

## Desain Sistem Kontrol Mesin *Presser* Briket Limbah Bambu-Serbuk Kayu dengan Menggunakan PLC Mitsubishi FX 1N-60 MR-D

Mokhamad Is Subekti\*, Fatkur Rachmanu dan Widodo  
Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjining Indorama,  
Kembangkunging, Jatiluhur, Purwakarta - 41152

\*E-mail: subekti.mokhamad@pei.ac.id

Diajukan: 27-10-2023; Direvisi: 11-12-2023; Dipublikasi: 22-12-2023

### Abstrak

Briket dari biomasa bambu mempunyai nilai kalor paling tinggi dibanding dengan biomasa yang lain. Selain dari materialnya, kualitas dan kapasitas hasilnya juga ditentukan dari mesin yang digunakan untuk membuat briket, mesin yang mempunyai kuat tekan tinggi akan menghasilkan produk briket lebih padat, densitas bertambah dan mengecilnya porositas yang pada akhirnya meningkatkan nilai kalor. Dari beberapa penelitian mesin press briket kapasitas dapat ditingkatkan melalui otomasi sistem kontrolnya. Untuk itu penelitian ini meng-*upgrade* sistem kontrol mesin press briket yang telah dimodifikasi sistem hidroliknya dengan sistem kontrol (*dual mode*) menggunakan PLC Mitsubishi FX 1 N -60 MR-D sehingga kualitas maupun kapasitas dapat bertambah. Metode yang digunakan adalah *research and development* dari mesin briket sebelumnya dengan perbaikan pada sisi mekanikal, hidrolik maupun kontrolnya. Didapat dari pengujian tegangan output terminal prosentase penyimpangan maksimum sebesar 1.34%, prosentase penyimpangan arus maksimum 1.875% juga pada terminal yang sama terminal Y24, prosentase penyimpangan tegangan terkecil Y27 = 1.02% dan prosentase penyimpangan arus terkecil Y26 = 0.625%. Prosentase penyimpangan terbesar masih dibawah toleransi yang ditetapkan ANSI 3%. Waktu rata-rata pencetakan 88.95 detik dengan kapasitas rata-rata 19.158 kg/jam lebih baik dibanding cara manual. Data pengujian gerakan sekuensial menunjukkan kesamaan dengan desain. Jadi secara keseluruhan modifikasi sudah sesuai dengan kriteria desain.

**Kata kunci:** briket; kualitas; kapasitas; sistem kontrol

### Abstract

*Briquettes from bamboo biomass have the highest calorific value compared to other biomass. Apart from the material, the quality and capacity of the results are also determined by the machine used to make the briquettes, a machine that has high compressive strength will produce a denser briquette product, increasing density and reducing porosity. which ultimately increases the calorific value. From several studies, the capacity of the briquette press machine can be increased through automation of the control system. For this reason, this research upgrades the control system of the briquette press machine which has had its hydraulic system modified with a control system (dual mode) using a Mitsubishi FX 1 N -60 MR-D PLC so that quality and capacity can increase. The method used is research and development from previous briquette machines with improvements to the mechanical-hydraulic and control aspects. Obtained from testing the output voltage terminal, the maximum deviation percentage was 1.34%, the maximum current deviation percentage was 1.875% also on the same terminal, Y24 terminal, the smallest voltage deviation percentage Y27 = 1.02% and the smallest current deviation percentage Y26 = 0.625%. The largest deviation percentage is still below the tolerance set by ANSI of 3%. The average printing time was 88.95 seconds with an average capacity of 19.158 kg/hour, better than the manual method. Sequential movement test data shows similarities with the design. So overall the modification is in accordance with the design criteria.*

**Keywords:** *briquettes; quality; capacity; control system*

### 1. Pendahuluan

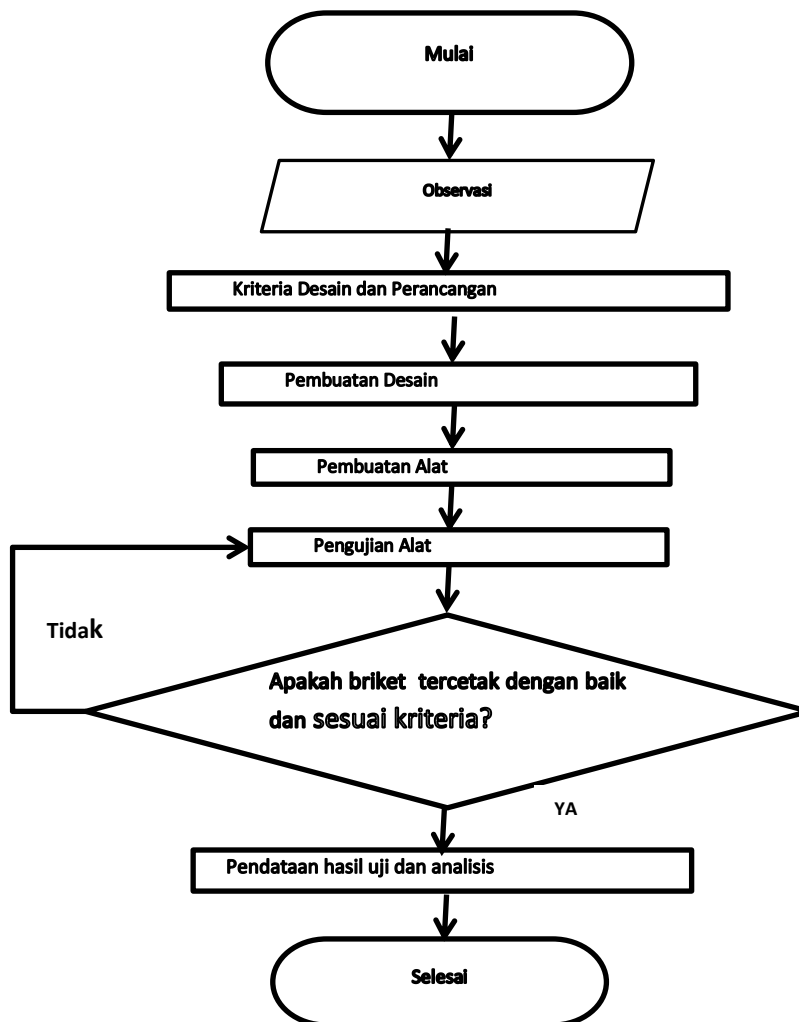
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya [1-8] mesin *presser* briket menggunakan sistem hidrolik manual dengan dua piston penekan didapat kapasitas produksi 10.76 kg/jam memerlukan waktu total pencetakan 123 detik, gaya tekan 4 ton. Sedangkan hasil riset lain [9-16] menunjukkan mesin pengepress briket hidrolik sistem rel menghasilkan kapasitas produksinya 6.24 kg/jam dengan waktu total pencetakan 240 detik, tekanan hidrolik masih dibawah 50 bar. Kedua riset sistem kontrolnya masih menggunakan manual sehingga kapasitas mesin masih dapat ditingkatkan melalui otomasi. Permasalahan kualitas dan kapasitas hasil briket terintegrasi dalam mesin yaitu dengan menaikkan tekanan

