

# APLIKASI MIKROKONTROLER AT89C51 UNTUK PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN GELOMBANG RADIO SEBAGAI MEDIA TRANSMISI

Oleh : Yudi Andriana (L2F 097 690)  
E-mail : andriana\_udp@yahoo.com  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro

**Abstrak** --- Motor DC adalah salah satu motor yang banyak dipakai dalam aplikasi di industri. Pengaturan kecepatan motor adalah parameter yang mendasar dan seringkali dikontrol dari jarak yang jauh.

Dalam Tugas Akhir ini dirancang suatu perangkat pengontrolan jarak jauh kecepatan motor DC yang memanfaatkan gelombang radio sebagai media transmisi data berbasis mikrokontroler AT89C51. Alat ini terdiri dari dua bagian pokok yaitu unit pengirim/penerima yang selanjutnya disebut unit 1 dan unit penerima/pengirim yang selanjutnya disebut unit 2. Sisi unit 1 sebagai masukan untuk menentukan besarnya kecepatan motor sekaligus penampil dari data yang diterima dari unit 2. Pada sisi unit 2 yang ditempatkan pada bagian yang dikontrol dalam hal ini motor DC 12V akan menerima data melalui kode-kode DTMF yang akan memodulasi sinyal osilator yang termodulasi frekuensi. Setelah kecepatan mencapai *set point* maka akan dikirimkan ke unit 1 untuk ditampilkan di papan penampil (LCD). Agar komunikasi dua arah ini tidak terganggu dipakai daerah kerja frekuensi yang berbeda dan teknik komunikasi yang digunakan secara *half duplex*.

Sebagai faktor keamanan maka sistem perangkat ini dilengkapi dengan suatu *password*, sehingga hanya orang yang mengetahui *password* ini saja yang dapat mengoperasikan alat ini.

**Kata kunci** --- Mikrokontroler AT89C51, Sinyal DTMF, Modulasi Frekuensi (FM)

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi elektronika sampai sekarang ini tidak lepas dari penggunaan sistem kontrol, karena dengan sistem kontrol, peralatan elektronika tersebut dapat dioperasikan sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.

Salah satu sistem kontrol yang sedang *trend* sekarang ini adalah sistem kontrol jarak jauh. Aplikasi pengendalian dari jarak jauh tersebut sering disebut dengan nama *teleoperasi*.

Dalam Tugas Akhir ini dibuat suatu perangkat keras untuk mengontrol kecepatan motor DC 12V dari jarak jauh dengan memanfaatkan gelombang radio sebagai media transmisi berbasis mikrokontroler AT89C51. Dengan teknik pengontrolan jarak jauh maka akan memberi keselamatan pada seorang operator ketika suatu *plant* ditempatkan di tempat yang berbahaya bagi keselamatan dirinya.

Pengendalian jarak jauh rawan terhadap pemakaian oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab, oleh karena itu sebelum seorang operator menjalankan motor maka sebelumnya harus memasukkan suatu *password* melalui *keypad* yang selanjutnya dipakai untuk mengeset besaran kecepatan motor yang diinginkan.

### Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk :

- ⊕ Membuat suatu sistem pengendalian kecepatan motor DC dari jarak yang jauh dengan menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya berbasis mikrokontroler AT89C51, yang dilengkapi sistem *password* dengan memanfaatkan sinyal DTMF sebagai kode-kode kontrol yang memodulasi pemancar FM.
- ⊕ Mengetahui aplikasi dari mikrokontroler AT89C51, MT8888C DTMF pengirim/penerima (*transceiver*), 74LS14 *schmitt trigger*, TIP 120, dan *optocoupler*.

### Batasan Masalah

Untuk mengatasi berbagai permasalahan di atas dan diupayakan agar permasalahan tidak melebar jauh, maka diambil beberapa batasan masalah yaitu :

1. Mikrokontroler yang digunakan dari keluaran MCS-51 buatan ATMEL yaitu AT 89C51, model PDIP 40 pena.
2. Pengontrolan kecepatan motor DC 12V tanpa beban dengan metode pengendali secara penambahan-pengurangan penguatan.
3. Menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi dengan teknik modulasi frekuensi.
4. Menggunakan dua pasang pemancar – penerima dengan daerah kerja yang berbeda, dan menggunakan pemancar dan penerima FM yang telah jadi (*kit*) di pasaran.
5. IC DTMF MT8888C digunakan sebagai sinyal informasi yang akan memodulasi sinyal osilator yang termodulasi frekuensi.
6. Sistem pengaturan secara ikal tertutup (*close loop*) dan teknik komunikasi pengontrolan secara dua arah dalam waktu tak bersamaan (*half duplex*).
7. Pengendali kecepatan kipas motor menggunakan pengaturan lebar pulsa secara PWM (*Pulse Width Modulation*).

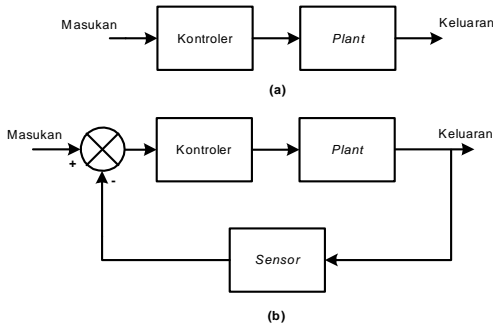
## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Pengaturan<sup>[4]</sup>

Sistem pengaturan diartikan sebagai hubungan timbal balik antara komponen-komponen yang membentuk suatu konfigurasi sistem untuk memberikan suatu respon.

Sistem pengaturan dapat dibagi menjadi sistem pengaturan ikal terbuka dan ikal tertutup (seperti pada gambar 2.1(a) dan (b)). Perbedaan diantara kedua sistem pengaturan tersebut adalah ada tidaknya umpan balik. Ciri suatu sistem ikal terbuka (tanpa umpan balik) adalah apabila terjadi perubahan pada masukan sistem tersebut baik karena patokan ataupun karena gangguan, maka akan secara langsung diikuti oleh perubahan keluaran sistem tersebut. Sedangkan sistem pengaturan yang terdapat umpan baliknya berpengaruh terhadap respon sistem yang tidak berpengaruh oleh gangguan eksternal dan internal pada sistem.

