

# SISTEM PENGENDALIAN LEVEL CAIRAN TINTA PRINTER EPSON C90 SEBAGAI SIMULASI PADA MESIN PERCETAKAN BERBASIS *Programmable Logic Controller* (PLC)

Lalu Irjan Atmanegara, Pembimbing 1: M. Aziz Muslim, Pembimbing 2: Erni Yudaningtyas.

**Abstrak**— *Programmable Logic Controller* atau lebih dikenal sebagai PLC, penggunaannya saat ini sangatlah luas. Kemajuan teknologi saat ini membuat PLC mampu menyediakan input maupun output dalam besaran analog dan menjadi pilihan sebagian besar industri sebagai alat pengontrol yang baik. Dalam skripsi ini PLC diaplikasikan sebagai alat pengontrol level ketinggian tinta yang diharapkan nantinya dapat menunjang pada kebutuhan kinerja mesin percetakan dalam skala besar. Input yang diberikan berupa besaran analog dan output yang dihasilkan oleh PLC dikeluarkan dalam bentuk besaran Pulse Width Modulation (PWM) yang disambungkan ke pompa DC melalui driver motor DC untuk memompa tinta dari tandon ke tabung tinta. Pompa DC ini memiliki motor penggerak dengan tegangan maksimal 12 volt. Penggunaan tinta untuk mencetak menjadi gangguan yang akan mempengaruhi level cairan pada tabung tinta. Keadaan ini akan terjadi secara terus menerus hingga level cairan tinta mencapai setpoint titik kerja dari mesin pencetak yang telah ditentukan.

**Kata kunci:** *Programmable Logic Controller* (PLC), Pengontrolan Level, Analog Input, PWM output.

## I. PENDAHULUAN

Majunya industri percetakan tentulah berpengaruh dengan teknologi yang akan digunakan dalam setiap kinerja mesinnya. Pengontrolan yang paling banyak dianggap sebagai hal yang dapat menghambat kinerja suatu mesin percetakan ialah cairan tintanya. Tinta dapat dikategorikan sebagai inti pada suatu mesin percetakan, akan tetapi cairan tinta ini bersifat sensitif saat penggunaannya. Jika cairan tinta kosong maka harus diisi kembali secara manual yang membutuhkan waktu yang cukup lama dan rumit, karena harus diisi satu persatu pada tabung sesuai dengan warna yang ada, dan pengisian dilakukan sedikit demi sedikit. [1]

Dalam kaitannya menjaga volume cairan tinta kadang operator sering lalai untuk melakukan pengecekan volume cairan tinta. Hal tersebut dapat disebabkan karena faktor jadwal kesibukan yang padat dan kurangnya pengawasan saat mesin bekerja sehingga jarang memperhatikan kondisi mesin pencetak tersebut.

Untuk itu diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk pengontrolan level tinta agar saat proses pengisian tinta pada komponen mesin tidak harus diisikan kembali secara manual. Simulasi yang akan dilakukan penulis adalah membuat sistem otomatis pada pengisian tinta dengan printer sebagai simulasi dalam skala kecil. Mesin percetakan dalam skala besar sangat mirip dalam hal kinerja dan pengoperasiannya dengan printer Epson seri C90 dimana pengontrolan yang utama dan harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil cetak terbaik ialah tinggi level cairan tinta di setiap pengoperasiannya. [1]

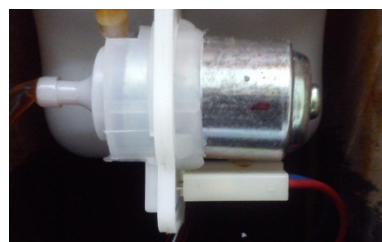
Kontroler PLC yang akan digunakan dapat membantu hal ini karena PLC memiliki channel-channel yang dapat difungsikan sebagai pengontrol disetiap tabung infus saat akan di isi ulang kembali. PLC disini akan difungsikan sebagai pengontrol putaran motor DC yang bergerak untuk memompa cairan tinta pada tandon yang lebih besar menuju tabung infus yang sudah berkurang akibat pemakaian secara terus menerus. Pengontrolan akan dilakukan dengan menggunakan fungsi komparator atau nilai perbandingan. Fungsi blok PLC ini akan berguna untuk mempertahankan level tinta agar tidak berubah melebihi ketinggian komponen pencetak yang setiap saat bergerak dengan waktu yang cepat. [2]

Hasil akhir alat skripsi dengan metode PLC ini dapat dikembangkan menjadi salah satu alat praktikum Otomasi di Laboratorium Sistem Kontrol Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

