



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KATUP AIR  
DENGAN MOTOR DC**

**SKRIPSI**

**DAVID DANIEL CHRISTIANTO SINURAT  
0906602515**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JANUARI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KATUP AIR  
DENGAN MOTOR DC**

**SKRIPSI**

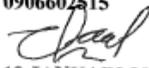
**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik  
Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro**

**DAVID DANIEL CHRISTIANTO SINURAT  
0906602515**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JANUARI 2012**

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS**

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

**Nama** : David Daniel Christianto Sinurat  
**NPM** : 0906602515  
**Tanda tangan** :   
**Tanggal** : 19 JANUARI 2012



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : David Daniel Christianto Sinurat  
NPM : 0906602515  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Wahidin Wahab MSc. Ph.D

Penguji I : Dr. Abdul Muis S.T, M.Eng

Penguji II : Ir. Aries Subiantoro M.SEE.

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 19 Januari 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Ir. Wahidin Wahab MSc, PhD Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tugas akhir ini;
- (2) Orang tua saya, ayah dan ibu yang selalu memberi perhatian yang terbaik untukku, serta tak pernah berhenti memberi semangat dan dorongan supaya saya dapat berhasil. Semoga Tuhan Yesus selalu memberkati dan menyertai ayah dan ibu.;
- (3) Semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tuhan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu serta skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, Januari 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

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

Nama : David Daniel Christianto Sinurat  
NPM : 0906602515  
Program Studi : Teknik Elektro Ekstensi  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

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

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN KATUP AIR DENGAN MOTOR DC**

berserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Nonekklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 19 Januari 2012

Yang Menyatakan

  
David Daniel Christianto Sinurat

## ABSTRAK

Nama : David Daniel Christianto Sinurat

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Rancang Bangun Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC

Skripsi ini membahas sebuah rancangan sistem pengaturan katup air yang menggunakan motor DC sebagai penggerak atau aktuator pada katup. Dalam sistem ini, menggunakan sebuah driver motor DC dan LCD (Liquid Crystal Display) yang terhubung langsung dengan mikrokontroler. Input sistem berupa tombol tekan yang digunakan oleh operator untuk memberikan masukan bukaan katup yang diinginkan, LCD digunakan untuk menampilkan hasil bukaan katup. Mikrokontroler disini berfungsi untuk membaca input dari tombol tekan, membaca nilai potensiometer sebagai nilai ADC, memberikan input *Duty Cycle PWM* pada motor DC, dan mengirimkan hasil pada LCD.

Kata kunci : mikrokontroler, motor DC, katup air

## **ABSTRACT**

Name : David Daniel Christianto Sinurat

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Design of a valve control system using a DC motor

This paper discusses a design of a water valve control system that uses a DC motor as a driver or actuator on the valve. In this system, using a DC motor drivers and LCD (Liquid Crystal Display) connected directly to the microcontroller. Input for this sistem is push button used by operators to provide input valve opening, the LCD is used to display the results of valve opening. Microcontroller serves here to read input from a push button, read the potentiometer value as the value of the ADC, providing input to the PWM Duty Cycle DC motor, and sends the result on the LCD.

Keywords: microcontroller, DC motor, water valve

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan .....	1
1.4. Metodologi .....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Motor DC .....	3
2.1.1 Konstruksi Motor DC .....	4
2.1.2 Karakteristik Motor DC.....	5
2.2. Sistem Pengendali Motor (Driver).....	7
2.3. Sistem Penggerak Roda Gigi.....	9
2.4. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 .....	13
2.5. LCD (Liquid Crystal Display) .....	15
2.6. Katup atau Valve .....	17
<b>BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1. Deskripsi Alat .....	23

3.2. Diagram Blok dan Cara Kerja .....	23
3.3 Rangkaian Driver Motor DC .....	25
3.4 Perancangan Posisi Katup Air .....	27
3.5 Perancangan Mekanik Roda Gigi .....	28
<b>BAB 4 ANALISA DATA .....</b>	<b>29</b>
4.1 Pengujian Driver Motor .....	29
4.2 Pengujian Posisi Katup air .....	31
4.3 Pengujian <i>Duty Cycle</i> PWM pada Motor DC .....	35
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>	<b>37</b>
DAFTAR ACUAN .....	38
LAMPIRAN	

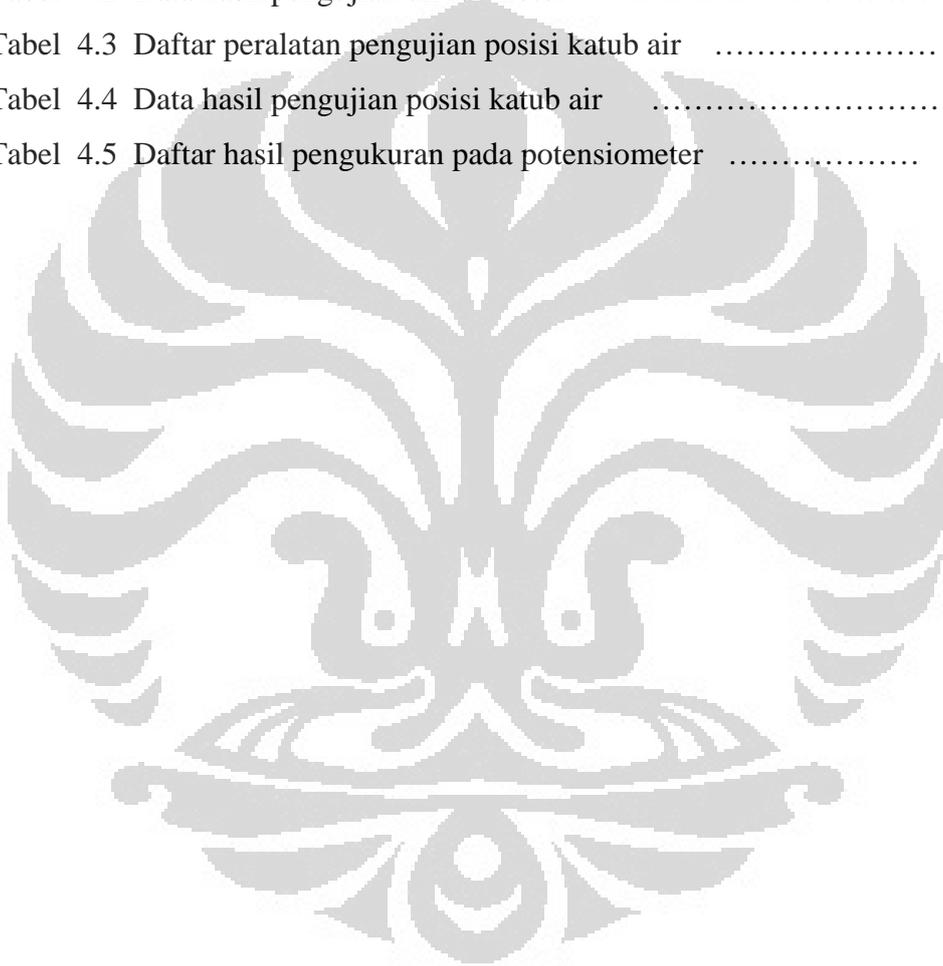


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Salah satu tampilan fisik dari motor DC Motor DC sederhana	3
Gambar 2.2. Kontruksi Motor DC	4
Gambar 2.3. Ilustrasi torsi pada dua katrol yang berbeda	6
Gambar 2.4. Blok diagram IC L298	8
Gambar 2.5. Ilustrasi Pulse Width Modulation	8
Gambar 2.6. Salah satu tampilan fisik dari roda gigi	9
Gambar 2.7. Penggerak pendamping (pinion) kecil dan roda gigi pemacu (spur Wheel)	9
Gambar 2.8. Hubungan roda gigi	11
Gambar 2.9. Hubungan roda-roda bersinggungan	11
Gambar 2.10 Diagram blok ATmega 8535	15
Gambar 2.11 Rangkaian Interface ke LCD karakter 2 x 16	16
Gambar 2.12 Salah satu contoh gate valve	18
Gambar 2.13 Salah satu contoh katup bola	19
Gambar 2.14 Salah satu contoh katup kupu-kupu	19
Gambar 2.15 Salah satu contoh katup piring	20
Gambar 2.16 Salah satu contoh katup udara	20
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	23
Gambar 3.2 Diagram Blok Cara Kerja Sistem	23
Gambar 3.3 Skematik Diagram Alat	24
Gambar 3.4 Konfigurasi L298	25
Gambar 3.5 Konfigurasi Rangkaian L298	26
Gambar 3.6 Posisi kaki-kaki potensiometer	27
Gambar 4.1 Konfigurasi pengujian rangkaian driver motor	29
Gambar 4.2 konfigurasi pengujian posisi katup air	31
Gambar 4.4 Posisi bukaan Katup Air	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Deskripsi Fungsi-Fungsi pin <i>LCD</i> .....	17
Tabel 3.1 Tabel kebenaran arah putaran motor .....	26
Tabel 4.1 Daftar peralatan pengujian driver motor .....	30
Tabel 4.2 Data hasil pengujian driver motor .....	30
Tabel 4.3 Daftar peralatan pengujian posisi katub air .....	32
Tabel 4.4 Data hasil pengujian posisi katub air .....	32
Tabel 4.5 Daftar hasil pengukuran pada potensiometer .....	35



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang.**

Sistem katup air memiliki kontrol dalam katupnya dimana bisa ditentukan berapa besar bukaan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan. Dalam mengontrol bukaan katup ini menggunakan motor DC yang mempunyai rugi-rugi pada putaran katup dalam penggunaannya, yang dapat mempengaruhi kinerja dari katup air sehingga tidak sesuai dengan yang dibutuhkan. Rugi-rugi yang dimaksud adalah pada saat motor DC sudah bekerja untuk menggerakkan pintu katup air, pintu katup air belum bergerak sampai mencapai putaran tertentu baru pintu katup air bergerak dan menutup. Sama halnya dengan pada saat pintu katup air dalam kondisi tertutup. Sehingga perhitungan bukaan yang dipakai terkadang meleset atau bukaan katup tidak sesuai dengan yang diinginkan.

Untuk itu dicoba melalui sistem katup air dengan menggunakan motor DC ini untuk mengurangi rugi-rugi tersebut, sehingga bukaan pada katup air dapat sesuai dengan yang dibutuhkan. Sebagai parameter untuk memeriksa bukaan sudah sesuai dengan yang diinginkan dihitung dengan membandingkan nilai potensiometer yang terhubung pada poros katup air..

### **1.2. Perumusan Masalah.**

Dalam merancang modul ini ditemukan kendala yaitu katup air yang mempunyai rugi-rugi pada saat motor berputar katup belum bergerak sama sekali baik pada saat membuka atau menutup serta diperlukan modul kontrol untuk mengendalikan motor tersebut supaya bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

### **1.3. Tujuan.**

Tujuan skripsi ini adalah untuk merancang suatu sistem kendali katup air yang dapat dikendalikan dengan menggunakan motor DC

sekaligus berupaya meminimalisir rugi-rugi yang ada pada putaran katup air tersebut.

#### **1.4. Metodologi**

Untuk meminimalkan masalah yang timbul, maka teknik penyelesaian yang akan digunakan adalah :

1. Studi Kepustakaan

Meliputi kegiatan mencari data-data atau teori-teori yang mendukung dari buku-buku, internet, dan sumber pustaka lainnya.

