

## KONTROL CATU DAYA DC 30V/15A MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AT89C52 DENGAN METODE *LOOK-UP* *TABLE* UNTUK APLIKASI SISTEM PEMAGNETAN

Arieko Abdillah, Lingga Hermanto dan Azwar Manaf

Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI, Depok

### ABSTRAK

**KONTROL CATU DAYA DC 30V/15 A MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER AT89C52 DENGAN METODE *LOOK-UP TABLE* UNTUK APLIKASI SISTEM PEMAGNETAN.** Telah dilakukan penelitian mengenai sistem pengontrol arus DC berbasis mikrokontroler Atmel AT89C52. Mikrokontroler mengatur transistor yang akan diaktifkan guna melewatkan arus DC untuk menghasilkan medan magnet homogen. Sistem ini menghasilkan variasi arus DC dari 1,8 A hingga 12 A. Variasi arus tersebut menghasilkan nilai medan magnet terukur yang bernilai 23 mT hingga 325 mT. Pengolahan data masukan dan data yang tersimpan dalam mikrokontroler menggunakan metode *look-up table*. Rangkaian mikrokontroler dan rangkaian catu daya tersebut dipisahkan / diisolasi dengan menggunakan *optocoupler*. Sistem pengontrol arus DC ini dapat dijadikan model awal untuk pengontrol medan magnet untuk tujuan magnetisasi pada sistem pemagnetan.

**Kata kunci :** Kontrol catu daya DC 30V/15A, mikrokontroller AT89C52, look-up tabel, sistem magnetisasi

### ABSTRACT

**CONTROL OF DC 30V/15A POWER SUPPLY USING AT89C MICROCONTROLLER BY *LOOK-UP TABLE* METHOD FOR MAGNETIZATION SYSTEM APPLICATION.** Experiment of Control System DC current based on microcontroller Atmel AT89C52 has been done. Microcontroller controls the transistors that will be activate. These transistors will allow the DC current passed trough to produce a homogeneous of magnetic field. This system produce DC current from 1,8 A to 12 A that produce the magnetic field measures from 23 mT to 325 mT. All manner of data using *look-up table* method. Microcontroller and power supply circuit were isolated by *optocoupler*. This system can be used as first prototypes of control system of magnetic field for magnetize purpose.

**Key words :** Control of DC 30V/15A power supply, AT89C52 microcontroller, look-up table, magnetisation system

### PENDAHULUAN

Penelitian ini mencoba mengembangkan kontrol catu daya secara digital. Kontrol catu daya pada sistem ini dilakukan oleh transistor-transistor yang berfungsi sebagai saklar. Semua itu dikendalikan oleh mikrokontroler. Penggunaan mikrokontroler disini karena kefleksibelan mikrokontroler sebagai *embedded system*.

Hasil keluaran dari catu daya yang berupa arus listrik DC akan digunakan untuk membangkitkan medan magnet melalui kumparan-kumparan kawat penghantar pada suatu inti besi.

Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medium medan magnet, bentuk energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik. Alat konversinya disebut generator. Sebaliknya, motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [1]. Pada transformator, gandingan medan magnet berfungsi untuk

memindahkan dan mengubah energi listrik dari rangkaian primer ke rangkaian sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik.

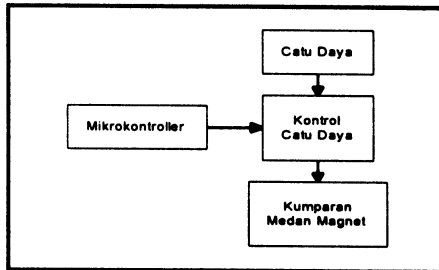
Untuk menghasilkan medan magnet, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Pada dasarnya medan magnet terbentuk dari gerak elektron. Mengingat arus listrik yang melalui suatu penghantar merupakan aliran elektron, maka pada sekitar kawat penghantar tersebut akan timbul suatu medan magnet [2].