Gambar 2.1 memperlihatkan bagan dari sistem pengaturan ikal terbuka dan ikal tertutup.

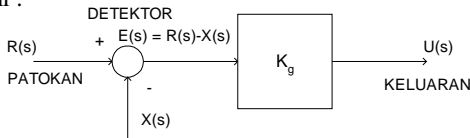


Gambar 2.1 (a) Sistem pengaturan ikal terbuka (*open loop*)  
(b) Sistem Pengaturan ikal tertutup (*close loop*)

Satu masalah dari perancangan sistem pengaturan ikal tertutup adalah menentukan spesifikasi pengaturan yang mampu meredam kesalahan (*error*) secara cepat tetapi tidak berlebihan sehingga menimbulkan osilasi.

### 2.2 Sistem Pengaturan Proporsional<sup>[4]</sup>

Pada sistem pengaturan ini selisih antara  $R(s)$  dan  $X(s)$  berupa  $E(s)$  akan diperkuat oleh pengatur faktor penguatan =  $K_g$ . Sehingga bila digambarkan seperti pada gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Diagram blok sistem pengaturan penambahan-pengurangan penguatan

Faktor penguatan ( $K_g$ ) didapat dengan menentukan waktu *sampling*, untuk faktor penguatan pengali 15 maka waktu *sampling*-nya 100 ms = 0,1s. Hal ini dapat diuraikan dari persamaan untuk menentukan besarnya rpm :

$$\text{rpm} = \frac{f \times 60}{40} \quad (2.1)$$

$$= 1,5f$$

dimana :  $f$  = frekuensi

60 = dalam satuan per menit = 60 detik  
40 = banyaknya lubang pada piringan motor

Dari persamaan 2.1 maka adanya konstanta sebesar 1,5 maka untuk mempermudah perhitungan dibuat faktor pengali sebesar 15 dari waktu *sampling* 0,1 s = 100000  $\mu$ s . Untuk membuat faktor pengali 30 maka dengan menambah waktu *sampling* sebesar 200 ms = 200000  $\mu$ s.

Pengaturan kecepatan kipas motor dilakukan secara PWM (*Pulse Width Modulation*), maka diperlukan suatu konstanta pengontrolan penambahan-pengurangan penguatan, dengan menggunakan rumus untuk :

$$T_{ON} = FFFF - (\text{waktu sampling}/(\text{batas maks. set kec./x})) \quad (2.2)$$

$$T_{OFF} = FFFF - [\text{waktu sampling} - (\text{waktu sampling}/(\text{batas maks set kec./x}))] \quad (2.3)$$

Dengan :

$T_{ON}$  = waktu keadaan aktif tinggi

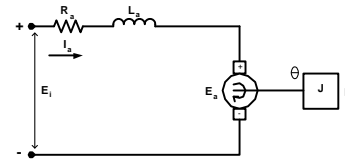
$T_{OFF}$  = waktu keadaan aktif rendah

$x$  = faktor pembagi kelipatan 10

Batas maksimum set kecepatan motor 238 untuk  $K_g = 15$  dan 119 untuk  $K_g = 30$

### 2.3 Motor DC dan Pengaturan Kecepatannya<sup>[4]</sup>

Gambar 2.3 menunjukkan skematik dari motor DC magnet permanen ;



Gambar 2.3 Rangkaian skematik motor DC magnet permanen

Pada gambar rangkaian gambar 2.3, maka didapatkan persamaan tegangan pada rangkaian jangkar adalah:

$$e_i = I_a R_a + e_a \quad (2.4)$$

dalam keadaan tunak (*steady state*) didapatkan

$$E_a = E_i - I_a R_a \quad (2.5)$$

Selain itu berdasarkan sistem dasar motor DC magnet permanen didapat :

$$E_a = Cn\phi \quad (2.6)$$

Dimana  $C$  adalah konstanta,  $\phi$  adalah fluks magnet dan  $n$  adalah kecepatan (rpm).

Dari persamaan (2.5) dan (2.6) diperoleh

$$n = \frac{E_i - I_a R_a}{C\phi} \quad (2.7)$$

dimana :

$E_i$  = tegangan input, V

$L_a$  = induktansi kumparan jangkar, H

$R_a$  = tahanan kumparan jangkar,  $\Omega$

$I_a$  = arus kumparan jangkar, A

$\phi$  = fluks medan konstan magnet

$n$  = kecepatan (rpm)

### 2.4 Pulse Width Modulation (PWM)

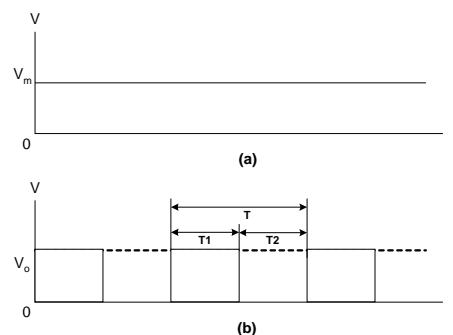
*Pulse width modulation* (PWM) adalah salah satu teknik modulasi gelombang listrik dengan mengubah-ubah lebar daur aktif suatu pulsa yaitu mengatur besarnya *duty cycle*.

Dari persamaan (2.7) diketahui bahwa pengaturan kecepatan motor DC dapat dilakukan dengan :

1. Mengubah fluks magnet ( $\phi$ )
2. Mengubah tegangan input ( $E_i$ )

Karena pada motor magnet permanen nilai fluks magnet tetap, maka pengaturan dengan mengubah tegangan input ( $E_i$ ).

Teknik pengubahan tegangan adalah dengan sistem penggal atau PWM (*Pulse Width Modulation*) seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Pulse Width Modulation* (PWM) (a) sebelum dipenggal (b) setelah dipenggal

Setelah dipenggal maka akan dihasilkan tegangan searah yang besarnya tergantung waktu *on* (T1) dan waktu *off* (T2), yaitu :

$$V_o = aV_m \quad (2.8)$$

Dimana :

$$a = \frac{T1}{T1+T2} = \frac{T1}{T} \quad (2.9)$$

Tegangan  $V_o$  inilah yang nantinya menjadi tegangan pengatur putaran dengan mengubah besarnya T1 dan T2.

