

Sistem Semi Otomasi pada Proses *Tinning* Pin Lampu di PT. Excelitas Technologies Batam

Diono¹, Gindo Leonard Manahan Simanjuntak¹, Handri Toar¹, Muhammad Syafei Gozali¹, Adlian Jefiza¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Mekatronika
Batam Center, Jl. Ahmad Yani, Kepulauan Riau 29461, Indonesia

Email: diono@polibatam.ac.id, gindoleonard@gmail.com, toar@polibatam.ac.id,
syafei@polibatam.ac.id, adlianjefiza@polibatam.ac.id

ABSTRAK

Proses *tinning* merupakan proses pelapisan tipis lembaran besi tempa atau baja dengan timah dan produk yang dihasilkan dikenal sebagai *tinplate*. Proses *tinning* di PT. Excelitas Technologies Batam dilakukan dengan menjepit lampu menggunakan jari tangan kemudian mencelupkan ke *fluks* dan timah cair secara berulang-ulang hingga pin lampu terlapisi timah dengan merata yang dilakukan secara manual dan sangat membahayakan pekerja. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah Sistem Semi Otomasi pada Proses *Tinning* Pin Lampu berbasis *PLC*. Metode yang digunakan adalah penggunaan Timer dalam proses pencelupan fluks dan tining berbasis *PLC*. Proses pengujian alat dilakukan pada pin lampu sebanyak 10 pcs yang dicelupkan sebanyak 2 kali pada proses fluks dan *tinning*. Hasil penelitian ini adalah *cycle time loading /unloading* proses *tinning* pin lampu berkurang dari 14,4 detik menjadi 11 detik.

Kata Kunci: *Tinning, PLC, Semi Auto*

ABSTRACT

The *tinning* process is the process of coating a thin sheet of wrought iron or steel with tin and the resulting product is known as *tinplate*. The *tinning* process at PT. Excelitas Technologies Batam is done by clamping the lamp using your finger and then dipping it into flux and molten tin repeatedly until the lamp pin is evenly coated with tin which is done manually and is very dangerous for workers. Therefore, we need a Semi Automation System for the *PLC*-based Lamp *Tinning* Process. The method used is the use of a timer in the *PLC*-based flux dyeing and tining process. The tool testing process is carried out on 10 pcs lamp pins which are immersed 2 times in the flux and *tinning* process. The result of this research is that the *cycle time loading /unloading* of the lamp pin *tinning* process is reduced from 14.4 seconds to 11 seconds.

Keyword: *Tinning, PLC, Semi Auto*

I. PENDAHULUAN

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan alternatif untuk memperoleh sistem kerja yang cepat, akurat, efektif dan efisien, sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal [1]. Dalam era industri modern, sistem kontrol proses industri biasanya merujuk pada otomatisasi sistem kontrol dimana peranan manusia masih dibutuhkan, misalnya dalam merespon besaran-besaran proses yang diukur oleh sistem kontrol tersebut dengan serangkaian langkah berupa pengaturan panel dan saklar-saklar yang relevan telah banyak digeser dan digantikan oleh sistem kontrol otomatis. Sebabnya jelas mengacu pada faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri

itu sendiri, misalnya faktor human error dan tingkat keunggulan yang ditawarkan sistem kontrol tersebut [2].

Salah satu sistem kontrol yang amat luas pemakaiannya ialah *Programmable Logic Controller* (*PLC*). Penerapannya meliputi berbagai jenis industri mulai dari industri rokok, otomotif, petrokimia, kertas, bahkan sampai pada industri tambang, misalnya pada pengendalian turbin gas dan unit industri lanjutan hasil pertambangan. *PLC* dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sekuensial dalam suatu sistem kontrol.

Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi. Mesin-mesin yang berada di perusahaan terutama dalam proses industri dan produksi sekarang ini banyak memanfaatkan pesawat

pneumatik, seperti mesin-mesin pres, rem, buka tutup pintu, dan pelubangan. Pneumatik mulai digunakan untuk pengendalian maupun pergerakan mesin-mesin dan alat-alat produksi. Saat ini dalam penggunaannya pneumatik banyak dikombinasikan dengan sistem elektrik. Rangkaian elektronik berupa saklar, *solenoid*, dan *limit switch* digunakan sebagai penyusun sistem kendali katup [3]. Keandalan sistem pneumatik sudah tidak bisa diragukan lagi, kelebihanannya adalah tidak mengotori lingkungan sekitar yang mengakibatkan licin dan sebagainya. Selain itu sistem ini tidak mahal, perawatan dan perbaikannya tidak sulit jika dibandingkan dengan sistem hidrolik dan motor listrik. Penggunaan udara yang dimampatkan dalam sistem pneumatik memiliki beberapa keuntungan antara lain ketersediaan yang tak terbatas, mudah disalurkan, fleksibilitas temperatur, aman, bersih, pemindahan daya dan kecepatan sangat mudah diatur, dapat disimpan dan mudah dimanfaatkan [4]. Cara kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya, misalnya untuk proses pencelupan panas yang dikontrol dengan PLC.