2. Metode Bimbingan

Meliputi kegiatan konsultasi dengan dosen pembimbing, dosen-dosen yang terkait dengan bahasan, dan rekan perkuliahan.

3. Rancang Bangun Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC

4. Pengujian Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut, Bab pertama berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, metodologi, dan sistematika penulisan. Bab kedua berisikan bahan materi yang berhubungan dan mendukung dalam pembuatan skripsi ini. Bab ketiga berisikan perancangan sistem yang diusulkan untuk dibuat dalam tugas skripsi. Bab keempat berisikan analisa dan data hasil percobaan. Bab kelima berisikan kesimpulan pada skripsi ini.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Motor DC

Motor DC adalah alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC sederhana dibangun dengan menempatkan kawat yang dialiri arus di dalam medan magnet. Kawat yang membentuk loop ditempatkan sedemikian rupa diantara dua buah magnet permanen. Bila arus mengalir pada kawat, arus akan menghasilkan medan magnet sendiri yang arahnya berubah-ubah terhadap arah medan magnet permanen sehingga menimbulkan putaran. Besarnya nilai arus yang mengalir pada lilitan kawat akan mempengaruhi besarnya nilai torsi dan kecepatan motor.

Motor DC dibuat dalam tiga tipe dasar. Tiga tipe dasar motor dc itu adalah motor seri, motor paralel, dan motor gabungan. Motor seri banyak dipakai pada beban awal yang berat dengan momen gaya yang tinggi sehingga putaran motor akan menjadi rendah, pada aplikasinya yaitu pada motor derek atau kerek pengangkat. Motor paralel dibuat untuk pengaplikasian pada pemompaan cairan, dimana kecepatan yang konstan sangat diperlukan.

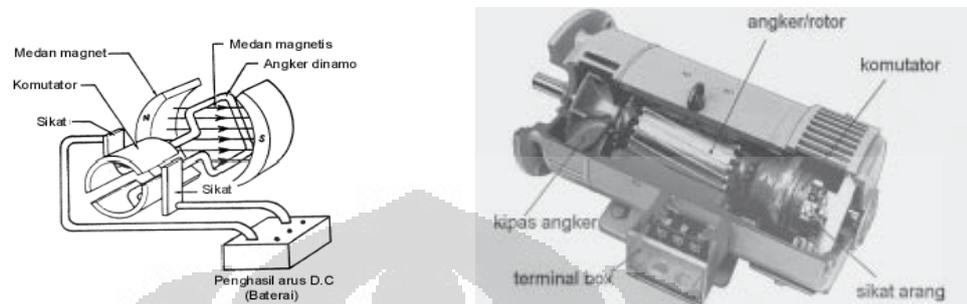


**Gambar 2.1** Salah satu tampilan fisik dari motor DC

Motor gabungan dibuat dengan karakteristik dari motor seri dan motor paralel. Maka motor gabungan digunakan pada aplikasi dimana torsi awal yang tinggi dan pengontrol operasi kecepatan dibutuhkan pada saat bersamaan.

### 2.1.1 Konstruksi Motor DC

Gambar di bawah memperlihatkan konstruksi dan sebagian terminologi yang digunakan untuk menggambarkan konstruksi dari tipe motor listrik.



**Gambar 2.2** Kontruksi Motor DC

Adapun istilah-istilah bagian pada motor DC yaitu :

(1) Kerangka motor

Kerangka motor adalah badan luar yang digunakan sebagai penutup mesin, terbuat dari besi tuang dan berguna untuk menyokong kutub magnet serta melindungi bagian dalam dari mesin.

(2) Kutub magnet

Kutub magnet berguna untuk memperlebar fluks magnet sehingga mampu mencakup daerah celah udara menuju inti jangkar pada stator secara optimal.

(3) Angker/rotor

Angker/rotor adalah suatu bagian pada motor DC yang pada salah satu ujungnya terdapat komutator.

(4) Sikat arang

Sikat arang atau biasa disebut *carbon brush* mempunyai fungsi untuk mengalirkan arus ke kumparan jangkar melalui komutator. Sikat arang ini dipegang oleh pemegang sikat (*brush holder*) agar kedudukan sikat arang stabil. Pegas akan menekan sikat arang sehingga hubungan sikat arang dengan komutator tidak goyah. Sikat arang akan memendek karena usia pemakaian dan secara periodik harus diganti dengan sikat arang baru.

(5) Komutator

Komutator merupakan kumpulan segmen tembaga yang tiap-tiap ujungnya disambungkan dengan ujung belitan rotor. Komutator mempunyai fungsi sebagai penyearah gelombang penuh dari gelombang arus bolak-balik dari sumber motor. Kemudian keluaran komutator disearahkan menjadi arus searah melalui sikat. Komutator merupakan bagian yang sering dirawat dan dibersihkan karena bagian ini bersinggungan dengan sikat arang untuk memasukkan arus dari jala-jala ke rotor.

(6) Jangkar

Biasanya digunakan untuk tempat lilitan.

(7) Kumparan jangkar

Kumparan jangkar merupakan tempat terjadinya interaksi arus dengan medan magnet yang membangkitkan suatu gaya gerak listrik (*ggl*) lawan yang menyebabkan adanya torsi pada poros rotor.

(8) *Terminal box*

*Terminal box* merupakan terminal dimana supply tegangan DC diberikan kepada motor DC.

Konstruksi motor DC terdiri dari dua bagian, yaitu bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet dari koilnya yang disebut stator dan bagian yang berputar disebut rotor atau armatur berupa koil dimana arus listrik mengalir.

Semua motor listrik mempunyai bagian pusat yang berputar yaitu rotor atau armatur. Rotor biasanya tidak mempunyai hubungan langsung dengan catu daya, tetapi memuat konduktor, magnet permanen, atau logam campuran yang ditentukan untuk keperluan magnetiknya.

Rotor atau armatur biasanya dilengkapi dengan *bearing* pada stator. Stator menghasilkan medan magnetik terhadap operasi motor. Medan tersebut dihasilkan oleh magnet permanen atau elektromagnet.

## 2.1.2 Karakteristik Motor DC

Terdapat tiga karakteristik dasar pada sebuah motor DC, yaitu daya, torsi dan kecepatan. Gabungan dari ketiga parameter ini akan menentukan kemampuan dari sebuah motor DC.

Pada motor DC, terdapat dua daya dalam satuan yang sama yaitu Watt, daya listrik ialah satuan listrik yang digunakan oleh motor dan daya mekanik ialah satuan daya yang dihasilkan oleh motor.

Dalam mempertimbangkan penggunaan motor untuk suatu tujuan tertentu, perlu diperhitungkan besarnya kekuatan atau torsi yang dihasilkan oleh suatu motor DC dalam melakukan suatu pekerjaan. Torsi ialah kekuatan atau gaya puntir yang dihasilkan oleh sebuah motor listrik, satuannya Nm (*Newton meter*), defenisinya adalah gaya dikalikan dengan jarak terpendek yang diukur dari sumbu rotasi ke garis di sepanjang gaya tersebut bekerja. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$T = Fr \dots\dots\dots (2.1)$$

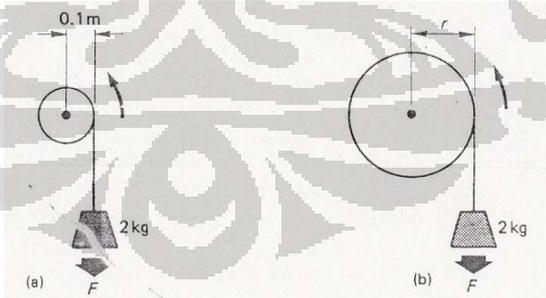
Dimana

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (Newton)

r = Jarak (m)

Gambar di bawah ini menjelaskan ilustrasi dari torsi pada dua buah katrol dengan jari-jari (r) yang berbeda. Gaya (F) dikalikan dengan jarak (r) yang diukur dari sumbu rotasi ke garis di sepanjang gaya tersebut bekerja. Maka beban yang dikenakan pada katrol akan menghasilkan torsi (T) sebesar F x r.



**Gambar 2.3** Ilustrasi torsi pada dua katrol yang berbeda

Pada gambar di atas besar torsi akan lebih besar dihasilkan oleh katrol (b). Walau kedua katrol dibebani dengan beban yang sama (2Kg), namun besar torsi yang dihasilkan akan lebih besar pada katrol (b) dibanding katrol (a) karena katrol (b) memiliki jarak (r) yang lebih panjang daripada katrol (a).

Kecepatan pada motor listrik dinyatakan dalam RPM (*Revolution Per Minute*) adalah penghubung antara daya dan torsi. Dapat dihitung berapa torsi T (dalam Newton meter) bila mengetahui daya mekanik P (dalam watt) dan jumlah Revolusi Per Menit dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{10P}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Maka untuk kecepatan putar motor adalah :

$$n = \frac{10P}{T} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana

T = Torsi (Nm)

P = Daya mekanik (Watt)

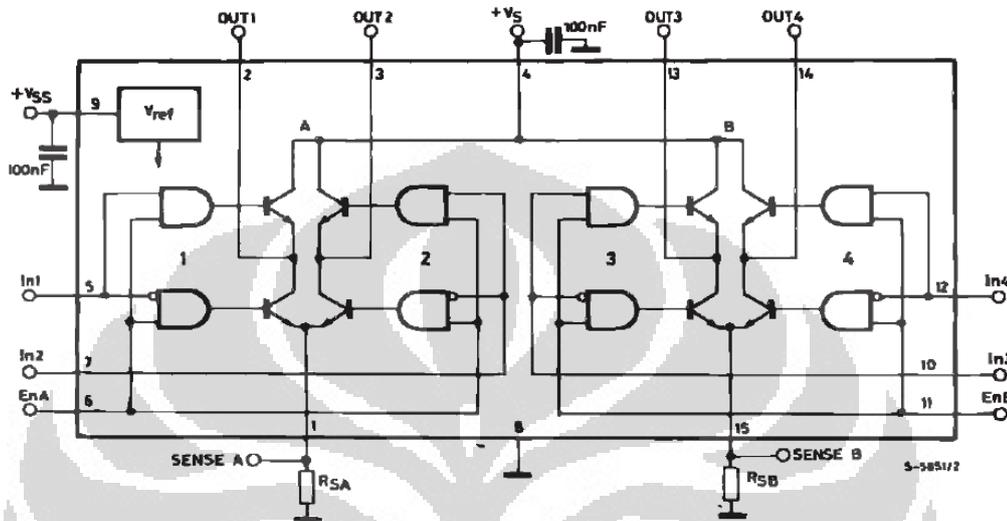
n = Kecepatan putar motor (RPM)

## 2.2 Sistem Pengendali Motor (Driver)

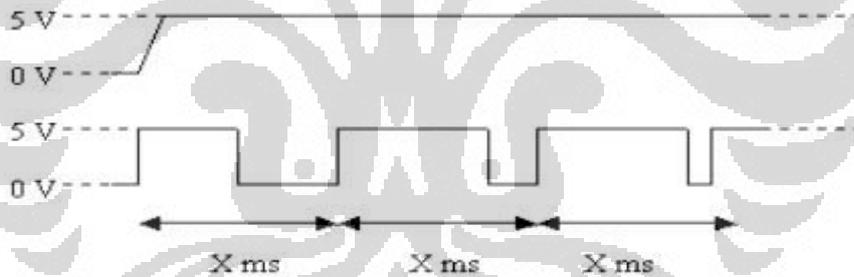
Rangkaian pengendali merupakan rangkaian antarmuka yang digunakan untuk mengoperasikan output yang memiliki daya besar dengan input berdaya rendah. Pada sistem katub ini, input dari rangkaian pengendali ini berupa output dari *microcontroller* yang keduanya memiliki nilai arus dan tegangan yang rendah, sedangkan rangkaian pengendali merupakan rangkaian yang membutuhkan arus dan tegangan yang besar.

