

## Makalah Seminar Tugas Akhir

### Isi Ulang Cartridge Hp27 Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535

Dedi Sepriana<sup>[1]</sup>, Sumardi, S.T, M.T<sup>[2]</sup>, Iwan Setiawan, S.T, M.T<sup>[2]</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

#### Abstrak

*Sebuah badan usaha yang bergerak di bidang isi ulang cartridge menginginkan hasil pekerjaan isi ulang nya memperoleh hasil yang maksimal. Proses pengisian ulang cartridge ada 2 cara yaitu isi ulang secara manual dan isi ulang secara otomatis. Sebagian besar pengisian ulang cartridge menggunakan cara manual, karena alat isi ulang otomatis harganya jauh lebih mahal.*

*Pada tugas akhir ini dibuat sebuah alat isi ulang secara otomatis dengan biaya yang lebih ekonomis. Sebelum cartridge diisi harus diketahui beratnya dengan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui seberapa banyak tinta yang harus dimasukkan. Besarnya berat cartridge diketik pada sebuah keypad sebagai input bagi AVR untuk memutuskan seberapa banyak tinta yang harus dimasukkan. Setelah cartridge diisi dilakukan proses penyedotan. Kemudian untuk melihat hasil cetak dilakukan test print melalui computer.*

*Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa cartridge hp 27 yang bisa diisi ulang mempunyai berat cartridge berkisar antara 29 gram dan 43 gram, apabila lebih dari berat tersebut bila diisi tinta sebanyak 16 ml akan menyebabkan menetesnya tinta dari bawah head print,. Diperoleh dua pendekatan persamaan antara volume 1mL-8mL dan 8mL-15mL.*

**Kata Kunci:** AVR, cartridge, printer, refill

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sejauh ini banyak jenis printer yang sudah beredar di pasaran, oleh karena itu diperlukan pemilihan printer yang sesuai dengan kebutuhan data yang akan dicetak. Bila tinta habis maka cartridge harus diganti. Cartridge baru harganya sangat mahal, sehingga bagi pemakai printer di kalangan personal ataupun usaha kecil, penggantian cartridge dengan cartridge yang baru masih menjadi pertimbangan.

Alternatif pengisian cartridge bukanlah hal yang mudah, sebab diperlukan beberapa metode untuk ketepatan dalam proses isi ulang. Proses isi ulang cartridge dapat dilakukan sendiri atau diisikan pada perusahaan isi ulang cartridge. Sebagian besar perusahaan isi ulang cartridge melakukan proses isi ulang secara manual, sehingga diperlukan pelatihan dan pengalaman yang lama untuk bisa mengisi cartridge dengan baik. Proses isi ulang cartridge secara otomatis memerlukan waktu yang lebih cepat.

Pembuatan tugas akhir ini adalah membuat sebuah alat isi ulang cartridge secara otomatis untuk digunakan pada

perusahaan isi ulang cartridge, dimana komposisi alatnya merupakan modifikasi dari printer merek hp deskjet 3744.

### 1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah pembuatan alat isi ulang tinta pada cartridge hp27 secara otomatis dengan cara memodifikasi printer hp deskjet 3744 untuk digunakan pada perusahaan isi ulang cartridge.

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Pengisian tinta hanya untuk cartridge tipe hp27
2. Perintah pengisian tinta hanya dilakukan melalui keypad.
3. Dalam tugas akhir ini tidak dibahas mengenai arsitektur dari printer.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Printer

Printer adalah sebuah alat pencetak data dari computer untuk dicetak dalam bentuk tulisan maupun gambar pada sebuah media cetak. Berdasarkan prinsip kerjanya printer dibagi dalam tiga jenis yaitu inkjet, laserjet dan dotmatrix. Printer inkjet mencetak dengan menggunakan bahan tinta yang dikeluarkan dari headprint cartridge. Printer laserjet mencetak dengan menggunakan serbuk toner yang menempel pada drum cartridge. Sedangkan printer dotmatrix mencetak dengan bahan pita yang ditembakkan oleh jarum-jarum head print.