Proses pencelupan panas merupakan proses mencelupkan benda atau material primer ke dalam kolam berisi cairan material lain. Setelah material primer diangkat, material lain tersebut akan melapisi material primer. Syarat dari proses pencelupan panas yakni material primer harus memiliki titik cair yang lebih tinggi daripada material pelapis. Pada proses ini, baja dan besi paling umum digunakan sebagai material primer. Sedangkan material pelapisnya antara lain seng, aluminium, timah, dan timbal. Proses pencelupan panas bekerja dengan membentuk lapisan transisi yang berupa perpaduan antara material primer dan material pelapis. Lapisan transisi tersebut memberikan lekatan yang baik antara material primer dan material pelapis. Tujuan utama dari proses pencelupan panas yaitu untuk mencegah terjadinya karat.

Proses *tinning* pada dasarnya merupakan proses pencelupan panas di mana timah digunakan sebagai material pelapis. Saat ini di PT. Excelitas Technologies Batam sudah tersedia alat untuk melakukan proses *tinning* pin lampu dimana sistem *loading* dan *unloading* dilakukan dengan menjepit lampu menggunakan jari tangan kemudian mencelupkan ke *fluks* dan timah cair secara berulang-ulang hingga melapisi seluruh bagian pin lampu dengan merata yang dilakukan oleh *operator*. Oleh karena itu, pekerjaan ini sangat melelahkan karena dilakukan secara berulang-ulang sepanjang hari kerja, terdapat faktor kesalahan saat pengerjaan dan

mengganggu ergonomi *operator* yang mengerjakan proses tersebut. Hal ini dapat diantisipasi dengan adanya sistem semi otomasi pada proses *tinning* pin lampu dengan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) yang dapat menghemat waktu dan mempercepat pengerjaan proses *tinning* pin lampu.

II. DASAR TEORI

2.1. Teknologi Pelapisan

Para perancang industri terutama industri otomotif, aeronautik dan industri lainnya sering menghadapi permasalahan dengan pemilihan material yang akan digunakan menjadi komponen dasar suatu mesin atau konstruksi [5]. Material yang dipilih haruslah memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu; misalnya memiliki kekuatan yang tinggi, tahan terhadap keausan atau tahap terhadap korosi, mudah melakukan proses *finishing* dan lain-lain. Untuk dapat memenuhi kriteria diatas, maka bahan yang dipilih haruslah mempunyai kualitas tinggi bila dipandang dari sudut ilmu logam. Penggunaan logam berkualitas tinggi tentu saja akan menaikkan biaya atau harga jual suatu mesin atau peralatan. Hal ini dapat mengakibatkan perusahaan yang memproduksi material kurang mampu bersaing dengan perusahaan yang sejenis saat ini. Dengan demikian penggunaan bahan berkualitas tinggi, secara ekonomis, tidak senantiasa menguntungkan.

Atas dasar pertimbangan tersebut, para perancang berupaya menggunakan bahan dasar dari bahan berkualitas sedang (dengan pertimbangan harga lebih murah), tetapi dilakukan perlakuan khusus pada permukaannya (*surface treatment*). Dengan perlakuan ini, bahan dapat memiliki sifat-sifat fisik dan mekanis yang lebih baik dari bahan dasarnya, bahkan dapat lebih bahan berkualitas tinggi. Perlakuan khusus tersebut dapat berupa pelapisan permukaan (*coating*), perlakuan mekanis (*mechanical treatment*), atau berupa perlakuan panas (*heat treatment*).

Secara umum perlakuan permukaan (*surface treatment*) dimaksudkan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu dari permukaan suatu bahan (logam dan non-logam) seperti:

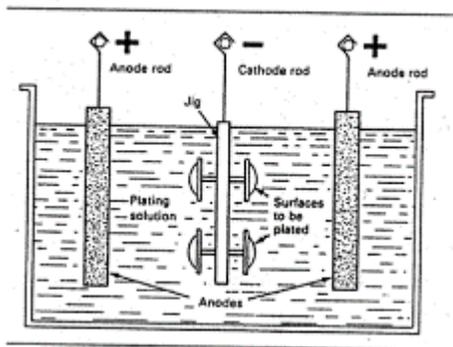
1. Meningkatkan tahan korosi suatu permukaan.
2. Meningkatkan tahan aus permukaan (menurunkan koefisien gesek)
3. Meningkatkan kekuatan bahan
4. Meningkatkan konduktivitas listrik permukaan bahan.
5. Meningkatkan tahanan listrik permukaan
6. Meningkatkan sifat mampu las permukaan
7. Memperindah penampilan suatu bahan