### 2.5 Pembangkit dan Dekoder DTMF

Pembangkit DTMF merupakan pembangkit sinyal dengan kombinasi dua frekuensi yang dipilih dari kelompok frekuensi atas dan kelompok frekuensi bawah. Masing-masing kelompok frekuensi tersebut mempunyai 4 macam frekuensi, jadi sebagai kombinasi yang mungkin, semuanya sebanyak enam belas macam.

Adapun kombinasi frekuensi DTMF ditunjukkan pada tabel 2.1.

Sedangkan untuk mendapatkan kembali kode-kode digit dari sinyal DTMF digunakan dekoder DTMF. Dekoder DTMF ini akan mengubah sinyal keluaran *tone* dari pembangkit DTMF menjadi kode digit sesuai dengan karakter yang dikirimkan.

Tabel 2.1 Frekuensi sentuh.

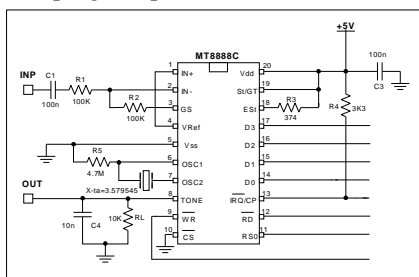
| Hz  | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
|-----|------|------|------|------|
| 697 | 1    | 2    | 3    | A    |
| 770 | 4    | 5    | 6    | B    |
| 852 | 7    | 8    | 9    | C    |
| 941 | *    | 0    | #    | D    |

Keluaran dari dekoder DTMF berupa kode-kode biner  $D_3, D_2, D_1, D_0$ . Sinyal *tone* yang merupakan kombinasi dari dua fungsi frekuensi yang berbeda ini dipisahkan dan masing-masing dijadikan gelombang kotak atau pulsa. Masing-masing gelombang pulsa ini diumpankan ke *digital detection algorithm* yaitu rangkaian pendeteksi terhadap sinyal yang masuk dan mengeluarkan suatu logika khusus yang diumpankan untuk pengendalian logika. Disamping sebagai pengendalian logika, juga sebagai saluran sinyal kolom dan baris untuk dikodekan dalam bentuk digital.

#### 2.5.1 MT8888C DTMF Pengirim/penerima<sup>[13]</sup>

MT8888C merupakan pengirim/penerima (*transceiver*) DTMF, selain bisa berfungsi sebagai penerima DTMF, bisa pula dipakai untuk membangkitkan nada DTMF sesuai dengan angka biner yang diterimanya.

Gambar 2.5 di bawah ini memperlihatkan rangkaian dasar DTMF pengirim/penerima (*transceiver*) MT8888C.



Gambar 2.5 Rangkaian dasar DTMF pengirim/penerima MT8888C

Tabel 2.2 Fungsi-fungsi pena IC MT8888C

| Pena# | Nama                | Fungsi  |
|-------|---------------------|---|
| 1     | IN+                 | <i>Non-inverting</i> . Masukan op-amp   |
| 2     | IN-                 | <i>Inverting</i> . Masukan op-amp   |
| 3     | GS                  | <i>Gain Select</i> . Memberikan jalan masukan kepada keluaran penguatan akhir yang berbeda dari hubungan resistor umpan balik.  |
| 4     | $V_{Ref}$           | <i>Reference Voltage</i> . Keluaran ( $V_{DD}/2$ ).   |
| 5     | $V_{SS}$            | <i>Ground</i> (0V).   |
| 6     | OSC1                | Input <i>clock/oscillator</i> DTMF. Dihubungkan dengan sebuah resistor 4,7 M ke $V_{SS}$ jika menggunakan osilator kristal.   |
| 7     | OSC2                | Keluaran osilator. Sebuah kristal 3,579545 MHz dipasang diantara OSC1 dan OSC2 untuk melengkapi rangkaian osilator internal.  |
| 8     | TONE                | Keluaran dari pengirim internal DTMF.   |
| 9     | $\overline{WR}$     | <i>Write</i> , masukan mikroprosesor.   |
| 10    | $\overline{CS}$     | Masukan <i>Chip Select</i> . Aktif rendah.  |
| 11    | RS0                 | Masukan <i>Register Select</i> .  |
| 12    | $\overline{RD}$     | <i>Read</i> , masukan mikroprosesor.  |
| 13    | $\overline{IRQ}/CP$ | <i>Interrupt Request/Call Progress</i> . Dalam mode interupsi, keluaran akan kondisi rendah ketika sebuah <i>tone</i> DTMF telah dikirimkan atau diterima.                              |
| 14-17 | $D_0$ - $D_3$       | Mikrokontroler <i>data bus</i> . <i>High Impedance</i> ketika $CS=1$ atau $RD=1$ .  |
| 18    | ES <sub>t</sub>     | Keluaran <i>Early Steering</i> . Pada kondisi ini sebuah logika tinggi dari algoritma digital akan terdeteksi dari sebuah <i>tone</i> yang valid.                                       |
| 19    | St/Gt               | Masukan <i>Steering/Guard Time</i> . Sebuah tegangan lebih tinggi dari St yang menyebabkan register akan mendeteksi pasangan <i>tone</i> dan memperbaharui keluaran dari <i>latch</i> . |
| 20    | $V_{DD}$            | Tegangan masukan positif (5 V).   |

MT8888C mempunyai 2 register dengan 4 fungsi, untuk membedakan 2 register ini MT8880 dilengkapi dengan jalur alamat (*address bus*) RS0. Register pertama ( $RS0=0$ ) dinamakan sebagai Register Data, angka DTMF yang diterima MT8888C didapat dengan cara membaca isi terima register data (*Receive Data Register*) dengan keadaan  $\overline{WR} = 1$  dan  $\overline{RD} = 0$  dan diikuti dengan sinyal IRQ yang akan digunakan untuk memberitahukan mikrokontroler bahwa data dari sinyal DTMF telah tersimpan di Register Data, sedangkan angka DTMF yang ingin dikirim disimpan di kirim register data (*Transmit Data Register*) dengan keadaan  $\overline{WR} = 0$  dan  $\overline{RD} = 1$ . Register kedua ( $RS0=1$ ) dinamakan sebagai *Register Kontrol/Status*, tata kerja MT8888C diatur dengan cara mengirim data ke register ini, dan keadaan MT8888C bisa dipantau dengan cara membaca isi register ini.

