

# ALAT SIMULASI SISTEM KONTROL MEKATRONIK DENGAN PLC (Programmable Logic Controller)

Rakiman<sup>(1)</sup>, Menhendry<sup>(1)</sup>, Nusyirwan<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang,

## ABSTRAK

PLC (*Programmable Logic Controllers*) adalah suatu sistem elektronik yang dirancang untuk industri dengan menggunakan memori yang dapat diprogram sebagai penyimpan internal dari intruksi-intruksi untuk menjalankan fungsi-fungsi khusus logika, *sequence*, waktu (*timer*), pencacah (*counter*) dan aritmatika, untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui input dan output digital atau analog.

## ABSTRACT

PLC (*Programmable Logic Controllers*) is a system with electronic design for industrial needs. The idea of PLC use memory to save the program, which more instruction need to move function, logically program, sequence, timer, counter, and mathematical operation. It can use for several of machine.

**Keywords :** Programmable Logic Controller and actuator pneumatic

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan teknologi menuntut proses produksi dengan sistem otomatisasi. Oleh karena itu pendidikan profesional seperti politeknik dituntut untuk memiliki fasilitas ini sebagai sarana praktek untuk meningkatkan skill mahasiswanya. Di industri hampir semua proses untuk proses produksi dengan hasil kualitas/mutu tinggi harus digunakan sistem otomatisasi. Dan salah satunya saat ini dikenal sistem kontrol dengan PLC (*Programmable Logic Controllers*) untuk program proses otomatisasi.

Waktu pengerjaan produk dengan proses manual lebih lama dan jumlah produksi sedikit. Bila dilihat dari biaya operasional sistem otomatisasi tentu butuh investasi besar dan biaya investasi bisa ditekan dengan produksi yang lebih cepat, banyak, presisi, dan tenaga kerja yang sedikit.

Tujuan utama dari penelitian yang dilaksanakan adalah: agar lulusan dapat memakai program PLC, dapat menginstalasi dan membuat program PLC, serta dapat membandingkan keuntungan sistem kontrol mekatronik dengan PLC dengan sistem kontrol pneumatik murni atau sistem kontrol elektro-pneumatik. Tujuan lain untuk menambah pengetahuan staf pengajar dibidang PLC dan bahasa program *Statement List* (STL).

### Perumusan masalah

Perkembangan teknologi dan tuntutan proses produksi di industri menuntut pembuatan suatu produk melalui proses otomatisasi. Oleh karena itulah di jenjang pendidikan profesional khususnya di politeknik perlu segera ditangani atau dipenuhi suatu alat praktek untuk sistem kontrol otomatis. Hal ini harus segera ditangani karena :

- ❑ Lemahnya kemampuan mahasiswa memahami teori matakuliah mekatronika dan sistem kontrol atau kendali bila tanpa diikuti dengan pelaksanaan praktek.
- ❑ Kurangnya materi pengajaran yang relevan dengan kebutuhan tenaga kerja untuk siap ke industri, karena di industri umumnya sistem kontrol mekatronik.
- ❑ Belum adanya alat praktek simulasi sistem kontrol mekatronik di Jurusan Teknik Mesin untuk menunjang matakuliah mekatronika dan sistem kontrol atau kendali.
- ❑ Perlu diciptakan suatu materi pengajaran sesuai dengan materi praktek guna mengukur keberhasilan mutu atau kualitas skill profesional dibidang sistem kontrol.

### Kontribusi penelitian

Kontribusi topik ini dalam bidang ilmu pengetahuan yang berarti adalah bagi pembaca, dunia pendidikan dibidang pengetahuan dan teknologi sebagai berikut :

- ❑ Dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang pengetahuan otomatisasi (sistem kontrol atau kendali) terutama untuk industri.
- ❑ Dapat memberikan tambahan materi praktek dan fasilitas praktek pada mata kuliah mekatronika dan sistem kontrol atau kendali.
- ❑ Dapat meningkatkan kemampuan keahlian (*skill*) mahasiswa dengan kualitas skill yang profesional dibidang sistem kontrol atau kendali.
- ❑ Dapat menginstalasi dan pembuatan pemrograman PLC (*Programmable Logic Controllers*) untuk pengontrolan.

