

# OTOMASI WORK STATION (FMS) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER Purnawan

## A. PENGANTAR

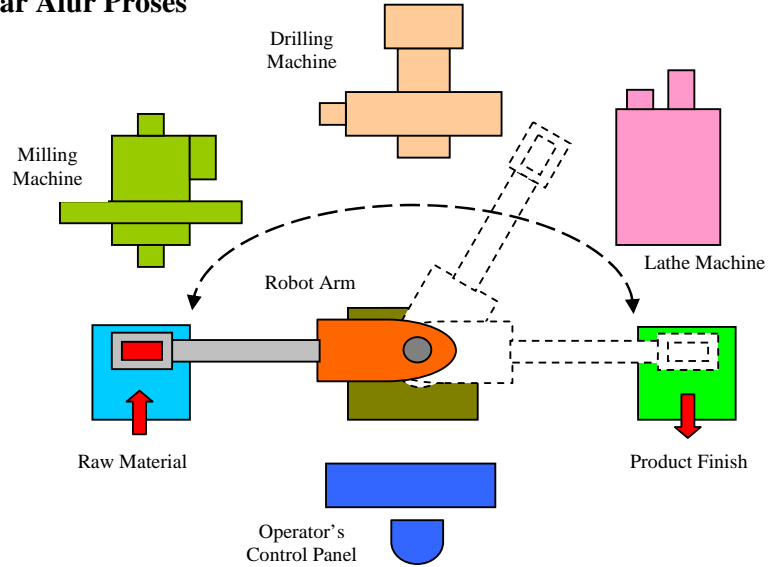
Sebagian besar proses di industri menghendaki strategi pengontrolan atau pengendalian sekuensial. Pengendalian sekuensial adalah suatu strategi pengendalian yang realisasinya diberikan langkah demi langkah, serial maupun paralel, yang didasarkan pada keadaan variabel atau *state condition* dari proses yang sedang berlangsung. Pengendalian sekuensial terdiri atas sejumlah aksi yang berurutan (berantai), yang saling bergantung satu terhadap yang lain dimana kebergantungan ini dinyatakan oleh hubungan logic. Umumnya semua variabel keadaan yang terlibat mempunyai *logic value*, yaitu yang dinyatakan hanya oleh dua keadaan, yang satu adalah kontradiksi dari yang lain. Misalkan keadaan yang dinyatakan oleh 0 dan 1, atau keadaan yang dinyatakan oleh *high* dan *low*.

*Programmable Controller* atau lebih dikenal sebagai *Programmable Logic Controller* (PLC) telah terbukti merupakan instrumen yang sangat bermanfaat untuk membantu sistem kontrol di industri karena PLC mempunyai kemampuan melaksanakan sebagian besar sistem kontrol yang diperlukan di industri. Awalnya PLC dibuat untuk menggantikan sistem kontrol yang berupa rangkaian sakelar dan relay yang kompleks yang dikenal sebagai sistem *interlock*. Pada perkembangannya, PLC merupakan tangan-tangan terampil bagi sistem kontrol yang diimplementasikan dengan konsep DCS (*Distributed Control System*) atau sistem kontrol terdistribusi. Saat ini di pasaran terdapat aneka macam jenis dan tipe PLC dari ratusan pabrik pembuat, mulai dari yang berskala kecil hingga yang berskala besar dan modern.

Dalam perancangan sistem kontrol berbasis PLC, secara umum terdapat beberapa prosedur/langkah, yaitu : (1) memahami proses secara fisik dan logika pengoperasian, (2) mengidentifikasi input, output, keadaan dan kondisi logika transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya, (3) mendefinisikan diagram keadaan transisi untuk setiap keadaan, (4) membuat diagram ladder, dan (5) membuat program PLC dari diagram ladder dengan memilih instruksi-instruksi yang sesuai dan alamat-alamat untuk input dan output.