diatas 50 bar dan sistem kontrol dengan otomasi. .Perbaikan sistem hidrolik akan meningkatkan tekanan dan kualitas sedangkan retrofit sistem kontrolnya akan meningkatkan kapasitas hasil. Pada penelitian ini memfokuskan pada perbaikan sistem kontrol mesin briket yang telah dimodifikasi sistem hidroliknya untuk meningkatkan kecepatan produksi/kapasitas mesin.

Sistem kontrol semula secara manual dengan aktifasi katup *directional valvenya* menggunakan tuas tangan dengan operator yang bekerja dua orang , operator pertama untuk mengoperasikan tuas dan operator kedua untuk mengisi adonan di *dies*, sistem ini terdapat kelemahan dari keseragaman densitas dan hasil produk , kapasitas serta jumlah operatornya .Untuk memperbaiki sistem kontrolnya dibuat otomatis dengan *dual mode* yaitu Mode Auto dan Mode Manual menggunakan PLC. Mode manual digunakan saat *setting dies* dengan pergantian profil briket dan saat perawatan, sedangkan mode auto untuk *running* produksi , untuk operator cukup satu orang saja karena mesin akan bekerja secara otomatis. Sehingga dengan modifikasi keduanya hidrolik dan kontrolnya akan menaikkan kinerja mesin briket biomasa.

## 2. Material dan metodologi

Metode penelitian ini menggunakan *research and development* (R&D) penelitian dan pengembangan mesin sebelumnya. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 2.1. Metode Penelitian

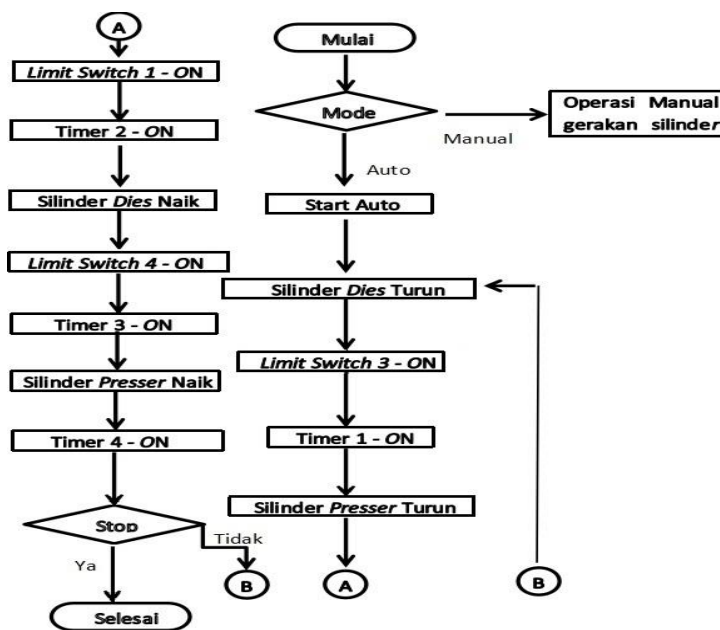
Dengan tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut: (1) Observasi: melakukan kajian dari beberapa mesin press briket hidrolik, identifikasi masalah kualitas maupun kapasitas serta solusi pemecahannya, (2) Kriteria desain meliputi fungsi: mesin dirancang mampu meningkatkan kecepatan produksi melalui pengaturan sistem kontrolnya secara otomatis, keamanan : dilengkapi sensor gerakan *presser* dan *dies* untuk membatasi gerakan agar terhindar dari benturan ke *frame* mesin , kehandalan: sistem kontrol dipilih menggunakan *programmable logic controller* (PLC) karena lebih *flexible*, responsif dan handal dalam pengaturan komponen-komponen mesin serta mudah dalam pelacakan *trouble* maupun pengkabelannya, (3) Pembuatan desain yang terdiri dari: desain sistem daya untuk pompa hidrolik dan desain sistem kontrol PLC, (4) Pembuatan alat: pemilihan komponen-komponen elektrikal-otomasi, perakitan ke panel, *wiring* panel-mesin, pemrograman ladder PLC dan (5) Pengujian alat: pengukuran tegangan dan arus yang dihasilkan saat aktuator bekerja, simulasi gerakan sekuensial di *ladder diagram*, menghitung prosentase penyimpangan. Jika dari pengujian sudah baik dilanjutkan pendataan dan analisa untuk dijadikan referens kedepan jika ada problem maupun pengembangan.

