

RANCANG BANGUN UNIT MAGAZINE DAN CRIMPING PADA TRAINING KIT PERAKIT LAMPU ATMI LED V2

**Hizkia Urianto K., A.Md ^{1*}, Chandra Galih Wisudawan, S.T. ², Imanuel D. S ³,
Thomas S. D ⁴, Yohanna G. B. P ⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Adi Sucipto No.KM 9.5, Blukukan Dua, Blulukukan, Kec. Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Jawa
Tengah 57174

*Email: hizkia.urianto@atmi.ac.id

Abstrak

Laboratorium otomasi membutuhkan sebuah mesin produksi yang memiliki waktu siklus 3 detik, terdapat magazine untuk memuat benda kerja dan memiliki sensor area sebagai pengaman. Pada penelitian ini dibuat mesin unit magazine dan crimping yang memiliki waktu siklus sesuai dengan kebutuhan, dapat menampung benda kerja sebanyak 41 buah, dan memiliki pengaman untuk operator Mesin ini menggunakan PLC Omron CP2E-E30DR-A sebagai control, sehingga pergerakan yang diinginkan dimasukkan ke dalam program melalui PLC. Pembuatan mesin ini dimulai dari pengumpulan data, merancang mesin, mencari komponen yang akan digunakan, membuat desain produk, membuat mesin, pengujian, dan troubleshooting. Hasil yang didapatkan dari tugas akhir ini berupa mesin dengan dimensi panjang 980 mm, lebar 360 mm, dan tinggi 433 mm, dapat memproduksi maksimal 41 benda kerja dalam satu siklus dengan waktu produksi antar lampu 4,58 detik, dengan pertimbangan umur pakai komponen maka estimasi awal tidak dapat tercapai namun memiliki tingkat keberhasilan crimping sebesar 88,89%.

Kata kunci: magazine, crimping, fitting E27, Omron CP2E-E30DR-A

1. PENDAHULUAN

Program studi mekatronika di Politeknik ATMI Surakarta memiliki dasar pendidikan PBET (*Production Based Education and Training*). Laboratorium Otomasi merupakan salah satu lab yang menerapkan PBET dalam proses KBMnya, produk yang dihasilkan dari Lab Otomasi adalah ATMI LED. Saat ini proses pembuatan ATMI LED sebagian besar masih menggunakan proses manual dan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu buah lampu yaitu 15 detik. Produk ATMI LED merupakan Hasil KBM mahasiswa yang dijual dipasaran, sehingga diharapkan proses produksi dapat dilakukan dengan cepat. Pada proses produksi operator hanya perlu menata lampu pada *magazine* yang kemudian lampu akan diproses hingga ke pemasangan *bulb* sehingga operator tidak perlu mengerjakan dan menyortir secara manual untuk mengerjakannya.

Solusi yang ditawarkan adalah dengan membuat suatu mesin yang mampu menghasilkan satu buah lampu dalam waktu 3 detik, yang dapat mengurangi risiko kerusakan *raw material* yang akan diproses. mesin ini juga diharapkan memiliki sistem keamanan dan tingkat presisi yang tinggi.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan beberpa tahapan yang menunjang proses yaitu pengumpulan data, perencanaan konsep, pembagian tugas antar individu, pengerjaan mekanik, elektrik, program, *pneumatic*, dan sinkronisasi mesin

2.1. Metode Penelitian

Pada perancangan mesin di penelitian ini menggunakan metode survey yang dikombinasikan dengan metode kuantitatif dan melibatkan *scoring* pada morfologi desain.