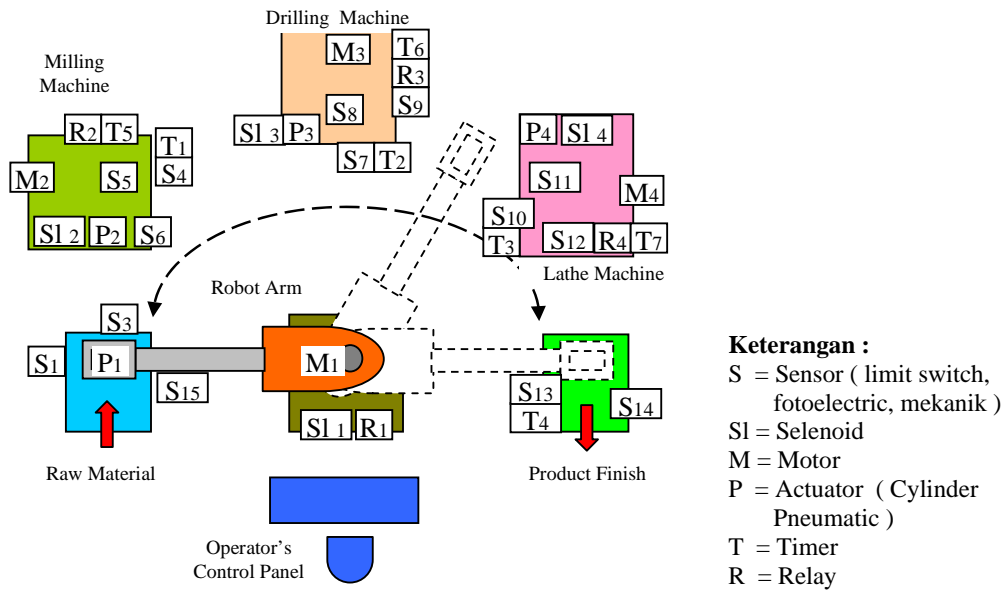
## B. DESKRIPSI PROSES

### a. Gambar Alur Proses



Gambar 1. Alur proses otomatis pada work station

### b. Rencana Posisi Pengontrol



Gambar 2. Rencana posisi pengontrol

### c. Deskripsi Proses Otomasi

1. Sistem dalam keadaan idle (tidak melakukan apa-apa)
2. Tombol START ditekan :
  1. Cek bahan baku pada meja 1 ( S1 on)
  2. Cek posisi lengan robot (S15 on)
  3. Ambil benda dengan Gripper ( S1 1, P1 on)
  4. Pindahkan benda ke posisi mesin freis ( S3 , R1, M1 on)
  5. Hentikan Motor 1 selama 5 menit di posisi mesin freis ( S4, T1 on )
  6. Buka Gripper , letakkan benda di meja mesin freis (S1 1, P1 off )
  7. Jepit benda pada ragum meja mesin freis (S5,S1 2, P2 on )
  8. Hidupkan motor mesin Freis ( S6, R2, M2 ,T5 on)
  9. Motor mati, ragum freis terbuka ( S6, R2, M2, S5, S1 2, P2 off)
  10. Ambil benda dengan Gripper ( S1 1, P1 on )
  11. Pindahkan benda ke posisi mesin drilling (S3, R1, M1 on)
  12. Hentikan Motor 1 selama 3 menit di posisi mesin drilling ( S7, T2 on )
  13. Buka Gripper , letakkan benda di meja mesin drilling (S1 1, P1 off )
  14. Jepit benda pada ragum meja mesin drilling ( S8, S1 3, P3 on )
  15. Hidupkan motor mesin drilling ( S9, R3, M3 ,T6 on)
  16. Motor mati, ragum drilling terbuka ( S9, R3, M3, S8, S1 3, P3 off)
  17. Ambil benda dengan Gripper ( S1 1, P1 on )
  18. Pindahkan benda ke posisi mesin bubut ( S3 , R1, M1 on)
  19. Hentikan Motor 1 selama 15 menit di posisi mesin bubut ( S10, T3 on )
  20. Buka Gripper , letakkan benda di cekam mesin bubut (S1 1, P1 off )
  21. Jepit benda pada cekam mesin bubut ( S11, S1 4, P4 on )
  21. Hidupkan motor mesin bubut ( S12, R4, M4 ,T7 on)
  22. Motor mati, cekam mesin bubut terbuka ( S12, R4, M4, S11, S1 4, P4 off)
  23. Ambil benda dengan Gripper ( S1 1, P1 on )
  24. Pindahkan benda ke meja product finish ( S3 , R1, M1 on)
  25. Motor 1 berhenti 10 detik di posisi meja product finish ( S13, T4 on )
  26. Buka Gripper, letakkan benda di meja product finish (S1 1, P1 off )
  27. Gerakkan lengan robot ke posisi semula (CCW) ( S14, M1 CCW on )
  28. Kembali ke perintah awal
3. Tombol STOP ditekan :