### 2.2. Spesifikasi *programmable logic controller* (PLC)

*Hardware* PLC merk Mitsubishi tipe FX1N-60MR-D. Jumlah pin input 36 dan pin output 24 jenis input-output relay tipe *sinking* menggunakan *power supply* DC 24 Volt, *power* = 20 W, *inrush-current* = 25A for 1ms, *input current* = 7mA, *output current* = 2A/poin.

### 2.3. Prinsip kerja pengendalian

Sistem kontrol akan mengendalikan sistem elektrohidrolik katup solenoid *presser* dan *dies* untuk mengatur aliran oli hidrolik ke *presser* dan *dies* sesuai desain gerakan sekuensial. Pengendalian dengan memanfaatkan sinyal listrik untuk menginduksi kumparan solenoid agar aktif, dimana ON-OFF sinyal ini diatur secara terprogram dengan PLC. Instruksi pengendalian program terbagi menjadi dua yaitu: mode auto dan mode manual (*dual mode*). Diagram alir kontrol *dual mode* dapat dilihat pada Gambar 2.



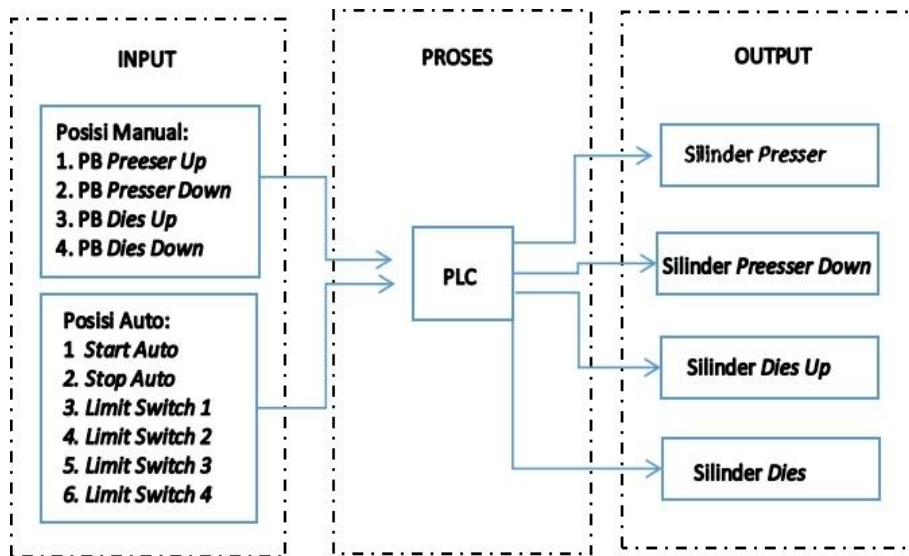
Gambar 2. Diagram alir *dual mode*

### 2.3.1 Mode manual

Saat mesin *On* ( ditunjukkan dengan indikator lampu power menyala) tentukan pilihan mode, jika mode manual maka gerakan piston silinder *presser* maupun *dies* instruksi gerakan hanya menekan tombol *up* dan *down* masing-masing secara manual.

### 2.3.2 Mode auto

Jika mode Auto maka dimulai dengan menekan tombol *start Auto* untuk memulai gerakan otomasinya, silinder *dies* pada posisi turun dan menekan *limit switch* 4 (ON)-timer 1 akan aktif (ON) kemudian menginstruksikan silinder *presser* untuk turun ( mengepress briket), saat mencapai titik mati bawah (proses pengepresan) silinder *presser* menekan *limit switch* 1 (ON)-timer 2 aktif (ON) selama waktu pengepresan. Setelah waktu pengepresan selesai selanjutnya timer 2 menginstruksikan silinder *dies* untuk naik (membuka cetakan) dan saat mencapai titik mati atas dies menyentuh *limit switch* 3 (ON)-timer 3 aktif(ON) sesuai setting timer 3 kemudian menginstruksikan silinder *presser* untuk naik, silinder *presser* menekan *limit switch* 2 (ON) - timer 4 aktif (ON) untuk mengembalikan dies keposisi semula begitu seterusnya dan stop Auto jika Auto dihentikan/produksi selesai. Interaksi device sistem kontrol dapat dilihat pada diagram blok Gambar 3.



Gambar 3. Diagram blok sistem kontrol

### 2.3.3 Indikator kinerja sistem kontrol

Indikator kinerja dari sistem menggunakan Persamaan [1] untuk prosentase penyimpangan tegangan, indikator ini digunakan untuk tegangan input maupun output PLC. Untuk Output selain prosentase penyimpangan tegangan menggunakan prosentase penyimpangan arus Persamaan [2].