Tabel 2.3 memperlihatkan Register-register dari MT8888C

Tabel 2.3 Register-register MT8888C

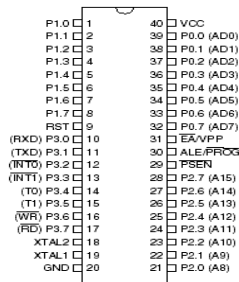
| RS0 | $\overline{WR}$ | $\overline{RD}$ | Fungsi                                    |
|-----|-----------------|-----------------|---|
| 0   | 0               | 1               | Menulis ke <i>Transmit Data Register</i>  |
| 0   | 1               | 0               | Membaca dari <i>Receive Data Register</i> |
| 1   | 0               | 1               | Menulis ke <i>Control Register</i>        |
| 1   | 1               | 0               | Membaca dari <i>Status Register</i>       |

### 2.6 Mikrokontroler AT89C51

AT89C51 adalah mikrokontroler keluaran Atmel dengan 4K byte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) yang berteknologi *nonvolatile memory*, isi memori tersebut dapat diisi ulang atau pun dihapus berkali-kali. Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan intruksi berstandar kode MCS-51 sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *single chip operation* (mode operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan *external memory* (memori luar) untuk menyimpan *source code* tersebut.

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai fitur-fitur sebagai berikut ; bekerja pada frekuensi osilator sampai 24 MHz, 128 x 8-bit RAM internal, 32 jalur input I/O, 2 buah *timer/counter* 16-bit, 6 buah sumber interupsi, jalur operasi serial port, dan mengkomsumsi daya rendah.

Konfigurasi pena-pena mikrokontroler AT89C51 seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6 Pena-pena mikrokontroler AT89C51

Fungsi-fungsi dari pena-pena mikrokontroler AT89C51 dijelaskan seperti pada tabel 2.4 :

Tabel 2.4 Fungsi-fungsi pena mikrokontroler AT89C51

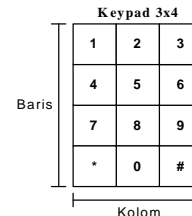
| Nomor # | Nama Pena       | Keterangan  |
|---------|-----------------|---|
| 20      | GND             | Pentanahan (0V)   |
| 40      | V <sub>cc</sub> | Catu daya (+5V)   |
| 32...39 | P0.0...P0.7     | Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, juga dapat dikonfigurasi sebagai bus alamat/data bagian rendah selama proses pengaksesan memori data dan program eksternal. |
| 1...8   | P1.0...P1.7     | Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima alamat bagian rendah selama pemrograman flash.   |
| 21...28 | P2.0...P2.7     | Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau memberikan byte alamat bagian tinggi pada saat mengakses memori eksternal secara 16 bit.                                      |
| 10...17 | Port 3          | Sebagai I/O biasa Port 3 mempunyai sifat yang sama dengan Port 1 maupun Port 2. sedangkan sebagai fungsi spesial port-port ini mempunyai keterangan sebagai berikut : |
| 10      | P3.0            | RXD (port masukan serial)   |
| 11      | P3.1            | TXD (port keluaran serial)  |
| 12      | P3.2            | INT0 (port interupsi 0 eksternal)   |
| 13      | P3.3            | INT1 (port interupsi 1 eksternal)   |
| 14      | P3.4            | T0 (port masukan timer 0 eksternal)   |
| 15      | P3.5            | T1 (port masukan timer 1 eksternal)   |
| 16      | P3.6            | WR (berfungsi sebagai sinyal kendali tulis, saat prosesor akan menulis data ke memori → aktif   |

|    |                    |  |
|----|--------------------|--|
| 17 | P3.7               | rendah). RD (berfungsi sebagai sinyal kendali baca, saat prosesor akan menulis data ke memori → aktif rendah).   |
| 9  | RST                | Reset akan aktif dengan memberikan input tinggi ( <i>high</i> ) selama 2 cycle.  |
| 30 | ALE/PROG           | Pena ini dapat berfungsi sebagai Address Latch Enable (ALE) yang menahan sementara alamat memori eksternal selama pelaksanaan intruksi dalam proses pengalamanan ke memori eksternal pada operasi normal. Sedangkan pada saat pemrograman flash (PROG) berfungsi sebagai pulsa input.  |
| 29 | PSEN               | (Program Store Enable), Pena ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal .  |
| 31 | EA/V <sub>pp</sub> | (External Access Enable) pena ini untuk pilihan akses internal /eksternal. Bila dalam kondisi rendah, pena ini akan berfungsi sebagai EA yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem di-reset. Jika kondisi tinggi, pena ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal. |
| 19 | XTAL1              | Pena ini berfungsi sebagai masukan ke penguat <i>inverting oscillator</i> dan masukan rangkaian <i>clock</i> internal.   |
| 18 | XTAL2              | Pena ini sebagai keluaran dari penguat <i>inverting oscillator</i> . Pena ini dihubungkan dengan kristal 12MHz.  |

### 2.7 Keypad Matrik 3x4

Keypad digunakan sebagai masukan input yang langsung dihubungkan ke mikrokontroler unit 1. Keypad yang digunakan adalah tipe matrik 3x4. Cara kerja di dalam pemrograman yaitu; salah satu jalur dipakai sebagai input dan lainnya sebagai output atau sebaliknya. Di sini penulis memakai kolom sebagai input dan baris sebagai output.

Konfigurasi dari keypad matrik 3x4 ditunjukkan seperti pada gambar 2.7.