Pada semua keadaan sistem kembali ke keadaan idle

### C. IDENTIFIKASI INPUT – OUTPUT

Dalam rancangan sistem otomasi di atas, input dan outputnya dapat diidentifikasi sebagai berikut :

**Input :**

1. Tombol START
2. Tombol STOP
3. Sensor pembatas / Limit switch : S4, S7, S10, S13
4. Sensor mekanik : S3, S5, S6, S8, S9, S11, S12, S14, S15

**Output :**

1. Solenoid : SI 1, SI 2, SI 3, dan SI 4.
2. Relay : R1, R2, R3, dan R4.
3. Cylinder Pneumatic : P1, P2, P3, dan P4.
4. Motor : M1, M2, M3, dan M4.

Secara garis besar fungsi dari input dan output tersebut, dijelaskan sebagai berikut :

**Input :**

No.	Kode	Fungsi	Keterangan
1.	START	Menjalankan program	
2.	STOP	Menghentikan program	
3.	S4	Menghentikan M1 pada posisi mesin Freis	
4.	S7	Menghentikan M1 pada posisi mesin Drilling	
5.	S10	Menghentikan M1 pada posisi mesin Bubut	
6.	S13	Menghentikan M1 pada posisi Product finish	
7.	S3	Mengaktifkan R1	
8.	S5	Mengaktifkan SI 2	
9.	S6	Mengaktifkan R2	
10.	S8	Mengaktifkan SI 3	
11.	S9	Mengaktifkan R3	
12.	S11	Mengaktifkan SI 4	
13.	S12	Mengaktifkan R4	
14.	S14	Mengaktifkan R1 untuk gerakan CCW	
15.	S15	Bersama S1 mengaktifkan SI 1	

**Output :**

No.	Kode	Fungsi	Keterangan
1.	Sl 1	Mengontrol kerja P1	
2.	Sl 2	Mengontrol kerja P2	
3.	Sl 3	Mengontrol kerja P3	
4.	Sl 4	Mengontrol kerja P4	
5.	R1	Menghidupkan M1	
6.	R2	Menghidupkan M2	
7.	R3	Menghidupkan M3	
8.	R4	Menghidupkan M4	
9.	P1	Penggerak gripper	
10.	P2	Penggerak ragum mesin freis	
11.	P3	Penggerak ragum mesin drilling	
12.	P4	Penggerak cekam mesin bubut	
13.	M1	Pemutar lengan robot	
14.	M2	Operasi frais / milling	
15.	M3	Operasi drilling	
16.	M4	Operasi bubut	

## D. DESKRIPSI INPUT – OUTPUT

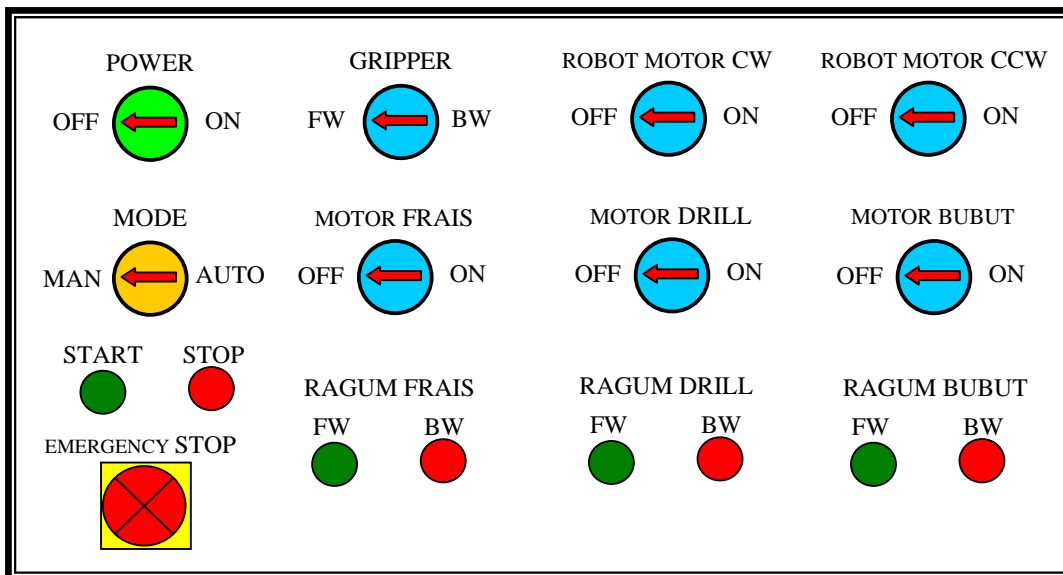
Untuk menentukan kapasitas IO PLC yang digunakan, maka diperlukan deskripsi Input-Output, sebagai berikut :