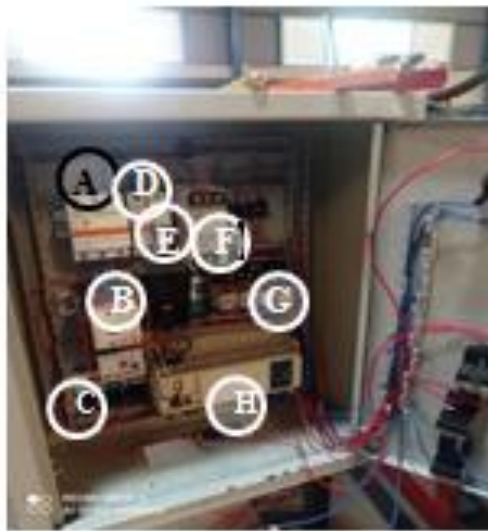
$$|\% V| = \frac{(V \text{ ukur} - V \text{ standar})}{V \text{ standar}} \times 100 \% \quad (1)$$

$$|\% I| = \frac{(I \text{ ukur} - I \text{ standar})}{I \text{ standar}} \times 100\% \quad (2)$$

### 3. Hasil dan pembahasan

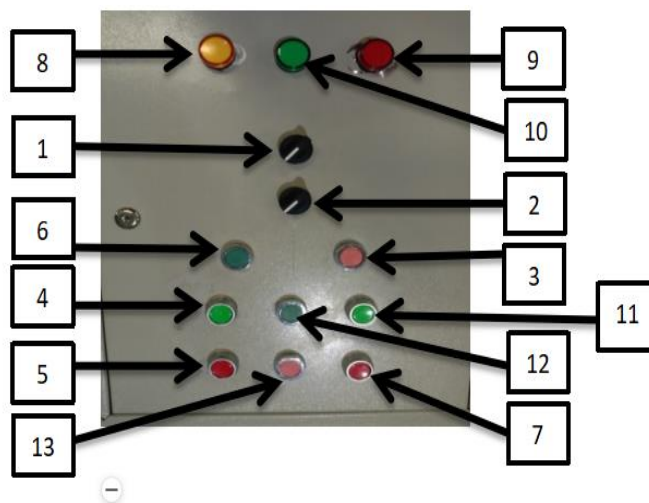
#### 3.1 Hasil desain sistem

Hasil desain sistem kontrol terbagi dalam dua kelompok yaitu didalam dan diluar panel. Komponen-komponen yang terletak didalam panel dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan yang diluar panel dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Keterangan pada Gambar 4 menunjukkan: Label A adalah *miniature circuit breaker* (MCB) 3 fasa *power*, label B menunjukkan kontraktor dan *thermal overload relay* (TOR), label C menunjukkan terminal, label D menunjukkan MCB 1 fasa solenoid, label E menunjukkan MCB 1 fasa output PLC, label F menunjukkan *power supply* AC ke DC, label G menunjukkan *relay solenoid presser* dan *dies* dan label H menunjukkan PLC.



**Gambar 4.** Komponen-komponen didalam panel

Keterangan Gambar 5 terdiri dari : (1) *Selector switch mode auto*, (2) *Selector switch mode manual*, (3) *Pump stop*, (4) *Presser down*, (5) *Presser up*, (6) *Pump start*, (7) *Auto stop*, (8) Lampu indikator *power*, (9) Lampu indikator *auto*, (10) Lampu indikator *manual*, (11) *Start auto*, (12) *Dies down* dan (13) *Dies up*.