Khusus untuk bahan non-logam, pelapisan permukaan dapat memberikan:

1. Menghasilkan *metallic appearance*
2. Menghasilkan sifat anti reflection pada lensa optik (dari bahan kaca)
3. Menghasilkan bahan-bahan "chip dan semikonduktor" dan PCB (*print circuit board*)

2.2. Coating dan Proses Pelapisan

Electroplating adalah satu jenis metode pelapisan yang berlangsung dalam larutan elektrolit seperti basa, asam dan garam dimana substrat bertindak sebagai katoda dan logam yang akan dilapiskan sebagai anoda [6]. Arus dialirkan ke dalam larutan sehingga ion-ion akan bergerak dari anoda menuju katoda dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema *Electroplating* (sumber: <https://adoc.pub>)

Prinsip *electroplating*

1. Massa yang dilepaskan ke elektrolit proporsional terhadap arus yang lewat
2. Massa yang dilepaskan proporsional terhadap *electrochemical equivalent*

Volume lapisan atau logam yang berpindah dari anoda ke katoda dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$v = e \cdot c \cdot i \cdot t \quad (1)$$

Dimana

v = volume (cm^3)

c = konstanta ($\text{cm}^3/\text{A}\cdot\text{s}$)

i = arus (A)

t = waktu (s)

e = efisiensi katoda

Tebal lapisan yang terlapis pada *substrat* dapat dihitung dengan:

$$d = \frac{v}{A} \quad (2)$$

dimana A adalah luas permukaan katoda (cm^2).

Karakterisasi *electroplating*:

1. Suhu kerja di bawah 100°C dan tidak menimbulkan distorsi
2. Dapat memodifikasi kekerasan dan internal stress
3. Ikatan lapisan kuat hingga mencapai 1000 Mpa
4. Tebal lapisan proporsional dengan arus dan waktu
5. Laju lapisan maksimum $75 \mu\text{m}/\text{jam}$
6. Arus tidak homogen sehingga tebal lapisan tidak sama.
7. Permukaan yang tidak akan dilapisi dapat dilindungi dengan masker

2.3. Tin Plating (Proses Tinning)

Proses pelapisan logam (*surface treatment*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan performa dari suatu material. Selain untuk meningkatkan sifat suatu material, proses pelapisan logam biasanya bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi dan juga untuk memperindah penampilan dari suatu logam [7].

Tinning merupakan salah satu metode pelapisan logam dimana sebagai logam pelapis adalah Sn (timah putih). Proses ini sering disebut juga *Sn plating*. Secara umum proses *Tinning* bisa dengan dua metode yaitu: *electroplating* dan *hot dipping*. Dimana masing-masing metode memiliki keunggulan dan juga kelemahan. *Electroplating* merupakan metode pelapisan logam dengan menggunakan larutan elektrolit sebagai media penghantar proses pelapisan. *Hot dipping* merupakan proses pelapisan permukaan suatu material dengan cara mencelupkan *substrat* ke dalam larutan cair. Larutan cair ini akan berfungsi sebagai bahan pelapis terhadap *substrat* setelah *substrat* dicelupkan ke dalam larutan. Tujuan dari *tinning (Sn plating)* adalah: meningkatkan ketahanan korosi suatu material, memperindah penampilan material (dekoratif), meningkatkan sifat material, memperbaiki kehalusan permukaan material. Aplikasi dari *Tinning* adalah pada proses didalam dunia industri salah satunya adalah industri pembuatan pembungkus makanan atau pengalengan makanan.

Secara umum tujuan dari *tinning (Sn plating)* adalah:

1. Meningkatkan ketahanan korosi suatu material.
2. Memperindah penampilan material (dekoratif)
3. Meningkatkan sifat material.
4. Memperbaiki kehalusan permukaan material

Hal ini paling sering digunakan untuk mencegah karat, tetapi juga biasa diterapkan pada ujung kawat yang terdampar digunakan sebagai konduktor listrik untuk mencegah oksidasi (yang meningkatkan hambatan listrik), dan untuk menjaga mereka dari berjumbai atau terurai ketika digunakan dalam berbagai konektor kawat seperti *twist-on*, tiang pengikat, atau blok terminal, di mana untaian yang tidak tepat dapat menyebabkan korsleting.