Address	Signal	Deskripsi	Status
X0	START	Sistem siap bekerja, robot pada posisi awal	Input
X1	S1	Keadaan benda kerja pada meja 1	Input
X2	S15	Posisi lengan robot	Input
X3	SI 1-1	Gripper posisi clamping	Input
X4	SI 1-0	Gripper posisi unclamping	Input
X5	S3	Motor 1 diposisi kiri (CW)	Input
X6	S14	Motor 1 diposisi kanan (CCW)	Input
X7	S4	Posisi lengan robot pada mesin freis	Input
X8	S7	Posisi lengan robot pada mesin drilling	Input
X9	S10	Posisi lengan robot pada mesin bubut	Input
X10	S5	Keadaan benda kerja pada mesin freis	Input
X11	SI 2-1	Ragum mesin freis clamping	Input
X12	SI 2-0	Ragum mesin freis unclamping	Input
X13	S 8	Keadaan benda kerja pada mesin drilling	Input
X14	SI 3-1	Ragum mesin drilling clamping	Input
X15	SI 3-0	Ragum mesin drilling unclamping	Input
X16	S11	Keadaan benda kerja pada mesin bubut	Input
X17	SI 4-1	Cekam mesin bubut clamping	Input
X18	SI 4-0	Cekam mesin bubut unclamping	Input
X19	ES	Emergency Stop	Input
X20	STOP	Stop, sistem berhenti	Input
Y1	P1-1	Cylinder pneumatic 1 'high'	output
Y2	P1-0	Cylinder pneumatic 1 'low'	output
Y3	P2-1	Cylinder pneumatic 2 'high'	output
Y4	P2-0	Cylinder pneumatic 2 'low'	output
Y5	P3-1	Cylinder pneumatic 3 'high'	output
Y6	P3-0	Cylinder pneumatic 3 'low'	output
Y7	P4-1	Cylinder pneumatic 4 'high'	output
Y8	P4-0	Cylinder pneumatic 4 'low'	output
Y9	M1CW	Motor 1 berputar ke kanan	output
Y10	M1CCW	Motor 1 berputar ke kiri	output
Y11	M2-1	Mesin freis on	output
Y12	M2-0	Mesin freis off	output
Y13	M3-1	Mesin drilling on	output
Y14	M3-0	Mesin drilling off	output
Y15	M4-1	Mesin bubut on	output
Y16	M4-0	Mesin bubut off	output
Y17	S17	Latching M1	output
T300	T1	Timer time out pada posisi mesin freis	Internal timer
T180	T2	Timer time out pada posisi mesin drilling	Internal timer
T900	T3	Timer time out pada posisi mesin bubut	Internal timer
T010	T4	Timer time out pada posisi product finish	Internal timer