Tabel 1. Morfologi

<i>MAGAZINE</i>	LENGAN PEMINDAH	<i>CRIMPING</i>
Conveyor lurus menggunakan Belt	Arm Robot menggunakan motor stepper	Proses <i>Crimping</i> 2x proses dengan 4 penusuk setiap prosesnya
Conveyor Mengular menggunakan Timming Belt	Menggunakan Scara dengan kendali <i>Pneumatic</i>	Proses <i>Crimping</i> dari atas, posisi lampu terbalik,dengan 8 penusuk.
Conveyor Mengular menggunakan Rantai	Menggunakan Cartesian robot	Proses <i>Crimping</i> satu kali proses dengan 8 penusuk

Dengan mempertimbangkan *scoring* pada morfologi morfologi yang telah dibuat ,tim beresama *customer* sepakat untuk membuat Mesin *Magazine* dan *Crimping*,dengan *Magazine* mengular menggunakan rantai,Scara pengendali *pneumatic* sebagai lengan pemindah dan proses *crimping* 8 penusuk untuk satu kali proses.Hal ini ditentukan dengan pertimbangan untuk mencapai waktu siklus dan tujuan yang telah dibuat.

2.2. Proses Pengerjaan

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada diagram alur di gambar 1.

**Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian**

2.2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam pembuatan sebuah mesin *Magazine* dan *Crimping* dilakukan dengan melakukan wawancara dengan *customer* sehingga ditemukan beberapa data yang digunakan dalam penyusunan batasan masalah, identifikasi masalah dan spesifikasi mesin yang diinginkan oleh *customer*.Pengumpulan data juga dilakukan dengan memahami komponen dan cara kerja dari mesin perakitan lampu versi 1 yang akan digunakan sebagai referensi dalam pembuatan mesin.

2.2.2. Perencanaan Konsep

Setelah melakukan pengumpulan data tim mulai menentukan konsep dan desain mesin yang akan dibuat. Dalam perencanaan konsep ini tim dan *Customer* sepakat untuk membuat sebuah mesin *Magazine* dan *Crimping* yang menggunakan kontrol PLC OMRON CP2E-30NDR-A dengan kendali pneumatik.

2.2.3. Pembagian Tugas Setiap Individu

Setelah mengumpulkan data hasil wawancara dengan *customer* dari produk yang akan dibuat, disusun pula pembagian tugas setiap individu. Tugas setiap individu dibagi secara merata, dari pengerjaan mekanik, elektrik, serta pemrograman.

2.2.4. Pengerjaan Mekanik

Dalam tahap awal pembuatan mesin pengerjaan yang pertama dilakukan adalah melakukan pengerjaan Mekanik. Ada beberapa tahapan dalam pengerjaan mekanik.

1. Pembelian *Stainless Steel 201* dan melakukan pengelasan sebagai langkah dalam pembuatan rangka mesin.
2. Pembuatan area *Magazine* berupa *conveyor* yang terdiri dari rantai sepeda motor dan *Sproket* berukuran 14 T
3. Pembuatan *Stand* untuk *Dual Rod*
4. Pembuatan *Mounting manifold* dan *solenoid valve*.

2.2.5. Pengerjaan Elektrik

Berikut adalah 5 langkah yang dilakukan tim dalam pengerjaan elektrik.

1. Membuat desain *Layout* panel sesuai dengan ukuran komponen.
2. Membuat desain *wiring* elektrik.
3. Membuat *Mounting Plate* yang akan digunakan untuk panel listrik.
4. Memasang komponen sesuai dengan desain *Layout* panel.
5. Melakukan pengkabelan pada setiap komponen sesuai dengan desain *wiring*.

2.2.6. Pengerjaan Program

Pengerjaan Program dilakukan dengan melakukan *input* program pada PLC CP2E-N30DR-A menggunakan aplikasi *cx-programmer*.

2.2.7. Pengerjaan Pneumatik

Dalam metode pengerjaan pneumatik ada beberapa langkah yang harus dilakukan.

1. Membuat desain *wiring* pneumatik
2. Melakukan perakitan *scara*.
3. Melakukan Pemasangan selang pneumatik sesuai *wiring*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa pengujian dilakukan untuk melihat mesin unit *magazine* dan *crimping* ini dapat beroperasi dengan baik, dilakukan beberapa percobaan untuk melihat kualitas dari mesin. Pengujian yang dilakukan terdiri dari 3 yaitu mekanik, elektrik, dan *pneumatic*.