**Gambar 5.** Komponen-komponen diluar panel

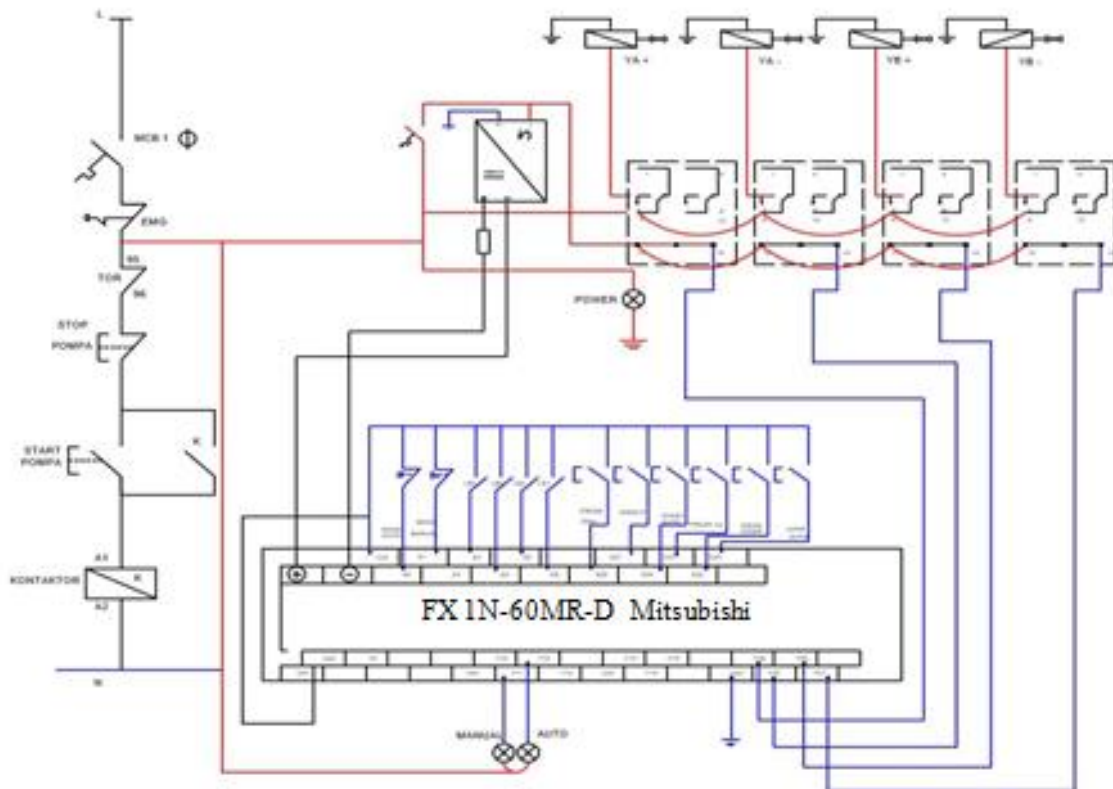


Gambar 6. Komponen-komponen diluar panel (*limit switch*)

### 3.2 Wiring diagram

#### 3.2.1 Diagram sistem kontrol PLC

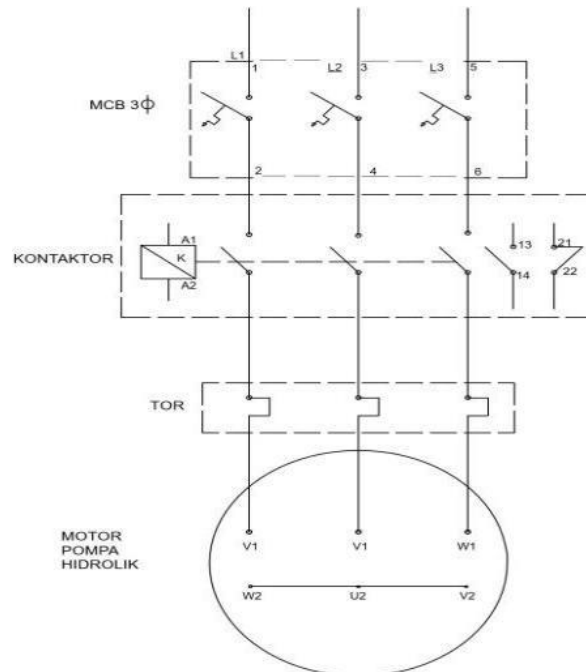
Wiring diagram kontrol dapat dilihat pada Gambar 7. Wiring diagram terbagi menjadi dua bagian, yang pertama pada sebelah kiri untuk pengendalian motor pompa hidrolik dan yang kanan untuk pengendalian solenoid. Jumlah I/O PLC: Input sebanyak 12 pin dan outputnya 6 pin. Pengalamatan I/O PLC berdasarkan Gambar 7 di uraikan di Tabel 1.



Gambar 7. Wiring diagram sistem kontrol PLC

### 3.2.2 Diagram daya motor pompa hidrolik

Diagram daya motor pompa hidrolik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8. Hubungan daya motor pompa hidrolik terhubung secara bintang, hal ini bertujuan untuk menghindari lonjakan arus yang tinggi saat *start* (dimulainya *running*).



**Gambar 8.** *Wiring diagram* daya motor pompa hidrolik

### 3.3 Pengalamatan I/O PLC

Pengalamatan Input-Output (I/O) PLC dapat dilihat pada Tabel 1. Alamat I/O ini perlu ditabelkan untuk menghindari kesalahan alamat saat membuat program *ladder* PLC.