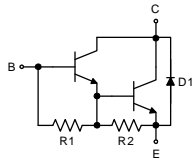
Gambar 2.7 Konfigurasi keypad matrik 3x4

### 2.8 Driver Motor DC

Untuk menggerakkan motor DC dari keluaran mikrokontroler, digunakan transistor tipe TIP 120 sebagai driver motor yang terdiri dua transistor NPN secara

darlington di dalamnya dan mampu mengalirkan sampai arus basis 120 mA DC.

Gambar 2.8 memperlihatkan rangkaian ekuivalen dari transistor TIP 120;



Gambar 2.8 Rangkaian ekuivalen TIP 120

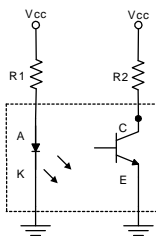
Dengan :

$$R_1 \cong 8K\Omega$$

$$R_2 \cong 120\Omega$$

### 2.9 Optocoupler

Untuk menghitung kecepatan dari motor digunakan *optocoupler* sebagai sensor. Gambar 2.9 memperlihatkan rangkaian ekuivalen dari *optocoupler* ;



Gambar 2.9 Rangkaian ekuivalen *optocoupler*

Prinsip dari rangkaian di atas adalah :

- Jika antara transistor dan LED dihalangi maka transistor akan *off* sehingga output dari kolektor akan berlogika *high*.
- Sebaliknya jika antara transistor dan LED tidak dihalangi maka transistor akan *on* sehingga outputnya akan berlogika *low*.

### 2.10 LCD M1632 16 Karakter x 2 Baris<sup>[12]</sup>

M1632 adalah suatu modul dot-matrix tampilan kristal cair (LCD) dengan konsumsi daya rendah. Yang dilengkapi dengan sebuah panel kontras TN LCD dan terdapat suatu *drive* pengontrol CMOS LCD. Pengontrol mempunyai suatu pembentuk generator karakter ROM/RAM, dan penampil data RAM. Semua fungsi tampilan dikendalikan oleh instruksi dan modul ini yang mudah dihubungkan dengan suatu unit mikroprosesor /mikrokontroler.

## III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS PERANGKAT LUNAK

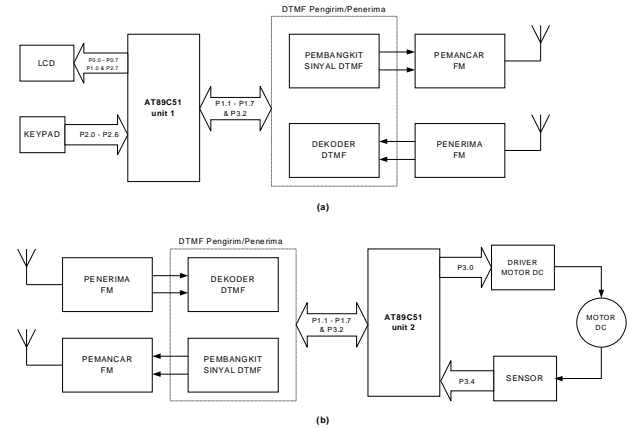
### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras akan dibahas cara kerja dari sistem yang terdiri dari sepasang pemancar-penerima FM, blok DTMF pengirim/penerima sebagai sinyal pengkodean, papan masukan melalui *keypad* dan papan penampil (LCD) yang selanjutnya disebut unit 1. Pada modul lainnya yang terdiri sepasang pemancar-penerima FM, blok DTMF pengirim/penerima sebagai sinyal pengkodean, serta sebuah *plant* dalam hal ini sebuah motor DC 12V yang akan dikontrol kecepatannya serta rangkaian pendukungnya seperti *driver* motor DC dan sensor kecepatan yang menggunakan *optocoupler* yang selanjutnya disebut unit 2. Karena sistem

menggunakan dua pasang pemancar dan penerima FM yang hanya dibedakan oleh frekuensi kerjanya, maka secara umum pembahasan perancangan yang dilakukan akan mengacu kepada sepasang pemancar dan penerima pada sebuah frekuensi kerja.

#### 3.1.1 Diagram Blok Sistem

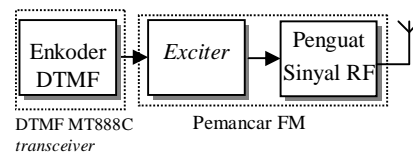
Secara garis besar sistem pengontrolan kecepatan motor DC jarak jauh dengan menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya berbasis mikrokontroler AT89C51 ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem (a) Unit 1 (b) Unit 2

#### 3.1.1.1 Diagram Blok Pemancar

Diagram blok pemancar ditunjukkan seperti pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Blok pemancar yang terhubung dengan DTMF

Blok pemancar yang terhubung dengan DTMF MT8888C pengirim/penerima bagian enkoder yang terdiri rangkaian *Exciter* (yaitu blok yang terdiri rangkaian osilator dan penyangga) dan penguat sinyal RF. Enkoder DTMF adalah suatu bagian blok dari DTMF MT8888C pengirim/penerima untuk menghasilkan sinyal DTMF, sedangkan rangkaian pemancar FM digunakan untuk mentransmisikan sinyal DTMF ini ke rangkain penerima. Rangkaian osilator digunakan sebagai modulator FM, sedangkan penyangga (*buffer*) berfungsi untuk menstabilkan frekuensi dari osilator dari akibat pembebanan tingkat selanjutnya.

Sebelum gelombang radio pembawa termodulasi dipancarkan melalui antena, maka terlebih dahulu diperkuat agar dapat mencapai jarak pancar yang diinginkan. Penguat sinyal RF ini adalah sebuah penguat kelas A dengan menggunakan transistor.