Untuk mengatasi perbedaan nilai arus dan tegangan pada input dan output digunakan rangkaian pengendali sekaligus untuk melindungi input dari besarnya daya pada output. Dalam sistem katub ini, rangkaian pengendali motor dc 12 V yang digunakan adalah rangkaian IC L 298. L 298 adalah jenis IC driver motor yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC ataupun motor stepper. Mampu mengeluarkan output tegangan untuk motor DC dan motor stepper sebesar 50 volt. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang NAND yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu

motor DC dan motor stepper. Pin enable A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin input 1 sampai 4 untuk mengendalikan arah putaran motor. Pin enable diberi tegangan 5V untuk kecepatan penuh dan PWM (Pulse Width Modulation) untuk kecepatan rotasi yang bervariasi tergantung dari level high nya seperti yang terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.4 Blok diagram IC L298



Gambar 2.5 Ilustrasi Pulse Width Modulation

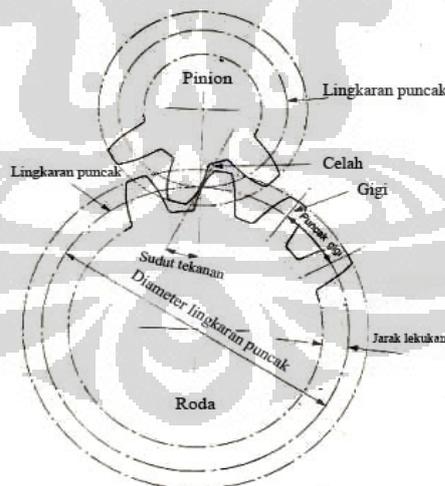
Dari gambar di atas dapat dilihat jika menginginkan kecepatan penuh maka diberikan 5 Volt konstan, jika diinginkan kecepatan bervariasi maka diberikan pulsa yang lebar high dan low nya bervariasi. Satu periode pulsa memiliki waktu yang sama sehingga dalam contoh gambar di atas, kecepatan motor akan berubah dari setengah kecepatan penuh menjadi mendekati kecepatan penuh. Biasanya digunakan lebar pulsa dalam beberapa milisekon misalnya 2ms.

## 2.3 Sistem Penggerak Roda Gigi

Roda gigi merupakan salah satu dari komponen sistem penggerak. Komponen sistem penggerak adalah komponen yang dimanfaatkan mekanismenya dalam mengalihkan gerakan linier menjadi rotasi maupun sebaliknya yang dihasilkan oleh aktuator. Roda gigi merupakan piranti mekanik yang digunakan untuk mengirimkan daya dari penggerak ke katub air dan potensiometer. Komponen ini berfungsi untuk menurunkan maupun menaikkan suatu putaran. Roda gigi terbuat dari berbagai macam bahan antara lain besi, aluminium, maupun dari plastik. Roda gigi dapat dihubungkan dengan roda gigi lain. Hubungan roda gigi ini digunakan untuk mendapatkan putaran yang dibutuhkan dalam suatu sistem mekanika.



**Gambar 2.6** Salah satu tampilan fisik dari roda gigi



**Gambar 2.7** Penggerak pendamping (pinion) kecil dan roda gigi pemacu (spur Wheel)

Gambar di atas adalah Penggerak pendamping (*pinion*) kecil dan roda gigi pemacu (*spur Wheel*). *Pitch* (puncak gigi) adalah jarak antara titik tengah sebuah gigi dengan titik tengah gigi berikutnya. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$pitch = \frac{PCD \text{ roda gigi 1}}{2} + \frac{PCD \text{ roga gigi 2}}{2} \dots\dots(2.9)$$

Dimana

PCD = *Pitch Circle Diameter*, yaitu garis tengah efektif dari roda gigi yang digunakan dalam merancang perhitungan

Rasio roda gigi (rasio transmisi) dari sepasang roda gigi adalah perbandingan antara jumlah satu putaran penuh roda gigi masukan dengan jumlah satu putaran penuh roda gigi keluaran. Selama berputar, roda gigi yang lebih banyak akan membuat putaran yang lebih kecil dibandingkan dengan roda gigi yang lebih sedikit.

Jika misalnya roda gigi masukan memiliki 20 gigi dan roda gigi keluaran memiliki 100 gigi, maka rasio roda gigi 100 : 20 atau 5:1. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

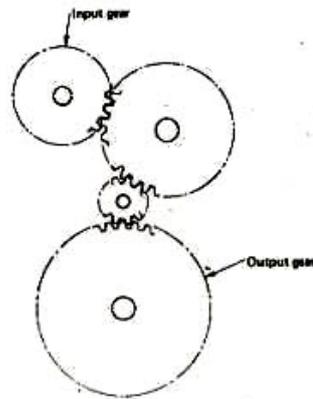
$$Ratio \text{ roda gigi} = \frac{Gigi \text{ pada roda gigi keluaran}}{Gigi \text{ pada roda gigi masukkan}} \dots\dots(2.10)$$

Jika roda gigi lebih dari 2 (misalnya 3), untuk medapatkan rasio keseluruhan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ratio \text{ total} = \frac{G4}{G3} \cdot \frac{G2}{G1} \dots\dots\dots(2.11)$$

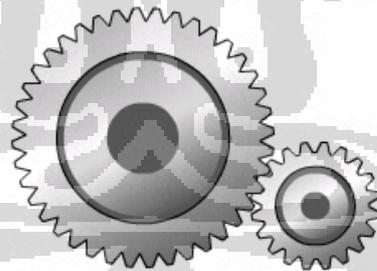
Dimana

- G1 = Jumlah gigi pada roda gigi 1
- G2 = Jumlah gigi pada roda gigi 2
- G3 = Jumlah gigi pada roda gigi 3
- G4 = Jumlah gigi pada roda gigi 4



**Gambar 2.8** Hubungan roda gigi

Gambar 2.9 di bawah memperlihatkan dua roda yang bersinggungan. Apabila roda 1 diputar searah dengan jarum jam, maka roda 2 akan berputar berlawanan arah jarum jam. Setelah selang waktu  $t$ , ternyata roda 1 menempuh jarak busur yang sama dengan roda 2. Laju linier ini didefinisikan sebagai panjang lintasan yang ditempuh selama selang waktu tertentu. Oleh karena dalam selang waktu yang sama, panjang lintasan yang ditempuh oleh kedua roda sama, maka laju linear kedua roda pun menjadi sama.



**Gambar 2.9** Hubungan roda-roda bersinggungan

Hal tersebut ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$V_1 = V_2 \quad ; \text{dengan } V = \omega \cdot R, \text{ maka}$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2 \quad \dots\dots(2.12)$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa roda yang lebih besar memiliki gigi yang lebih banyak dibandingkan dengan roda yang kecil. Misalnya gigi untuk tiap roda diberi lambang  $n$ , maka untuk hubungan roda gigi yang bersinggungan berlaku persamaan:

$$V_1 = V_2$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$$

$$\omega_1 \cdot (2\pi R_1) = \omega_2 \cdot (2\pi R_2) \dots (2.13)$$

Keliling roda sebanding dengan banyaknya gigi roda ( $n$ ), sehingga:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{2\pi R_2}{2\pi R_1} \dots (2.14)$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots (2.15)$$

Persamaan di atas menyatakan bahwa kecepatan putar roda gigi berbanding terbalik dengan banyaknya gigi. Roda gigi yang lebih besar memiliki gigi yang lebih banyak sehingga kecepatan putarannya selalu lebih lambat daripada roda gigi yang lebih kecil.

Dari persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa apabila pada sistem roda gigi sebuah mesin digunakan sebagai penggerak roda gigi yang lebih kecil, maka akan terjadi penurunan putaran dari sistem tersebut, sehingga sistem ini cocok diaplikasikan sebagai pengali kuasa seperti contoh ketika sebuah kendaraan berjalan melalui jalan yang menanjak.

Sebaliknya, apabila pada sistem roda gigi sebuah mesin digunakan sebagai penggerak roda gigi yang lebih besar, maka akan terjadi kenaikan putaran, sehingga sistem ini cocok diaplikasikan sebagai pengali laju seperti contoh ketika sebuah kendaraan diharapkan untuk melaju cepat.

## 2.4. Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler datang dengan dua alasan utama, yang pertama adalah kebutuhan pasar (*market needed*) dan yang kedua adalah perkembangan teknologi baru. Yang dimaksud dengan kebutuhan pasar adalah kebutuhan yang luas dari produk-produk elektronik akan perangkat pintar sebagai pengontrol dan pemroses data. Sedangkan yang dimaksud dengan perkembangan teknologi semikonduktor yang memungkinkan pembuat chip dengan kemampuan komputerisasi yang sangat cepat, bentuk yang semakin mungil, dan harga yang semakin murah.

Mikrokontroler merupakan kombinasi CPU dengan memori (RAM/ROM), serta I/O yang terintegrasi dalam satu chip atau biasa disebut dengan SCM (*Single Chip Microcomputer*). Mikrokontroler merupakan satu unit pengontrol yang sudah memenuhi system minimum komputer.