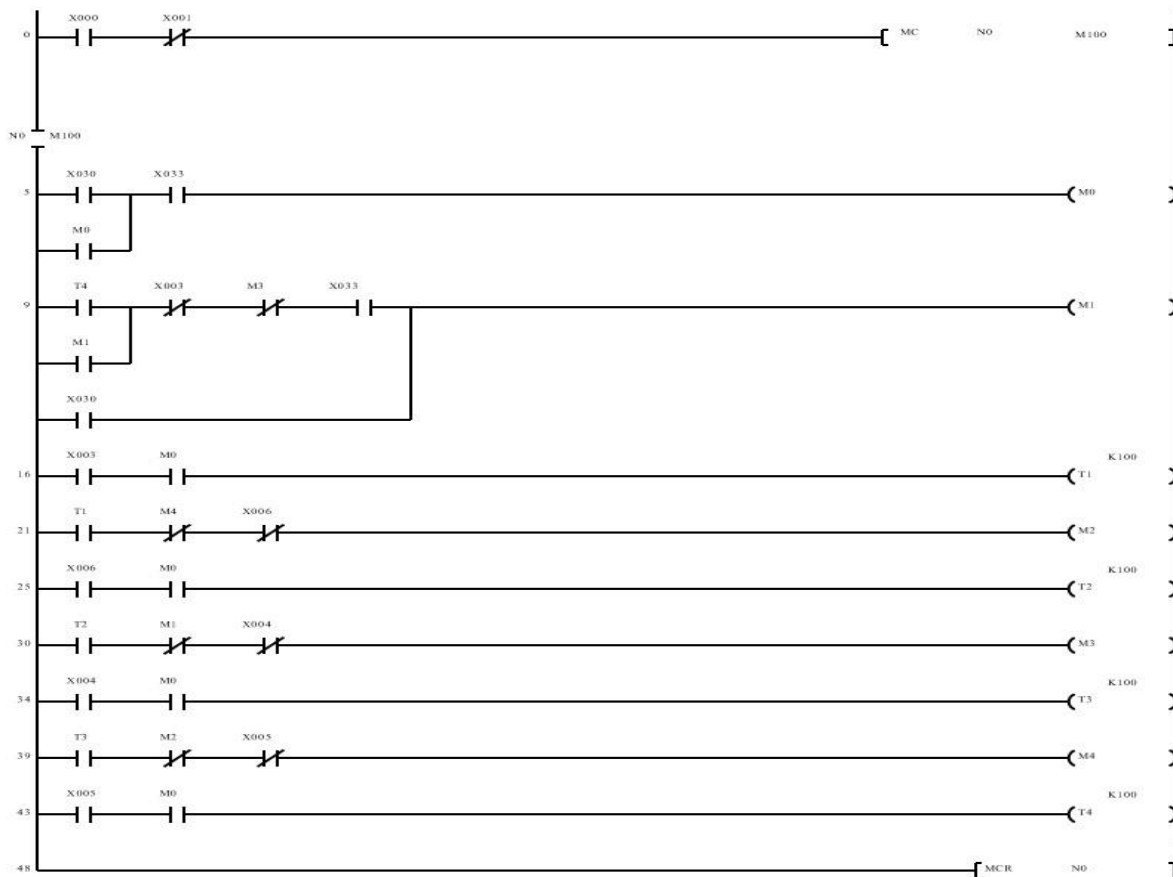
**Tabel 1.** Pengalamatan I/O PLC

No	Alamat	I/O	Keterangan
1	X0	I	Mode Auto
2	X1	I	Mode Manual
3	X3	I	Limit switch 3
4	X4	I	Limit switch 4
5	X5	I	Limit switch 2
6	X6	I	Limit switch 1
7	X26	I	<i>Presser Down</i>
8	X27	I	<i>Dies Up</i>
9	X30	I	<i>Start Auto</i>
10	X31	I	<i>Presser Up</i>
11	X32	I	<i>Dies Down</i>
12	X33	I	Stop Auto
13	Y12	O	<i>Auto Indicator Lamp</i>
14	Y11	O	<i>Manual Indicator Lamp</i>
15	Y24	O	Relay Silinder presser maju
16	Y25	O	Relay Silinder presser mundur
17	Y26	O	Relay Silinder dies maju
18	Y27	O	Relay Silinder dies mundur

### 3.4 Perancangan *ladder* diagram PLC

### 3.4.1 Mode Auto

Pada rancangan *ladder* menggunakan instruksi *master control* (MC) *relay* untuk mengatur perintah auto atau manual. Untuk perintah auto dengan mengaktifkan *master control relay* M100 dimana perintah dari alamat input X000 yang terhubung dengan *selector switch mode auto*, untuk lebih jelasnya tentang instruksi auto dapat dilihat pada Gambar 9 dan algoritma gerakan (Gambar 2). Jika M100 aktif maka mode auto akan *running*, mode manual terkunci (X1-OFF). Untuk memulai auto tekan tombol *push button* (PB) *Start Auto* (X030), *internal relay* M0 akan *terlatching* dan IR silinder *dies* maju (M1) ON-silinder dies turun dan menekan LS 4 (X3) untuk mengaktifkan timer T1. Setelah T1 tercapai mengaktifkan IR silinder *presser down* (M2). Silinder *presser* turun mengenai LS 1(X6) -mengaktifkan timer T2. Setelah T2 tercapai mengaktifkan IR silinder *dies up* (M3)-silinder dies naik mengenai LS 3(X4) mengaktifkan timer T3. Setelah T3 tercapai mengaktifkan IR silinder *presser up* (M4) - silinder *presser* naik mengenai LS2 mengaktifkan timer T4. Setelah T4 tercapai mengaktifkan kembali IR silinder *dies down* (M1) dan seterusnya bekerja berulang sampai stop auto diaktifkan.Ladder diagram mode Auto lengkap ditunjukkan pada Gambar.9

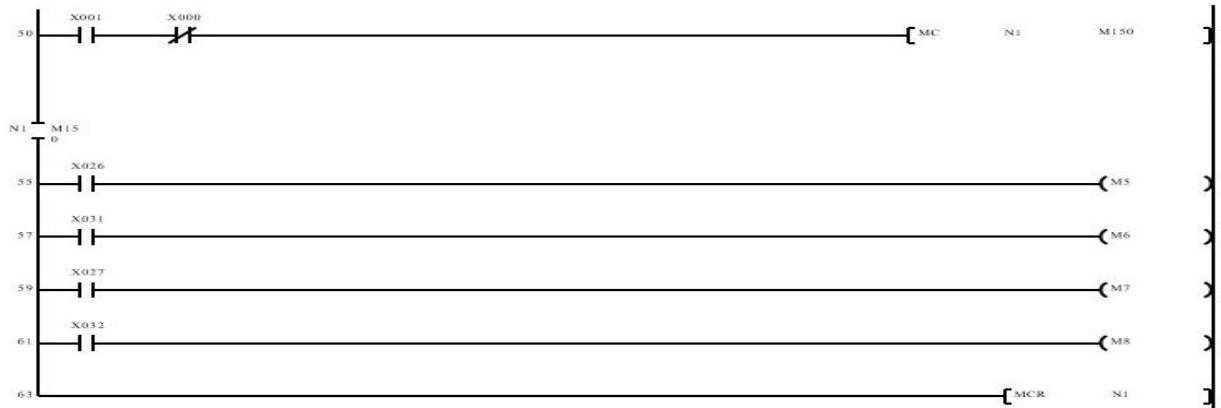


**Gambar 9.** Program *ladder* mode auto

### 3.4.2 Mode Manual

Mode Manual *ladder* program seperti terlihat di gambar 10. operasional mode ini hanya *on-off push button* saja untuk mengaktifkan silinder . *Selector mode manual* (X001) harus diaktifkan untuk mengaktifkan *master coil* [M150].





