

**Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Pada Kendali
Pompa Pendingin Mesin *CNC* Untuk Meningkatkan
Efisiensi Daya**

LAPORAN SKRIPSI

Di Ajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Skripsi Pada Program Studi
Teknik Elektro S1



Oleh :

BAGAS SETIA AJIE SUTIKNO

41187003180002

**PROGRAM STUDI ELEKTRO S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" (UNISMA) BEKASI
BEKASI
2023**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Kendali Pompa Pendingin Mesin Cnc Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya
Nama : Bagas Setia Ajie Sutikno
NPM : 41187003180002
Program Studi : Teknik Elektro S1 Reguler B
Fakultas : Fakultas Teknik

Bekasi, 28 Juli 2023

Disetujui oleh

Pembimbing I

Putra Wisnu Agung Sucipto, S.T., M.T
NIP : 45.1.03.03.2014.008

Pembimbing II

Annisa Hirasanti, S.T., M.T
NIP : 45.1.09.01.2015.001



HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

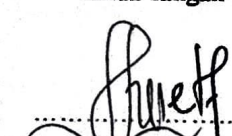


Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian siding Skripsi sebagai jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

IMPLEMENTASI METODE FUZZY LOGIC PADA KENDALI POMPA PENDINGIN MESIN CNC UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAYA

Nama : Bagas Setia Ajie Sutikno
NPM : 41187003180002
Program Studi : Teknik Elektro S1 Reguler B
Fakultas : Fakultas Teknik

Bekasi, 28 Juli 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Seta Samsiana, S.T., M.T NIP : 45.1.02.04.2009.009	
Anggota 1	: Muhammad Ilyas Sikki, S.T., M.Kom NIP : 45.1.02.06.2001.166	
Anggota 2	: Sri Marini, S.T., M.T NIP : 45.1.02.04.2012.021	

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Setia Ajie Sutikno
NPM : 41187003180002
Program Studi : Teknik Elektro S1 Reguler B
Fakultas : Teknik
E-mail : bagasajie55@gmail.com

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian saya yang berjudul “Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Kendali Pompa Pendingin Mesin CNC Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya” bebas dari plagiarisme. Rujukan yang dipergunakan sudah sesuai dengan teknik penulisan Karya Ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya unsur plagiarisme tersebut, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Bekasi, 28 Juli 2023

Yang Membuat Pernyataan



Bagas Setia Ajie Sutikno

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Kendali Pompa Pendingin Mesin CNC Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya”. Skripsi ini dikerjakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Elektro Kendali, Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam “45” Bekasi.

Terimakasih kepada Orang tua yang senantiasa mendoakan dan membantu dalam pengerjaan Skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga Skiripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, antara lain kepada:

1. Ibu Seta Samsiana S.T, M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Elektro S1 Universitas Islam “45” Bekasi.
2. Putra Wisnu Agung Sucipto, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing utama yang telah banyak memberikan ilmu dan meluangkan waktu dalam membimbing penulis selama menyelesaikan Skripsi.
3. Ibu Annisa Firasanti S.T, M.T., selaku dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan ilmu dan meluangkan waktu dalam membimbing penulis selama menyelesaikan Skripsi.
4. Rekan-rekan Teknik Elektro S1 Reguler B 2018 yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan dan motivasi dalam menyelesaikan laporan maupun menyelesaikan perkuliahan.
6. Pihak-pihak yang senantiasa membantu dalam pengerjaan Skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan sehingga laporan ini belum sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan. Akhir kata, dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Bekasi, 17 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Mesin *CNC* merupakan alat bantu pekerjaan untuk membuat suatu benda kerja dengan tingkat presisi yang cukup tinggi. Selain dari akurasi gerakannya, kestabilan suhu benda kerja juga mempengaruhi kualitas hasil pekerjaan dan umur dari alat potong yang digunakan. Kecepatan aliran pada *coolant* berpengaruh pada kemampuan hantar panas yang diterima dari benda kerja pada proses permesinan. Efisiensi daya yang dihasilkan dari metode pendalihan motor nyala-mati tidak cukup baik karena ketidakefektifan metode pengaturan kecepatan aliran. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan ekperimental, meliputi perangkaian sebuah mikrokontroler berbasis logika *fuzzy* yang mampu mengatur keluaran frekuensi dari perangkat *variable frequency drive* yang terhubung dengan motor pompa pendingin pada mesin *cnc*. Data konsumsi energi listrik dari pengujian dicatat serta hasilnya dibandingkan antara sebelum dan setelah diterapkannya alat yang dibuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode logika *fuzzy* berhasil menurunkan konsumsi energi listrik mesin *CNC*, menghasilkan penurunan rata-rata sebesar 0,0697 KWh pada setiap uji coba. Dalam skala yang lebih luas, penggunaan alat ini pada sebuah *cnc* dapat mengurangi biaya energi listrik perusahaan untuk mesin *cnc* hingga 23,3%, setara dengan penghematan sebesar Rp. 5.534.130 dalam waktu satu tahun. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode logika *fuzzy* dalam kendali pompa pendingin mesin *cnc* dapat memberikan kontribusi penting dalam efisiensi energi dan penghematan biaya operasional mesin *cnc*.