### 2.2 Printer Inkjet

Printer inkjet yang beredar dipasaran saat ini terbagi dalam dua bagian teknologi yaitu thermal dan piezo. Teknologi termal paling banyak digunakan oleh jenis printer dengan merek hp, lexmark dan canon, sedangkan teknologi piezo digunakan oleh printer epson. Terdapat perbedaan prinsip kerja antara teknologi termal dan piezo. Teknologi thermal menggunakan cartridge sebagai penampung tinta sekaligus head print yang menembakkan tinta. Sedangkan teknologi piezo, cartridge hanya digunakan sebagai penampung tinta, dan terpisah dengan head print sebagai penembak tinta.

### 2.3 Cartridge Printer

Printer merek hp, canon dan lexmark menggunakan cartridge sebagai penampung tinta sekaligus penembak tinta pada media cetak. Terdapat dua macam cartridge printer teknologi thermal generasi baru yaitu cartridge hitam dan cartridge warna. Cartridge hitam berisi tinta berwarna hitam dan mempunyai kapasitas cetak sekitar 300-500 halaman kertas A4, sedangkan cartridge warna berisi tinta berwarna cyan, magenta dan yellow dengan kapasitas cetak 100-200 halaman kertas berukuran A4.

### 2.4 Isi ulang Cartridge

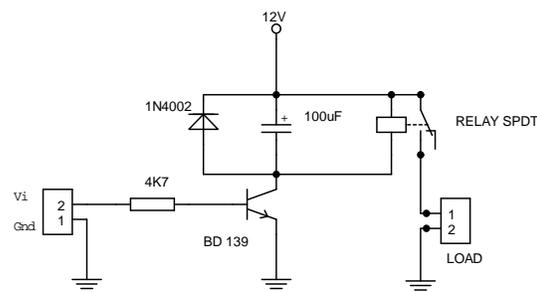
Sebagai langkah penghematan biaya, cartridge yang kondisinya masih bagus diisi ulang menggunakan tinta yang beredar dipasaran. Proses pengisian ulang bisa dengan cara manual dan dengan cara otomatis.

Dengan cara manual, tinta dimasukkan dalam cartridge melalui celah lubang udara. Sedangkan dengan cara otomatis, tinta dimasukkan pada sebuah alat isi ulang otomatis.

### 2.5. Driver Relay Motor DC

*Driver relay* motor digunakan untuk meng-ON dan meng-OFF motor DC. Pada Tugas Akhir ini digunakan *driver relay* motor yang memungkinkan untuk menjalankan motor dengan tegangan 12 Volt dan arus hingga 3 A. *Driver* motor ini dilengkapi dengan dioda internal yang berfungsi untuk mencegah kerusakan komponen dari tegangan balik yang dibangkitkan oleh motor DC.

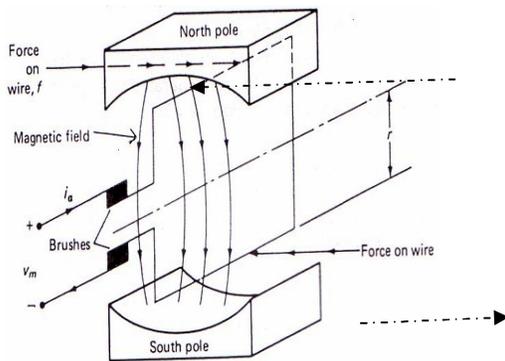
Keluaran sinyal dari mikrokontroler berupa logika *high* akan membuat transistor BD 139 yang berfungsi sebagai saklar yang akan mengaktifkan *relay* DC 12 Volt, sehingga membuat motor DC bekerja. Begitu pula sebaliknya apabila keluaran sinyal dari mikrokontroler berupa logika *low* maka transistor BD 139 tidak berfungsi sebagai saklar mengakibatkan *relay* DC 12 Volt tidak terkonduksi sehingga motor DC tidak bekerja. Rangkaian *driver Relay* motor Dcdapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Rangkaian *Driver relay* motor DC

### 2.6. Motor DC

Motor dc adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah (DC) menjadi tenaga mekanik (putaran). Motor bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Dasar konstruksi motor dc ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Dasar konstruksi motor DC