3.1. Pengujian Tekanan *Input Pneumatic*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tekanan yang diperlukan mesin agar semua komponen *pneumatic* dapat bekerja secara efektif. Terutama kedelapan silinder yang digunakan untuk proses *crimping*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengatur tekanan keluaran dari *compressor*.



Gambar 2. Tekanan *Input* Yang Diperlukan

Berikut tabel hasil pengujian tekanan *input pneumatic* :

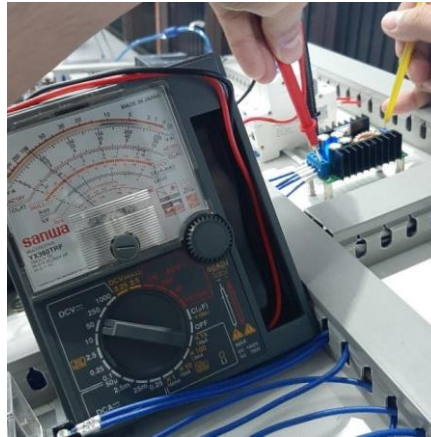
Tabel 2. Pengujian Tekanan *Input Pneumatic*

Pengujian Ke	Tujuan	Parameter yang diukur	Hasil	Sesuai (Ya/Tidak)
1	Mencari tekanan yang sesuai	3 bar	Pergerakan silinder tidak bersamaan.	Tidak
2	Mencari tekanan yang sesuai	3,25 bar	Pergerakan silinder tidak bersamaan.	Tidak
3	Mencari tekanan yang sesuai	3,4 bar	Ada beberapa silinder yang pergerakannya belum bersamaan.	Tidak
4	Mencari tekanan yang sesuai	3,6 bar	Pergerakan sudah bersamaan dan hasil <i>crimping</i> sudah sesuai.	Ya
5	Mencari range tekanan input	3,75 bar	Pergerakan silinder bersamaan dan hasil <i>crimping</i> lebih dalam.	Tidak
6	Mencari range tekanan input	3,8 bar	Pergerakan silinder bersamaan dan hasil <i>crimping</i> lebih dalam dan lebar	Tidak
7	Mencari range tekanan input	4 bar	Pergerakan silinder bersamaan dan hasil <i>crimping</i> terlalu dalam & lebar	Tidak

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *range* tekanan *input pneumatic* yang dibutuhkan agar kedelapan silinder *crimping* bergerak secara bersamaan adalah 3,6 hingga 4 bar, tetapi jika tekanan *input* melebihi 3,6 bar hasil penusukan pada lampu akan terlalu dalam.

3.2. Pengujian *Buck Converter*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan dan arus yang sesuai agar kecepatan putaran *magazine* tidak mengganggu waktu produksi. Proses pengujian dilakukan dengan cara mengatur tegangan keluaran dari *buck converter* hingga kecepatannya tercapai menggunakan multimeter *SANWA YX360TRF*



Gambar 3. Tekanan *Input* Yang Diperlukan

Berikut tabel hasil pengujian *buck converter* :

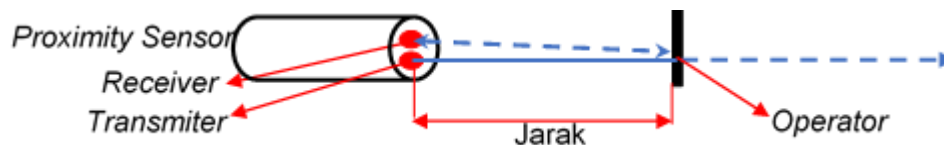
Tabel 3. Pengujian *Buck Converter*

Pengujian Ke	Tegangan (VDC)	Waktu 1 Putaran (s)	Sesuai (Ya/Tidak)	RPM
1	5	Tidak Berputar	Tidak	-
2	6	1'20"	Tidak	14,25
3	7	49,7"	Ya	19,5

Dalam pengujian ini tegangan *buck converter* agar putaran motor tidak mengganggu waktu produksi yaitu 5VDC. Pengujian ini tidak menurunkan hingga 1VDC sesuai batas minimal dari *buck converter* karena motor sudah tidak berputar jika tegangan kurang dari 5VDC.