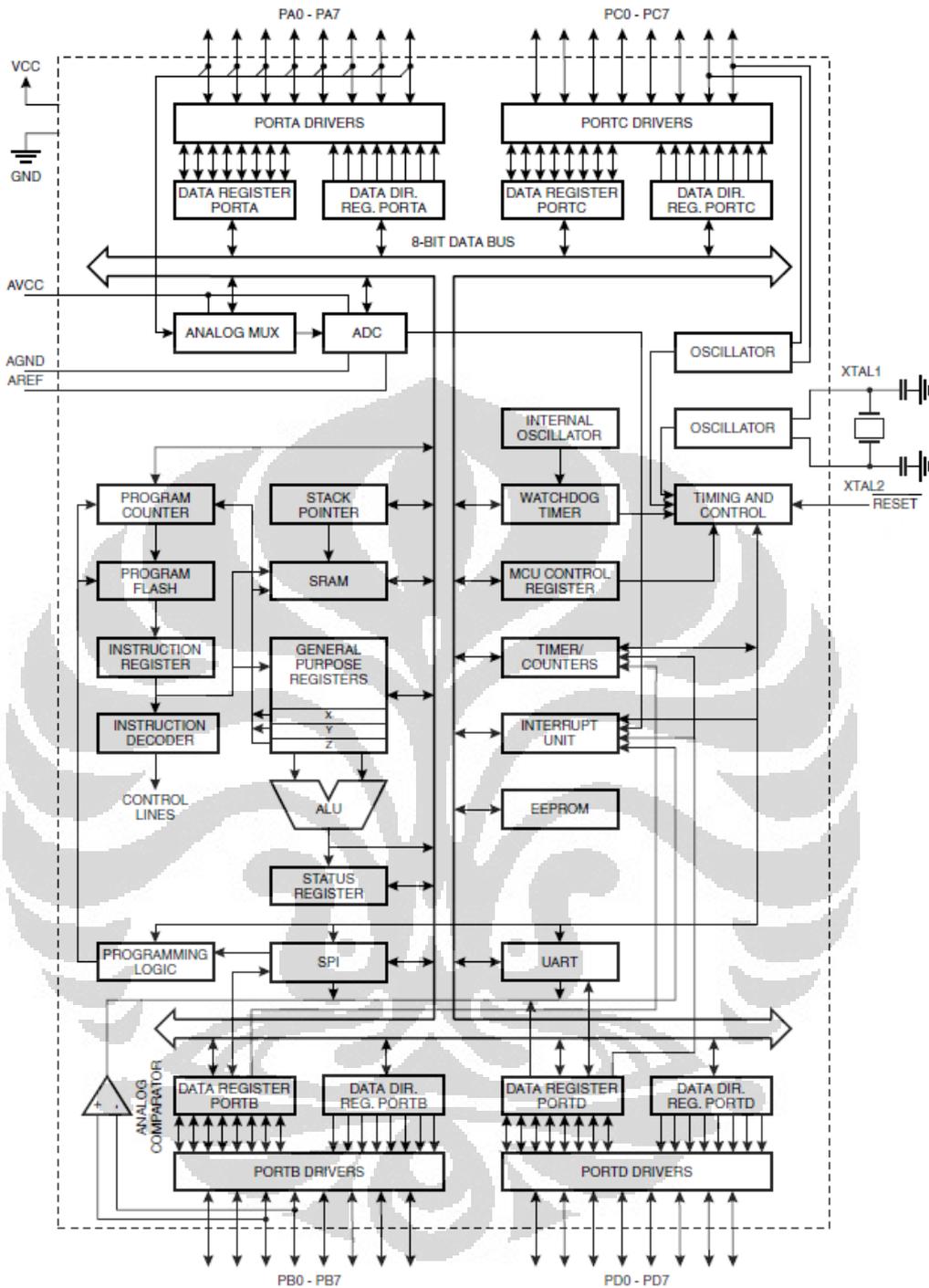
AVR berteknologi RISC (Reduced Instruction Set Computing), sedangkan seri MCS 51 berteknologi CISC (Complex Instruction Set Computing). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing – masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk Atmel, yaitu ATmega8535. Selain mudah didapatkan dan lebih murah ATmega8535 juga memiliki fasilitas yang lengkap. Untuk tipe AVR ada 3 jenis yaitu AT Tiny, AVR klasik, AT Mega. Perbedaannya hanya pada fasilitas dan I/O yang tersedia serta fasilitas lain seperti ADC,EEPROM dan lain sebagainya. Salah satu contohnya adalah AT Mega 8535. Memiliki teknologi RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz membuat ATmega8535 lebih cepat bila dibandingkan dengan varian MCS 51. Dengan fasilitas yang lengkap tersebut menjadikan ATmega8535 sebagai mikrokontroler yang powerfull.

Mikrokontroler adalah suatu keping IC dimana terdapat mikroprosesor dan memori program (ROM) serta memori serbaguna (RAM), bahkan ada beberapa

jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan. Hal tersebut dapat dilihat dalam arsitektur ATmega 8535 pada gambar1.

Struktur ATmega 8535 terdiri atas:

- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
- Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan.
- CPU yang terdiri atas 32 buah register
- Watchdog Timer dengan osilator internal.
- SRAM sebesar 512 byte.
- Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan Read While Write.
- Unit interupsi internal dan eksternal.
- Port antarmuka SPI
- EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- Antarmuka komparator analog. 12. Port USART untuk komunikasi serial.

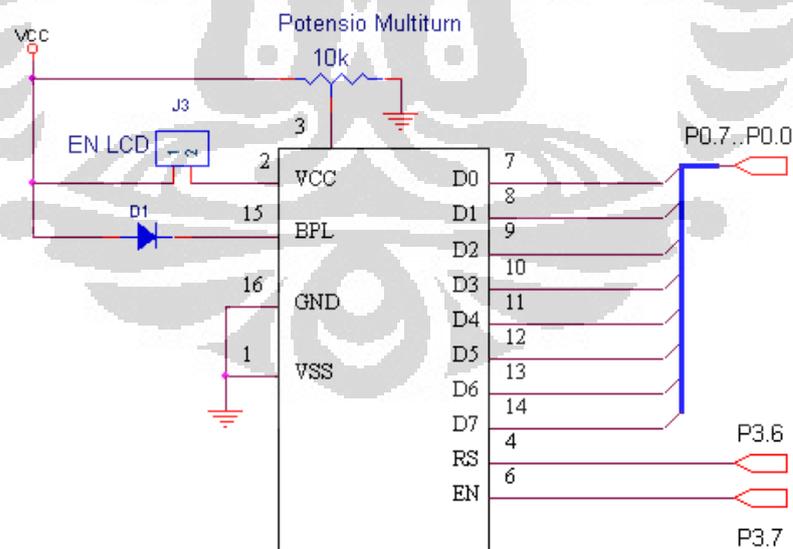


**Gambar 2.10.** Diagram blok ATmega 8535

### 2.5. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah papan display yang merupakan komponen pendukung mikrokontroler juga yang berfungsi sebagai output pada mikrokontroler berupa tampilan karakter dari eksekusi program. Display karakter pada LCD diatur oleh

pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberitahu data ke LCD bahwa dalam hal ini mikrokontroler sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low "0" dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low "0" lagi. Jalur RS adalah jalur Register Select. Ketika RS berlogika low "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti clear screen, posisi kursor dll). Ketika RS berlogika high "1", data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display LCD maka RS harus di set logika high "1". Jalur RW adalah jalur kontrol Read/Write. Ketika RW berlogika low "0", maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika low "0". Pada akhirnya, bus data terdiri dari 4 atau 8 jalur (bergantung pada mode operasi yang dipilih oleh user). Pada kasus bus data 8 bit, jalur diacukan sebagai DB0 s/d DB7



LCD Character 2 X 16

Gambar 2.11. Rangkaian Interface ke LCD karakter 2 x 16

Dari gambar di atas memiliki pin sebanyak 16 buah yaitu terdiri dari :

**Tabel 2.1.** Deskripsi fungsi-fungsi pin LCD

PIN	Name	Function
1	V <sub>SS</sub>	Ground voltage
2	V <sub>CC</sub>	+5V
3	V <sub>EE</sub>	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/ Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1= disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground voltage

## 2.6. Katup atau valve

Secara garis besar katup aliran air dapat dikelompokkan berdasarkan fungsi, jenis, bentuk dan bahan katup. Pada studi sistem ini katup yang akan digunakan jenis katup sekat (gate valve). Berikut ini dibahas beberapa penjelasan singkat tentang jenis-jenis katup yang ada:

Berdasarkan fungsi katup ini dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu katup untuk aliran bolak-balik dan katup untuk mencegah aliran balik. Katup untuk aliran bolak-balik dapat dibedakan lagi menjadi tiga jenis yaitu katup sekat (gate valve), katup kupu-kupu (butterfly valve), dan Katup bola (ball valve). Katup aliran bolak-balik ini biasanya mempunyai fungsi antara lain: untuk mengatur debit aliran air, untuk membuka atau menutup aliran air, dan untuk mengatur aliran ke arah tertentu. Katup yang digunakan untuk mengatur aliran searah

adalah katup piring (globe valve). Katup ini termasuk katup yang berfungsi untuk mengatur debit aliran air. Sedangkan yang satunya lagi yaitu katup untuk mencegah aliran balik biasanya digunakan untuk mencegah aliran balik biasanya menggunakan katup searah (check valve). Berikut beberapa penjelasan singkat tentang katup-katup di atas.

Katup sekat (gate valve)

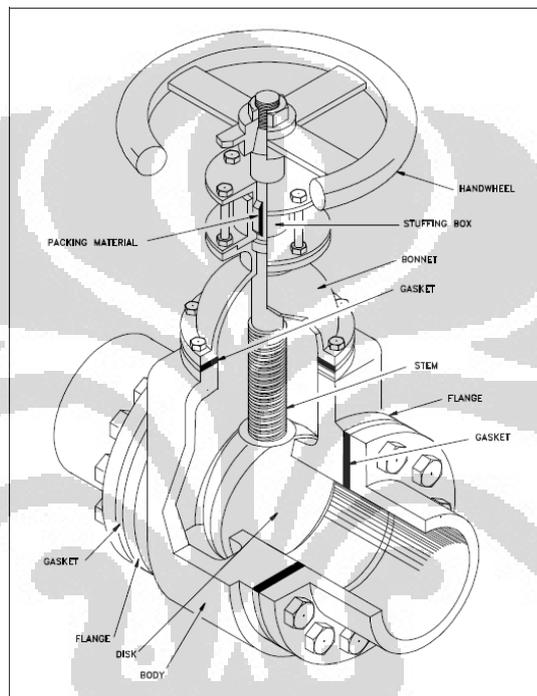


Figure 4 Gate Valve

**Gambar 2.12** salah satu contoh katup sekat

Katup sekat sering juga disebut gate valve. Fungsi dari katup sekat adalah untuk membuka dan menutup aliran air bolak-balik. Dengan demikian katup ini hanya dioperasikan dengan membuka penuh atau menutup penuh aliran air. Prinsip kerja dari katup ini adalah dengan menutup atau membuka lubang yang dialiri air dengan cara menurunkan atau menaikkan penutup lubang tersebut.

Katup bola (ball valve)



**Gambar 2.13** Salah satu contoh katup bola

Fungsi katup adalah untuk membuka atau menutup aliran air bolak-balik dengan cepat.

Pengaturan debit aliran air dilakukan dengan mengatur bagian berbentuk bola yang dapat berputar pada porosnya. Pemutaran bola ini mengakibatkan perubahan letak celah sehingga debit air yang melalui celah tersebut dapat diatur.

Katup kupu-kupu (butterfly valve)

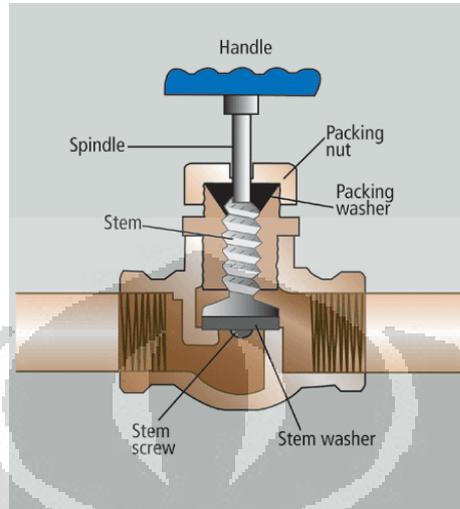


**Gambar 2.14** salah satu contoh katup kupu-kupu

Katup kupu-kupu fungsinya adalah untuk mengatur kedudukan pringan (keping) yang dapat berputar pada porosnya.