Di PT. Excelitas Technologies Batam, proses *tinning* pin lampu dilakukan secara manual oleh *operator*. Cara kerjanya adalah *operator* menjepit pin lampu dengan

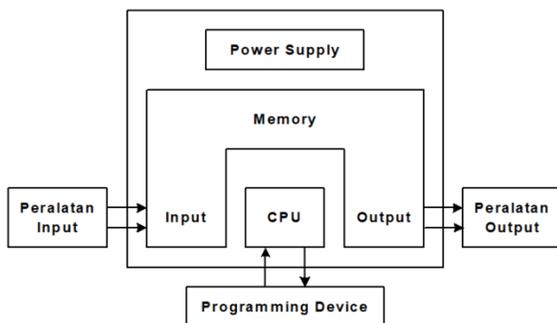
menggunakan jari tangan lalu mencelupkan pin lampu tersebut ke dalam *fluks* dan timah cair secara berulang-ulang hingga timah melapisi seluruh pin lampu dengan merata seperti Gambar 2 di bawah ini. Hal ini dapat berdampak pada *cycle time* yang diperlukan cukup lama dan bisa terkena panas saat mengoperasikan mesin yang berpengaruh kepada ergonomi *operator* yang terlalu lama duduk.



Gambar 2. Proses melapisi produk dengan timah (sumber: dokumen pribadi – gindo)

2.4. Programmable Logic Controller (PLC)

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya, diagram blok sistem PLC dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Komponen PLC (sumber: [www.https://plc.mipa.ugm.ac.id/](https://plc.mipa.ugm.ac.id/))

2.5 Konsep Perancangan Sistem Kendali dengan PLC

Dalam merancang suatu sistem kendali dibutuhkan pendekatan-pendekatan sistematis dengan prosedur sebagai berikut:

1. Rancangan Sistem Kendali.
Dalam tahapan ini, harus menentukan terlebih dahulu sistem apa yang akan dikendalikan dan proses bagaimana yang akan ditempuh. Sistem yang dikendalikan dapat berupa peralatan mesin ataupun

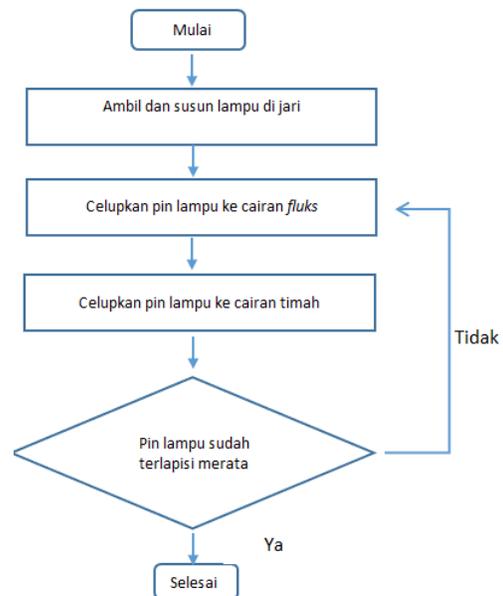
proses yang terintegrasi yang sering secara umum disebut dengan *controlled system*.

2. Penentuan I/O.
Pada tahap ini semua piranti masukan dan keluaran eksternal yang akan dihubungkan PLC harus ditentukan. Piranti masukan dapat berupa saklar, sensor, *valve* dan lain-lain sedangkan piranti keluaran dapat berupa *solenoid katup elektromagnetik* dan lain-lain.
3. Perancangan Program (*Program Design*).
Setelah ditentukan input dan output maka dilanjutkan dengan proses merancang program dalam bentuk ladder diagram dengan mengikuti aturan dan urutan operasi sistem kendali.
4. Pemrograman (*Programming*).
5. Menjalankan Sistem (*Run the System*) Pada tahapan ini perlu dideteksi adanya kesalahan-kesalahan satu persatu (*debug*), dan menguji secara cermat sampai kita memastikan bahwa sistem aman untuk dijalankan.

