 - 10.0
2	Sumber tegangan tiap led pada 7 Segmen	3.65	1.5
3	VCC Driver Katup Otomatis	11.82	24
4	VCC Driver Motor DC	11.83	24
5	Tegangan keluaran dari port-port mikrokontroler AT89S52	4.8 - 4.9	9.0- 10.0

Hasil besar tegangan yang didapat sedikit lebih lebih kecil daripada yang seharusnya karena adanya tahanan pada rangkaian alat serta keluaran dari catu daya yang kurang dari seharusnya (tidak pas).

b. Pengujian Performa Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performa alat pada saat digunakan atau dijalankan untuk mengontrol katup otomatis dan Motor DC.

b.1 Seven Segment

Cara pengujian yang dilakukan pada seven segment sama seperti pada pengujian awal yaitu dengan mengukur besar tegangannya langsung secara manual sehingga dihasilkan data seperti tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Tegangan pada masing-masing port2

No.	Tampilan Seven Segment	Besarnya tegangan pada masing - masing port 2 (Volt)							
		Port 2.0	Port 2.1	Port 2.2	Port 2.3	Port 2.4	Port 2.5	Port 2.6	Port 2.7
1	0	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.42	4.8	4.8
2	1	4.8	0.44	0.43	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
3	2	0.44	0.44	4.8	0.44	0.44	4.8	0.44	4.8
4	3	0.44	0.44	0.43	0.44	4.8	4.8	0.44	4.8
5	4	4.8	0.44	0.43	4.8	4.8	0.42	0.44	4.8
6	5	0.44	4.8	0.43	0.44	4.8	0.42	0.44	4.8
7	6	0.44	4.8	0.43	0.44	0.44	0.42	0.44	4.8
8	7	0.44	0.44	0.43	0.44	4.8	4.8	4.8	4.8
9	8	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.42	0.44	4.8
10	9	0.44	0.44	0.43	0.44	4.8	0.42	0.44	4.8
11	a	0.44	0.44	0.43	4.8	0.44	0.42	0.44	4.8
12	b	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.42	0.44	4.8
13	c	0.44	4.8	4.8	0.44	0.44	0.42	4.8	4.8
14	d	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.42	4.8	4.8
15	e	0.44	4.8	4.8	0.44	0.44	0.42	0.44	4.8
16	f	0.44	4.8	4.8	4.8	0.44	0.42	0.44	4.8

Data besar tegangan pada tabel 4.2 diambil pada saat seven segment dihidupkan dan dijalankan secara bertahap dari 0 hingga ke f, melalui port – port penghubung dari mikrokontroler ke seven segment secara langsung yang cara pemakaiannya dengan metode seven segment Common Anoda.

b.2 Motor DC

Pengujian alat pada motor DC dilakukan pada saat kondisi akan dihidupkan dengan diberi tegangan sebesar 12 Volt pada driver yang akan diatur secara PWM melalui Port Output Motor DC (Port 1.2) dan Switch UP (Port 1.0) serta Switch Down (Port 1.1). Posisi awal

dari motor DC adalah tidak berputar bukan karena tidak diberi tegangan namun dikarenakan tegangan yang terlampau kecil tidak mampu untuk menggerakkan rotor pada motor DC. Lalu pertama-tama motor diberi perintah acc untuk memperbesar tegangan yang mengakibatkan rotor motor mulai berputar secara perlahan terus hingga mencapai kecepatan maksimum, kemudian setelah mencapai kecepatan maksimum, motor diberi perintah br yang berfungsi menurunkan tegangan terus secara perlahan – lahan hingga tegangan yang diberikan terlampau kecil yang menyebabkan seolah – olah motor mati.

Tabel 4.3 Besarnya tegangan pada Motor DC saat dikontrol kecepatannya

No.	Posisi	Besarnya tegangan pada Motor DC (Volt)
1	Pada saat awal dihidupkan	10.94
2	Perintah acc pertama kali	11.25
3	Perintah acc kedua kali	11.54
4	Perintah acc ketiga kali (max)	11.75
5	Perintah br pertama kali	11.57
6	Perintah br kedua kali	11.26
7	Perintah br ketiga kali	10.95

b.3 Katup Otomatis

Pengujian pada Katup Otomatis dilakukan pada saat kondisi akan dihidupkan melalui port 0.0 yang akan diatur oleh switch port 1.3 yang berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan port 0.0 sehingga motor akan on (hidup) dan off (mati).