Beberapa jenis katup lainnya yang sering digunakan dalam industri adalah sebagai berikut:

Katup piring (globe valve)



**Gambar 2.15** Salah satu contoh katup piring

Katup piring disebut juga dengan globe valve. Fungsi katup ini mengatur debit aliran air yang searah. Adapun prinsip kerja dari katup ini adalah perbedaan tekanan.

Katup udara (air valve)



**Gambar 2.16** Salah satu contoh katup udara

Dalam jaringan pipa distribusi ada kalanya terdapat udara, antara lain akibat dari permukaan air di dalam reservoir lebih rendah dari bagian atas pipa

outlet, sehingga udara dari reservoir masuk ke dalam jaringan pipa distribusi bersama-sama dengan aliran baik. Untuk mengeluarkan udara dalam pipa ini, maka pada tempat-tempat yang relatif tinggi dipasang katup udara.

#### Katup penguras (waste out)

Katup penguras digunakan untuk menguras kotoran yang terdapat di dalam jaringan pipa. Katup penguras ini diletakkan pada jaringan pipa di tempat-tempat yang letaknya relatif rendah dan di tempat-tempat sebelum jembatan pipa.

#### Hidran kebakaran (fire hydrant)

Hidran kebakaran adalah suatu hydrant atau sambungan keluar yang disediakan untuk mengambil air dari pipa air minum untuk keperluan pemadaman kebakaran atau penguras pipa.

Pengukuran control valve atau katup adalah prosedur pengukuran untuk mengukur koefisien aliran valve,  $C_v$ . Metode  $C_v$  merupakan metode terbaik yang digunakan oleh semua manufaktur valve, yang pertama kali dikenalkan pada tahun 1944 oleh Inkorporasi Masoneilan International. Perhitungan standar untuk mengukur control valve untuk aliran cairan atau air adalah

$$q = C_v \sqrt{\frac{\Delta P}{G_f}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Atau untuk mencari  $C_v$  adalah

$$C_v = q \sqrt{\frac{G_f}{\Delta P}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana

$q$ = aliran cairan/air dalam U.S gpm

$\Delta P$ = beda tekanan,  $P_1 - P_2$ , dalam skala psi

$P_1$ =tekanan pada saat aliran masuk dalam psi

$P_2$ =tekanan pada saat aliran keluar dalam psi

$G_f$ =gravitasi khusus untuk cairan pada temperatur aliran; air=1 pada 60<sup>0</sup>F

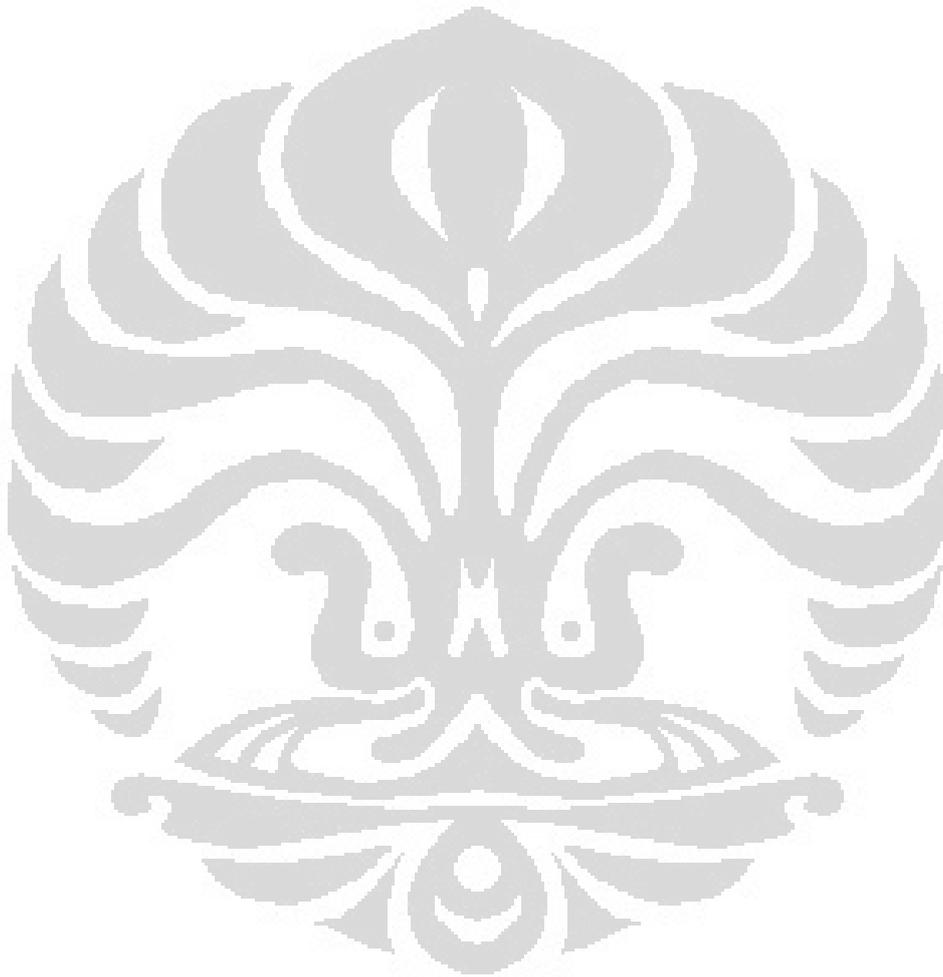
Terkadang unit aliran diberikan dalam lbm/hr, dan untuk kasus ini kita dapat menggunakan persamaan di atas untuk persamaan berikut:

$$W = 500C_v\sqrt{G_f\Delta P} \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

Dan

$$C_v = \frac{W}{500\sqrt{G_f\Delta P}} \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana W= aliran cairan dalam lbm/hr

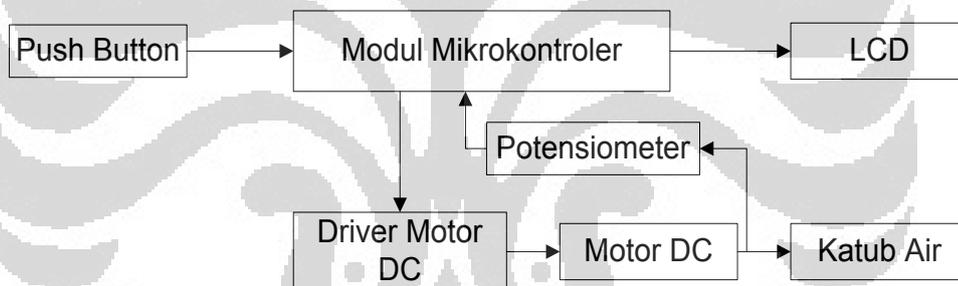


## BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

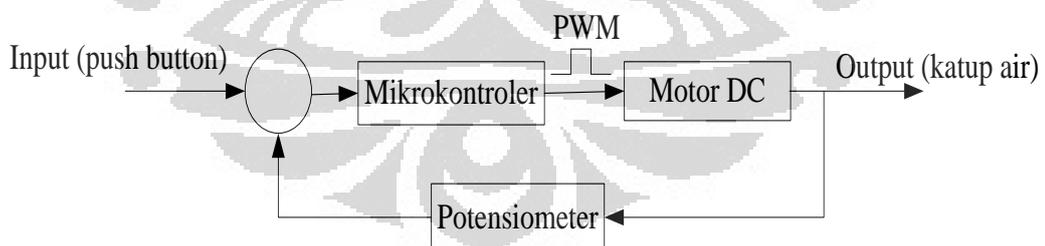
### 3.1. Deskripsi Alat

Modul sistem katup air dengan menggunakan motor DC ini dirancang untuk mengurangi rugi-rugi yang ada pada sistem katup air dan mengendalikan bukaan katup air sesuai dengan yang diinginkan dengan cara membandingkan nilai yang terbaca pada potensiometer dengan nilai bukaan katup air. Modul ini juga digunakan untuk mengatasi pengeluaran biaya yang berlebihan jika katup air rusak, maka sistem ini didesain sedemikian rupa sehingga tidak perlu mengganti alat secara keseluruhan jika katup mengalami masalah atau perlu diganti.

### 3.2. Diagram Blok dan Cara Kerja



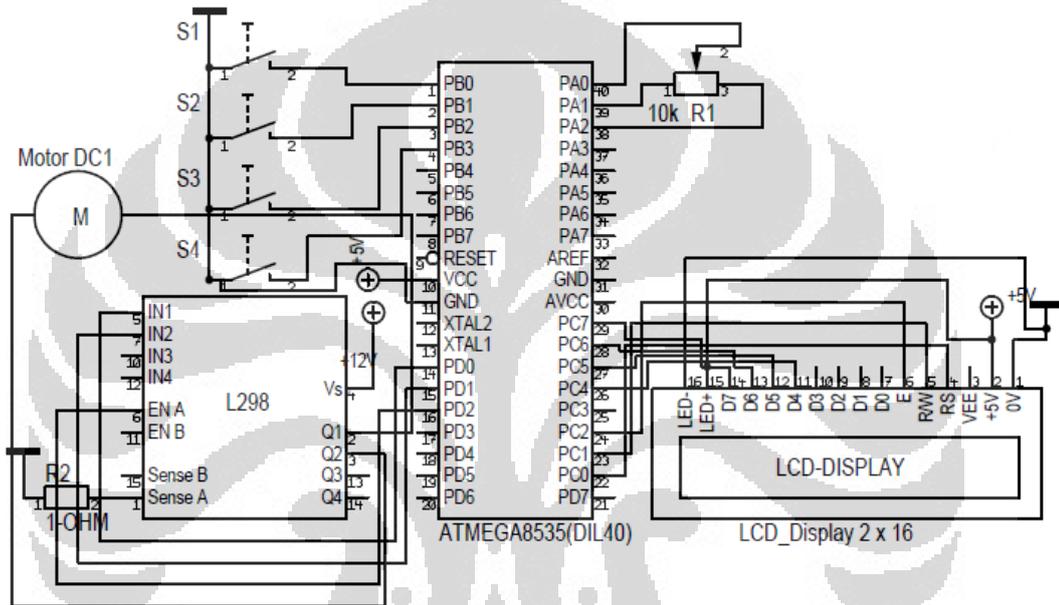
**Gambar 3.1.** Diagram Blok Sistem



**Gambar 3.2** Diagram Blok Cara Kerja Sistem

Push button memberikan input berapa bukaan katup air yang diinginkan oleh pengguna. Input masuk dan diproses oleh mikrokontroler AVR ATmega 8535. Di dalam mikrokontroler telah diatur beberapa perhitungan untuk menentukan berapa kecepatan motor yang diberikan melalui besar *Duty Cycle PWM* sehingga motor berputar sesuai dengan input yang dimasukkan serta data yang didapat dari potensiometer yang digunakan untuk mengecek kembali apa

benar katup sudah terbuka sesuai dengan yang diinginkan. Data-data perhitungan yang diperoleh didapatkan dari percobaan-percobaan yang dilakukan. Input yang dimasukkan tadi akan muncul pada layar LCD sehingga pengguna tahu apakah input yang dimasukkan sudah sesuai dengan data yang dibaca oleh mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler memproses input tersebut dan meneruskan ke driver motor DC untuk diproses. Driver motor inilah yang akan menggerakkan motor DC sesuai dengan permintaan. Berikut skematik diagram secara keseluruhan :