Medan magnet biasanya dihasilkan oleh suatu selenoida atau disebut juga medan elektromagnet. Selenoida dibuat dengan melilitkan kawat tembaga yang terinsulasi dalam jumlah lilitan tertentu [3].

Pada penelitian ini ini, setelah tegangan AC disearahkan menjadi tegangan DC dengan arus maksimum 30 A. Mikrokontroler akan mengatur arus DC tersebut dengan mengaktifkan tiap transistor pengontrol

satu persatu. Mikrokontroler mendapat masukan dari keypad. Selanjutnya input dari keypad tersebut akan ditampilkan pada LCD dan dibandingkan dengan data yang ada pada mikrokontroler.

Skema perancangan sistem yang dibuat adalah sebagai berikut:



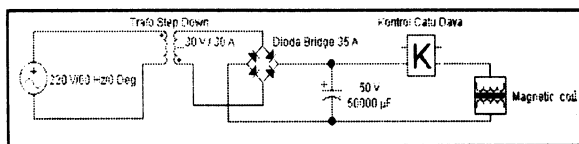
Gambar 1. Skema perancangan

## TEORI

### Catu Daya

Trafo yang digunakan adalah trafo *stepdown* 220 V AC menjadi 30 V AC dengan arus maksimum 30 A. Untuk menyearahkan sinyal AC tersebut digunakan dioda *bridge tipe* KBPC3510 yang dapat menyearahkan sinyal AC dengan arus maksimum 35 A.

Sinyal keluaran dari dioda *bridge* berupa gelombang positif masih harus diratakan atau diperhalus [4]. Pada rangkaian catu daya ini digunakan lima buah kapasitor berkapasitas 10.000 uF yang disusun secara paralel. Susunan ini akan memberikan kapasitas total sebesar 50.000 uF. Kapasitas yang besar ini diperlukan agar catu daya tersebut dapat memberikan sinyal keluaran DC yang mendekati ideal pada arus DC yang cukup besar. Arus DC inilah yang akan diatur oleh rangkaian kontrol catu daya.

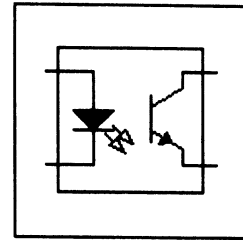


Gambar 2. Rangkaian catu daya DC

### Kontrol Catu Daya

Kontrol catu daya berfungsi untuk mengatur arus DC yang akan dialirkan menuju beban yang berupa kumparan. Rangkaian ini pula yang akan menghubungkan antara rangkaian mikrokontroler dengan rangkaian catu daya. Rangkaian mikrokontroler merupakan rangkaian arus lemah sedangkan rangkaian catu daya merupakan rangkaian arus kuat, oleh karena itu diantara keduanya harus ada isolasi yang baik. Untuk itu pada sistem ini rangkaian kontrol catu daya harus bisa memenuhi syarat itu.

Pada penelitian ini dipilih menggunakan *optocoupler* karena responnya yang cepat, bentuknya yang tidak terlalu memakan banyak tempat dan tidak butuh arus yang cukup besar untuk mengaktifkannya. *Optocoupler* yang digunakan untuk mengisolasi antara rangkaian mikrokontroler dengan rangkaian catu daya adalah *optocoupler* tipe 4N26 buatan Motorola. *Optocoupler* ini hanya membutuhkan arus sebesar 10 mA untuk mengaktifkannya.



Gambar 3. Optocoupler

Mikrokontroler akan memberikan sinyal digital yang berupa tegangan 5 V kepada rangkaian kontrol catu daya. Sinyal ini selanjutnya akan mengaktifkan *optocoupler* yang terdapat pada rangkaian kontrol catu daya tersebut.

Di dalam sebuah *optocoupler* sudah terintegrasi sebuah led dan fototransistor. Led dan fototransistor tersebut terpisah secara elektronik. Hal inilah yang membuat *optocoupler* dapat memberikan isolasi antara rangkaian mikrokontroler dan rangkaian catu daya.