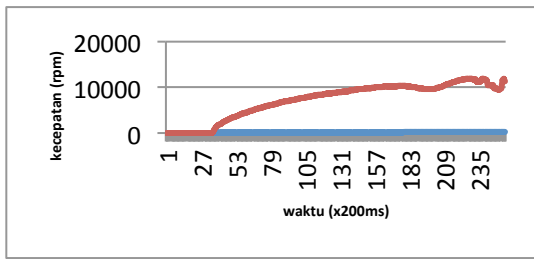
## II. IDENTIFIKASI SISTEM

### A. Motor Pompa

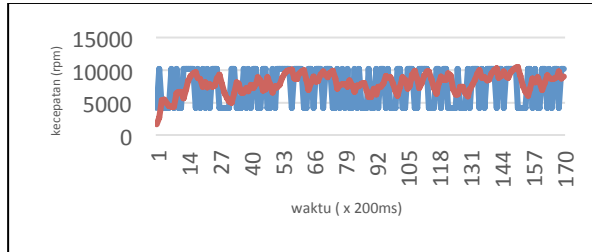
Motor pompa yang digunakan pada perancangan ini adalah Motor DC magnet permanen (Gambar 1) yang digunakan untuk memompa cairan tinta dari tandon besar ke tabung infus. Karakteristik motor DC pompa yang digunakan ditunjukkan dalam Gambar 2. [3]



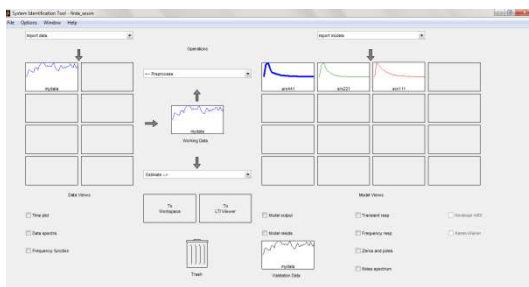
Gambar 1. Motor Pompa



Gambar 2. Karakteristik motor DC



Gambar 3. Sinyal prbs dan rpm



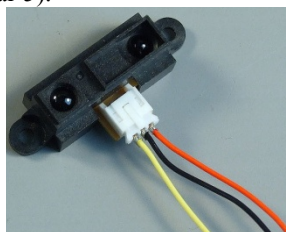
Gambar 4. Identifikasi dengan ident pada MATLAB

Fungsi alih motor DC diperoleh dengan cara membangkitkan sinyal prbs dari mikrokontroler yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Setelah didapatkan sinyal prbs dilakukan identifikasi dengan *fungsi ident* pada MATLAB (Gambar 4).

Data identifikasi yang digunakan adalah sinyal PRBS sebagai input sedangkan kecepatan sebagai output. struktur model yang digunakan adalah *Auto Regressive with Exogenous input* (ARX) dengan estimasi parameter 1 1 1 dan didapatkan fungsi alih motor  $\frac{1.35}{s+1.203}$

**B. Sensor Infra Merah**

Sensor Infra Merah yang digunakan dalam perancangan alat ini memiliki 3 pin keluaran yaitu pin  $V_0$  untuk data, pin VCC untuk masukan sebesar 5V dan pin GND (Gambar 5).



Gambar 5. Sensor inframerah

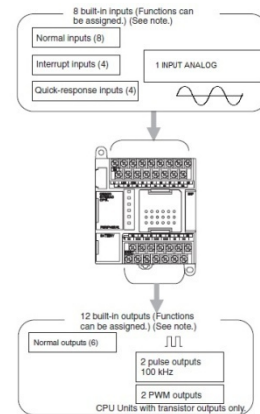
**C. PLC Omron tipe CP1L**

PLC dengan tipe CP1L (Gambar 6 dan Gambar 7) ini adalah salah satu keluaran produk omron yang memiliki banyak kelebihan. Diantaranya adalah mampu mengaplikasikan sebuah sistem sederhana maupun mendetail.



Gambar 6. PLC Omron tipe CP1L

Selain itu, PLC Omron CP1L adalah salah satu PLC yang memiliki channel masukan sinyal analog dan mampu mengeluarkan sinyal PWM yang dapat di manfaatkan sebagai sinyal pengontrol untuk sistem motor DC. [7]



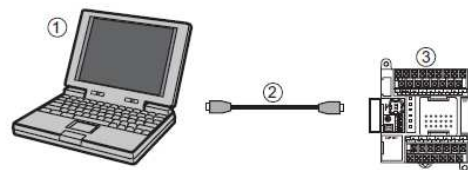
Gambar 7. Blok masukan dan keluaran untuk PLC Omron tipe CP1L

**III. PERANCANGAN ALAT**

Perancangan alat meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, perangkat keras meliputi perancangan rangkaian catu daya untuk PLC sampai dapat terhubung dengan seperangkat komputer, serta rangkaian catu untuk *driver* motor L298N. Perangkat lunak meliputi program untuk PLC dalam bentuk ladder diagram sebagai masukan memori PLC. Program dibuat menggunakan software CX-ONE.