Tabel 4.4 Besarnya tegangan pada port – port pengatur Katup Otomatis

No.	Posisi keadaan Katup Otomatis	Tegangan pada port (Volt)	
		Port 0.0	Port 1.3
1	Hidup (On)	0.23	4.8
2	Mati (Off)	4.8	0.44

4.1 Analisis

Pengamatan-pengamatan yang telah dikerjakan kemudian dianalisis berdasarkan teori-teori dasar atau lanjutan pendukung pengerjaan tugas akhir, adapun analisis dibagi 3 sesuai tiap-tiap alat:

1) Seven Segment

Seven segment yang dipakai adalah secara Common Anoda, dimana Seven Segment Common Anoda merupakan suatu Seven Segment dimana semua anoda dari LED terhubung ke VCC atau " High" dan Catoda dihubungkan ke Decoder, sehingga untuk menggunakannya, Decoder yang harus digunakan adalah Decoder bersifat Aktif Low. Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa LED yang hidup pada Seven Segment adalah Led yang terhubung dengan port 2 yang mendapat tegangan kecil (0,42 – 0,44 Volt) sedangkan LED yang terhubung dengan port yang tegangannya besar (4,8 Volt) mati, hal tersebut terjadi pula sama persis dengan Seven Segment yang terhubung pada port 3 mikrokontroler. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa :

Tabel 4.5 Kesimpulan Pengaturan LED oleh port 2 dan port 3

No.	Port yang dipakai	Led pada Seven Segment yang diatur oleh port
1	2.0 dan 3.0	A
2	2.1 dan 3.1	B
3	2.2 dan 3.2	C
4	2.3 dan 3.3	D
5	2.4 dan 3.4	E
6	2.5 dan 3.5	F
7	2.6 dan 3.6	G

2) Motor DC

Pada awalnya Motor DC berputar secara konstan namun pada saat tegangan pada port Port Output Motor DC (Port 1.2) diatur kecepatan sinyal oscilatornya menggunakan PWM melalui Switch Up (Port 1.0) dan Switch Down (Port 1.1), menyebabkan tegangan pada motor DC berubah-ubah besarnya sehingga mempengaruhi kecepatan Motor DC pula menjadi semakin cepat atau semakin lambat meskipun kecil perubahan kecepatannya.

3) Katup Otomatis

Katup Otomatis mudah untuk dikontrol karena hanya digunakan 1 switch saja untuk menghidupkan dan mematikan Katup Otomatis melalui port 0.0 sebagai output dari mikrokontroler ke katup dan port 1.3 sebagai switch on-off Katup Otomatis tersebut yang bilamana tiap port bekerja bersifat Aktif Low.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam melakukan pemrograman Mikrokontroler AT89S52 dengan sistem yang minimum memberikan kesempatan bagi setiap orang untuk dapat mengembangkan alat dan programnya.
2. Penggunaan Oscilator 12 MHz menyebabkan kecepatan transfer proses transmisi program pada masing-masing port mikrokontroler optimal .
3. PWM dapat digunakan untuk mengatur kecepatan Motor DC dengan memberikan sinyal *carrier* berupa segitiga yang diatur gelombangnya menggunakan dutycycle serta dimodulasikan secara simulasi seolah-olah menggunakan *comparator* oleh mikrokontroler AT89S52 terhadap gelombang amplitudo supply tegangan 12 V.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budiharto, Widodo. 2005. *Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroler, Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
2. Kilian, (2003), *Modern Control Technology: Components and Systems*, Delmar.
3. Maas, James, (1995), *Industrial Electronics*, New Jersey: Prentice-Hall.
4. Sutrisno. (1986). *ELEKTRONIKA Teori dan Penerapannya*. Bandung : ITB
5. Usman, 2008, *Teknik Antarmuka + Pemrograman Mikrokontroler AT89S52*, Andi Offset, Yogyakarta
6. <http://www.atmel.com>, Atmel 8051 Microcontrollers Hardware Manual, Atmel Corp., 2004
7. <http://atmel.com>, AT89 Series Hardware Descriptionss, Atmel Corp., 1997
1. Yusuf, 2006, *Modul Training DXP 2004*, Jakarta