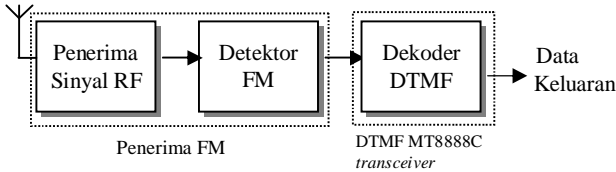
#### 3.1.1.2 Diagram Blok Penerima

Untuk mendapatkan kembali sinyal DTMF yang dipancarkan pemancar FM, diperlukan sebuah penerima FM. Bagian ini ditalakan agar dapat menerima gelombang radio

sesuai dengan frekuensi kerja pemancar. Bagian ini juga melakukan proses konversi frekuensi dari frekuensi kerja pemancar menjadi frekuensi antara sebesar 10,7 MHz untuk mempermudah proses selanjutnya.

Frekuensi antara dari penerima sinyal RF kemudian dideteksi pada bagian detektor FM.

Gambar 3.3 menunjukkan blok diagram penerima FM yang dihubungkan dengan blok DTMF pengirim/penerima dalam hal ini bagian yang bekerja adalah dekoder DTMF.



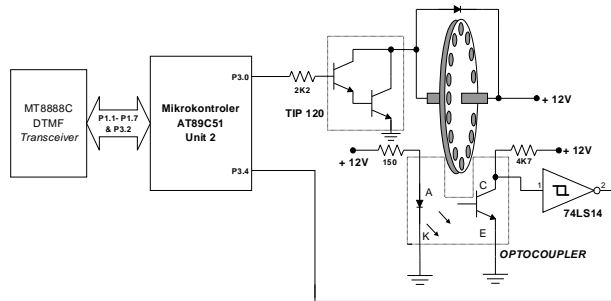
Gambar 3.3 Blok diagram penerima FM dengan DTMF

Detektor FM berfungsi untuk melakukan proses demodulasi sinyal yang diterima dari pemancar. Keluaran dari detektor FM ini adalah sinyal DTMF, untuk itu diperlukan dekoder DTMF untuk mengubah menjadi data biner.

### 3.2 Rangkaian Pengontrolan Kecepatan Motor DC

Pengontrolan kecepatan motor DC diproses di unit 2, dimana mikrokontroler unit 2 mendapat data informasi secara biner dari DTMF pengirim/penerima unit 2 yang selanjutnya data tersebut akan diolah untuk menggerakkan motor dengan teknik pengendalian secara proporsional. Hasil dari putaran dari motor dimana dipasang kipas yang telah dilubangi sebanyak 40 lubang disensor dengan menggunakan *optocoupler* untuk dihitung kecepatan secara PWM. Setelah kecepatan mencapai *set point* selanjutnya kecepatan akan dikirim ke unit 1 dengan proses kirim yang sama dengan sebelumnya.

Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian pengontrolan kecepatan motor DC;



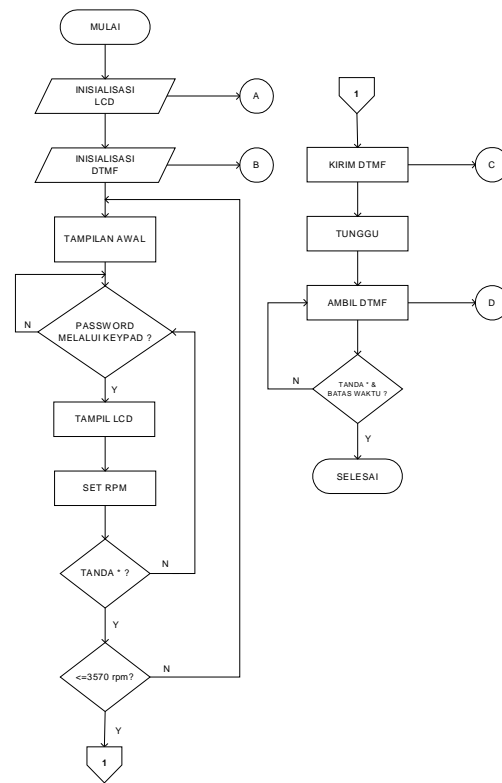
Gambar 3.4 Rangkaian pengontrolan kecepatan motor DC dengan mikrokontroler unit 2 sebagai pengendalinya

IC 74LS14 *schmitt trigger* ditambahkan sebagai pengkondisian sinyal yang lebih baik dari keluaran *optocoupler*. Keluaran *schmitt trigger* merupakan komplemen dari masukannya.

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

#### 3.3.1 Diagram Alir Program Utama Unit 1

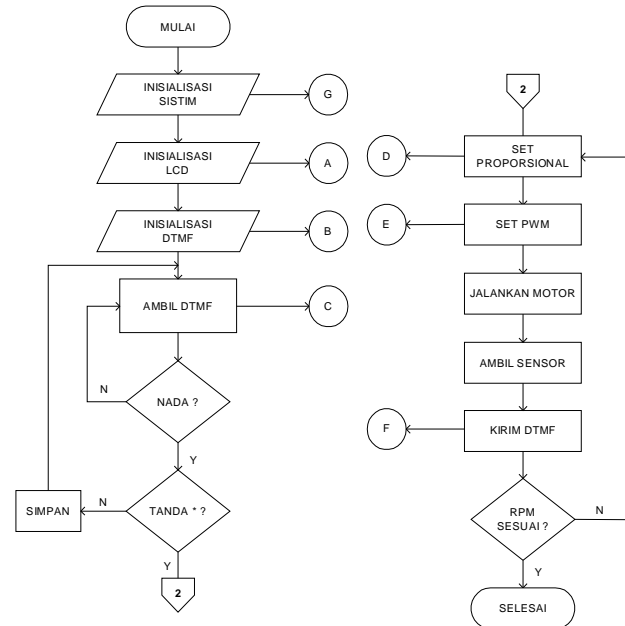
Diagram alir dari program utama unit 1 ditunjukkan seperti pada gambar 3.5 ;



Gambar 3.5 Diagram alir program utama unit 1

#### 3.3.2 Diagram Alir Program Utama Unit 2

Diagram alir dari program utama unit 2 ditunjukkan seperti pada gambar 3.6;



