

SIMULASI PENGENDALI KELUARAN MESIN APLIKASI LEM UNTUK NUT MOUNTING BERBASIS LOGIKA FUZZY

Anti¹, Wike Handini^{2*} dan Endang Sri Rahayu¹

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya
Jalan Raya Bogor KM 28,8 Cimanggis Jakarta Timur (16913)

*Corresponding author: wihanni@gmail.com

ABSTRAK: Proses produksi merupakan salah satu bagian terpenting pada perusahaan manufaktur, termasuk mesin aplikasi lem pada nut mounting. Untuk saat ini, kapasitas keluaran produksi mesin aplikasi lem sudah mencapai batas maksimal dikarenakan sistem konveyor pada mesin tersebut hanya mempunyai satu kecepatan yang menghasilkan waktu tunggu selama 10 detik. Waktu tunggu adalah waktu bekerjanya alat pengaplikasian lem pada nut mounting. Dengan demikian dilakukanlah penelitian dengan membangun miniatur mesin aplikasi lem pada nut mounting dengan sistem pengendalian plc berbasis logika fuzzy penalaran monoton, yang diharapkan dapat meningkatkan hasil produksi. Simulasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu simulasi tanpa pengendalian berbasis logika fuzzy dan simulasi dengan pengendalian berbasis logika fuzzy. Pengendalian berbasis logika fuzzy dilakukan dengan variasi tiga kecepatan konveyor dengan kecepatan pertama merupakan kecepatan standar (sama dengan pengendalian tanpa fuzzy). Variasi kecepatan tersebut menghasilkan waktu tunggu 1, 2 dan 3 (WT 1, WT 2 dan WT 3). Dengan masukan mulai dari 1 hingga 4 mur, maka didapatkanlah nilai rata-rata waktu tunggu sebesar 10,258 detik untuk pengujian tanpa pengendalian berbasis logika fuzzy. Sedangkan hasil pengujian berbasis fuzzy mendapatkan nilai WT 1 sebesar 10,262 detik untuk masukan 1 buah mur, WT 2 sebesar 7,168 detik untuk masukan 2 mur dan WT 3 sebesar 5,238 detik dengan masukan 3 dan 4 mur. Waktu tunggu yang lebih rendah tersebut akan meningkatkan kapasitas hasil produksi sebesar 43,11% hingga 95,91% dibandingkan dengan hasil produksi mesin aplikasi lem yang tidak menerapkan system fuzzy.

Kata Kunci: mesin aplikasi lem, *nut mounting*, PLC, fuzzy logic.

ABSTRACT: The production process is one of the most important parts in manufacturing companies, including glue mounting machines on nut. For now, the production of the machines has reached the maximum limit because the conveyor has only one speed with waiting time of 10 seconds. The waiting time is the time for the glue tool to work on the nut. Thus, the research was carried out by building a miniature glue mounting machine on nut with a PLC control system based on fuzzy logic monotonous reasoning, which is expected to increase the production. The simulation is carried out in two stages, first the simulation without fuzzy logic and second the simulation with fuzzy logic. The Fuzzy logic-based control system is done with a variation of three conveyor speeds with the first speed being the standard speed (the same as without fuzzy). The speed variations produce waiting times 1, 2 and 3 (WT 1, WT 2 and WT 3). With inputs from 1 to 4 nuts, an average waiting time of 10.258 seconds is obtained for testing without fuzzy logic-based control. While the fuzzy-based test results get a WT 1 value of 10.262 seconds for input of 1 nut, WT 2 of 7.168 seconds for input of 2 nuts and WT 3 of 5.238 seconds with input of 3 and 4 nuts. The lower waiting time will increase production capacity by 43.11% to 95.91% compared to the production of the glue mounting machines without fuzzy logic-based control system.

Key Words: The glue mounting machines, nut mounting, PLC, fuzzy logic.

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi di dunia industri yang semakin pesat, maka perusahaan manufaktur dituntut agar berproduktifitas tinggi tetapi tetap dapat

menekan biaya produksi. Sehingga dilakukan berbagai penelitian untuk mengatasi masalah-masalah proses produksi. Seperti PT. Threebond Manufacturing Indonesia yang salah satu proses produksinya adalah proses aplikasi lem untuk *nut mounting engine motor*

yang pada saat ini masih menggunakan konsep semi otomatis, sehingga kapasitas keluaran produksi mesin aplikasi lem sudah mencapai batas maksimal yaitu 6000 pcs/hari pada jam kerja normal. Hal ini dikarenakan sistem konveyor pada mesin tersebut hanya mempunyai satu kecepatan yang menghasilkan waktu tunggu selama 10 detik. Dengan demikian perlu dilakukan perubahan sistem kontrol dari mesin aplikasi lem untuk nut.