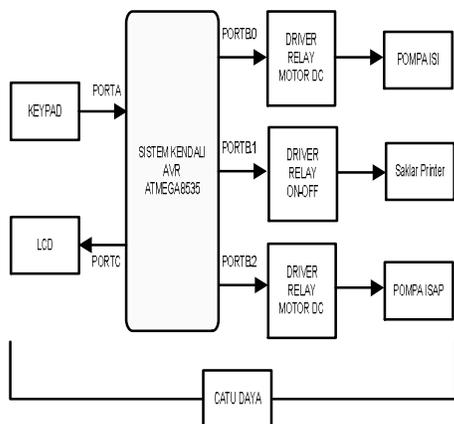
Prinsip kerja dari motor dc adalah arus listrik searah yang dilewatkan pada suatu kawat penghantar (kumparan) yang berada dalam medan magnet, maka akan timbul gaya pada kawat penghantar tersebut. Arah gaya pada setiap sisi kawat penghantar berlawanan arah maka kumparan akan berputar pada porosnya.

### III. PERANCANGAN

Perancangan isi ulang cartridge hp 27 secara otomatis ini merupakan sebuah modifikasi dari printer HP Deskjet 3744 yaitu dengan memanfaatkan pergerakan dari proses warming-up printer tersebut.

#### 3.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras meliputi mikrokontroler AVR ATmega 8535, *Keypad*, LCD, *driver Relay* motor DC dan rangkaian catu daya. Secara umum perancangan yang akan dibuat dijelaskan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Tiap-tiap bagian dari diagram blok sistem di atas dapat dijelaskan sebagai berikut

1. *Keypad* berfungsi sebagai media masukan untuk memberi informasi pada AVR dalam memutuskan seberapa banyak tinta yang harus disuntikkan.
2. LCD (*Liquid Crystal Display*) dan driver LCD berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengisian berlangsung.
3. *Driver Relay* berfungsi sebagai saklar ON-OFF motor DC. *Driver* ini menerima masukan logika *high* atau *low* yang berasal dari sistem mikrokontroler.
4. Motor DC berfungsi sebagai sistem pompa isi dan pompa isap.
5. Catu daya berfungsi sebagai suplai sistem keseluruhan.
6. Mikrokontroler AVR ATmega8535 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada sistem pengisian ulang tinta secara otomatis ini dapat diprogram dengan menggunakan bahasa *C embedded*.

#### 3.2. Perancangan perangkat Lunak (*Software*)

Pemrograman mikrokontroler ATmega8535 dapat dilakukan dengan menggunakan bahasa *assembly* maupun bahasa C. Pada Tugas Akhir ini, untuk perancangan perangkat lunak digunakan bahasa C dengan kompiler Code Vision AVR 1.24 versi standar. Pada bagian pemrograman digunakan bahasa C karena kemudahan, kesederhanaan, dan fleksibilitasnya. Selain perintah-perintah dalam bahasa C, dapat pula disisipkan bahasa *assembly* yang disebut dengan *inline assembly*.

Secara umum perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler ATmega 8535 terdiri atas :

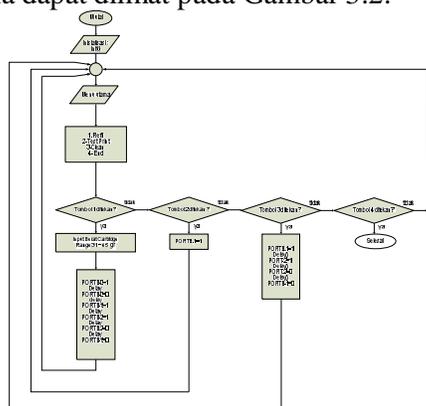
- Perancangan Program Utama
- Program Inisialisasi I/O dan variabel.
- Program *keypad*, pengesetan berat cartridge.
- Program Tampilan LCD 2x16.

##### 3.2.1. Program Utama

Program utama dari proses pengisian tinta otomatis dibuat berdasarkan urutan kerja dari printer HP 3744. program utama berisi MENU pilihan yaitu:

1. *Reffil* : untuk proses isi ulang tinta secara otomatis.
2. *Test Print* : untuk mendeteksi cartridge dan menguji hasil cartridge.
3. *Clean* : untuk melakukan proses penyapuan cartridge setelah proses pengisian.
4. *End* : untuk mengakhiri program utama.