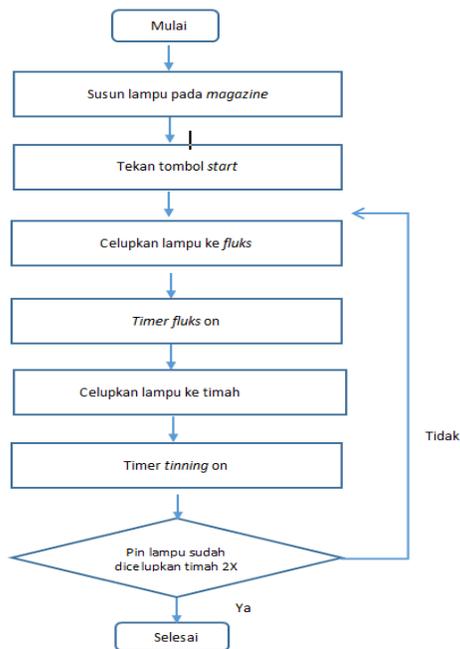
III. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan

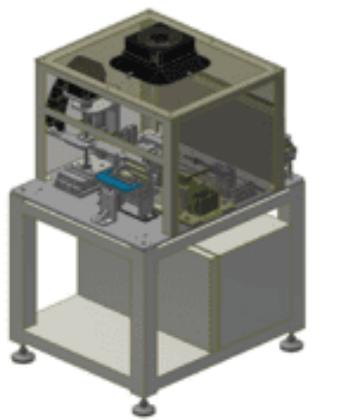
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem semi otomatis proses *tinning* pin lampu yang terhubung dengan PLC seperti pada gambar blok diagram pada gambar 4 dan 5. Kemudian, Gambar 6. Merupakan konstruksi mesin.



Gambar 4. Blok Diagram Proses Manual *Tinning* (sumber: dokumen pribadi – gindo)



Gambar 5. Blok Diagram Proses Semi Auto *Tinning* (sumber: dokumen pribadi – gindo)



Gambar 6. Desain Mesin *tinning* semi otomatis (sumber: dokumen pribadi – gindo)

3.2. Pengujian

Prosedur Kerja:

1. Pin lampu sebanyak 10 pcs dilapisi dengan *silver* terlebih dahulu (Tahap 1).
2. Pin lampu yang sudah dilapisi *silver* kemudian dilapisi kembali dengan timah (Tahap 2). Kemudian kabel disatukan dengan pin lampu dengan cara disolder menggunakan timah.
3. Untuk melakukan proses tahap 2, sebelum dicelup

timah, pin tadi dicelup ke *fluks* terlebih dahulu dimana hal ini bertujuan untuk memaksimalkan timah supaya benar-benar menyatu dengan pin yang dilapisi dengan *silver*.

4. Proses *fluks* lanjut ke proses *tinning* dilakukan sebanyak 2 kali hingga produk yang dihasilkan sudah OK. Prosedur kerja ini nantinya akan dihubungkan dengan sistem semi otomatis yaitu PLC.

Tabel 1. Parameter acuan pemrograman PLC

Cycle	Temperature Tinning (270±10°C)	Fluks Time(s)	Tinning time(s)	Hasil
1	260-280	1	2	Tidak bagus
2		1	2	Bagus

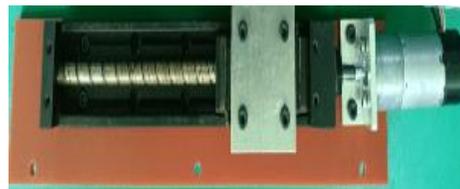
Pengujian dan analisa alat dalam penelitian ini dibagi menjadi empat pokok pembahasan, pertama pembahasan hasil pembuatan sistem mekanik, kedua pembahasan hasil pembuatan sistem elektrik, ketiga pembahasan hasil perancangan program PLC, dan ke empat uji coba alat yang telah dibuat.

4.1. Hasil Perancangan Mekanis

Sistem mekanik alat dibuat sesuai dengan desain gambar mekanik yang telah dirancang. Sistem mekanik ini terbagi menjadi 3 gerakan yaitu gerakan secara horizontal, gerakan vertikal dan rotasi.

a. Gerakan horizontal

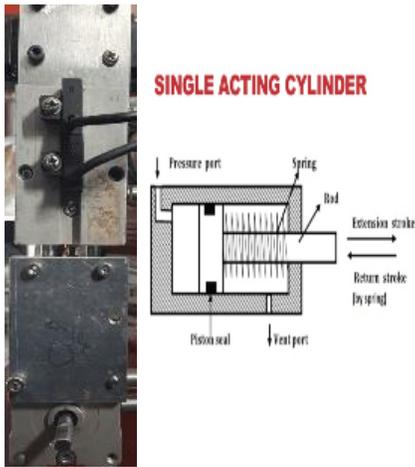
Gerakan ini berfungsi untuk membawa holder bergerak maju mundur dan mengarahkan pin lampu tepat pada posisi tempat cairan *fluks* dan *tinning*. Pada penelitian ini untuk gerakan horizontal digunakan motor DC 12 V. Berikut ini gambar rangkaian alat untuk gerakan horizontal yang dibuat.