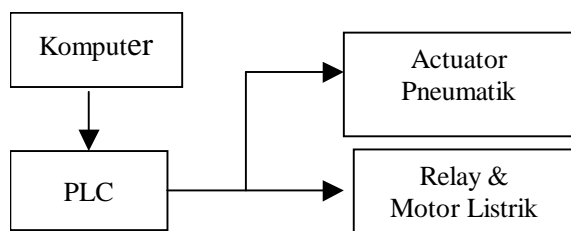
**2. METODE PENELITIAN**

Metodologi yang diterapkan untuk mencapai target tujuan penelitian adalah:

- ❑ Melakukan studi literatur, sesuai dengan kebutuhan penelitian.
- ❑ Melakukan studi lapangan, mengumpulkan literatur serta melaksanakan diskusi dengan pihak-pihak lain yang terkait dengan bidang keahlian PLC.
- ❑ Merencanakan dan membuat alat simulasi sistim kontrol mekatronik dengan PLC (*Programmable logic controllers*) di Labor pneumatik/hidraulik dan Labor CNC Politeknik Negeri Padang.
- ❑ Membuat program PLC melalui software PLC-FESTO dengan komputer di Labor pneumatik/hidraulik dan Labor CNC Politeknik Negeri Padang.
- ❑ Mentransferkan program PLC (*down load*) dari komputer ke memori PLC.
- ❑ Menguji coba alat simulasi sistim kontrol mekatronik dengan PLC di Labor pneumatik/hidraulik dan Labor CNC Politeknik Negeri Padang.
- ❑ Mencatat bukti keberhasilan dengan mengecek aktuatur yang diaktifkan oleh PLC.
- ❑ Pengolahan data dan analisa terhadap hasil yang didapat.
- ❑ Menyimpulkan hasil dari percobaan.

**3. HASIL PEMROGRAMAN ALAT SIMULASI SISTEM KONTROL MEKATRONIK DENGAN PLC**

Bahasa program yang dipakai pada alat PLC adalah bahasa program *Statement List* (STL). PLC yang digunakan FEC 400 – FESTO, dengan Software FST.4 (*version 4.02*). Diagram sistem kontrolnya program seperti pada “Gambar (1)”.



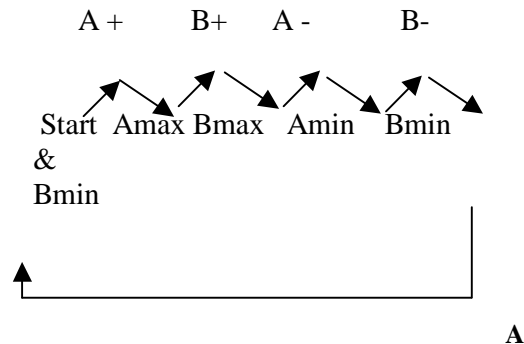
Gambar 1 Diagram kontrol sistem PLC

**1). Program Sekuensial**

Program sekuensial (*sequence*) digunakan untuk membantu dalam mengatasi masalah dalam sistem

kontrol otomatis yang terdapat gerak sekuensial. **Gerak Sekuensial** adalah suatu pergerakan yang berurutan di dalam sistem kontrol otomatis dimana gerak selanjutnya ditentukan oleh gerak sebelumnya. Contoh gerak sekuensial silinder pneumatik : ( A+ B+ A- B-)

**Soal. 1 :**



**Ilocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	AMAJU	APlus
O0.1	AMUNDUR	AMin
O0.2	BMAJU	BPlus
O0.3	BMUNDUR	BMin
I0.0	AMin	a0
I0.1	AMax	a1
I0.2	BMin	b0
I0.3	BMax	b1
I0.4	START	S1