Teori logika fuzzy merupakan salah satu teori yang dianggap mampu menyelesaikan beberapa masalah dalam pengendalian output produksi dengan mesin produksi yang ada. Dengan metode fuzzy yang sederhana dikombinasikan dengan sistem kendali pada mesin yang ada maka dihasilkan suatu sistem kendali yang tanggap terhadap informasi yang diberikan oleh pemberi input. Dan dengan input tersebut mesin secara otomatis melakukan setting sesuai dengan parameter atau aturan logika fuzzy yang telah dimasukkan pada mesin tersebut.

Logika fuzzy sering dimanfaatkan sebagai bagian dari sistem kontrol suatu sistem, seperti Mohamad Nadhif et al yang mengaplikasikan logika fuzzy metode mamdani pada mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor photodiode untuk mengendalikan kecepatan motor arus searah dan diimplementasikan juga untuk mengontrol gerak robot line follower (Mohamad Nadhif et al 2015). Setyoningsih Wibowo juga memanfaatkan logika fuzzy metode mamdani dan metode sugeno untuk diterapkan dalam penjadwalan waktu kuliah (Setyoningsih Wibowo 2015).

Pemanfaatan logika fuzzy dilakukan oleh Irwan Fuzi Saputra untuk mengendalikan temperatur rumah kaca dengan variabel kelembaban dan suhu dalam skala miniatur. Arduino digunakan sebagai pusat pengendali keseluruhan sistem (Irwan Fuzi Saputra 2017). Andri Sepriawan menggunakan logika fuzzy metode sugeno untuk mengendalikan kecepatan robot mobil line follower yang dirancangnya (Andri Sepriawan 2018). Desmira et al memanfaatkan logika fuzzy pada implementasi prototype sistem kendali kunci pintu dengan smartphone android berbasis mikrokontroler AVR ATmega328. (Desmira et al 2015).

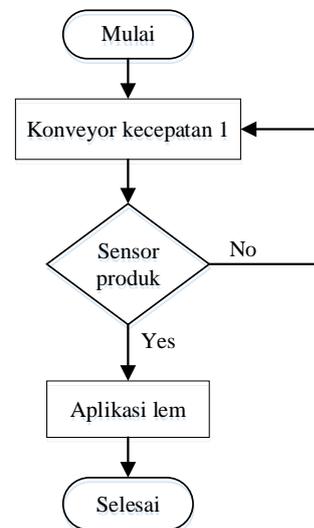
Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan output produksi pada miniatur mesin aplikasi lem untuk nut mounting sehingga sesuai dengan kebutuhan produksi. Simulasi tersebut dilakukan dengan memanfaatkan logika fuzzy yang dipadu dengan sistem kontrol mesin aplikasi lem tersebut.

METODE PENELITIAN

Untuk melihat apakah sistem kendali logika fuzzy dapat diterapkan pada mesin aplikasi lem untuk nut

mounting, maka dilakukan rancang bangun miniatur alat tersebut baik secara mekanik maupun elektrik. Desain elektrik pada mesin ini menggunakan PLC Mitsubishi type FX series sebagai pengontrolnya. Dengan motor arus bolak balik sebagai penggerak konveyor dan sensor proximity sebagai pendeteksi untuk input PLC. Kemudian pada mesin ini digunakan syringe untuk pemasok material lem, dan menggunakan solenoid sebagai katup tekan tabung syringe tersebut.

Pengujian dilakukan dengan dua kondisi, yaitu pertama kondisi pengendalian tidak menggunakan logika fuzzy, kedua kondisi pengendalian dengan menggunakan logika fuzzy. Pada pengujian pertama, kecepatan konveyor hanya ada 1, sehingga sistem pengendaliannya berdasarkan diagram alir seperti pada gambar 1.