**Program manual :**

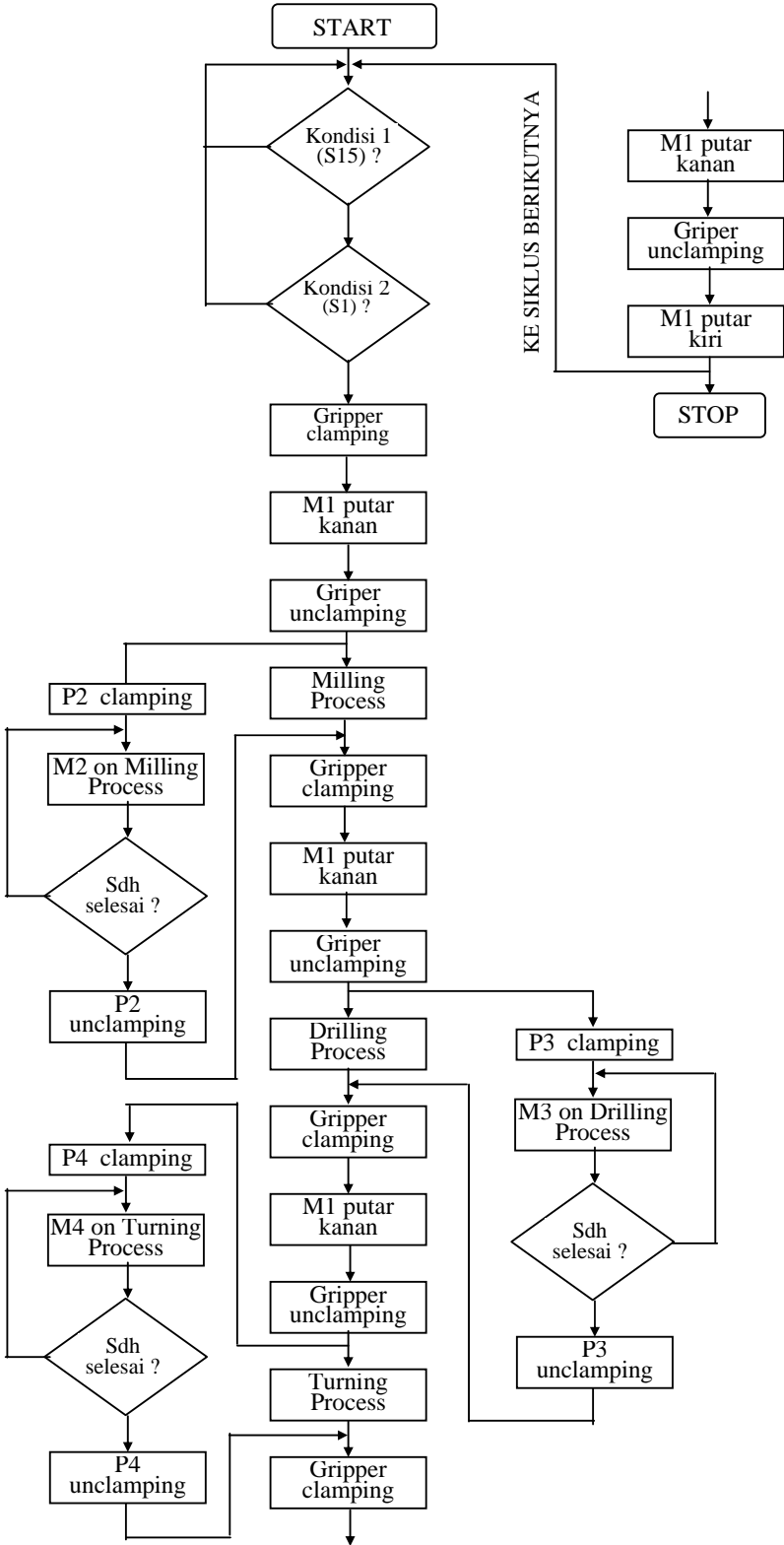
Address	Signal	Deskripsi	Status
X21		Gripper posisi unclamping manual	
X22		Gripper posisi clamping	Input
X23		Motor 1 putar kanan (CW)	Input
X24		Motor 1 putar kiri (CCW)	Input
X25		Ragum mesin freis buka	Input
X26		Ragum mesin freis tutup	Input
X27		Ragum mesin drilling buka	Input
X28		Ragum mesin drilling tutup	Input
X29		Cekam mesin bubut buka	Input
X30		Cekam mesin bubut tutup	Input
X31		Mesin freis on	Input
X32		Mesin freis off	Input
X33		Mesin drilling on	Input
X34		Mesin drilling off	Input
X35		Mesin bubut on	Input
X36		Mesin bubut off	Input
X37		Reset program	

**E. KONTROL PANEL MANUAL**



**F. FLOW CHART OTOMASI**

Flow chart rancangan otomasi disusun sebagai berikut :