Pada sistem secara keseluruhan, terdapat delapan buah *optocoupler* dan transistor 2N3055. Mikrokontroler akan mengatur jumlah transistor 2N3055 yang aktif. Banyaknya transistor yang aktif akan menentukan besarnya arus emitor yang mengalir. Makin banyak transistor yang aktif, maka makin besar pula arus *emitter* yang mengalir.

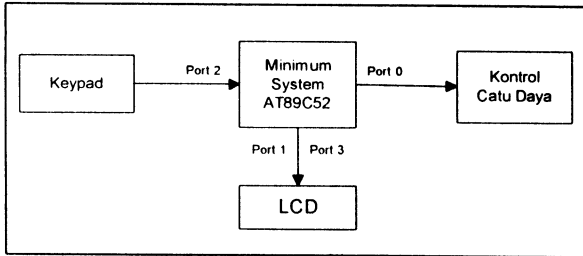
### Perancangan Mikrokontroler

Sistem rangkaian mikrokontroler terdiri dari minimum sistem yang berupa IC AT89C52 itu sendiri beserta komponen-komponen penunjangnya, papan keypad matriks 4 x 4 yang berupa saklar tombol yang tersusun dari 4 baris dan 4 kolom dan juga sebuah LCD (*Liquid Crystal Display*) yang memiliki kemampuan menampilkan karakter sebanyak 16 karakter pada kedua barisnya (LCD 16 x2).

Sistem mikrokontroler memiliki sistem penyusun seperti Gambar 4.

Minimum sistem merupakan suatu sistem yang terdiri dari IC AT89C52 dan komponen-komponen penunjangnya agar IC tersebut dapat berfungsi sebagai sistem mikrokontroler.

Komponen-komponen penunjangnya berupa sebuah kristal (*x-tal*) beserta sejumlah resistor dan kapasitor, kaki-kaki jumper sebagai penghubung



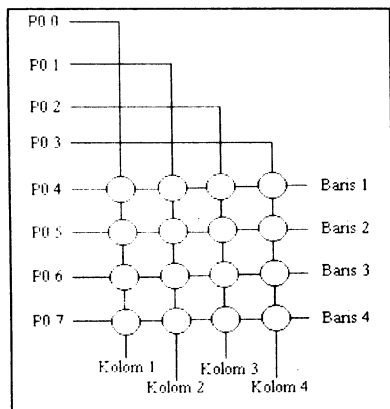
Gambar 4. Sistem Mikrokontroler

port-port yang dimiliki oleh IC AT89C52 dan tombol reset jika diperlukan. *X-tal* diperlukan sebagai penghasil gelombang (*clock*) yang diperlukan oleh IC AT89C52. *X-tal* dihubungkan dengan kaki nomor 18 dan 19 pada IC AT89C52. *X-tal* yang digunakan memiliki frekuensi 12 MHz. Sedangkan kaki-kaki jumper yang dihubungkan dengan port-port yang ada pada IC AT89C52 berfungsi sebagai penghubung antara IC AT89C52 dengan alat ataupun komponen lainnya.

### Keypad

Papan keypad yang digunakan terdiri dari 16 saklar push-on yang disusun menjadi 4 baris dan 4 kolom. Papan keypad ini menggunakan port 2 dari IC AT89C52 sebagai hubungannya. Minimum sistem AT89C52 mengidentifikasi tombol yang ditekan dengan menggunakan metode *scanning*.

Dengan metode ini minimum sistem AT89C52 akan memeriksa kolom satu per satu. Program akan memeriksa kolom ke 1. Pada saat memeriksa kolom ke 1, program akan memeriksa dari baris ke 1 sampai dengan baris ke 4. Jika ada tombol yang ditekan maka nilai tombol yang ditekan akan disimpan sementara di akumulator A. Bila tidak ada tombol yang ditekan pada kolom ke 1 maka program akan memeriksa kolom selanjutnya hingga kolom ke 4.