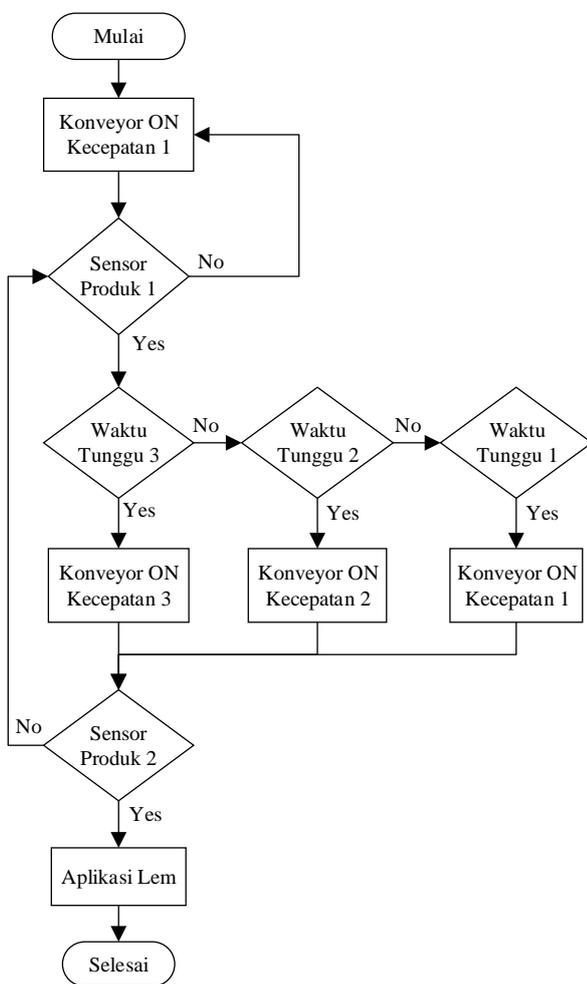


Gambar 1 Diagram alir pengendalian mesin aplikasi lem dengan PLC pada sistem tanpa logika fuzzy.

Pada pengujian yang kedua, konveyor memiliki tiga kecepatan yang berubah sesuai dengan tenggang waktu yang ditentukan. Adapun sistem pengendalian PLC yang akan diterapkan pada mesin tersebut mengikuti diagram alir pada gambar 2. Proses pengaplikasian lem pada sistem pengendalian dengan logika fuzzy dilakukan sebagai berikut:

- Setelah tombol *start* ditekan, maka konveyor bergerak dengan kecepatan satu baik dengan ada produk maupun tidak (kecepatan *default*).
- Kemudian sensor produk 2 mendeteksi adanya produk, jika dalam tenggang waktu tunggu 1 sensor mendeteksi kembali adanya produk, maka pengaturan kecepatan konveyor oleh PLC menjadi kecepatan 1, kemudian aplikasi lem dilakukan.
- Jika sensor produk 2 mendeteksi adanya produk, kemudian dalam tenggang waktu tunggu 2 sensor produk 2 sudah mendeteksi kembali produk yang

- masuk, maka pengaturan kecepatan oleh PLC menjadi kecepatan 2, kemudian dilakukan aplikasi lem.
- Jika sensor produk 2 mendeteksi adanya produk, kemudian dalam tenggang waktu tunggu 3 sensor produk 2 sudah mendeteksi produk kembali, maka pengaturan kecepatan oleh PLC menjadi kecepatan 3, kemudian dilakukan aplikasi lem.
 - Jika setelah kecepatan berubah menjadi kecepatan 2 atau kecepatan 3, dalam kurun waktu tunggu 3, waktu tunggu 2, hingga waktu tunggu 1 tidak mendeteksi adanya produk, maka PLC akan mengembalikan kecepatan konveyor pada kecepatan 1, hingga ada perubahan jumlah produk dan waktu tunggu produk yang masuk pada konveyor.



Gambar 2 Diagram alir pengendalian mesin aplikasi lem dengan PLC pada sistem dengan logika fuzzy.

APLIKASI FUZZY PENALARAN MONOTON

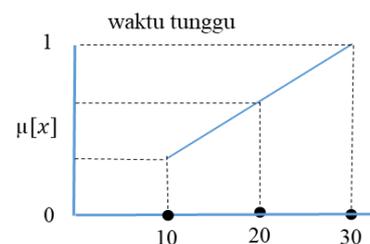
Pada miniatur mesin aplikasi lem ini, logika fuzzy metode penalaran monoton digunakan untuk mengatur kecepatan gerak konveyor. Dengan memanfaatkan

perubahan jumlah produk yang masuk ke dalam konveyor input dan melakukan perhitungan perbandingan dengan konveyor output. Pada proses ini jumlah produk yang masuk pada konveyor disingkat JP, jumlah *interval* waktu antara produk satu dengan produk yang lainnya disingkat dengan WT. Tabel 1 merupakan tabel variabel untuk mendefinisikan himpunan fuzzy sederhana yang dibuat.