**Program Statement List (STL)**  
( A+ B+ A- B- ).

```

STEP 1
IF START 'S1
  AND BMin 'b0
  THEN SET AMAJU 'APlus
  RESET AMUNDUR 'AMin

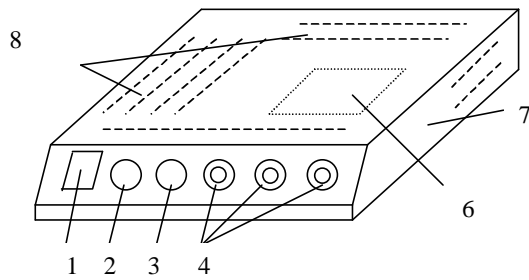
STEP 2
IF AMax 'a1
  THEN SET BMAJU 'BPlus
  RESET BMUNDUR 'BMin

STEP 3
IF BMax 'b1
  THEN SET AMUNDUR 'AMin
  RESET AMAJU 'APlus

STEP 4
IF AMin 'a0
  THEN SET BMUNDUR 'BMin
  RESET BMAJU 'BPlus

STEP 5
IF BMin 'b0
  
```

THEN JMP TO 1



1. Switch ON – Off
2. Switch Stop
3. Switch Start
4. Lampu H1 , H2 , H3
5. Terminal kabel
6. PLC (dalam box)
7. Bodi / Box

Gambar 2. Design Alat Simulasi Sistem Kontrol Mekanik Dengan PLC

**Soal 2 :**

Contoh gerak sekuensial silinder pneumatik :  
( A+ A- A+ A- A+ A- B+ B-)

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	AMAJU	APlus
O0.1	AMUNDUR	AMin
O0.2	BMAJU	BPlus
O0.3	BMUNDUR	BMin
I0.0	AMin	a0
I0.1	AMax	a1
I0.2	BMin	b0
I0.3	BMax	b1
I0.4	START	S1

**Program Statement List (STL)**

( A+ A- A+ A- A+ A- B+ B-)

```

STEP 1
IF      START      'S1
  AND   BMin       'b0
THEN SET AMAJU     'APlus
  RESET AMUNDUR    'AMin

STEP 2
IF      AMax       'a1
THEN SET AMUNDUR   'AMin
  RESET AMAJU      'APlus

STEP 3
IF      AMin       'a0
THEN SET AMAJU     'APlus
  RESET AMUNDUR    'Amin
    
```

```

STEP 4
IF      AMax       'a1
THEN SET AMUNDUR   'AMin
  RESET AMAJU      'APlus

STEP 5
IF      AMin       'a0
THEN SET AMAJU     'APlus
  RESET AMUNDUR    'Amin

STEP 6
IF      AMax       'a1
THEN SET AMUNDUR   'AMin
  RESET AMAJU      'APlus

STEP 7
IF      AMin       'a0
THEN SET BMAJU     'BPlus
  RESET BMUNDUR    'BMin

STEP 8
IF      BMax       'b1
THEN SET BMUNDUR   'BMin
  RESET BMAJU      'BPlus

STEP 9
IF      BMin       'b0
THEN JMP TO 1
    
```

**2). TIMER**

Masing-masing timer dalam bahasa pemrograman *Statement List* terdiri dari beberapa elemen antara lain :

- ❑ *Timer Status* (Tn) berfungsi menguji apakah timer sedang aktif atau tidak. Nilai bit menjadi aktif (1) pada saat timer dimulai (*SET*). Pada saat periode waktu yang diprogram selesai atau jika timer dihentikan (*RESET*) status bit berubah menjadi tidak aktif (0).
- ❑ *Timer Preselect* (TPn) berfungsi sebagai sebuah operand 16 bit yang berisi nilai awal sebuah Timer n .
- ❑ *Timer Word* (TWn) berfungsi sebagai sebuah operand 16 bit yang secara otomatis memiliki nilai yang sama dengan TP pada saat Timer dimulai (*SET*). Isinya akan secara otomatis dikurangi oleh sistem pada interval yang teratur.

Tn	= Status Timer
TPn	= Timer Preselect= Nilai awal timer
TWn	= Timer Word = Nilai aktual timer
n	= 0 – 255
Tn	= “ 0 “ = Timer tidak aktif
TPn	= ..... s
Tn	= “ 1 “ = Timer aktif
TWn	= ..... s

**Soal 3 :**

Gerak berurutan (sekuensial ) kontrol lampu : (H1, H2, H3).