Proses isi ulang tinta secara otomatis ini dibuat dengan memodifikasi sebuah printer HP Deskjet 3744. Pintu printer dilepas, dan saklar printer dihubungkan dengan sebuah masukan dari keluaran PORT AVR. *Cartridge* yang akan diisi harus dalam kondisi terdeteksi oleh printer. Terlebih dahulu ditimbang beratnya, kemudian berat cartridge tersebut diketikkan pada *keypad*, sebagai masukan bagi AVR untuk memutuskan banyaknya tinta yang harus disuntikkan. Saat tombol ENT ditekan, proses pengisian dimulai dengan perintah dari AVR untuk menghidupkan pompa isi tinta (PORTB.0=*high*), setelah selang waktu pengisian PORTB.0=*low* mengakibatkan pompa isi mati kemudian dilanjutkan dengan proses warming up printer yaitu Bergeraknya cartridge ke sisi kanan printer sebagai proses penyapuan sampai Bergeraknya cartridge pada posisi kiri printer dengan mengaktifkan saklar printer (PORTB.1=*high*). Pada saat Selang waktu berikutnya PORTB.2=*high* membuat pompa isap bekerja selama waktu tertentu dan diakhiri dengan memberikan logika *low* pada PORTB.1 untuk kembali terputus, sehingga printer penganggap pintu printer terbuka. Cartridge kemudian bergerak ke posisi tengah printer kembali. Cartridge telah siap untuk dipergunakan kembali. Diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Program Utama

### 3.2.2. Inisialisasi I/O Register dan Variabel.

Sub rutin program inisialisasi I/O adalah bagian awal inisialisasi semua register dari komponen mikrokontroler ATmega 8535 yang digunakan dalam program pengisian tinta secara otomatis.

### 3.2.3. Scanning Keypad

Program tombol *keypad* digunakan untuk menampilkan nilai dari penekanan tombol *keypad* pada saat memasukan parameter.

### 3.2.4. Program Tampilan LCD 2x16

Tampilan LCD 2x16 digunakan untuk menampilkan data selama proses pengendalian isi ulang berlangsung.

## IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian proses isi ulang cartridge ini dilakukan pada modifikasi printer hp deskjet 3745. Pengujian terdiri dari pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak.

### 4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras yang telah dirancang dapat bekerja dan berfungsi dengan baik sebagaimana yang diinginkan. Pengujian ini meliputi pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan seperti sistem mikrokontroler, volume tinta yang dimasukkan pada cartridge, LCD, dan *keypad*.

#### 4.1.1 Volume Tinta yang Dimasukkan pada Cartridge

Cartridge hp 27 original memiliki kapasitas tinta sebanyak 10mL, sedangkan daya tampung tinta bisa mencapai 15mL. Hasil percobaan menunjukkan bahwa cartridge dengan berat lebih dari 29 gram jika diisi dengan tinta sebanyak 16 mL akan menjadikan cartridge terlalu penuh dan dari bawah head print tinta akan terus menetes, menyebabkan hasil cetak yang tidak bagus dan membuat korsleting pada beberapa bagian printer (Gambar 4.1 dan 4.2).



Gambar 4.1 Cartridge dengan volume tinta berlebihan dan Cartridge dengan volume tinta yang tepat



Gambar 4.2. Hasil cetak cartridge dengan volume tinta berlebihan dan hasil cetak Cartridge dengan volume tinta yang tepat

Berat cartridge yang dapat diisi ulang berada diantara 29 gram dan 43 gram. Jumlah tinta yang bisa dimasukkan pada tiap gram perbedaan cartridge antara 29 gram dan 43 gram di tampilkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Volume tinta yang bisa dimasukkan pada Cartridge

| No | Berat Cartridge (gr) | Volume tinta (mL) |
|----|----------------------|-------------------|
| 1  | 29                   | 15                |
| 2  | 30                   | 14                |
| 3  | 31                   | 13                |
| 4  | 32                   | 12                |
| 5  | 33                   | 11                |
| 6  | 34                   | 10                |
| 7  | 35                   | 9                 |
| 8  | 36                   | 8                 |
| 9  | 37                   | 7                 |
| 10 | 38                   | 6                 |
| 11 | 39                   | 5                 |
| 12 | 40                   | 4                 |
| 13 | 41                   | 3                 |
| 14 | 42                   | 2                 |
| 15 | 43                   | 3                 |

Berikut ini tabel pengujian dan grafik hubungan antara volume dan waktu (Gambar 4.3):