Tabel 1 Variabel himpunan fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Nilai
Input	Waktu tunggu	waktu tunggu 1	10 sec
		waktu tunggu 2	20 sec
		waktu tunggu 3	30 sec
Output	Kecepatan konveyor	Kecepatan1	10 mm/sec
		Kecepatan2	20 mm/sec
		Kecepatan3	30 mm/sec

Dari tabel 1, untuk variabel produl input dapat didefinisikan dengan grafik seperti pada gambar 3.

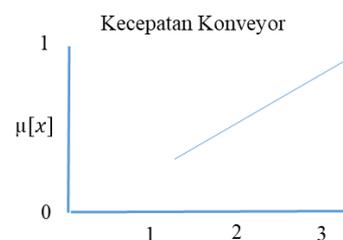


Gambar 3 Fungsi keanggotaan waktu tunggu.

Sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel lama waktu tunggu setiap produk yang masuk konveyor. Sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$y = f(\mu A[x], Db) \tag{1}$$

Pada variabel output didefinisikan berdasarkan variabel fuzzy diatas, maka didapat kurva untuk kecepatan konveyor seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 Fungsi keanggotaan output.

Sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel kecepatan konveyor, sedangkan sumbu vertikal

merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$S(x; a, b) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{(y-a)^2} \right) & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1 & \rightarrow x \geq y \end{cases} \quad (2)$$

Fungsi keanggotaan tersebut menjelaskan tentang himpunan untuk input dan output sesuai dengan ketentuan yang dibuat. Mesin memiliki 3 keanggotaan input yaitu sedikit, agak banyak, banyak, serta himpunan keanggotaan interval waktu yaitu lama, agak lama dan cepat. Dari kedua parameter input tersebut, output yang dihasilkan sesuai dengan fungsi keanggotaan output. Setelah pembentukan fungsi keanggotaan pada masing-masing variabel, input yang berupa nilai *crisp* akan diubah ke dalam fuzzy input yaitu dengan menentukan derajat keanggotaan nilai input pada himpunan fuzzy.

Setelah didapat himpunan fuzzy maka dilakukan pembentukan aturan fuzzy. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara input dengan output yang dihasilkan. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut konsekuen. Berdasarkan hasil fungsi keanggotaan, dapat di deskripsikan pada tabel 2.

Tabel 2 Keanggotaan fuzzy

Waktu Tunggu \ Kecepatan konveyor	Kecepatan konveyor		
	1	2	3
1			○
2		○	
3	○		

Dari tabel 2, dibuat *rule* sebagai berikut:

- *Rule 1: IF* waktu tunggu 1 *THEN* Kecepatan konveyor kecepatan 3.
- *Rule 2: IF* waktu tunggu 2 *THEN* kecepatan konveyor kecepatan 2.
- *Rule 3: IF* waktu tunggu 3 *THEN* kecepatan konveyor menjadi kecepatan 1.

RANCANG BANGUN MINIATUR MESIN APLIKASI LEM

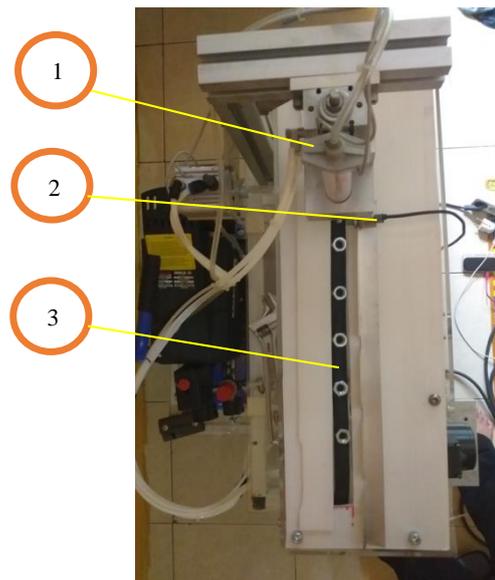
Spesifikasi miniatur mesin aplikasi lem pada nut mounting ini dapat dilihat pada tabel 3.