Gambar 3.6 Diagram alir program utama unit 2

Untuk proses kirim dan terima dari DTMF MT8888C pada unit 1 dan unit 2 adalah sama dengan melihat kondisi dari RS0 (*register select*). Potongan program untuk kirim dan terima sebagai berikut ;

```
KirimDTMF:
CLR      RS0
```

```

AJMP KirimKe8888
KirimKONTROL:
SETB RSO
KirimKe8888:
CLR WR
ANL P1,#00001111B
ORL P1,A
NOP
SETB WR
RET
AmbilDTMF:
ACALL LihatStatus
JNB ACC.5,AmbilDTMF
BacaDTMF:
CLR RSO
AJMP AmbilDari8888
LihatSTATUS:
SETB RSO
AmbilDari8888:
CLR RD
NOP
MOV A,P1
ANL A,#11110000B
SETB RD
RET
    
```

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada pengujian ini sistem secara keseluruhan diterapkan sesuai dengan aplikasi, yaitu pengendalian secara jarak jauh. Sistem diuji untuk melakukan pengendalian dari jarak sekitar 20 meter. Pada pengujian ini pertama-tama unit 1 (pengirim/penerima 1) dan unit 2 (pengirim/penerima 2) dalam keadaan *on* dan masing-masing di-*reset*. Di sisi unit 1 setelah tampilan awal di papan penampil (LCD) mengisi *password* sebanyak 4 bit. Setelah isi *password* benar tentukan besarnya kecepatan dengan batas maksimum sebesar 3570 rpm dan diakhiri dengan menekan tombol bintang (\*) untuk perintah kirim ke sisi unit 2 melalui pemancar 1.

Di sisi unit 2 setelah demodulator FM menerima sinyal dari unit 1 maka mikrokontroler unit 2 akan mengolah data tersebut untuk menggerakkan motor melalui *driver* motor dan disensor melalui *optocoupler*. Pada saat ini sistem unit 2 akan melakukan proses pengontrolan kecepatan motor secara proporsional. Keadaan ini dinyatakan dengan mengaktifkan suatu led warna kuning yang langsung dihubungkan ke *port* 3.6 dari mikrokontroler unit 2. Setelah kecepatan mencapai nilai yang ditetapkan (*set point*) maka led hijau akan menyala yang dihubungkan langsung dengan *port* 3.7. Poses selanjutnya adalah kirim data melalui pemancar unit 2 ke penerima unit 1 untuk ditampilkan di layar penampil (LCD) sesuai dengan besar kecepatan yang ditetapkan.

##### 4.1 Pengukuran Kecepatan Motor Terhadap Perubahan Waktu

Pengukuran dilakukan di unit 2 dimana mikrokontroler mengolah data yang diterima dari DTMF untuk mengontrol kecepatan motor secara proporsional. Pengukuran kecepatan terhadap perubahan waktu dalam satuan detik setiap 5 detik sampai mencapai set masukan (*setting point*) dari unit 1. Gambar 4.1 menunjukkan prosedur pengujian kecepatan motor dimana pencacah frekuensi (*frequency counter*) dihubungkan dengan keluaran dari IC *schmitt trigger*. Besarnya faktor penguatan yang ditentukan sebelumnya ( $K_g=15$  dan  $K_g=30$ ), dengan menggunakan persamaan (4.1) berikut ini untuk menghitung besarnya kecepatan motor (dalam rpm) dari besarnya frekuensi yang terukur. Tabel 4.1

memperlihatkan hasil dari pengukuran untuk *set point* = 1500 rpm, dan tabel 4.2 untuk *set point* 3000 rpm.

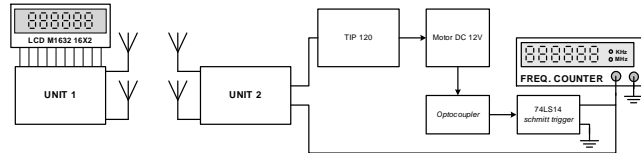
$$rpm = \frac{f \times 60}{40} \quad (4.1)$$

dengan :

f = besarnya frekuensi yang dihasilkan dari keluaran IC *schmitt trigger*.

60 = dalam jangkauan 1 menit = 60 detik

40 = banyaknya lubang pada piringan motor

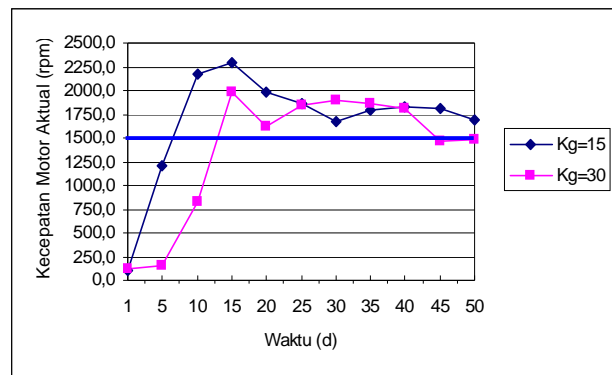


Gambar 4.1 Prosedur pengujian kecepatan motor terhadap perubahan waktu

Tabel 4.1 Hasil pengukuran untuk *set point* 1500 rpm

| Detik ke- (d) | $K_g = 15$     |            | $K_g = 30$     |            |
|---------------|----------------|------------|----------------|------------|
|               | Frekuensi (Hz) | rpm Aktual | Frekuensi (Hz) | rpm Aktual |
| 1             | 68             | 102,0      | 79             | 118,5      |
| 5             | 807            | 1207,5     | 108            | 162,0      |
| 10            | 1446           | 2169,0     | 552            | 828,0      |
| 15            | 1525           | 2287,5     | 1326           | 1989,0     |
| 20            | 1325           | 1987,5     | 1086           | 1629,0     |
| 25            | 1246           | 1869,0     | 1226           | 1839,0     |
| 30            | 1113           | 1669,5     | 1260           | 1890,0     |
| 35            | 1198           | 1797,0     | 1237           | 1855,5     |
| 40            | 1223           | 1834,5     | 1207           | 1810,5     |
| 45            | 1203           | 1804,5     | 972            | 1458,0     |
| 50            | 1132           | 1698,0     | 987            | 1480,5     |

Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara perubahan waktu (d) dengan kecepatan motor aktual (rpm);