**A. Menghubungkan PLC dengan Komputer**

Dalam penelitian ini yang dibutuhkan adalah seperangkat komputer dan PLC omron lengkap dengan modul yang akan dijadikan masukan dan keluaran program. Koneksi komputer dan PLC diperlihatkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Menghubungkan PLC Omron-CP1L dengan Komputer

**B. Rangkaian Driver Motor L298N**

Pada penelitian ini driver yang akan digunakan adalah *driver motor L298N* (Gambar 8). Driver ini berfungsi sebagai penghubung antara keluaran PWM

dari PLC menuju motor DC yang dalam hal ini adalah sebuah pompa.



Gambar 8. Rangkaian *driver* motor L298N

### C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini pemrograman ladder diagram menggunakan *software CX-One Ver. 3.10*. Perancangan program dilakukan setelah simulasi dan analisa perhitungan dari PLC Omron CP1L. [4]

## IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dalam hal ini sensor inframerah sebagai sensor jarak ketinggian dari level tinta diteruskan dengan pengujian respon driver dan hubungan PWM dengan kecepatan motor. Diteruskan dengan pengambilan data input-output dengan penggunaan sinyal PRBS, kemudian data tersebut dianalisa dengan MATLAB 7 dengan fasilitas ident yang tersedia.

### A. Pengujian Driver Motor

Pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja dan respon dari rangkaian *driver* pengendali motor DC L298N dengan membandingkan dan menguji sinyal keluaran dari *driver* motor terhadap sinyal masukan PWM yang diberikan oleh mikrokontroler. Hasil pengujian driver motor ditunjukkan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, terdapat selisih rata – rata *duty cycle* keluaran *driver* dengan mikrokontroler sebesar 4.73%. Hal ini disebabkan karena adanya akumulasi *delay* dalam seluruh rangkaian. Selisih rata – rata sebesar 4.73% cukup bagus karena tidak memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kinerja sistem, sehingga dapat disimpulkan *driver* motor L298N dapat bekerja dengan baik.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Driver* Motor

<i>Duty Cycle</i> (PWM MK)	<i>Duty Cycle</i> (keluaran <i>driver</i> )	<i>Duty Cycle</i> (delta <i>error</i> )
10.2%	15.6%	5.4%
20.3%	25.6%	5.3%
30.1%	35.5%	5.4%
40.3%	45.5%	5.2%
50%	55%	5%
60.1%	65.2%	5.1%
70%	74.9%	4.9%
80%	84.5%	4.5%
89.8%	93.7%	3.9%
95%	97.6%	2.6%
Selisih rata-rata <i>duty cycle</i>		4.73%

### B. Pengujian sensor inframerah

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keluaran yang dihasilkan oleh sensor infra merah sesuai jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Tabel 2.

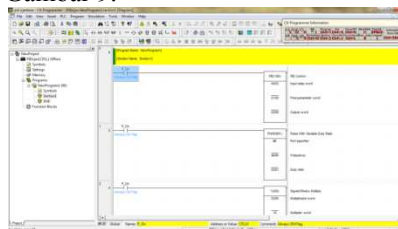
Tabel 2. Hasil Pengujian Inframerah

No.	Jarak (cm)	Vout sensor (volt)	V ref (volt)
1	3,5	0.86	5
2	4	0.78	5
3	4,5	0.7	5
4	5	0.63	5
5	5,5	0.6	5
6	6	0.55	5
7	6,5	0.5	5
8	7	0.48	5
9	7,5	0.43	5
10	8	0.41	5

### C. Pengujian sistem keseluruhan

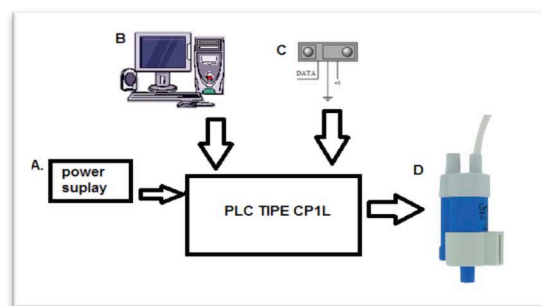
Prosedur pengujian yang dilakukan untuk system secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

1. Membuat program ladder diagram untuk di masukkan ke dalam PLC. ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Ladder diagram Program pada PLC

2. Menyusun rangkaian PLC seperti dalam Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian secara keseluruhan sistem

3. Menghubungkan power suplay sebagai sumber catu untuk PLC.
4. Setelah membuat ladder diagram pada CX-Programmer, kemudian di Upload ke dalam memori PLC.
5. Sebelum menjalankan program dalam PLC, sensor ketinggian analog yang akan menjadi input pada PLC dihubungkan melalui port analog PLC.