Gambar 7. Rangkaian alat untuk gerakan horizontal (sumber: dokumen pribadi – gindo)

b. Gerakan vertikal

Gerakan ini berfungsi untuk membawa holder bergerak naik/ turun dan mencelupkan pin lampu ke dalam cairan *fluks* dan *tinning*. Pada penelitian ini untuk gerakan vertikal digunakan silinder pneumatik *single acting* yang digerakkan oleh *solenoid valve* dengan bantuan angin dari kompresor. Berikut ini, pada gambar 8 rangkaian alat untuk gerakan vertikal yang dibuat.



Gambar 8. Rangkaian alat untuk gerakan vertikal dengan silinder pneumatik *single acting* (sumber: dokumen pribadi – gindo)

c. Gerakan rotasi

Pin lampu memiliki 2 sisi yang harus *tinning* karena itu dibutuhkan gerakan rotasi atau memutar sebesar 180° . Gerakan ini berfungsi untuk mengganti posisi pin lampu saat dicelupkan ke dalam cairan *fluks* dan *tinning*. Pada penelitian ini untuk gerakan rotasi digunakan *rotary* pneumatik type SMC CRBU2W20-90SZ yang digerakkan oleh *solenoid valve* dengan bantuan angin dari kompressor. Berikut ini gambar 9 merupakan rangkaian alat untuk gerakan rotasi yang dibuat.



Gambar 9. Rangkaian alat untuk gerakan rotasi (sumber: dokumen pribadi – gindo)

d. Keseluruhan alat

Komponen-komponen mekanik yang telah dibuat dijadikan satu dan dihubungkan dengan PLC Omron sehingga menjadi sebuah alat semi otomatis yang digunakan untuk proses *tinning* pin lampu. Berikut ini gambar 10. merupakan gambar keseluruhan sistem mekanik yang sudah terhubung dengan PLC yang dibuat.



Gambar 10. Rangkaian keseluruhan alat tampak depan (sumber: dokumen pribadi – gindo)



Gambar 11. Rangkaian keseluruhan alat tampak atas (sumber: dokumen pribadi – gindo)

4.2. Hasil perancangan elektrik

Hasil perancangan elektrik yaitu penyambungan kabel antar komponen elektronika yang digunakan. Dalam pembuatannya, desain *wiring* rangkaian digunakan sebagai acuan dalam penyambungan kabel antar komponen tersebut. Rangkaian elektronika tersebut dibuat dalam sebuah rangka besi yang berukuran 35cm x 50cm x 39cm (*pxlxt*). Dalam panel tersebut terdapat beberapa komponen elektronika yang digunakan yaitu PLC, *power supply*, *solenoid valve*, MCB, relay, motor DC driver, sensor, *push button switch*, *toggle switch* dan block terminal. Pada gambar 12. merupakan gambar rangkaian elektronika yang dibuat pada penelitian ini.



Gambar 12. Rancangan rangkaian elektronika (sumber: dokumen pribadi – gindo)

4.3. Hasil program ladder PLC

Untuk memprogram ladder PLC digunakan software CX-Programmer. Adapun bentuk program menggunakan sistem ladder diagram. Untuk mempermudah pembuatan program, terlebih dahulu dibuat rancangan pergerakan mekanik dan disesuaikan dengan input dan output PLC yang digunakan.

4.4. Hasil Pengujian

Setelah program PLC dijalankan dengan menggunakan sampel pin lampu maka diperoleh hasil pengujian sebagai berikut:

- Jumlah total pin lampu yang digunakan: 20 sampel (digunakan untuk pengujian 2 suhu). Berikut gambar 13 contoh sampel pin lampu sebelum proses tinning yang dapat dilihat pada ujung pin lampu.



Gambar 13. Pin lampu sebelum proses tinning (sumber: dokumen pribadi – gindo)

- Suhu yang digunakan untuk pengujian saat proses tinning adalah $270 \pm 100\text{C}$ dan $>2800\text{C}$ dan untuk pengujian digunakan alat termometer digital.
3. Hasil Analisa:
- Setelah proses tinning dapat dilihat perubahan pada pin lampu yang sudah dilapisi dengan timah dimana kedua ujung pin lampu akan terlihat berwarna putih dimana tercelup secara merata pada cairan tinning.