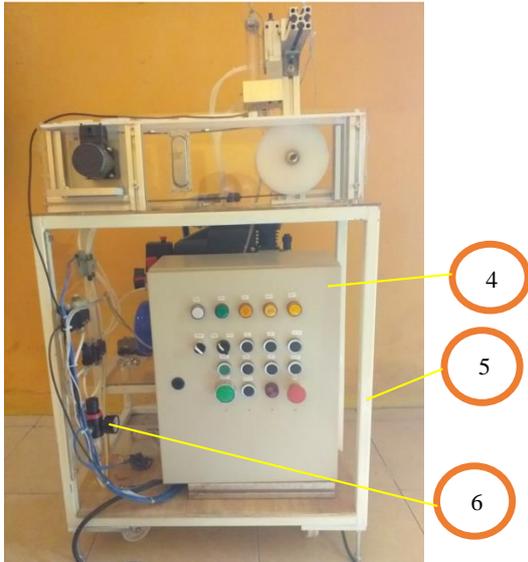
Tabel 3 Spesifikasi mesin aplikasi lem pada nut mounting

DESKRIPSI	SPESIFIKASI
-----------	-------------

Daya Masukan	220 Volt
Kompresor	0.4 Mpa
Konveyor	Oriental 2IK6GN-SWT - 2GN180KF
Sensor	AUTONIC
Controller	PLC FX series
Material	TB1322D
Syringe	50 CC
Nozzle	12G x 13 mm
Mur	M10

Miniatur mesin aplikasi lem dikendalikan dengan menggunakan PLC Mitsubishi tipe FX series. Sedangkan penggerak konveyornya adalah motor AC 220 V oriental dengan menggunakan *gear box* tipe 2GN180KF. Kemudian *syringe* untuk tabung material berukuran 50cc dengan ujung nozzle tapper tipe TPN dan material lem yang diaplikasikan adalah tipe TB1322D. Perancangan dan pembangunan miniatur mesin aplikasi lem untuk nut mounting dilakukan berdasarkan spesifikasi tersebut, dan gambar 5 memperlihatkan miniatur mesin tersebut panel kendalinya.





Gambar 5 Miniatur mesin aplikasi lem pada nut mounting.

Komponen-komponen utama dari miniatur mesin aplikasi lem yang telah dibangun dapat dijelaskan seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Komponen utama miniatur mesin aplikasi lem untuk nut mounting.

No	Nama Bagian	Fungsi
1	Head dispenser	Tabung lem untuk meneteskan lem pada produk
2	Sensor produk	Sensor untuk indikasi adanya produk yang siap diaplikasi
3	konveyor	Konveyor transfer produk ke posisi aplikasi lem
6	Kontrol panel	Untuk mengontrol pergerakan mesin
7	Kerangka mesin	Untuk base pemasangan komponen mesin aplikasi
8	Pnuematic unit	Untuk menggerakkan komponen pneumatic mesin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu pertama simulasi pengendalian mesin aplikasi lem tanpa logika fuzzy dan kedua dengan logika fuzzy.

Simulasi Miniatur Mesin Aplikasi Lem tanpa Logika Fuzzy

Simulasi dilakukan dengan input mur mulai dari 1 hingga 4, masing-masing 5 kali. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil simulasi tanpa logika fuzzy

No	Input mur	Kecepatan (inverter)	Waktu Tunggu (Detik/pcs)	Output OK	Output NG
1	1	10	10.30	1	0
2	1	10	10.51	1	0
3	1	10	10.10	1	0
4	1	10	10.20	1	0
5	1	10	10.20	1	0
6	2	10	10.35	1	1
7	2	10	10.15	1	1
8	2	10	10.45	1	1
9	2	10	10.42	1	1
10	2	10	10.45	1	1
11	3	10	10.20	1	2
12	3	10	10.31	1	2
13	3	10	10.25	1	2
14	3	10	10.21	1	2
15	3	10	10.23	1	2
16	4	10	10.25	1	3
17	4	10	10.30	1	3
18	4	10	10.30	1	3
18	4	10	10.40	1	3
20	4	10	10.32	1	3

Dari hasil pengujian pada tabel 5, meskipun jumlah produk yang masuk bertambah, *outputnya* tetap tidak berubah, hal ini terjadi karena kecepatannya konstan. Bahkan saat jumlah *input* ditambah, *output* tetap sama, karena produk berikutnya adalah produk NG (tidak di aplikasi lem). Sehingga dapat disimulasikan jumlah produksi maksimal dari mesin tersebut selama 8 jam (waktu kerja normal per hari) adalah 2.268 pcs.