Gambar 5. Rangkaian Keypad[5].

Papan keypad ini digunakan untuk memasukkan nilai medan magnet diinginkan, setelah sebelumnya dilakukan dahulu pengukuran terhadap medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan. Papan ini juga digunakan

untuk mengeksekusi atau membatalkan nilai yang dimasukkan melalui keypad.

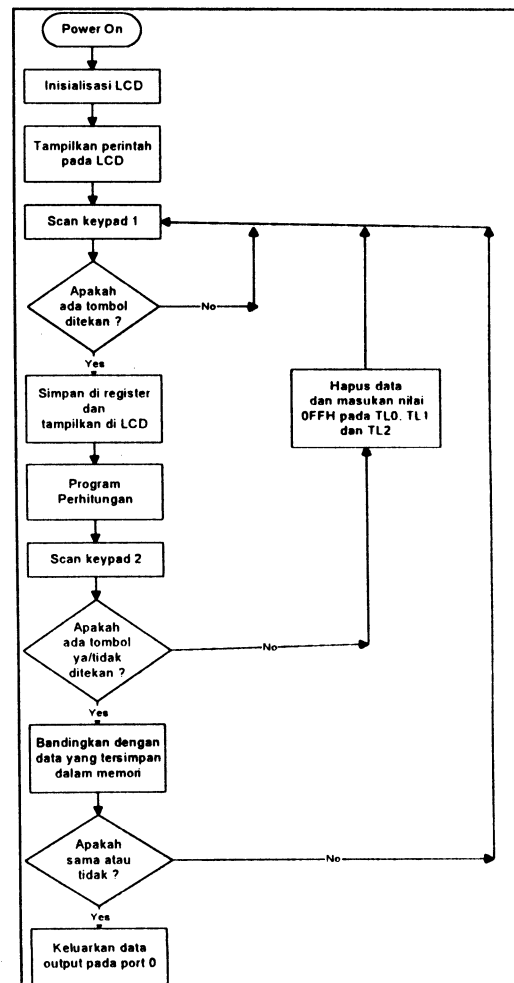
### Liquid Crystal Display (LCD)

LCD yang digunakan merupakan LCD tipe M1632. LCD ini digunakan untuk menampilkan nilai yang dimasukkan melalui keypad. LCD ini menggunakan 8 bit jalur datanya. Jalur datanya menggunakan port 3 dari IC AT89C52. Sedangkan untuk mengontrol LCD, digunakan port 1 dari IC AT89C52. Namun dari port 1 tersebut hanya digunakan 3 kakinya saja, yaitu P1.0 untuk mengontrol kaki E dari LCD, P1.1 untuk mengontrol kaki RS dari LCD dan P1.2 untuk mengontrol kaki R/W dari LCD.

Dalam proses penggunaan LCD sebagai tampilan output ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Yang pertama adalah proses inisialisasi LCD dan yang kedua adalah proses pengiriman data dari minimum sistem AT89C52 ke LCD.

### Perangkat Lunak

Secara umum rancangan software dapat dilihat pada Gambar 6. Setelah power dihidupkan, mikrokontroler

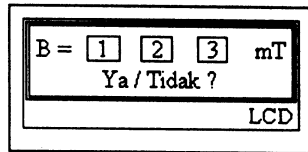


Gambar 6. Diagram alir perancangan software

akan melakukan proses inialisasi LCD. Selanjutnya pada LCD akan di tampilkan tampilan awal dan perintah pada LCD.

Pada penelitian ini nilai medan magnet yang dimasukkan berupa dua atau tiga digit angka yang menyatakan besar nilai medan magnet yang sudah di ukur terlebih dahulu dalam satuan mili Tesla (mT).