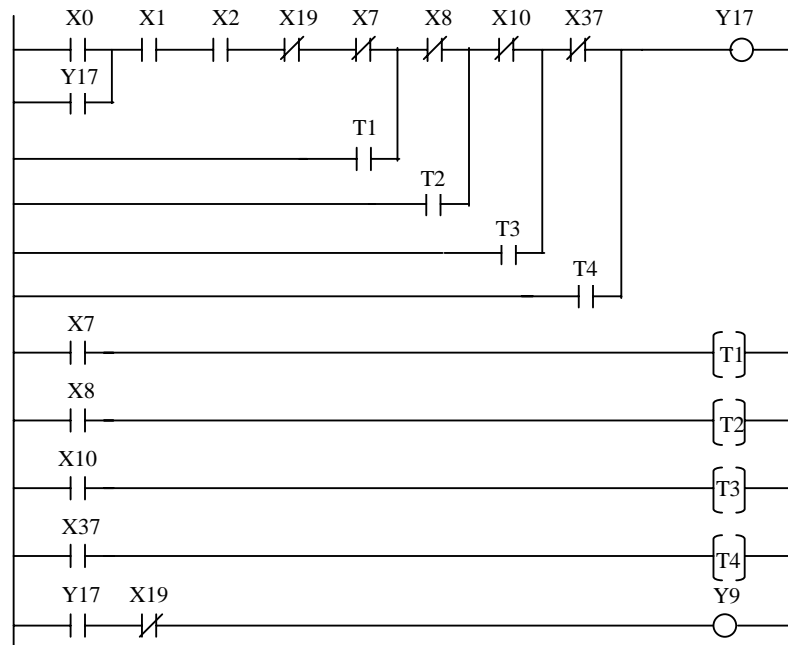


## G. LADDER DIAGRAM PROGRAM

Pengaturan gerakan lengan robot pada setiap station merupakan masalah utama dalam perancangan sistem kontrol ini. Berdasarkan deskripsi proses yang telah dijelaskan sebelumnya diperoleh informasi yaitu ;

1. M1 berputar ke kanan (CW) jika S3 on
2. M1 berhenti di posisi mesin frais selama 5 menit
3. M1 berhenti di posisi mesin drilling selama 3 menit
4. M1 berhenti di posisi mesin bubut selama 15 menit
5. M1 berhenti di posisi finis product selama 10 detik
6. M1 berputar ke kiri (kembali ke posisi awal) (CW) jika S14 on

Berdasarkan kondisi yang telah dikemukakan sebelumnya, maka ladder diagram untuk gerakan lengan robot tersebut adalah sebagai berikut \*:



Penjelasan program di atas adalah sebagai berikut :

Pengendalian utama sistem ini adalah saklar START (X0 normally open) dan saklar Emergency STOP (X19 normally close). Bila saklar START (X0) ditekan dan S1 (X1) dan S15 (X2) bernilai 1 (high), maka koil Y17 aktif dan semua saklar yang berkode Y17 dalam kondisi 'ON'. Pada line I, terjadi sistem yang tertutup, karena pada saat saklar X0 'ON', saklar Y17 yang paralel dengannya juga hidup. Karena

saklar Y17 terkendali oleh koil Y17, maka line I akan selalu 'ON' (kondisi latching) sampai dilakukan pemutusan oleh saklar X19. Pada line terakhir, karena saklar Y17 terendali juga oleh koil Y17, maka begitu line I 'ON' line terakhir juga 'ON'. Kondisi menghidupkan Motor 1 (Y9) yang berarti Motor 1 (Y9) mulai berputar memindahkan benda ke kanan (CW) sampai posisi mesin freis. Limit switch S4 (X7) high, maka T1 'ON' hal ini berarti motor 1 (Y9) berhenti pada posisi tersebut sesuai waktu yang ditentukan (5 menit). Setelah waktu 5 menit tercapai, Motor 1 (Y9) akan bergerak ke posisi mesin drilling. Kejadian yang sama akan terulang yaitu motor 1 (Y9) akan berhenti di posisi mesin drilling saat S7 (X8) high, yang menyebabkan T2 'ON' berarti Motor 1 (Y9) berhenti selama waktu yang ditentukan (3 menit). Setelah waktu tercapai, Motor 1 (Y9) akan bergerak ke posisi mesin bubut. Kejadian tersebut terjadi berulang-ulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- , 2004. *Programmable Logic Controller (PLC) Basic Courses*, Bandung, IARG LINK Institut Teknologi Bandung.
- , 2003. *Programmable Logic Control*, Bandung P3GT.
- Ian G. Warnock, 1992. *Programmable Controllers Operation and Application*, New York, Prentice Hall.
- Harijono A. Tjokronegoro, 1996. *Programmable Logic Controller*, Bandung, LINK Jurusan Teknik Fisika ITB.
- Mulyadi Syafiril, 2003. *Programmable Logic Controller*, Bandung, P3GT.
- , *Programmable Controller, Operation Manual SYSMAC C20P/C28P/C40P*, Omron.