LAMP1 = H1  
LAMP2 = H2  
LAMP3 = H3

Gerakan lampu H1, H2, H3 berurutan bergantian hidup setiap 2 detik (2s).

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	LAMP1	LAMP1
O0.1	LAMP2	LAMP2
O0.2	LAMP3	LAMP3
I0.4	START	S1
T0	TIM0	TIMER0
T1	TIM1	TIMER1
T2	TIM2	TIMER2

**STEP 1**

```
IF          START          'START
THEN SET   T0              'TIMER0
  WITH     2s
  SET      LAMP1           'LAMP1
  RESET    LAMP2           'LAMP2
  RESET    LAMP3           'LAMP3
```

**STEP 2**

```
IF      N    T0           'TIMER0
THEN SET T1           'TIMER1
  WITH     2s
  SET      LAMP2           'LAMP2
  RESET    LAMP1           'LAMP1
  RESET    LAMP3           'LAMP3
```

**STEP 3**

```
IF      N    T1           'TIMER1
THEN SET T2           'TIMER2
  WITH     2s
  SET      LAMP3           'LAMP3
  RESET    LAMP1           'LAMP1
  RESET    LAMP2           'LAMP2
```

**STEP 4**

```
IF      N    T2           'TIMER2
THEN RESET LAMP3       'LAMP3
  JMP TO 1
```

**Soal 4 :**

Gerak berurutan (sekuensial ) kontrol motor : (M1, M2).

MOTOR1 = M1  
MOTOR2 = M2

Gerakan berurutan dimulai dari (M1 dan H1) hidup selama 30 detik (30s), selanjutnya (H2 hidup dan M1 mati) selama 2 detik (2s), kemudian (H3 dan M2) hidup selam 30 detik (30s). Terakhir setelah (H3 dan M2) hidup selam 30 detik, maka (H3 dan M2) mati.

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	LAMP1	LAMP1
O0.1	LAMP2	LAMP2
O0.2	LAMP3	LAMP3
O0.3	MOTOR1	MOTOR1
O0.4	MOTOR2	MOTOR2
I0.4	START	S1
T0	TIM0	TIMER0
T1	TIM1	TIMER1
T2	TIM2	TIMER2

**Program Statement List (STL)**

( M1, M2)

**STEP 1**

```
IF          START          'START
THEN SET   T0              'TIMER0
  WITH     30s
  SET      LAMP1           'LAMP1
  SET      MOTOR1         'MOTOR1
  RESET    LAMP2           'LAMP2
  RESET    LAMP3           'LAMP3
```

**STEP 2**

```
IF      N    T0           'TIMER0
THEN SET T1           'TIMER1
  WITH     2s
  SET      LAMP2           'LAMP2
  RESET    MOTOR1         'MOTOR1
  RESET    LAMP1           'LAMP1
  RESET    LAMP3           'LAMP3
```

**STEP 3**

```
IF      N    T1           'TIMER1
THEN SET T2           'TIMER2
  WITH     30s
  SET      LAMP3           'LAMP3
  SET      MOTOR2         'MOTOR2
  RESET    LAMP1           'LAMP1
  RESET    LAMP2           'LAMP2
```

**STEP 4**

```
IF      N    T2           'TIMER2
THEN RESET LAMP3       'LAMP3
  RESET    MOTOR2         'MOTOR2
  JMP TO 1
```

**Soal 5 :**

Contoh gerak sekuensial gerak silinder pneumatik :  
( A+ A- T02s B+ B-)

Gerakan silinder Amaju terus silinder Amundur kemudian setelah 2 detik baru Bmaju terus Bmundur.