3.3. Pengujian Jarak Pembacaan Sensor Area

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk melihat jarak pembacaan sensor untuk *safety operator*. Proses pengujian dilakukan dengan cara berdiri pada jarak aman minimal yang sudah ditentukan yaitu sejauh 1000mm, kemudian maju setiap 50 mm hingga jarak minimal sensor dapat membaca. Berikut gambaran pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 4. Pengujian Jarak Sensor Area

Berikut tabel hasil pengujian jarak pembacaan sensor area :

Tabel 4. Pengujian Jarak Sensor Area

No	Jarak (mm)	Membaca (Ya/Tidak)
1	1000	Tidak
2	950	Tidak
3	900	Tidak
4	850	Tidak
5	800	Tidak
6	750	Tidak

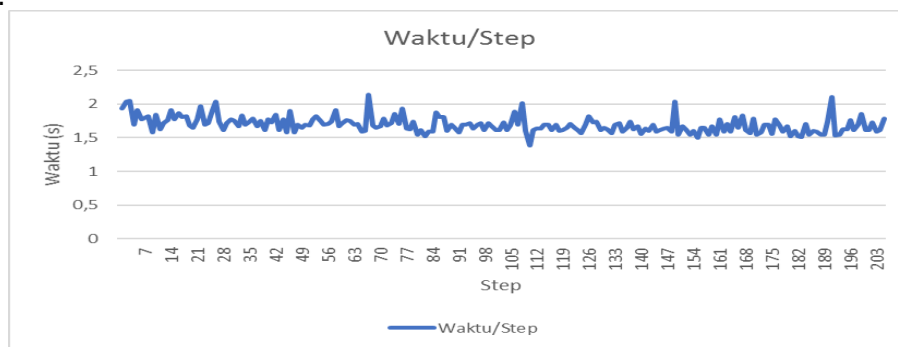
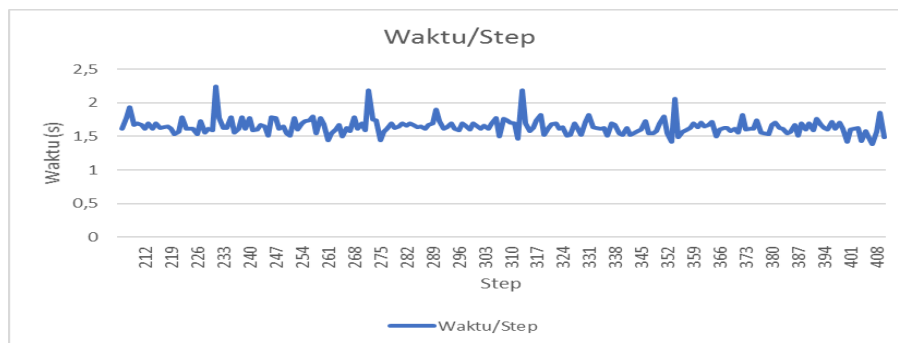
Tabel 4. (Lanjutan)

No	Jarak (mm)	Membaca (Ya/Tidak)
7	700	Tidak
8	650	Tidak
9	600	Tidak
10	550	Tidak
11	500	Tidak
12	450	Tidak
13	400	Ya
14	350	Ya
15	300	Ya
16	250	Ya
17	200	Ya
18	150	Ya
19	100	Ya
20	50	Ya

Dari data diatas pembacaan sensor belum sesuai hal ini dikarenakan jenis sensor yang digunakan hanya mampu mendeteksi benda sejauh 400mm. Sehingga sensor untuk *safety* operator masih perlu untuk dikembangkan.