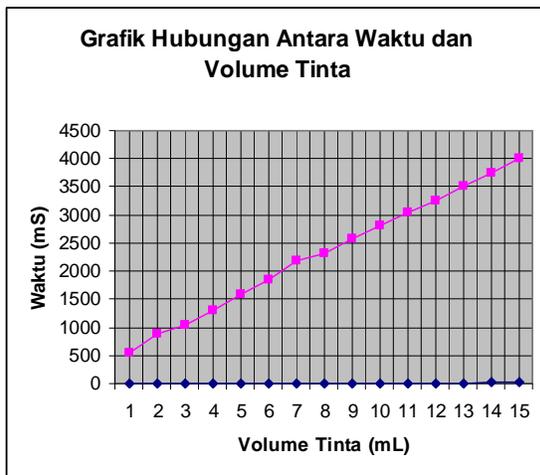
Tabel 4.2. Tabel Perbandingan Antara Waktu Rata-rata dan Volume Tinta

|    | Vol (mL) | T1 (s) | T2 (s) | T3 (s) | T4 (s) | T5 (s) | T Rata-rata |
|----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 1  | 1        | 0,485  | 0,553  | 0,568  | 0,553  | 0,576  | 0,547       |
| 2  | 2        | 0,886  | 0,856  | 0,889  | 0,892  | 0,887  | 0,882       |
| 3  | 3        | 1,1    | 1,09   | 1,07   | 1,04   | 0,96   | 1,052       |
| 4  | 4        | 1,18   | 1,26   | 1,31   | 1,37   | 1,36   | 1,296       |
| 5  | 5        | 1,48   | 1,48   | 1,72   | 1,69   | 1,62   | 1,598       |
| 6  | 6        | 1,78   | 1,79   | 1,95   | 1,92   | 1,85   | 1,858       |
| 7  | 7        | 2,13   | 2,23   | 2,14   | 2,17   | 2,2    | 2,174       |
| 8  | 8        | 2,28   | 2,33   | 2,28   | 2,34   | 2,38   | 2,322       |
| 9  | 9        | 2,52   | 2,56   | 2,6    | 2,53   | 2,69   | 2,58        |
| 10 | 10       | 2,78   | 2,8    | 2,85   | 2,83   | 2,75   | 2,802       |
| 11 | 11       | 3,02   | 3,11   | 3,04   | 2,98   | 3,1    | 3,05        |
| 12 | 12       | 3,2    | 3,26   | 3,24   | 3,25   | 3,32   | 3,254       |
| 13 | 13       | 3,48   | 3,55   | 3,52   | 3,49   | 3,48   | 3,504       |
| 14 | 14       | 3,77   | 3,72   | 3,74   | 3,75   | 3,79   | 3,754       |
| 15 | 15       | 4,03   | 3,96   | 3,98   | 4,03   | 4,06   | 4,012       |

#### 4.1.2. Pengujian Pompa Isi

Pengujian dilakukan untuk memperoleh waktu kerja pompa isi agar dapat mengisi cartridge dengan volume tinta yang tepat. Pengujian dilakukan melalui percobaan secara berulang sebanyak 5 kali untuk setiap volume tinta yang diinginkan (Tabel 4.2).

Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Waktu Rata-rata dan Volume Tinta



Berdasarkan grafik yang terlihat pada gambar 4.3. dapat diperoleh persamaan:

$$m1 = \frac{y2 - y1}{x2 - x1} \quad m2 = \frac{y2 - y1}{x2 - x1}$$

$$= \frac{2322 - 547}{8 - 1}$$

$$= \frac{4012 - 2322}{15 - 8}$$

$$= \frac{1775}{7}$$

$$= \frac{1690}{7}$$

$$= 253.57$$

$$= 241.43$$

$$\frac{y - y1}{y2 - y1} = \frac{x - x1}{x2 - x1}$$

$$\frac{y - y1}{y2 - y1} = \frac{x - x1}{x2 - x1}$$

$$\frac{y - 547}{2322 - 547} = \frac{x - 1}{8 - 1}$$

$$\frac{y - 2322}{4012 - 2322} = \frac{x - 8}{15 - 8}$$

$$7(y - 547) = 1775(x - 1) \quad 7(y - 2322) = 1690(x - 8)$$

$$7y = 1775x + 2054$$

$$7y = 1690x + 2734$$

$$y = 253.57x + 293.42$$

$$y = 241.43x + 390.57$$

#### 4.2 Pengujian Perangkat Lunak.

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengetahui karakteristik *software* dalam proses sistem pengisian tinta. Pengujian ini terdiri dari pengujian pengisian tinta secara otomatis dengan AVR yang kemudian dibandingkan selisih berat dengan pengisian tinta secara manual.