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	AMAJU	APlus
O0.1	AMUNDUR	AMin
O0.2	BMAJU	BPlus
O0.3	BMUNDUR	BMin
I0.0	AMin	a0
I0.1	AMax	a1
I0.2	BMin	b0
I0.3	BMax	b1
I0.4	START	S1
T0	TIM0	TIMER0

**Program Statement List (STL)**

( A+ A- T02s B+ B-)

```

STEP 1
IF      START      'S1
  AND   BMin       'b0
THEN SET AMAJU     'APLUS
  RESET AMUNDUR    'AMIN
STEP 2
IF      AMax       'a1
THEN SET AMUNDUR   'AMIN
  RESET AMAJU      'APLUS
STEP 3
IF      AMin       'a0
THEN SET T0        'TIMER0
  WITH  2s
STEP 4
IF      N T0       'TIMER0
THEN SET BMAJU     'BPLUS
  RESET BMUNDUR    'BMIN
STEP 5
IF      BMax       'b1
THEN SET BMUNDUR   'BMIN
  RESET BMAJU      'BPLUS
STEP 6
IF      BMin       'b0
THEN JMP TO 1
    
```

**3). Pencacah (Counter)**

Masing-masing counter dalam bahasa pemrograman Statement List terdiri dari beberapa elemen antara lain :

- ❑ Counter Status (Cn) berfungsi menguji apakah counter sedang aktif atau tidak. Nilai bit berubah menjadi aktif (1) pada saat counter dimulai (SET). Pada saat pulsa yang diprogram selesai atau jika counter dihentikan (RESET) status bit berubah menjadi tidak aktif (0).
- ❑ Counter Preselect (CPn) berfungsi sebagai sebuah operand 16 bit yang berisi nilai awal untuk sebuah Counter n .
- ❑ Counter Word (CWn) berfungsi sebagai sebuah operand 16 bit yang secara otomatis membuat nilai CPn sama dengan nol (0) pada saat Counter dimulai (SET). Isinya akan secara otomatis dinaikan oleh sistem bila ada input pulsa increment Counter.

Cn = Status counter

CPn = Counter Preselect = Nilai awal counter

CWn = Counter Word = Nilai aktual counter

**Soal 6 :**

Contoh gerak sekuensial silinder pneumatik :

( 6x (A+ A-) T02s B+ B- )

Gerakan silinder Amaju terus silinder Amundur sebanyak 6 kali kemudian setelah 2 detik baru Bmaju terus Bmundur.

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	AMAJU	APlus
O0.1	AMUNDUR	AMin
O0.2	BMAJU	BPlus
O0.3	BMUNDUR	BMin
I0.0	AMin	a0
I0.1	AMax	a1
I0.2	BMin	b0
I0.3	BMax	b1
I0.4	START	S1
T0	TIM0	TIMER0
C0	CNT0	CNT0
CP0	C	CP0
CW0	CN0	CW0

**Program Statement List (STL)**

( 6x (A+ A-) T02s B+ B- )

```

STEP INIT
IF      NOP
THEN LOAD V6
    
```

TO	CP0	'CP0	O0.3	BMUNDUR	BMin
STEP 1			I0.0	AMin	a0
IF	START	'S1	I0.1	AMax	a1
AND	BMin	'b0	I0.2	BMin	b0
THEN SET	C0	'CNT0	I0.3	BMax	b1
STEP 2			I0.4	START	S1
IF	C0	'CNT0	C0	CNT0	CNT0
THEN SET	AMAJU	'APLUS	CP0	C	CP0
RESET	AMUNDUR	'AMIN	CW0	CN0	CW0
STEP 3					
IF	AMax	'a1			
THEN SET	AMUNDUR	'AMIN			
RESET	AMAJU	'APLUS			
INC	CW0	'CW0			
STEP 4					
IF	AMin	'a0			
AND	N C0	'CNT0			
THEN SET	T0	'TIMER0			
WITH	2s				
JMP TO 5					
IF	AMin	'a0			
AND	C0	'CNT0			
THEN JMP TO 2					
STEP 5					
IF	N T0	'TIMER0			
THEN SET	BMAJU	'BPLUS			
RESET	BMUNDUR	'BMIN			
STEP 6					
IF	BMax	'b1			
THEN SET	BMUNDUR	'BMIN			
RESET	BMAJU	'BPLUS			
STEP 7					
IF	BMin	'b0			
THEN JMP TO 1					

**Program Statement List (STL)**

( A+ A- 6x (B+ B- ) )