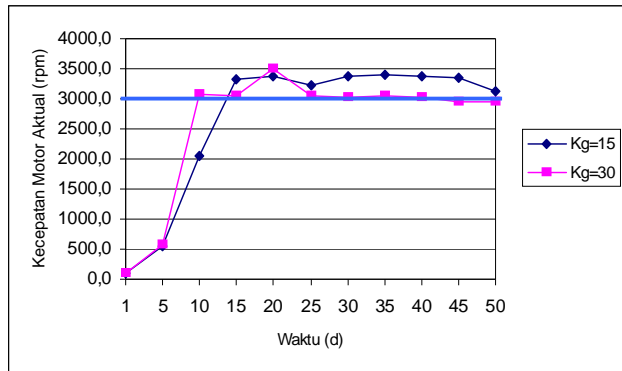
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara perubahan waktu (d) dengan kecepatan motor aktual (rpm) untuk *set point* = 1500 rpm

Tabel 4.2 Hasil pengukuran untuk *set point* 3000 rpm

| Detik ke- (d) | $K_g = 15$     |            | $K_g = 30$     |            |
|---------------|----------------|------------|----------------|------------|
|               | Frekuensi (Hz) | rpm Aktual | Frekuensi (Hz) | rpm Aktual |
| 1             | 65             | 97,5       | 72             | 108,0      |
| 5             | 361            | 541,5      | 387            | 580,5      |
| 10            | 1361           | 2041,5     | 2053           | 3079,5     |
| 15            | 2211           | 3316,5     | 2033           | 3049,5     |
| 20            | 2247           | 3370,5     | 2334           | 3501,0     |
| 25            | 2148           | 3222,0     | 2034           | 3051,0     |
| 30            | 2252           | 3378,0     | 2025           | 3037,5     |
| 35            | 2266           | 3399,0     | 2030           | 3045,0     |

|    |      |        |      |        |
|----|------|--------|------|--------|
| 40 | 2255 | 3382,5 | 2011 | 3016,5 |
| 45 | 2234 | 3351,0 | 1961 | 2941,5 |
| 50 | 2083 | 3124,5 | 1973 | 2959,5 |

Gambar 4.3 menunjukkan grafik hubungan antara perubahan waktu (d) dengan kecepatan motor aktual (rpm);



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara perubahan waktu (d) dengan kecepatan motor aktual (rpm) untuk set point = 3000 rpm

Dari kedua grafik di atas (gambar 4.2 dan gambar 4.3) terlihat bahwa faktor penguatan ( $K_g = 30$ ) responnya lebih cepat untuk mencapai kecepatan set point-nya dari pada faktor penguatan ( $K_g = 15$ ).

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data yang diperoleh penulis melalui pengujian dan pengamatan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat telah berfungsi dengan baik pada pengujian dengan jarak 20 meter.
2. Faktor penguatan ( $K_g$ ) berpengaruh terhadap respon untuk mencapai set point. Dari analisa nilai  $K_g=30$  lebih cepat responnya dari pada nilai  $K_g=15$ .
3. DTMF pengirim/penerima (*transceiver*) MT8888C dapat digunakan untuk komunikasi dua arah dimana tidak memerlukan ruang yang luas dan akan menyederhanakan sistem.
4. Sinyal DTMF hasil demodulasi penerima FM sedikit mengalami gangguan, tetapi dekoder DTMF MT8888C masih bisa mendekoder sinyal tersebut dengan baik, hal ini disebabkan karena didalam IC DTMF MT8888C bagian dekoder terdapat rangkaian *band pass filter* yang hanya meloloskan nada-nada DTMF saja.
5. Agar komunikasi dua arah ini tidak terganggu maka digunakan frekuensi kerja yang berbeda dan teknik transmisi yang digunakan dalam sistem secara *half duplex*.

### 5.2 Saran-saran

1. Dengan menggunakan sebuah PC di bagian unit 1 untuk menambah fasilitas dalam pengukuran dan sebagai layar penampil.
2. Menggunakan teknik pengendali PID, *Fuzzy* untuk menguji kestabilan sistem pengendali kecepatan motor DC jarak jauh dengan gelombang radio sebagai media transmisinya.

3. Agar dapat menjangkau jarak yang lebih jauh, penguat RF tingkat akhir yang digunakan menggunakan penguat yang dapat menghasilkan daya yang lebih tinggi.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agfianto Eko Putra. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Edisi Pertama, Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- [2] Albert Paul Malvino, Ph.D., Hanapi Gunawan. *Prinsip-prinsip Elektronik*. Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [3] Dennis Roody, Kamal Idris, John Coolen. *Komunikasi Elektronika*. Edisi Ketiga, Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1993.
- [4] Ir. Sulasno, Ir. Thomas Agus Prajitno. *Dasar Sistem Pengaturan*. Satya Wacana, Semarang, 1991.
- [5] Ir. Muslimin. M. *Teknik Tenaga Listrik (TTL)*. Armico, Bandung, 1979.
- [6] Katsuhiko Ogata, Edi Laksono. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jilid I, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [7] Katsuhiko Ogata. *Modern Control Engineering*. Third Edition, Prentice-Hall International, Inc., 1997.
- [8] Mischa Schwartz, Sri Jatno Wirjosoedirjo. *Transmisi Informasi, Modulasi dan Bising*. Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [9] P.N. Paraskevopoulos. *Digital Control System*. Prentice Hall, London, 1996.
- [10] Wasito S. *Data Sheet Book 1, Data IC Linier, TTL dan CMOS*. Cetakan Kedua, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1987.
- [11] W. Foulsham & Co Ltd, London. *Data Dan Persamaan Transistor*. Edisi Revisi Keempat, PT Elex Media Komputindo, Gramedia, Jakarta, 1996.
- [12] ....., *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*. Seiko Instruments Inc., Japan, 1987.
- [13] <http://alds.stts.edu>
- [14] <http://www.atmel.com/>, *Data Sheet AT89C51*





Penulis adalah mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang, Angkatan 1997 dengan pilihan konsentrasi Kontrol.

Disetujui oleh :

Pembimbing I

**Sumardi, ST, MT**  
NIP. 132 125 670