**Gambar 3.3** Skematik Diagram Alat

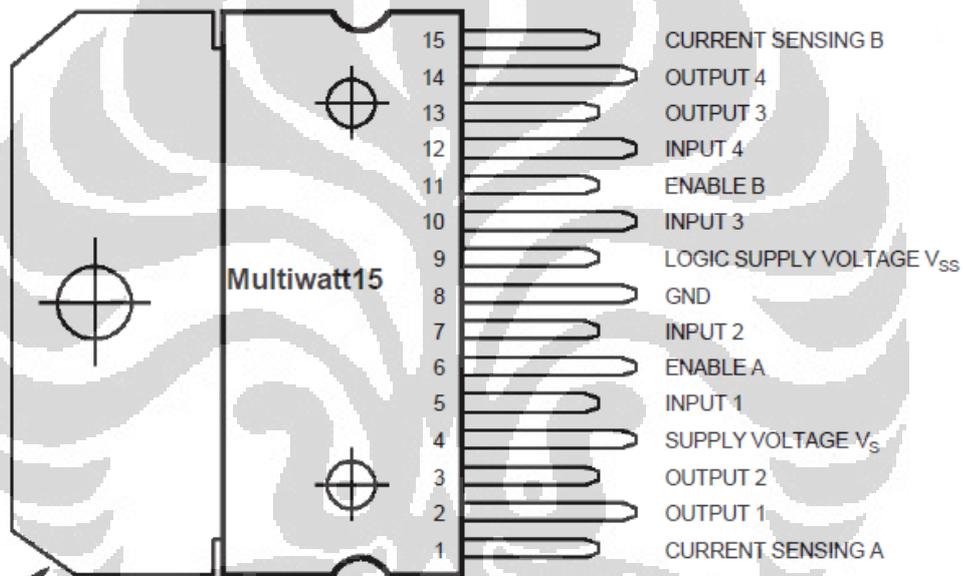
Berdasarkan gambar skematik di atas *push button* 1 (S1) adalah “OK”, *push button* 2 (S2) adalah “+”, *push button* 3 (S3) adalah “-“, *push button* 4 (S4) adalah “CLR”, untuk memasukkan input besar bukaan yang diinginkan bisa menekan S2 sampai menunjukkan besar bukaan yang diinginkan lalu tekan S1, maka motor akan bekerja sampai pada posisi yang diinginkan, lalu gear pada potensiometer akan ikut bergerak, besar tegangan ADC yang didapat melalui potensiometer inilah yang akan menentukan motor masih tetap bekerja atau berhenti. S3 berfungsi untuk menurunkan besar bukaan katup air. S4 berfungsi untuk menolkan input bukaan yang sudah ada.

### 3.3. Rangkaian Driver Motor DC

Pada rangkaian driver motor DC ini menggunakan IC L298 dan perancangannya mengacu pada datasheet L298. Berikut adalah spesifikasi dari L298:

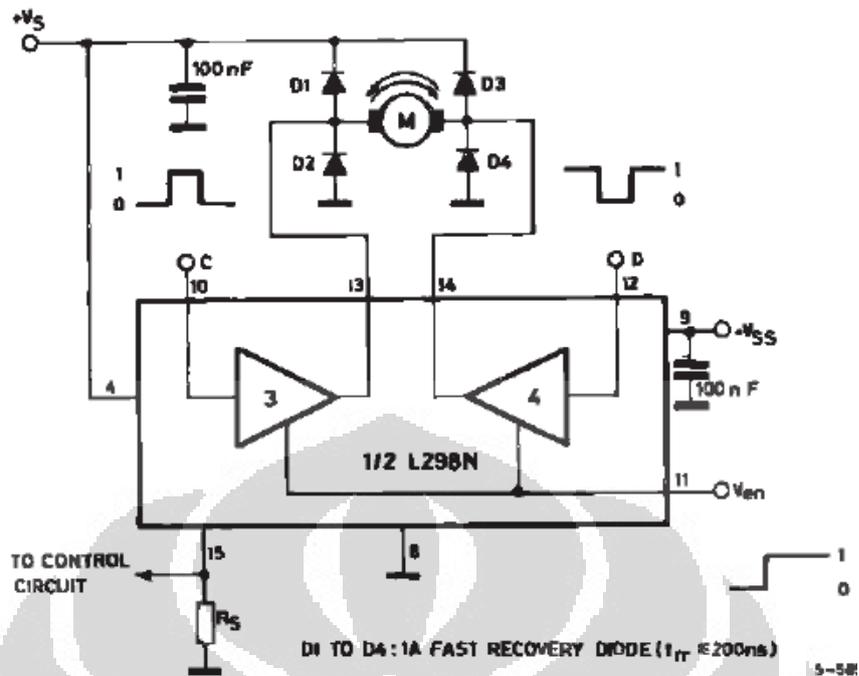
- Operating Voltage Up to 46 V
- Total DC Current up to 4A
- Low Saturation Voltage
- Overtemperature Protection
- Logical "0" input voltage up to 1,5 Volt (high noise immunity)

Berikut merupakan konfigurasi dari L298:



**Gambar 3.4** Konfigurasi L298

Pada gambar berikut merupakan konfigurasi rangkaian yang digunakan pada Driver Motor DC :



Gambar 3.5 Konfigurasi Rangkaian L298

Arah perputaran motor mengikuti tabel kebenaran berikut :

Tabel 3.1 Tabel Kebenaran arah putaran motor

Input		Function
$V_{EN} = H$	$C = H ; D = L$	Forward
	$C = L ; D = H$	Reverse
	$C = D$	Fast Motor Stop
$V_{EN} = L$	$C = X ; D = X$	Free Running Motor Stop

L = Logic Low "0" H = Logic High "1" X = Don't care

Kecepatan motor yang diinginkan adalah konstan maka dalam memberikan *PWM* pada driver diberikan pulsa yang konstan yaitu sebesar 78,43% *Duty Cycle*. Frekuensi yang diberikan sebesar 433 Hz, maka dapat dihitung  $t_{on}$  dan  $t_{off}$  serta nilai *Duty Cyclenya*. Berdasarkan perhitungan berikut :

Hasil nilai compare antara timer dengan *Clock* pada mikrokontroler pada port D.4 sebesar 200 dengan *PWM* 8-bit maka nilainya  $2^8 - 1 = 255$ .

$t$  = periode

$f$  = frekuensi yang diukur melalui *osyloscope*

$t_{on}$  = periode pulsa pada saat "on"

toff = periode pulsa pada saat “off”

$$t = \frac{1}{f}$$

$$t = \frac{1}{433Hz}$$

$$t = 2,3ms$$

$$ton = \frac{isiregisterpwm}{2^n - 1} \times t$$

$$ton = \frac{200}{255} \times 2,3ms$$

$$ton = 1,8ms$$

$$DutyCycle = \frac{ton}{ton + toff} \times 100\%$$

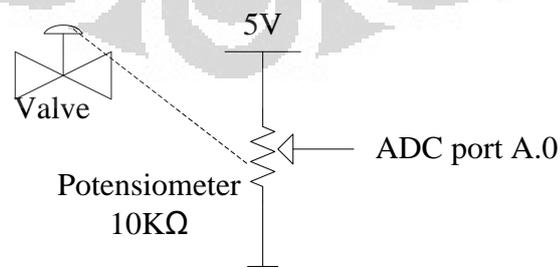
$$DutyCycle = \frac{1,8}{2,3} \times 100\%$$

$$DutyCycle = 78,43\%$$

Sebagai perbandingan akan digunakan *PWM* dengan *Duty Cycle* 39,21 %, maka nilai hasil comparenya adalah 100 dengan *PWM* 8-bit = 255.

### 3.4 Perancangan Posisi Katup air

Pada perancangan posisi katup air menggunakan potensiometer yang terhubung dengan roda gigi pada katup air dan motor DC untuk mengecek keakuratan posisi katup air. Dengan perancangan kaki-kaki potensiometer seperti pada gambar 3.5 berikut.



**Gambar 3.6** posisi kaki-kaki potensiometer

Untuk mendapatkan nilai tegangan ADC dapat menggunakan persamaan rumus pembagi tegangan berikut :

$$V_{ADC} = V_{cc} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B} \dots\dots\dots(2.20)$$

### 3.5 Perancangan mekanik roda gigi

Pada perancangan roda gigi ini menggunakan 3 roda gigi yang masing-masing terhubung pada poros katub air, poros motor DC, dan pada potensiometer. Jumlah gigi pada roda gigi di poros katup air berjumlah 60, jumlah gigi pada roda gigi di poros motor DC berjumlah 52, dan jumlah gigi pada roda gigi di potensiometer berjumlah 28. Perhitungan perbandingan roda gigi pada katup air, motor DC dan potensiometer adalah sebagai berikut:

$$G1 : G2 : G3 = 60 : 52 : 30$$

Perbandingan jumlah putaran penuh pada poros katup air dengan putaran penuh pada potensiometer adalah sebagai berikut :

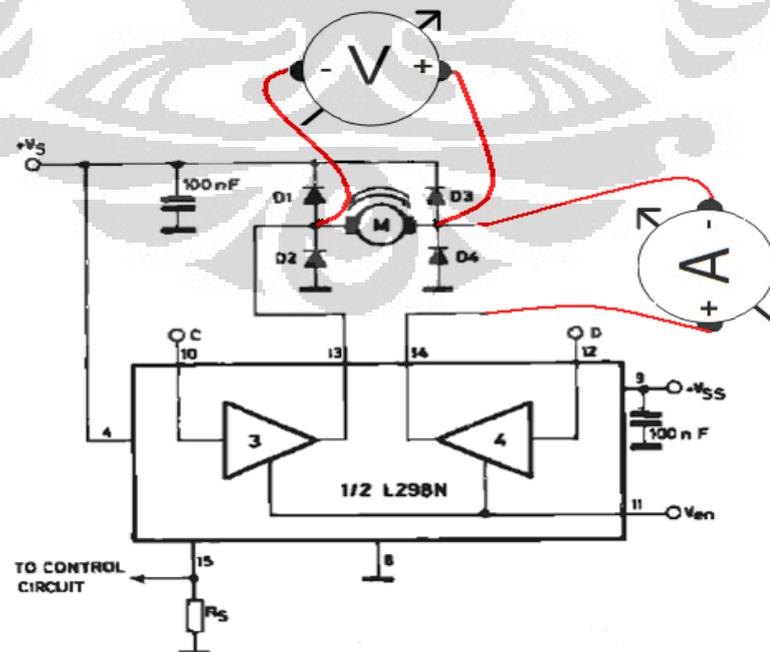
$$G1 : G3 = 2,5 : 10$$

## BAB 4 ANALISA DATA DAN HASIL PERCOBAAN

Nama Sistem	: Rancang Bangun Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC
Fungsi Operasional	: Mengatur bukaan katup air dengan menggunakan motor DC dengan berupaya meminimalisir rugi-rugi yang disebabkan oleh putaran katub air.
Pengujian	: Pengujian Driver Motor, Pengujian Posisi Katup Air, dan Pengujian <i>Duty Cycle PWM</i> Motor.
Lokasi Pengujian	: Lab Kendali Universitas Indonesia
Waktu Pengujian	: Pukul 11.00 – 14.30
Suhu Pengujian	: 20 <sup>0</sup> C – 30 <sup>0</sup> C

### 4.1 Pengujian Driver Motor

Pengujian Driver Motor disini bertujuan untuk mendapatkan berapa nilai tegangan ( $V_m$ ) dan arus ( $I_m$ ) pada motor DC pada saat bekerja. Gambar berikut merupakan konfigurasi dari pengujian rangkaian driver motor.