Nilai medan magnet tersebut disimpan dalam software. Nilai-nilai tersebut yang kemudian dimasukan melalui tombol yang ada pada papan *keypad*, melalui proses *scan keypad*.



Gambar 7. Tiga digit nilai masukan

Pada LCD disediakan 3 digit tempat untuk 3 digit nilai masukan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.

Bila pertama kali kita menekan tombol angka 3, maka pada kotak nomor 1 akan muncul angka 3. Kemudian bila kita menekan tombol angka 5, maka pada kotak no 2 akan muncul angka 5. Selanjutnya bila kita menekan tombol angka 7, maka pada kotak nomor 3 akan muncul angka 7.

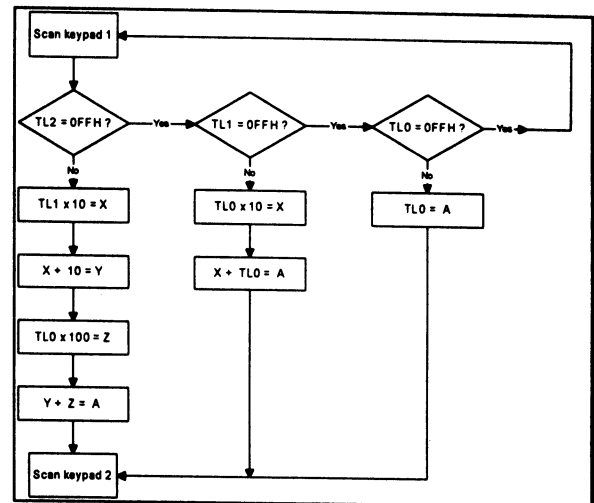
Nilai-nilai yang dimasukan tersebut, disimpan sementara pada register. Karena keterbatasan jumlah register yang ada pada mikrokontroler AT89C52, maka proses penyimpanan nilai-nilai yang dimasukan tersebut dilakukan pada *Special Function Register* (SFR). SFR yang digunakan sebagai tempat penyimpanan tersebut adalah TL0, TL1 dan TL2. Dimana TL merupakan *Timer Low*.

Angka pada kotak nomor 1 akan disimpan di TL 0.  
Angka pada kotak nomor 2 akan disimpan di TL 1.  
Angka pada kotak nomor 3 akan disimpan di TL 2.

Jika kita memasukan dua digit angka, maka angka pada kotak nomor 1 akan dianggap sebagai puluhan dan angka pada kotak nomor 2 akan dianggap sebagai satuan.

Tetapi jika kita memasukan tiga digit angka, maka angka pada kotak nomor 1 akan dianggap sebagai ratusan. Angka pada kotak nomor 2 akan dianggap sebagai puluhan dan angka pada kotak nomor 3 akan dianggap sebagai satuan.

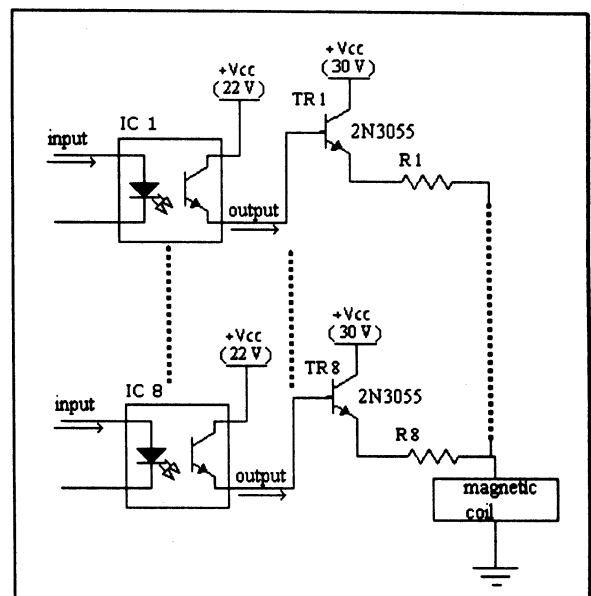
Proses pembedaan ini dilakukan oleh program perhitungan. Seperti diringkan secara skematik pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir program perhitungan

Keluaran dari *port 0* untuk logika *high* adalah 4,5 V dan untuk logika *low* adalah 0 V. Ketika diberi beban berupa *optocoupler* dan saat *port 0* memberikan logika *high*, tegangan yang terukur pada kaki input *optocoupler* adalah 1,4 V dan untuk logika *low* tegangannya adalah 0 V.