6. Menghubungkan keluaran PWM dari port 01 dan 03 dengan PC-LAB. Dan kemudian logika dalam ladder diagram dijalankan.

Hasil pengujian program dan ladder diagram dapat dilihat seperti dalam Tabel 3 sampai Tabel 5.

Tabel 3. Data hasil pengujian waktu sistem keseluruhan

No	Tabung	Waktu (sekon)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Hitam	9,23	9,52	9,32	9,61	9,71	9,47
2	Merah	9,29	9,21	9,43	9,63	9,42	9,39
3	Kuning	9,43	9,32	9,22	9,61	9,23	9,36
4	Biru	9,67	9,43	9,44	9,56	9,32	9,48

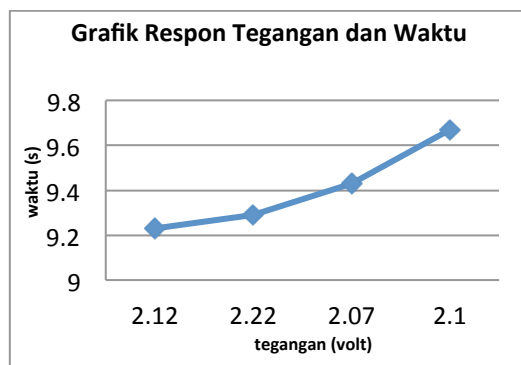
Tabel 4. Data hasil pengujian Vout sistem keseluruhan

No.	Tabung	Vout (volt)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Hitam	2,12	2,11	2,09	2,11	2,09	2,104
2	Merah	2,22	2,06	2,08	2,10	2,07	2,106
3	Kuning	2,07	2,2	2,1	2,11	2,11	2,118
4	Biru	2,1	2,2	2,17	2,09	2,2	2,152

Tabel 5. Nilai rata-rata Vout terhadap waktu keseluruhan

No	Tegangan (volt)	Waktu (sekon)
1	2,12	9,23
2	2,22	9,29
3	2,07	9,43
4	2,1	9,67
Rata-rata	2,12	9,50

Respon dari hasil pengujian alat keseluruhan dapat dilihat dari data hasil percobaan dalam grafik waktu terhadap tegangan (Gambar 10). Dimana nilai ketika waktu semakin cepat akan berpengaruh terhadap tegangan yang dikeluarkan sensor, hal ini membuktikan bahwa lamanya waktu akan mempengaruhi tegangan pada sensor.



Gambar 10. Grafik respon tegangan Vout terhadap waktu.

## V. KESIMPULAN DAN PROSPEK

Dari perancangan dan pembuatan sistem pengendalian level cairan tinta isi ulang pada printer infus dengan PLC dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pengendalian sensor level yang telah diuji menghasilkan tegangan sebesar 0,31 volt saat tabung kosong dan 0,78 volt ketika mencapai ketinggian 7 cm atau ketinggian yang telah ditentukan.
2. Pada saat pengujian sistem keseluruhan, tinta hitam membutuhkan waktu rata-rata selama 9,55 detik, merah 9,39 detik, kuning 9,36 detik dan biru 9,48 detik untuk mencapai level ketinggian yang telah ditentukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Novani, Andika Eva. 2010. Sistem Pengendalian Level Cairan Tinta Isi Ulang Pada Printer Infus Dengan Mikrokontroler At89s51. Laporan Skripsi, Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- [2] CX-Programmer User Manual Version 3.1
- [3] Ikrom, Hassanal. 2008. Perancangan Kontroler Pid-Kaskade Dengan Metode Root Locus Untuk Kontrol Temperatur Dan Tekanan Pada Proses Evaporator. Laporan Skripsi, Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- [4] OMRON. 2009.CP1L Introduction Manual.pdf
- [5] OMRON. 2009.CP1L Programming Manual.pdf
- [6] OMRON. 2009.CP1L Operating Manual.pdf
- [7] OMRON. 2009.CP1 Series Brochure.pdf
- [8] CX-Programmer Introduction Guide R132-E1-04.pdf
- [9] CX-One Introduction Guide R145-E1-03.pdf
- [10] .
- [11] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*. 1994, Erlangga: Jakarta.
- [12] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*. 1994, Erlangga: Jakarta.
- [13] Philip, C. L. & Harbor, R. D. 1996. *Feedback Control System*. Prentice Hall. New Jersey
- [14] Kurniawan, Wijaya. 2009. Pengendalian Suhu dan Ketinggian Air pada Boiler Menggunakan Kendali PID dengan Metode Root Locus. *Jurnal EECCIS* Vol. III.
- [15] Jhonson, DC. *Proses Control Instrumentation Technology*. Fifth edition. 1997. Prentitice Hall, Intenational, INC.