**Gambar 4.1** Konfigurasi pengujian rangkaian driver motor

Tabel 4.1 menunjukkan peralatan yang digunakan dalam melakukan pengujian *driver motor*.

Tabel 4.1 Daftar peralatan pengujian *driver motor*

Nama Alat	Merk	Tipe	Simbol	Fungsi
DC Voltmeter	Multimeter	M2008	$V_M$	Untuk mengukur tegangan pada motor DC
Ammeter	Multimeter	Heles	$I_M$	Untuk mengukur arus pada motor DC

Mengukur tegangan dan arus pada Motor DC

Langkah-langkah :

- (a) Menyiapkan driver motor pada sistem pengaturan katub air menggunakan motor DC.
- (b) Mengaktifkan sistem pegaturan katub air menggunakan motor DC.
- (c) Menyiapkan alat ukur yang diperlukan
- (d) Mengkonfigurasi rangkaian seperti pada gambar 4.1 di atas
- (e) Mengukur tegangan pada motor DC dan arus pada motor DC melalui kaki pada motor DC dan pin Vsm pada driver motor pada saat motor bekerja.
- (f) Memasukkan data yang diperoleh pada tabel pengukuran.

Tabel 4.2 di bawah menunjukkan data-data yang diperoleh dalam pengujian driver motor.

Tabel 4.2 Data Hasil pengujian driver motor DC

Motor DC	Tegangan pada motor DC	Arus pada motor DC
Pada saat tidak bekerja	0 Volt	0 mA
Pada saat bekerja	7 Volt	84 mA

Berdasarkan data di atas pengujian tidak sesuai dengan perancangan yang diinginkan dikarenakan terdapat drop tegangan pada rangkaian driver IC L298 dimana terdapat transistor dan dioda yang

memiliki tegangan drop pada masing-masing komponennya. Nilai drop tegangan  $V_{CE}$  saturasi sebesar 1,8 Volt berdasarkan pada datasheet L298 sedangkan nilai resistor yang digunakan  $R_{sense A}$  sebesar  $1 \Omega \pm 10\%$ . Nilai tegangan output pada motor yg dikontrol oleh  $PWM$  ( $V_{pwm}$ ) sebesar 9,76 Volt dengan nilai  $Duty Cyclenya$  sebesar 78,43 % dari total tegangan  $V_s$ . Maka dapat dihitung nilai tegangan keseluruhannya sebagai berikut :

$$V \text{ pada motor} = V_{pwm} - (\text{drop tegangan } V_{ce} \text{ saturasi}) - (\text{drop tegangan } R_{senseA})$$

$$V \text{ pada motor} = (78,43\% \times 12,45\text{Volt}) - (1,8\text{Volt}) - (0,92\text{Volt})$$

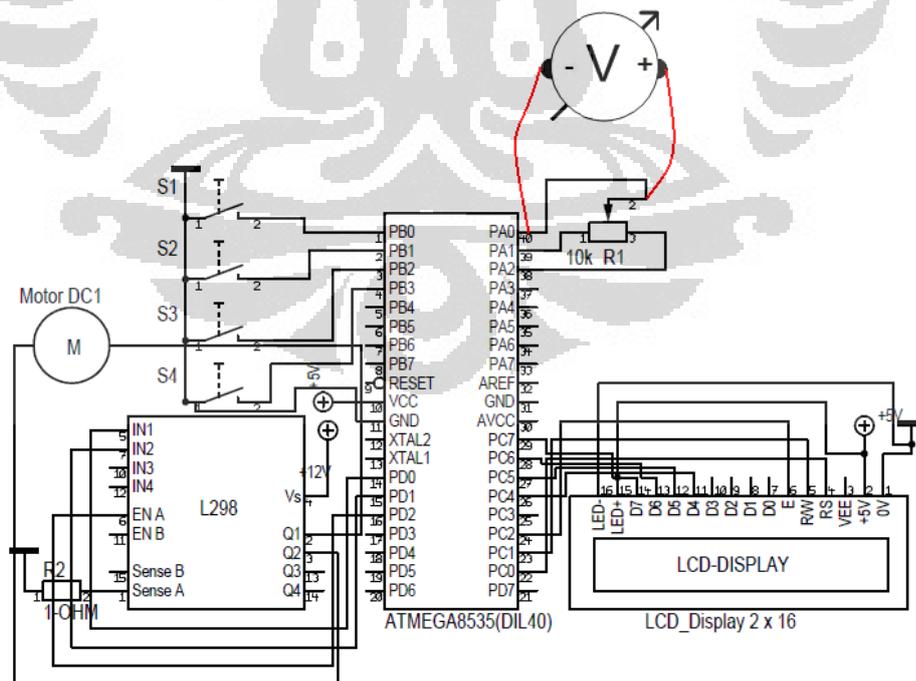
$$V \text{ pada motor} = (9,76) - (1,8\text{Volt}) - (0,84\text{Ampere} \times 1\Omega)$$

$$V \text{ pada motor} = (9,76\text{Volt} - 1,8\text{Volt} - 0,92\text{Volt})$$

$$V \text{ pada motor} = 7,04 \text{ Volt} \approx 7 \text{ Volt}$$

#### 4.2 Pengujian Posisi Katup Air

Pada pengujian posisi katup air disini bertujuan untuk mendapatkan tegangan ADC ( $V_{ADC}$ ) yang didapat melalui potensiometer sebagai indikator penyesuaian posisi katup air apakah sudah sesuai dengan input yang diinginkan. Gambar 4.2 merupakan konfigurasi dari pengujian posisi katup air.



**Gambar 4.2** Konfigurasi pengujian posisi katup air

Tabel 4.3 menunjukkan peralatan yang digunakan dalam melakukan pengujian posisi katup air.

Tabel 4.3 Daftar peralatan pengujian posisi katup air

Nama Alat	Merk	Tipe	Simbol	Fungsi
DC Voltmeter	Multimeter	Heles	$V_{ADC}$	Untuk mengukur besar tegangan ADC yang diterima oleh mikrokontroler.

Mengukur tegangan ADC dari potensiometer

Langkah-langkah :

- (a) Menyiapkan sistem pengaturan katup air menggunakan motor DC.
- (b) Mengaktifkan sistem pengaturan katup air dengan menggunakan motor DC.
- (c) Menyiapkan alat ukur yang diperlukan.
- (d) Mengkonfigurasi rangkaian seperti pada gambar 4.2 di atas.
- (e) Mengukur tegangan pada pin 40 dan kaki tengah potensiometer pada saat sample bukaan katub 25%, 50%, 75%, dan 100%.
- (f) Memasukan data yang diperoleh pada tabel pengukuran.

Tabel 4.4 di bawah menunjukkan data-data yang diperoleh dalam pengujian posisi katup air.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Posisi Katup Air

input	Nilai LCD		Nilai $V_{ADC}$ (Volt)		Rata-rata waktu (detik)	Rata-rata besar bukaan katup ( $cm^2$ )
	Katup membuka	Katup menutup	Katup membuka	Katup menutup		
25%	58,7	62,1	0,28	0,30	1,83	0,328
50%	113,7	124,4	0,56	0,61	2,63	0,735
75%	174,6	190,4	0,85	0,93	3,83	1,146
100%	239,4	250	0,93	1,22	5,32	1,328

Terlihat adanya hysteresis pada katub dimana hasil pengujian untuk kondisi katup membuka dari bukaan kecil ke bukaan besar, tidak sama dengan kondisi katup menutup dari bukaan besar menjadi bukaan kecil. Hysteresis ini menjadi kerugian pada katup tersebut. Perbandingan rasio gear berdasarkan jumlah putaran katup dan jumlah putaran potensiometer adalah 1 : 4, perbandingan gear rasio pada katup air dengan potensiometer yang digunakan sekitar 2 : 1 maka perhitungannya sebagai berikut :

$$V_{\max} = \frac{30}{60} \times 5 \text{ Volt}$$

$$V_{\max} = 2,5 \text{ Volt}$$

$$V_{\text{posisi katup}} = \frac{60 \times (2,5 \times \text{persentase katup})}{30 \times 10} \times 2,5 \text{ Volt}$$

Persentase rugi-rugi katup air yang terukur berdasarkan data di atas adalah sebagai berikut :

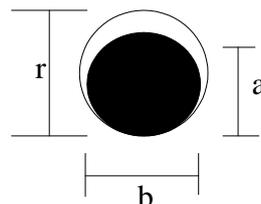
$$V_{\text{error}} = V_{\text{ADC katup menutup}} - V_{\text{ADC katup membuka}}$$

$$\% \text{ rugi - rugi katup air} = \frac{\text{rata - rata } V_{\text{error}}}{V_{\text{ref}}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ rugi - rugi katup air} = \frac{0,04 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ rugi - rugi katup air} = 0,8 \%$$

Perhitungan besar bukaan katup air didasarkan pada gambar di bawah dimana dihitung nilai luas permukaan keseluruhan dari sekat valve yang ada dengan menggunakan jangka sorong untuk mengetahui besar jari-jari lingkaran sekat, dikurangi dengan luas permukaan sekat pada saat terbuka dengan gambaran sebagai berikut.



$r$  = jari-jari lingkaran penuh atau tertutup semua diukur dengan menggunakan jangka sorong

a = garis tengah bidang elips (lebar) permukaan sekat yang bergerak diukur dengan menggunakan jangka sorong.

b = garis tengah bidang elips (panjang) permukaan sekat yang bergerak diukur dengan menggunakan jangka sorong.