Gambar 10. Program ladder mode manual

### 3.5 Pengujian alat

#### 3.5.1 Pengujian output

Pengujian output seperti terlihat di Tabel 2 dengan tegangan standar ( $V_{standar} = 220 \text{ V}$ ) dan arus standar ( $I_{standar} = 0,16 \text{ Ampere}$ ).

Tabel 2. Data hasil pengujian output

Sampel ke-	Tegangan (V AC)				Arus (Ampere)			
	Silinder presser maju (Y24)	Silinder presser mundur (Y25)	Silinder dies maju (Y26)	Silinder dies mundur (Y27)	Silinder presser maju (Y24)	Silinder presser mundur (Y25)	Silinder dies maju (Y26)	Silinder dies mundur (Y27)
1	223.1	223.1	222.3	223.1	0.16	0.15	0.16	0.16
2	225.2	221.2	221.2	222.2	0.15	0.16	0.16	0.16
3	222.1	224.2	224.2	222.2	0.16	0.15	0.15	0.16
4	222.1	223.1	223.1	221.2	0.16	0.15	0.16	0.15
5	222.1	222.2	222.2	222.1	0.16	0.16	0.16	0.16
6	223.2	221.2	225.2	225.2	0.15	0.15	0.16	0.16
7	225.2	222.1	223.1	221.2	0.16	0.16	0.16	0.16
8	223.1	225.2	222.2	222.1	0.15	0.16	0.16	0.16
9	221.2	221.2	221.2	222.3	0.15	0.16	0.16	0.15
10	223.2	222.1	222.1	221.2	0.16	0.16	0.16	0.16
<b>Rata-rata</b>	<b>222.96</b>	<b>222.56</b>	<b>222.68</b>	<b>222.28</b>	<b>0.157</b>	<b>0.158</b>	<b>0.159</b>	<b>0.158</b>
<b>% eror</b>	<b>1.3454</b>	<b>1.1636</b>	<b>1.2181</b>	<b>1.03636</b>	<b>1.875</b>	<b>1.25</b>	<b>0.625</b>	<b>1.25</b>

Dari sepuluh sampel tegangan dan arus didapat prosentase penyimpangan terbesar baik arus maupun tegangan pada kumparan solenoid saat posisi silinder *presser* maju dengan tegangan sebesar 1.3454 % sedangkan arus 1.875% nilai penyimpangan ini masih dibawah toleransi yang ditentukan *American National Standard Institute* (ANSI) sebesar 3%.

### 3.5.2 Pengujian gerakan sekuensial

Hasil pengujian gerakan sekuensial disajikan pada Tabel 3. Dari hasil pengujian gerakan sekuensial sesuai dengan desain yaitu saat mode Auto dimulai kondisi *limit switch* 3 tertekan (*delay timer* 1) kemudian mengaktifkan Y24 (*high*) output PLC yang terhubung dengan solenoid *presser* maju. Saat *limit switch* 4 tersentuh dies saat naik keatas (*delay timer* 3) selanjutnya mengaktifkan 25 (*high*) solenoid *presser* mundur. Semua gerakan sekuensial pada Tabel 3 telah sesuai dengan diagram alir *dual mode* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.

**Tabel 3.** Data pengujian gerakan sekuensial

Jenis Pengujian	Kondisi Output						Keterangan
	Y24	Y25	Y26	Y27	Y12	Y11	
<b>Posisi Auto</b>							
Selector switch mode auto-ON	Low	Low	Low	Low	High	Low	Sesuai
Start auto-ON	High	Low	Low	Low	High	Low	Sesuai
Limit switch 4-ON	Low	High	Low	Low	High	Low	Sesuai
Limit switch 1-ON	Low	Low	High	Low	High	Low	Sesuai
Limit switch 3-ON	High	Low	Low	Low	High	Low	Sesuai
Limit switch 2-ON	Low	Low	Low	High	High	Low	Sesuai
Stop auto-ON	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Sesuai
<b>Posisi Manual</b>							
Selector switch mode manual-ON	Low	Low	Low	Low	Low	High	Sesuai
PB presser up-ON	Low	High	Low	Low	Low	High	Sesuai
Dies up-ON	Low	Low	High	Low	Low	High	Sesuai
Presser down-ON	High	Low	Low	Low	Low	High	Sesuai
Dies down-ON	Low	Low	Low	High	Low	High	Sesuai

### 3.5.3 Pengujian waktu cetak dan berat per jam

Hasil pengujian waktu cetak dan berat per jam ditunjukkan pada Tabel 4. Pada Tabel 4, data hasil pengujian produksi pencetakan briket dengan waktu rata-rata 88,95 detik lebih cepat dari mesin briket secara manual [1] sebesar 123 detik dan berat briket perjam lebih besar dengan berat rerata 19,158 kg/jam hal ini konsekuensi dari kecepatan produksi yang meningkat.