Simulasi Miniatur Mesin Aplikasi Lem dengan Logika Fuzzy

Pada mesin aplikasi dengan logika fuzzy ditambahkan sensor untuk mendeteksi produk masuk dan menginformasikan lama jarak interval antara produk pertama dan berikutnya. Sehingga PLC dapat mengatur kecepatan motor sesuai intervalnya. Hasil yang didapatkan dari simulasi ini dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil simulasi dengan logika fuzzy

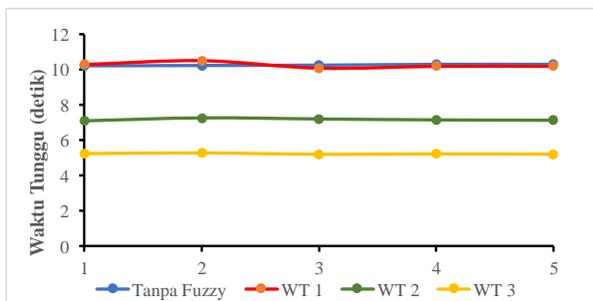
No	Input mur	Kecepatan (inverter)	Waktu Tunggu (Detik/pcs)	Output OK	Output NG
1	1	10	10.30	1	0
2	1	10	10.51	1	0
3	1	10	10.10	1	0
4	1	10	10.20	1	0

5	1	10	10.20	1	0
6	2	20	7.10	2	0
7	2	20	7.26	2	0
8	2	20	7.20	2	0
9	2	20	7.15	2	0
10	2	20	7.13	2	0
11	3	30	5.25	3	0
12	3	30	5.30	3	0
13	3	30	5.20	3	0
14	3	30	5.23	3	0
15	3	30	5.21	3	0
16	4	30	5.31	4	0
17	4	30	5.24	4	0
18	4	30	5.21	4	0
18	4	30	5.17	4	0
20	4	30	5.21	4	0

Dari tabel 6, terlihat bahwa terjadi perubahan kecepatan, sehingga jumlah produk yang diaplikasi berbanding terbalik dengan jumlah waktu dibutuhkan atau *cycle time*. Semakin cepat putaran motor konveyor maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan dan semakin banyak *output* yang dihasilkan. Sehingga dapat disimulasikan jumlah produksi maksimal dari mesin selama 8 jam (waktu kerja normal per hari) adalah 2.268 pcs untuk kecepatan 1, sebanyak 3.240 pcs untuk kecepatan 2 dan sebanyak 4.530 pcs untuk kecepatan 3.

Perbandingan Hasil Simulasi Miniatur Mesin Aplikasi Lem tanpa Logika Fuzzy dan dengan Logika Fuzzy

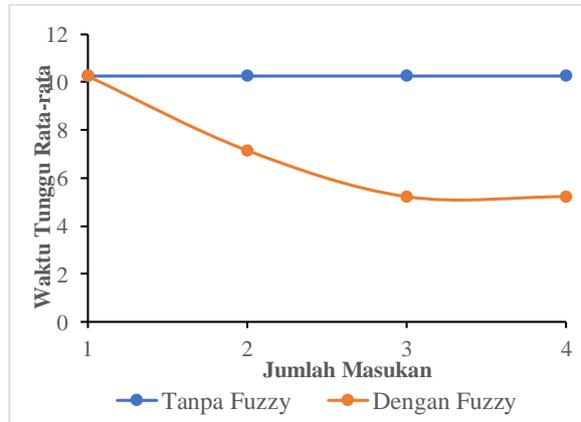
Perbandingan hasil simulasi waktu tunggu dari pengujian tanpa logika fuzzy dan dengan logika fuzzy terlihat pada gambar 6, dengan waktu tersingkat dicapai oleh pengendalian dengan waktu tunggu 3. Dengan demikian terjadi penurunan waktu tunggu sebesar 30,12% untuk waktu tunggu 2 dan 48,94% untuk waktu tunggu 3.