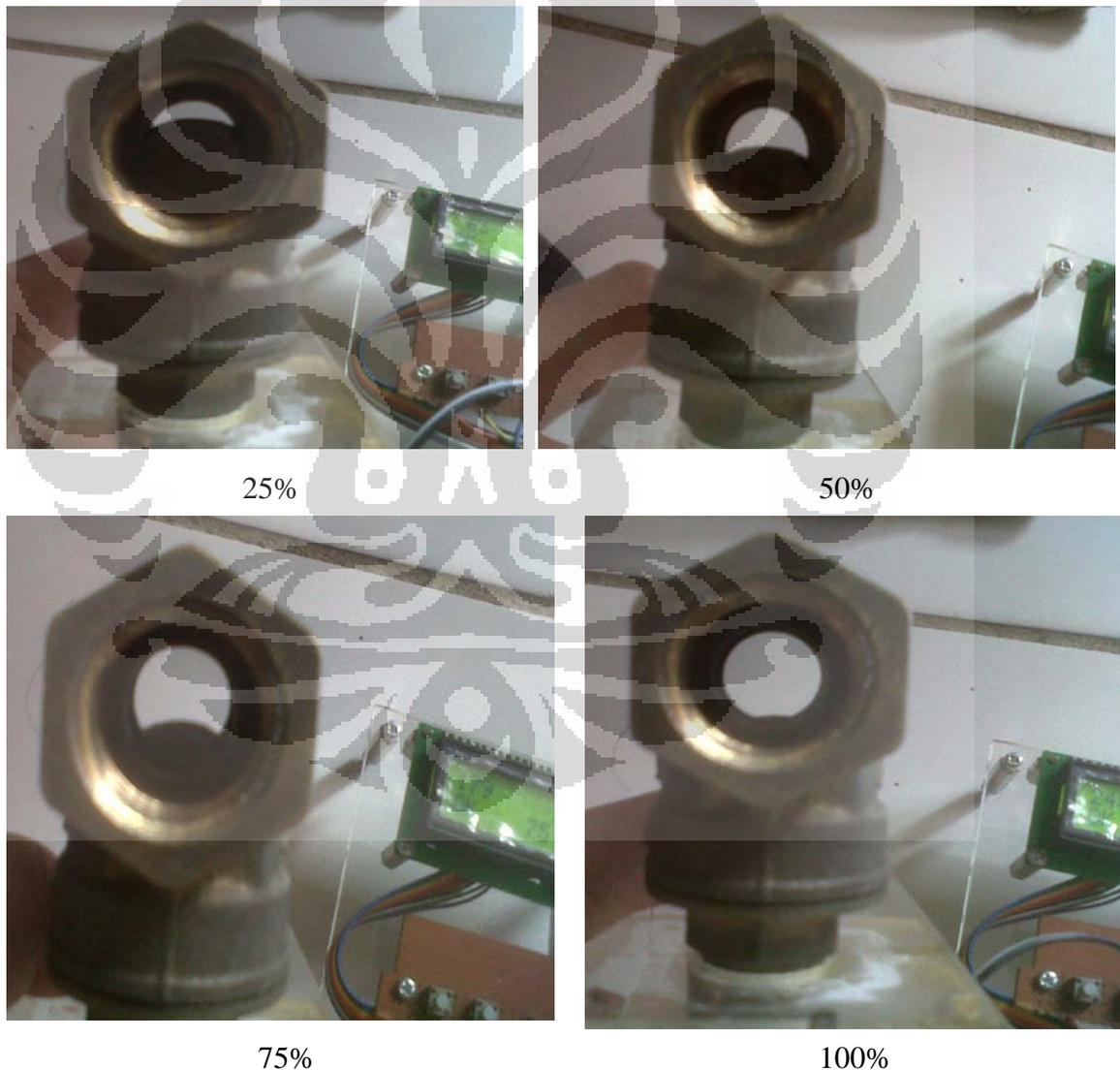
L1 = Luas permukaan sekat tertutup penuh

L2 = Luas permukaan sekat yang bergerak

Maka didapat cara perhitungannya sebagai berikut :

Luas permukaan yang terbuka = L1 – L2

Luas permukaan yang terbuka =  $(\pi r^2) - (1/2(a \times b))$



**Gambar 4.4** Posisi bukaan katup air

### 4.3 Pengujian *Duty Cycle PWM* pada Motor DC

Pada pengujian *Duty Cycle PWM* pada motor DC ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai *Duty Cycle PWM* yang diberikan oleh mikrokontroler terhadap efisiensi kerja katup. Gambar 4.2 merupakan konfigurasi yang digunakan dalam pengujian *Duty Cycle PWM* pada motor DC. Tahapan dan alat-alat yang digunakan dalam pengujian sama dengan tahapan dan alat-alat pengujian pada posisi katup air. Nilai *Duty Cycle PWM* yang diberikan konstan dengan *Duty Cycle* 78,43% dan untuk membandingkan pengaruh *Duty Cycle PWM* terhadap alat maka nilai *Duty Cycle PWM* dicoba juga dengan nilai *Duty Cycle* 39,21%.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Pada Potensiometer

Input	Nilai pengukuran pada potensiometer ( <i>Duty Cycle</i> = 39,21%)		Nilai pengukuran pada potensiometer ( <i>Duty Cycle</i> = 78,43%)		Rata-rata besar bukaan katup (cm <sup>2</sup> )
	Katup membuka	Katup menutup	Katup membuka	Katup menutup	
25%	0,26 Volt	0,30 Volt	0,28 Volt	0,30 Volt	0,328
50%	0,55 Volt	0,62 Volt	0,56 Volt	0,61 Volt	0,735
75%	0,81 Volt	0,92 Volt	0,85 Volt	0,93 Volt	1,146
100%	1,18 Volt	1,22 Volt	1,17 Volt	1,18 Volt	1,328

$$\% \text{rugi - rugi dengan nilai Duty Cycle (39,21\%)} = \frac{0,06 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \times 100\%$$

$$\% \text{rugi - rugi dengan nilai Duty Cycle (39,21\%)} = 1,2 \%$$

$$\% \text{rugi - rugi dengan nilai Duty Cycle (78,43\%)} = \frac{0,04 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}} \times 100\%$$

$$\% \text{rugi - rugi dengan nilai Duty Cycle (78,43\%)} = 0,8\%$$

Selisih % rugi- rugi katup air yang dapat diminimalisir berdasarkan data di atas sebesar 0,4%.

Berdasarkan debit air yang mengalir perbandingannya tidak ada perbedaan hanya dalam *setting time* katupnya saja lebih cepat pada *Duty Cycle* (78,43%) dibandingkan dengan *Duty Cycle* (39,21%).

$$W = 648 \text{ lbm/hr}$$

$$G_f = 1$$

$\Delta P = x$  (diasumsikan sebagai  $x$  dikarenakan tidak mempunyai alat ukur yang diperlukan)

$$C_v = \frac{W}{500\sqrt{G_f \Delta P}}$$

$$C_v = \frac{648 \text{ liter/jam}}{500\sqrt{1 \cdot X}}$$

$$C_v = \frac{648}{500\sqrt{X}}$$

$$q = C_v \sqrt{\frac{\Delta P}{G_f}}$$

$$q = \frac{648}{500\sqrt{X}} \sqrt{\frac{X}{1}}$$

$$q = 1,296 \text{ liter/ menit}$$

Berdasarkan data di atas maka nilai  $q$  pada valve ini adalah 1,296 liter/menit.

## BAB 5

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Rancang Bangun Sistem Pengaturan Katup Air dengan Motor DC ini adalah

1. Putaran pada katup air dapat diatur dengan menggunakan motor DC. Semakin besar nilai *Duty Cycle* dari *PWM* yang diberikan pada motor DC maka nilai rugi-rugi pada putaran katup air akan semakin kecil karena beban pada putaran katup air menjadi lebih ringan sehingga motor DC bekerja lebih efisien.
2. Hasil tegangan pada motor DC dipengaruhi oleh nilai *PWM* yang diberikan dan nilai drop tegangan pada IC L298. Beban pada poros katup air mempengaruhi nilai waktu respon motor.
3. Alat ini masih membutuhkan kalibrasi yang baik untuk mendapatkan hubungan yang jelas antara persentase bukaan katup dengan besar aliran pada berbagai kondisi tekanan yang berbeda.

## DAFTAR ACUAN

- [1] STMicroelectronics. "Dual Full Bridge Driver", datasheet, <http://www.st.com>
- [2] Parr, Andrew. Hidrolika dan Pneumatika : pedoman bagi teknisi dan insinyur.  
Jakarta, Penerbit Erlangga, 2003
- [3] Hewitt, P.G. Conceptual Physics. California: Addison Wesley Publishing  
Company, Inc, 1987
- [4] ATMEL. "8-bit AVR microcontroller with 8K bytes in-System Programmable  
Flash", datasheet, <http://www.atmel.com>
- [5] Sumanto, Mesin Arus Searah. Jogjakarta: Penerbit ANDI OFFSET, 1994
- [6] Smith, Carlos A., dan Corripio, Armando B. Principles And Practice of  
Automatic Process Control, 1985. New York, John Wiley
- [7] "katup aliran air", <http://el-andalucy.blogspot.com/2011/03/katup-aliran-air.html>, 2011.
- [8] "tutorial microcontroller MCS-51 ATMEL ISP", <http://www.mytutorialcafe.com>

```

#include <mega8535.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

#define OK    PINB.1
#define CANCEL PINB.2
#define UP    PINB.0
#define DOWN  PINB.3

#define DIRKA PORTD.0
#define DIRKI PORTD.1

#define PWMA  OCR1A
#define PWMB  OCR1B

#define VALCLOSE 0
#define VALOPEN  250

// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC
#endasm
#include <lcd.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x40

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

void stopMotor(void)
{
    DIRKA = 0;
    DIRKI = 0;
    PWMA = 0;
    PWMB = 0;
}

```

```

}

int runMotor(int direction, int pwm)
{
    if (direction) {
        DIRKA = 0;
        DIRKI = 1;
    } else {
        DIRKA = 1;
        DIRKI = 0;
    }

    PWMA = pwm;
    PWMB = pwm;

    return (read_adc(0));
}

/* setting value */
char valve_set;

/* counter variables */
int l,i,n,u,x;

/* valve position */
int valve;
int valve_percent;

/* lcd buffer */
char lcdbuf[16];
char valbuf[16];

/* main program */
void main(void)
{
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    PORTB=0xFF; /* pull up active */
    DDRB=0x00; /* set as inputs */

    PORTC=0x00;
    DDRC=0x00;
    PORTD=0x00;
    DDRD=0x30;
    DDRD.0 = 1;
    DDRD.1 = 1;

```

```

// Timer/Counter 1 initialization
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x0B;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Analog Comparator initialization
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;
SFIOR&=0xEF;

// LCD module initialization
lcd_init(16);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("FTUI 2011");

for (i=0; i<16; i++) {
    lcd_gotoxy(i,0);
    lcd_putchar('>');
    lcd_gotoxy(i,1);
    lcd_putchar('>');
    delay_ms(100);
}

lcd_clear();

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" DAVID DANIEL ");
delay_ms(1000);

lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" ELEKTRO FT-UI ");
delay_ms(1000);

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);

```

```

lcd_putsf(" VALVE SETTING ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("OK      CLR");

valve = 0;
valve_set = 0;

while (1)
{
#if 1
    valve = read_adc(0);
    delay_ms(10);
    sprintf(valbuf, "%3d", valve);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" ");
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts(valbuf);
#endif

    sprintf(lcdbuf, "%3d", valve_set);
    lcd_gotoxy(5,1);
    lcd_puts(lcdbuf);
    delay_ms(10);

    if (!UP) {
        valve_set++;
        delay_ms(100); /* anti bouncing */
    } else if (!DOWN) {
        if (valve_set < 1) {
            valve_set = 0;
        } else {
            valve_set--;
        }
        delay_ms(100); /* anti bouncing */
    }

    if (valve_set > 100) {
        valve_set = 100;
    }

    if (!CANCEL) {
        valve_set = 0;
    }

    if (!OK) {
        delay_ms(100); /* anti bouncing */
    }
}

```

```

l = read_adc(0); /* current position 860 - 1024 */
valve_percent = (int)((valve_set*0.01)*250);

if (l > valve_percent) {
    while(n > valve_percent) {
        n = runMotor(1, 200);
    }
    stopMotor();
}

if (l < valve_percent) {
    while(n < valve_percent) {
        n = runMotor(0, 200);
    }
    stopMotor();
}

/*
if (l > valve_set) {
    while(n > valve_set) {
        n = runMotor(1, 200);
    }
    stopMotor();
}
if (l < valve_set) {
    while(n < valve_set) {
        n = runMotor(0, 200);
    }
    stopMotor();
}
*/
}

};
}

```