Pada rangkaian kontrol catu daya terdapat 8 buah rangkaian seperti gambar 9. yang disusun secara paralel. Masing-masing rangkaian memberikan nilai keluaran yang berbeda untuk masukan yang sama. Masukannya adalah logika *high* dari mikrokontroler.



Gambar 9. Rangkaian Kontrol Catu Daya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perangkat Keras

Pada uji coba dilakukan pengukuran terhadap keluaran yang dihasilkan oleh catu daya. Keluaran dari catu daya ini adalah tegangan dan arus DC. Dari hasil pengukuran didapat tegangan DC sebesar 40 V.

Masing-masing *optocoupler* memberikan nilai keluaran yang diperlihatkan pada Tabel 1. Karena tiap-tiap *optocoupler* tersebut terhubung dengan transistor 2N3055, maka nilai output dari *optocoupler* tersebut akan menjadi nilai *input* bagi transistor 2N3055. Nilai  $I_{out}$  pada Tabel 1. akan menjadi arus basis  $I_B$  untuk

**Tabel 1.** Tegangan dan arus keluaran dari masing-masing *optocoupler*

| V <sub>OUT</sub> (V) | I <sub>OUT</sub> (mA) |
|----------------------|-----------------------|
| 4                    | 15,6                  |
| 3                    | 15,4                  |
| 4                    | 30                    |
| 3                    | 15                    |
| 2                    | 7                     |
| 4                    | 24,7                  |
| 5                    | 35                    |
| 5                    | 32,5                  |

transistor 2N3055. Tiap-tiap arus basis I<sub>B</sub> akan menghasilkan arus kolektor I<sub>C</sub> berdasarkan penguatan masing-masing transistor 2N3055 tersebut. Arus kolektor yang terukur pada transistor 2N3055 diringkas pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Arus kolektor dari tiap-tiap transistor 2N3055

| No. Transistor | I <sub>C</sub> (A) |
|----------------|--------------------|
| 1              | 1,69               |
| 2              | 1,79               |
| 3              | 2,39               |
| 4              | 1,65               |
| 5              | 1,08               |
| 6              | 2,27               |
| 7              | 2,65               |
| 8              | 2,46               |

Ketika rangkaian catu daya terhubung dengan mikrokontroler dan mendapat masukan dari mikrokontroler. Secara keseluruhan rangkaian kontrol catu daya memberikan hasil keluaran sebagai berikut:

**Tabel 3.** Tegangan dan arus pada beban (kumpulan magnet)

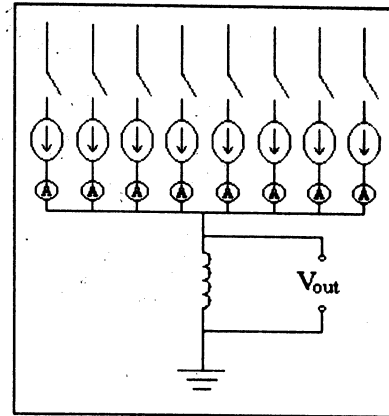
| Jumlah transistor yang aktif | V <sub>OUT</sub> (V) | I <sub>OUT</sub> (A) |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1                            | 2                    | 1,8                  |
| 2                            | 5                    | 3,6                  |
| 3                            | 8                    | 6,1                  |
| 4                            | 10                   | 7,7                  |
| 5                            | 11                   | 8,9                  |
| 6                            | 13                   | 10,2                 |
| 7                            | 15                   | 11                   |
| 8                            | 17                   | 12                   |

## Perangkat Lunak

Uji coba dilakukan pada bagian LCD, *keypad* dan bagian *output* dari mikrokontroler. Perangkat lunak yang digunakan sebagai pembuat perintah untuk IC mikrokontroler adalah 8051 *Editor*, *Assembler* and *Simulator* buatan *AceBus*. Sedangkan untuk *download source code* dari kompute ke IC mikrokontroler digunakan perangkat lunak *Eazy Downloader* Versi 4.