Gambar 6 Perbandingan hasil simulasi waktu tunggu

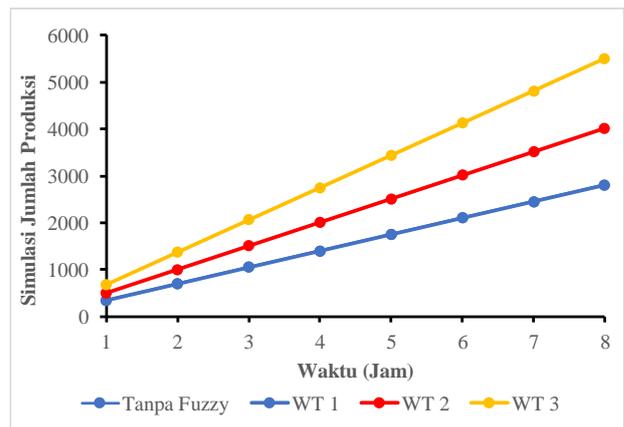
Sedangkan perbandingan waktu tunggu rata-rata terhadap jumlah masukan mur diperlihatkan pada gambar

7, dengan waktu tunggu rata-rata tersingkat adalah pada masukan 3 dan 4 mur.



Gambar 7 Perbandingan waktu tunggu rata-rata terhadap jumlah masukan mesin pengendali tanpa logika fuzzy dan dengan logika fuzzy

Perbandingan jumlah produksi yang dihasilkan oleh kedua pengujian mesin aplikasi lem tanpa logika fuzzy dan dengan logika fuzzy diperlihatkan pada gambar 8. Tampak bahwa ada kenaikan jumlah produksi pada pengendalian dengan logika fuzzy dibandingkan dengan simulasi tanpa logika fuzzy, yaitu sebanyak 3.240 pcs untuk kecepatan 2 dan 4.530 pcs untuk kecepatan 3, sehingga terjadi kenaikan produksi sebesar 43,11% dan 95,91% dibandingkan dengan simulasi mesin aplikasi lem tanpa logika fuzzy yang hanya menghasilkan 2.268 pcs.



Gambar 8 Perbandingan simulasi pengendalian hasil produksi mesin aplikasi lem tanpa fuzzy dan dengan fuzzy

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penerapan sistem fuzzy pada pengendalian mesin aplikasi lem untuk nut mounting menurunkan waktu tunggu sebesar 30,12% (WT 2) dan 48,94% (WT 3) dibandingkan tanpa sistem fuzzy.
2. Dengan menurunnya waktu tunggu, maka terjadi peningkatan hasil produksi sebesar 43,11% untuk waktu tunggu 2 dan 95,91% untuk waktu tunggu 3.
3. Kekurangan dari miniatur mesin ini adalah ketidakstabilan pengaplikasian material lem pada mur, karena hanya mengandalkan tekanan angin dari kompresor sehingga semakin cepat pergerakan pengaplikasian lem, maka debit material lem masing-masing mur tidak sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Jayabaya khususnya Fakultas Teknologi Industri yang sudah mendukung dan memfasilitasi sehingga penelitian ini dapat dilakukan dan dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andri Sepriyawan. (2018). Perancangan Dan Analisis Pengaruh Sistem Kendali Fuzzy Logic Terhadap Penggunaan Daya Pada Sistem Robot Mobil Line Follower. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Desmira, M. Natsir, Maya Selvia Laurin dan Hamdi Rahman. (2015). Implementasi Prototype Sistem Kendali Kunci Pintu dengan Smartphone Android Berbasis Microcontroller AVR ATmega 328 dan Fuzzy Logic. Jurnal PROSISKO Vol. 2 No. 1. Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Serang Raya.
- Irwan Fuzi Saputra. (2017). Sistem Kendali Suhu pada Rumah Kaca Berbasis Logika Fuzzy dengan Variabel Masukan Kelembaban dan Suhu. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Mohamad Nadhif dan Suryono. (2015). Aplikasi Fuzzy Logic untuk Pengendali Motor DC Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor Photodiode. Jurnal Teknik Elektro Vol. 7 No. 2. Universitas Negeri Semarang. Hal. 81-85.
- Setyoningsih Wibowo. (2015). Penerapan Logika Fuzzy dalam Penjadwalan Waktu Kuliah. Jurnal Informatika Uppgris Vol. 1 No. 1. Universitas PGRI Semarang. Hal. 59-77.