Gambar 14. Pin lampu sesudah proses tinning (sumber: dokumen pribadi – gindo)

- Untuk mengetahui bagus dan tidak bagusnya hasil proses tinning digunakan pin lampu yang bagus sebagai pembandingan dimana terlapisi rata dan tidak ada lubang pada hasil tinning.
- Setelah dilakukan percobaan proses tinning pada sampel pin lampu pada suhu $270 \pm 100\text{C}$ dan suhu $>2800\text{C}$ dengan settingan cycle

(pengulangan) = 2 kali, Suhu = $260-280^{\circ}\text{C}$, fluks time=1 detik, tinning time=2 detik diperoleh hasil analisa sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian semi otomatis tinning pada suhu ($270 \pm 10^{\circ}\text{C}$)

Cycle	No Sampel	Fluks Time (s)	Tinning Time (s)	Hasil (Bagus/Tidak Bagus)
1	1	1	1	Tidak Bagus
	2	1	1	Tidak Bagus
	3	1	1	Tidak Bagus
	4	1	1	Tidak Bagus
	5	1	1	Tidak Bagus
	6	1	1	Tidak Bagus
	7	1	1	Tidak Bagus
	8	1	1	Tidak Bagus
	9	1	1	Tidak Bagus
	10	1	1	Tidak Bagus
2	1	1	1	Bagus
	2	1	1	Bagus
	3	1	1	Bagus
	4	1	1	Bagus
	5	1	1	Bagus
	6	1	1	Bagus
	7	1	1	Bagus
	8	1	1	Bagus
	9	1	1	Bagus
	10	1	1	Bagus

Dari hasil percobaan pada 10 sampel pin lampu yang ditinning pada suhu $270 \pm 10^{\circ}\text{C}$ dengan fluks time 2 detik dan tinning time 2 detik dapat disimpulkan bahwa pada cycle 1 diperoleh hasil tidak bagus dan pada cycle 2 diperoleh hasil bagus. Hasil ini dipengaruhi oleh sampel pin lampu yang dianalisa (kualitas pin lampu yang sudah melewati proses sebelumnya yaitu silver coating) dan suhu pemanasan untuk cairan tinning yang harus dikontrol agar tidak melewati batasan suhu yang diinginkan.

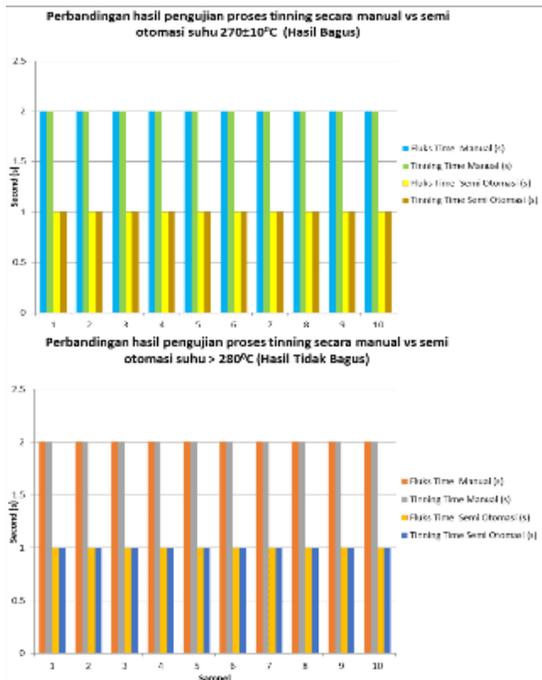
Tabel 3. Hasil pengujian semi otomatis tinning pada suhu ($>280^{\circ}\text{C}$)

Cycle	No Sampel	Fluks Time (s)	Tinning Time (s)	Hasil (Bagus/Tidak Bagus)
1	1	1	1	Tidak Bagus
	2	1	1	Tidak Bagus
	3	1	1	Tidak Bagus
	4	1	1	Tidak Bagus
	5	1	1	Tidak Bagus
	6	1	1	Tidak Bagus
	7	1	1	Tidak Bagus
	8	1	1	Tidak Bagus
	9	1	1	Tidak Bagus
	10	1	1	Tidak Bagus
2	1	1	1	Tidak Bagus
	2	1	1	Tidak Bagus
	3	1	1	Tidak Bagus
	4	1	1	Tidak Bagus
	5	1	1	Tidak Bagus
	6	1	1	Tidak Bagus
	7	1	1	Tidak Bagus
	8	1	1	Tidak Bagus
	9	1	1	Tidak Bagus
	10	1	1	Tidak Bagus

Dari hasil percobaan pada 10 sampel pin lampu yang ditinning pada suhu $>280^{\circ}\text{C}$ dengan fluks time 2 detik dan

tinning time 2 detik dapat disimpulkan bahwa pada cycle 1 dan cycle 2 diperoleh hasil tidak bagus. Hasil ini dipengaruhi oleh suhu pemanasan cairan tinning yang terlalu tinggi dan kualitas lapisan coating 1 (*silver coating*) yang tidak bagus.