3.4. Pengujian Satu Putaran Dengan Benda

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk melihat seberapa lama waktu/step yang dibutuhkan oleh masing masing benda kerja. Dilakukan sebanyak 410 step atau 10 siklus putaran pada *magazine* dan menggunakan alat *stopwatch* sebagai penghitung waktu. Pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan *magazine* yang sudah berisi 41 benda kerja. Ketika benda kerja mulai terbaca oleh sensor benda waktu akan mulai dihitung hingga benda kerja selanjutnya mengenai sensor kembali. Berikut data yang diperoleh dari pengujian.

**Gambar 5. Pengujian 1 – 205 Satu Putaran Dengan Benda****Gambar 6. Pengujian 205 – 410 Satu Putaran Dengan Benda**

Dari data diatas dapat disimpulkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk setiap stepnya selama 1,67 detik. Dengan melihat hasil pengujian ini motor masih dikatakan stabil dan tidak ditemukan masalah karena waktu dalam setiap stepnya memiliki hasil yang hampir sama. Waktu terlama yang terhitung adalah selama 2,25 detik yang diakibatkan karena perbedaan jarak *fitting* pada *magazine*.

3.5. Pengujian Produk

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa komponen *hardware* yang digunakan dan program yang PLC yang dibuat sudah dapat diaplikasikan untuk memproduksi lampu. Sebelum proses pengujian produk perlu dilakukan pengecekan benda kerja agar benda yang diproduksi nanti tidak cacat, berikut gambaran benda kerja dalam kondisi baik dan tidak baik



Gambar 7. Benda Kerja Kondisi Baik



Gambar 8. Benda Kerja Kondisi Tidak Baik

Setelah proses pengecekan benda kerja, maka dilakukan pengujian produk sebanyak 36 buah benda kerja. Produk yang akan diuji dimasukkan kedalam *magazine* dan kemudian mesin akan dinyalakan dalam satu kali proses. Berikut tabel hasil pengujian yang telah dilakukan :

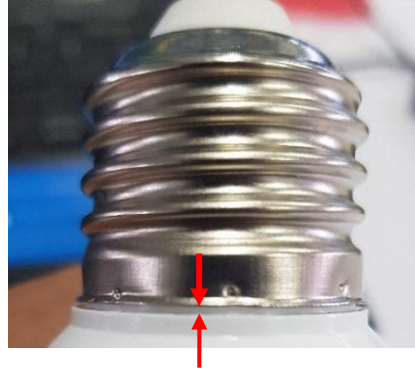
Tabel 5. Pengujian Produk

Pengujian Ke	Jumlah Titik	Kedalaman (Sama/Tidak)	Kondisi <i>fitting</i> dan body (Baik/Tidak)	<i>Fitting</i> terpasang dengan kuat (Ya/Tidak)	Sesuai (Ya/Tidak)
1	8	Sama	Baik	Ya	Ya
2	8	Sama	Baik	Ya	Ya
3	8	Sama	Baik	Ya	Ya
4	8	Sama	Baik	Ya	Ya
5	8	Sama	Baik	Ya	Ya
6	8	Sama	Baik	Ya	Ya
7	8	Sama	Baik	Ya	Ya
8	8	Sama	Baik	Ya	Ya
9	8	Sama	Baik	Ya	Ya
10	8	Sama	Baik	Ya	Ya
11	8	Sama	Baik	Ya	Ya
12	8	Sama	Baik	Ya	Ya
13	8	Sama	Baik	Ya	Ya
14	8	Sama	Baik	Ya	Ya
15	8	Sama	Baik	Ya	Ya
16	8	Sama	Baik	Ya	Ya

Tabel 5. (Lanjutan)

17	8	Sama	Baik	Ya	Ya
18	8	Sama	Baik	Ya	Ya
19	8	Sama	Baik	Ya	Ya
20	8	Sama	Baik	Ya	Ya
21	8	Sama	Baik	Ya	Ya
22	8	Sama	Baik	Ya	Ya
23	8	Sama	Baik	Ya	Ya
24	8	Sama	Baik	Ya	Ya
25	8	Sama	Baik	Ya	Ya
26	8	Sama	Baik	Ya	Ya
27	8	Sama	Baik	Ya	Ya
28	8	Sama	Baik	Ya	Ya
29	8	Sama	Baik	Ya	Ya
30	8	Sama	Baik	Ya	Ya
31	8	Sama	Baik	Ya	Ya
32	8	Sama	Baik	Ya	Ya
33	8	Sama	Tidak	Ya	Tidak
34	8	Sama	Tidak	Ya	Tidak
35	8	Sama	Tidak	Ya	Tidak
36	8	Sama	Tidak	Ya	Tidak