**Tabel 4.** Data pengujian waktu cetak dan berat perjam

Sample ke-	Waktu Pencetakan (Detik)	Berat Briket/jam (kg/jam)
1	87.32	19.21
2	88.21	18.97
3	88.67	18.78
4	88.97	19.45
5	88.11	19.67
6	88.75	18.65

7	88.78	18.73
8	88.54	19.01
9	88.76	19.12
10	88.84	19.99
<b>Rata-rata</b>	<b>88.495</b>	<b>19.158</b>

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian tegangan terminal output % penyimpangan  $Y_{24} = 1.3454\%$ ,  $Y_{25} = 1.1636\%$ ,  $Y_{26} = 1.2\%$ , dan  $Y_{27} = 1.03\%$  penyimpangan terbesar  $1.3454\%$  saat silinder *presser* maju. Untuk pengujian arus nilai persentase penyimpangan  $Y_{24} = 1.875\%$ ,  $Y_{25} = 1.25\%$ ,  $Y_{26} = 0.625\%$ , dan  $Y_{27} = 1.25\%$  penyimpangan arus terbesar juga saat silinder *presser* maju. Penyimpangan tegangan dan arus terbesar masih dibawah toleransi yang ditetapkan ANSI sebesar 3%. Gerakan sekuensial sesuai dengan tujuan desain, dengan waktu pencetakan yang lebih cepat dibanding manual dengan waktu rerata produksi per siklus 88.495 detik dan diikuti jumlah berat produksi briket perjam yang meningkat 19.158 kg/jam. Jadi secara keseluruhan baik variabel kelistrikan maupun mekansime gerakan sudah layak. Kedepan masih dapat dikembangkan dengan *hopper* dan konveyor untuk mengurangi keterlambatan pengisian adonan briket ke *dies*.

#### Ucapan terima kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai hibah penelitian ini lewat skema Penelitian Dosen Pemula (PDP), Lembaga Layanan Dikti Wilayah IV sebagai koordinator dan kuasa pemberi anggaran serta LPPM Politeknik Enjinereng Indorama selaku kuasa penerima anggaran yang telah memfasilitasi demi kesuksesan penelitian ini. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan/teknologi di Institusi peneliti khususnya dan dunia pendidikan tinggi Indonesia pada umumnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ardi, Andi Haslinah, Syahrir Habiba dan Abdul Azis Anas, Rancang bangun modifikasi alat press sekam dengan sistem hidrolik. ILTEK: Jurnal Teknologi. 2023 April; 18(1): pp. 11-15.
- [2] Azhar dan Rustamaji H, Bahan bakar padat dari biomassa bambu dengan proses torefaksi dan densifikasi. Jurnal Rekayasa Proses. 2009; 3(2): pp. 26-29.
- [3] Putra H.P., Hijrah Mokodompit M., dan Kuntari A.P., Studi karakteristik briket berbahan dasar limbah bamboo dengan menggunakan perekat nasi. Jurnal Teknologi. 2013 Desember; 6(2):116-123.
- [4] Mogy D.S., Rohman F., dan Ilham Muslimin, Modifikasi alat pencetak briket hidrolik berbahan ampas kelapa. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi; 25 Juli 2020; Kediri, Indonesia. UN PGRI Kediri; 2020. pp.291-296.
- [5] Masyuroh A., dan Rahmawati I., Pembuatan briket arang dari serbuk kayu sebagai sumber energi alternatif. Jurnal Abdikarya. 2022; 4(1): pp. 95-102.
- [6] Winda Apriani, Diah Mahmuda dan Zulkarnain, Rancang bangun alat pencetak briket hidrolik dengan sistem gerak rel. INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi. 2022 Juni; 1(3): pp. 163-168.

- [7] Hidayat M., Iqbalsyah M., Carissa S.N., Fona Z., dan Adriana, Korelasi tekanan pencetakan terhadap karakteristik briket dengan variasi lubang. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*. 2019 September; 17(2): pp. 1-6.
- [8] Yudhi Al Hafidh, Rancang dan bangun alat press briket secara hydraulic. Indonesia: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2022.p.73.
- [9] Kusuma Cakra Wardaya, Rancang bangun dan pengujian mesin briket hidrolik tekan untuk pembriketan biomassa tertorefaksi (Torrefied Biomass). Indonesia: Universitas Lampung, 2019. p.219.
- [10] Ketut Rokhye Lumintang, Perancangan mesin pembuat briket dengan teknologi elektro pneumatik, Indonesia: Universitas Sebelas Maret, 2009. p.141.
- [11] Muhammad Dafa Dezan Rezaputra1, Muhammad Ridwan Arif Cahyo. Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q Pada Building Tire Machine, *INAJET*, 2021.p.10
- [12] Al'Amin, F., Notosudjono, D. and Soebagia, H. 'Perancangan Miniatur Sistem Kontrol Parkir Otomatis Berbasis PLC (Programmable Logic Control)', *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*,(2019) 1(1), pp. 1–15.
- [13] Saleh, M. and Haryanti, M. 'Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay', *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana*,(2017)8(2), pp. 87–94.
- [14] Yuhendri, D. (2018) 'Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis', *Journal of Electrical Technology*, 3(3), pp. 121–127.
- [15] Rukshna, R. A. et al. (2015) 'Interfacing of Proximity Sensor With My-RIO Toolkit Using LabVIEW', *International Journal for Scientific Research & Development*, 2015, 3(1), pp. 562–566.
- [16] Aisyah IS, Saifullah A, Satya T. Proses Desain Dan Pengujian Mesin Press Hidrolik Briket Limbah Bambu, *Sentra* 2017; 3:IV-1-6.