Pada gambar 4.9 dapat dilihat hasil perbandingan pengujian sampel pin lampu secara manual dan semi otomatis *tinning* pada suhu $270 \pm 10^{\circ}\text{C}$ dan pada suhu $> 280^{\circ}\text{C}$ dimana suhu $270 \pm 10^{\circ}\text{C}$ memberikan hasil *tinning* sampel bagus dan pada suhu $> 280^{\circ}\text{C}$ hasil *tinning*nya tidak bagus.



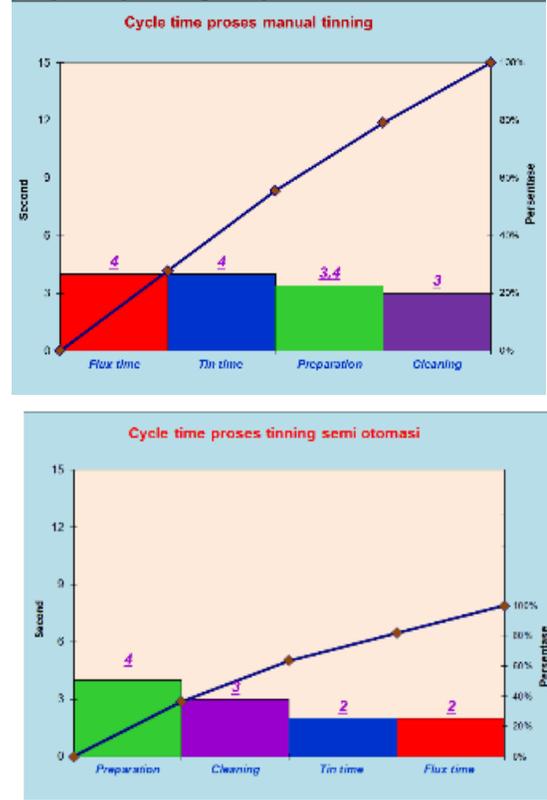
Gambar 15. Grafik perbandingan hasil pengujian proses tinning secara manual vs semi otomatis pada suhu $270 \pm 10^{\circ}\text{C}$ dan pada suhu $> 280^{\circ}\text{C}$

Dari hasil pengujian ini dapat dihitung *cycle time loading /unloading* proses *tinning* pin lampu berkurang dari 14,4 detik menjadi 11 detik (untuk satu sisi) pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Tabel *cycle time* proses *tinning* semi otomatis

Cycle time	Sec
Preparation	4
Flux time	2
Tin time	2
Cleaning	3
Total	11

Jika ditotal untuk kedua sisi maka *cycle time loading /unloading* adalah berkurang dari 28.8 detik menjadi 22 detik yang ditunjukkan pada gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 16. Grafik pareto cycle time proses manual *tinning* dan semi otomatis (sumber: dokumen pribadi – gindo)

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan *cycle time* antara manual dan semi auto sekitar 6 detik. Serta, kategori reject lebih rendah menggunakan mesin semi auto tining baik pada suhu $270 \pm 10^{\circ}\text{C}$ atau $> 280^{\circ}\text{C}$. Kemudian, mesin ini didesain sesuai dengan ergonomis industri sehingga aspek K3 lebih terjaga.

REFERENCES

- [1] Dahlan, M dkk. 2013. Prototipe Mesin Press Otomatis dengan Sistem Pneumatik Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk produksi paving Blok Berstandar Nasional Indonesia (SNI). Tersip di <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id>. Diakses tanggal 5 Maret 2021
- [2] Winasis, P.M. 2012. Simulasi Aplikasi Elektro Pneumatik Dan PLC Sebagai Kendali Pintu Air. Skripsi. Teknik Mesin Universitas Diponegoro

- Semarang.
- [3] Yudhoyono, Danang. 2007, Rancang Bangun Pembuat Cetakan Kue Dengan Perangkat Elektro Pneumatik. Surabaya: ITS
 - [4] Nurmanto. 2011. "Pengertian Appserv". <http://nurmanto.com/pengertian-appserv/>. Diakses tanggal 20 Juni 2011.
 - [5] Dionisius Younggi. "Engineering Concepts on Ice. Internet: <http://teknikmesinmanufaktur.blogspot.com/2015/02/proses-pencelupan-panas.html>. diakses tanggal 5 Maret 2021
 - [6] Hartomo, A.J., Kaneko T., 1992, Mengenal Pelapisan Logam (*Elektroplating*), Andi offset, Jogjakarta.
 - [7] Sutrisno, "Kajian *Tinning (Sn)* Plating dalam Dunia Industri" *Journal Foundry* Vol. 3, No. 1, 1 April 2013, hal 19-24