Dari tabel hasil pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa hampir semua benda kerja yang dicoba memiliki jumlah titik dan kedalaman yang sama, tetapi ada 4 benda kerja yang tidak sesuai. Hasil *crimping* dikatakan sesuai jika mempunyai 8 titik dengan kedalaman yang sama dan tidak memiliki celah antara *fitting* dan body serta memiliki hasil *crimping* yang kuat. Berikut contoh benda yang sesuai dan tidak sesuai.

**Gambar 9. Hasil Benda Kerja Dalam Kondisi Tidak Sesuai****Gambar 10. Hasil Benda Kerja Dalam Kondisi Sesuai**

Dari hasil pengujian produk presentase keberhasilan proses produksi sebesar 88,89%. Keberhasilan proses produksi dipengaruhi oleh kondisi awal *raw material*, berikut rumus perhitungan presentase keberhasilan :

$$\text{Presentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Bagian}}{\text{Jumlah Keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase (\%)} = \frac{32}{36} \times 100\%$$

$$\text{Presentase (\%)} = 88,89\%$$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa pengujian maka dapat disimpulkan bahwa mesin unit *magazine* dan *crimping* memiliki fungsi sesuai dengan dengan perancangan yang sudah dibuat. Mesin ini dapat memuat 41 benda kerja dalam satu kali siklus, dengan memiliki waktu antar lampu selama 4,58 detik dan tekanan *input pneumatic* yang dibutuhkan sebesar 3,6 bar, serta memiliki *safety* untuk operatornya.

Meskipun tujuan awal pembuatan mesin ini telah terwujud, namun masih diperlukan adanya pengembangan dan penyempurnaan. Terutama untuk penggantian tipe sensor yang berfungsi untuk *safety* operator karena jarak pembacaan maksimalnya hanya 400mm, sementara seharusnya 1000mm serta sensor benda pada *magazine* agar titik pembacaannya tidak berubah dan untuk meminimalisir *setting* posisi sensor. Selain itu komponen *pneumatic* yang digunakan juga perlu diganti agar tujuan awal pembuatan mesin ini tercapat yaitu waktu yang dibutuhkan antar lampu sebesar 3 detik.

4.1. Kelebihan

- a. Kemudahan dalam *troubleshooting* dan *maintenance* karena kondisi panel yang terbuka.
- b. Waktu siklus lebih cepat dari mesin V1 yaitu 4,58 detik.
- c. Memiliki *magazine* yang dapat memuat 41 benda kerja dalam satu kali proses.

4.2. Kekurangan

- a. Sensor area hanya mampu mendeteksi objek sejauh 400mm.
- b. Mesin tidak dapat bekerja secara optimal karena kondisi komponen *pneumatic* bekas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Marco Setiawan, Aan Kurniawan, Klara Sita Ery Kusuma, & Yudieth Aditya Chandra. (2019). *Mesin Packaging ATMI LED Bulb 9 Watt*. Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- Bagus Suryo Adi Utomo. 2010. *APLIKASI FUZZY LINEAR PROGRAMMING UNTUK MENGOPTIMALKAN PRODUKSI LAMPU*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- IEBHE. 2019. Apa itu PLC dan Apa Fungsinya. <https://ndoware.com/apa-itu-plc.html>, diakses 2 Januari 2021.
- Sensor Haus. 2018. PHOTOELEKTRIK SENSOR, <https://www.sensorhaus.id/article?view=article&id=66&catid=13#:~:text=Photoelektrik%20sensor%20adalah%20sensor%20yang,diubah%20menjadi%20suatu%20sinyal%20listrik>, diakses 2 Januari 2021.