STEP INIT		
IF	NOP	
THEN LOAD	V6	
TO	CP0	'CP0
STEP 1		
IF	START	'S1
AND	BMin	'b0
THEN SET	AMAJU	'APLUS
RESET	AMUNDUR	'AMIN
STEP 2		
IF	AMax	'a1
THEN SET	AMUNDUR	'AMIN
RESET	AMAJU	'APLUS
STEP 3		
IF	AMin	'a0
THEN SET	C0	'CNT0
STEP 4		
IF	C0	'CNT0
THEN SET	BMAJU	'BPLUS
RESET	BMUNDUR	'BMIN
STEP 5		
IF	BMax	'b1
THEN SET	BMUNDUR	'BMIN
RESET	BMAJU	'BPLUS
INC	CW0	'CW0
STEP 6		
IF	BMin	'b0
AND	N C0	'CNT0
THEN JMP TO 1		
IF	BMin	'b0
AND	C0	'CNT0
THEN JMP TO 4		

**Soal 7 :**

Contoh gerak sekuensial gerak silinder pneumatik :  
( A+ A- 6x (B+ B- ) )

Gerakan silinder Amaju terus silinder Amundur sebanyak 6 kali kemudian baru Bmaju terus Bmundur.

**Allocaton List (Daftar Alamat) :**

Operand	Symbol	Comment
O0.0	AMAJU	APlus
O0.1	AMUNDUR	AMin
O0.2	BMAJU	BPlus

### 3. KESIMPULAN

Alat Simulasi Sistem Kontrol Mekantronik Dengan PLC (*Programmable logic controllers* diuji coba dengan gerakan berurutan (*sequence*). Antara lain :

#### Untuk Program Gerak Sekuensial (Sequence)

- a). Gerak sekuensial silinder pneumatik :  
( A+ B+ A- B-).
- b). Gerak sekuensial gerak silinder pneumatik :  
( A+ A- A+ A- A+ A- B+ B-)

#### Untuk Program Dengan Timer

- a). Gerak berurutan (sekuensial ) kontrol lampu  
(H1, H2, H3).
- b). Gerak berurutan (sekuensial ) kontrol motor  
(M1, M2).
- c). Gerak sekuensial silinder pneumatik :  
( A+ A- T02s B+ B-)

#### Untuk Program Dengan Pencacah (Counter)

- a). Gerak sekuensial silinder pneumatik :  
( 6x (A+ A-) T02s B+ B- )
- b). Gerak sekuensial silinder pneumatik :  
( A+ A- ) 6x ( B+ B- )

Alat Simulasi Kontrol Mekantronik Dengan PLC (*Programmable Logic Controllers*) ini adalah satu-satunya PLC pertama ada di Jurusan Mesin Politeknik Negeri Padang. Jenis **PLC. FC400-Standard** dengan **Software FST. 4 (Version 4.02 Festo AG & Co)**. hanya bisa dipakai dengan **Bahasa Statement List (STL)**.

### PUSTAKA

1. Frank D, Petruzella, Sumanto, *Elektronik Industri*, Edisi 1, Cetakan ke-1, Penerbit Andi, Yogyakarta, 721h, 2001
2. FST- Festo Software Tool, *FST FEC Version 3.2 Shareware*, Copyright By Festo Germany, Devision Cybenetic, D-73734 Esslingen, 46p, 1997
3. G. Prede, D. Scholz, Williams Konzept, *Buku Teks Tingkat Dasar TP.201*, Festo Didactic GmbH & Co, D-73770., 172h, 2000
4. John. W, Ronald A. Reis, *Programmable Logic Controllers*, Principle and Applications, Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio, 443p, 1999
5. R. Ackermann, J.Franz, T. Hartmann, A. Hopf, M. Kantel, B. Plagemann, *Programmable Logic Controllers*, Tingkat Dasar TP 301, Buku Teks, Festo Didactic KG, Esslingen, 178h, 1994.
6. R. Ackermann, J.Franz, T. Hartmann, A. Hopf, M. Kantel, B. Plagemann, *Programmable Logic Controllers*, Advance Level, Festo Didactic KG, Esslingen, 206p, 1991

7. Schuler, Mc Namee, *Industrial Electronics and Robotics*, Mc. Graw Hill, Inc, States of America, 474p, 1986.