#### 4.2.1. Pengujian isi tinta secara otomatis

Pengujian isi tinta secara otomatis ini dengan cara memasukkan data terlebih dahulu ke AVR. Berat cartridge yang telah ditimbang dibulatkan, kemudian diketikkan pada keypad (Tabel 4.3). Berikut ini adalah tabel pengujian isi tinta secara otomatis:

Tabel 4.3. Pengisian Tinta secara Otomatis pada Cartridge HP 27

| No | Berat Awal | T Rata-rata | Volume tinta (mL) | Berat Akhir |
|----|------------|-------------|-------------------|-------------|
| 1  | 43         | 0,547       | 1                 | 44          |
| 2  | 42         | 0,884       | 2                 | 44          |
| 3  | 41         | 1,052       | 3                 | 44          |
| 4  | 40         | 1,296       | 4                 | 44          |
| 5  | 39         | 1,598       | 5                 | 44          |
| 6  | 38         | 1,858       | 6                 | 44          |
| 7  | 37         | 2,174       | 7                 | 44          |
| 8  | 36         | 2,322       | 8                 | 44          |
| 9  | 35         | 2,58        | 9                 | 44          |
| 10 | 34         | 2,802       | 10                | 44          |
| 11 | 33         | 3,056       | 11                | 44          |
| 12 | 32         | 3,254       | 12                | 44          |
| 13 | 31         | 3,504       | 13                | 44          |
| 14 | 30         | 3,754       | 14                | 44          |
| 15 | 29         | 4,012       | 15                | 44          |

#### 4.2.2. Pengujian Program Test Print, Refill, Clean dan End.

Pengujian program test print, refill, clean dan end bertujuan untuk mengetahui apakah program berjalan sesuai dengan yang diinginkan (Gambar 4.4). Berikut ini adalah Tampilan pengujian program test print, refill, clean dan end.



Gambar 4.4. Tampilan Pengujian Program Test Print, Refill, Clean dan End

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Cartridge dengan berat lebih dari 29 gram bila diisi tinta sebanyak 16 ml akan menyebabkan menyebabkan menetesnya tinta dari bawah head print.
2. Cartridge hp 27 yang bisa diisi ulang mempunyai berat cartridge berkisar antara 29 gram dan 43 gram.
3. Diperoleh dua pendekatan persamaan antara volume 1mL-8mL dan 8mL-15mL.

### 5.1 SARAN

Pada pengembangan sistem lebih lanjut ada beberapa saran yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Dapat dikembangkan kembali untuk proses pengisian cartridge tipe hp 21, hp 22 dan hp 28.
2. Sebagai langkah selanjutnya sebaiknya dibuat sebuah alat tersendiri dengan konsep yang sama tetapi tanpa menggunakan modifikasi printer tertentu. Sehingga dapat dibuat sebuah alat isi ulang untuk semua tipe cartridge.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tigor, Eduward, H.L, "Tuning Parameter Proporsional – Integral dengan FL (Fuzzy Logic) untuk Pengaturan Level Air Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535", Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.

- [2] Benjamin C. Kuo. *Automatic Control System Sixth Edition*. Prentice-Hall, New Jersey, 1991.
- [3] Brosilow, Coleman and Babu Joseph, *Techniques of Model-Based Control*, Prentice Hall International Series, New Jersey, 2001.
- [5] Harto Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2008.
- [6] Erus, Frans, *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [7] Anto, M. Ary dan Wisnu Adi P, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler AT MEGA 8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.

## BIODATA MAHASISWA



**Dedi Sepriana (L2F 306 020)** Lahir di Brebes, 17 September 1982. Saat ini sedang melanjutkan studi pendidikan strata I di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Konsentrasi Kontrol.

Mengetahui dan mengesahkan,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sumardi, ST, MT  
NIP. 132 125 670

Iwan Setiawan, ST, MT  
NIP. 132 283 183

Tanggal: \_\_\_\_\_

Tanggal: \_\_\_\_\_