Pada saat proses *scanning keypad*, dalam mencari tombol yang ditekan. Nilai *output* pada *port 2* akan berubah-ubah. Tabel di bawah ini adalah nilai *biner* pada *port 2* bila ada tombol yang ditekan. Nilai-nilai itulah yang akan diolah oleh program dan kemudian

ditampilkan pada LCD. Nilai-nilai itu pula yang diolah oleh mikrokontroler hingga akhirnya akan memberikan nilai tertentu pada *port 0*.



**Gambar 10.** Analogi rangkaian transistor pada sistem

Pada program *output*, data-data nilai medan magnet yang telah diukur sebelumnya disimpan di memori program. Selanjutnya angka-angka yang dimasukkan melalui papan *keypad* akan dibandingkan dengan data yang ada pada program ini.

**Tabel 4.** Data dari tiap tombol bila ditekan

| Tombol yang ditekan | Data pada Port 2 |
|---------------------|------------------|
| 1                   | 1110 1101        |
| 2                   | 1110 1011        |
| 3                   | 1110 0111        |
| 4                   | 1101 1101        |
| 5                   | 1101 1011        |
| 6                   | 1101 0111        |
| 7                   | 1011 1101        |
| 8                   | 1011 1011        |
| 9                   | 1011 0111        |
| 0                   | 0111 1011        |
| ya                  | 0111 1101        |
| tidak               | 0111 0111        |

Bila nilai yang dimasukkan sama dengan nilai datanya, maka mikrokontroler akan mengeluarkan nilai-nilai *biner* tertentu pada *port 0*

**Tabel 5.** Data pada memori program dan output pada port 0

| Nilai Data | Output pada Port 0 |
|------------|--------------------|
| 23         | 0000 0001          |
| 78         | 0000 0011          |
| 118        | 0000 0111          |
| 210        | 0000 1111          |
| 237        | 0001 1111          |
| 274        | 0011 1111          |
| 300        | 0111 1111          |
| 325        | 1111 1111          |

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang dicapai dari analisis teoritis maupun hasil yang didapat dari uji coba alat dan

perangkat lunaknya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Penggunaan transistor 2N3055 pada rangkaian yang disusun secara paralel, mikrokontroler dapat mengendalikan arus DC hingga nilai masukan sebesar 12 A.
2. Aplikasi arus DC ini dari 1,8 A hingga 12 A pada kontrol catu daya telah berhasil dibangkitkan medan magnet sebesar 23 mT hingga 325 mT.
3. Penggunaan *optocoupler* 4N26 untuk menghubungkan rangkaian mikrokontroler dengan rangkaian catu daya berhasil terbentuk isolator yang baik antara rangkaian mikrokontroler dan catu daya sehingga kerusakan mikrokontroler akibat arus yang cukup besar dari catu daya dapat dihindarkan.

## **DAFTAR ACUAN**

- [1]. ZUHAL, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, (1993).
- [2]. SEARS. ZEMANSKY, *University Physics*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., (1962).
- [3]. GRIFFITHS, J DAVID, *Introduction to Electrodynamics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall,
- [4]. MALVINO, ALBERT, *Electronic Principles*, McGraw-Hill, (1992).
- [5]. MACKENZIE, SCOTT, *The 8051 Microcontroller*, Prentice Hall, (1995)
- [6]. <http://www.alds.stts.edu>