Kata Kunci : *Mesin CNC, Pompa Pendingin, Coolant, Suhu, Kecepatan, Efisiensi Daya, Energi Listrik*

ABSTRACT

CNC machines are tools used to create workpieces with a high level of precision. In addition to its motion accuracy, the stability of the workpiece temperature also affects the quality of the work and the lifespan of the cutting tools. The flow rate of the coolant plays a significant role in heat dissipation during the machining process. The on-off control method for the motor lacks efficiency in controlling the flow rate effectively. The research methodology employed in this study is quantitative and experimental, by assembling a microcontroller based on fuzzy logic that could regulate the output frequency of the variable frequency drive connected to the cooling pump motor of the CNC machine. Electrical energy consumption data dari the experiments were recorded and compared before and after the implementation of the device. The research findings demonstrated that the application of fuzzy logic method successfully reduced the electrical energy consumption of the CNC machine, resulting in an average decrease of 0.0697 kWh per trial. On a larger scale, the use of this device on a CNC machines could reduce the company's electricity costs for cnc machine by 23,3%, equivalent to savings of Rp. 5.534.130 per year. The results of this research indicate that the fuzzy logic method in controlling the coolant pump of CNC machines can provide significant contributions to energy efficiency and cost savings in CNC machine operations.

Keywords: CNC Machine, Cooling Pump, Coolant, Temperature, Speed, Power Efficiency, Electrical Energy

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Mesin <i>CNC</i>	5
2.2 Coolant	6
2.3 Pompa Air Sentrifugal Vertikal.....	7
2.4 Arduino Uno R3	8
2.5 Sensor Suhu MLX90614	9
2.6 <i>Power Supply</i> 5V	11
2.7 <i>Variable Frequency Drive (VFD)</i>	12
2.8 Alat Ukur Takometer Optik.....	14
2.9 Alat Ukur KWh Meter.....	15
2.10 Alat Ukur <i>Dial Indicator</i>	16
2.11 Logika Fuzzy	17
2.11.1 Sejarah Logika Fuzzy.....	17
2.11.2 Penerapan Logika Fuzzy	18
2.11.3 Komponen Fuzzy	18
2.11.4 Jenis Metode Fuzzy.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Prosedur Penelitian	22
3.2.1 Studi Literatur	23
3.2.2 Perancangan Alat	24
A. Perancangan Logika <i>Fuzzy</i>	25
B. Perakitan Komponen Sistem Kendali	26
3.2.3 Pengujian	28
A. Pengujian Keluaran Logika <i>Fuzzy</i>	28
B. Pengujian Performansi Alat	28
3.2.4 Analisa Dan Pembahasan	29
A. Pengukuran Konsumsi Energi	29
B. Pengukuran Kerataan Benda Kerja	31
C. Perhitungan Biaya Konsumsi Energi	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil	33
4.1.1 Perubahan Kecepatan Motor Pompa <i>Coolant</i>	33
4.1.2 Pengujian Performansi Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	34
4.1.3 Pengujian Pada Proses Pemotongan	35
4.1.4 Pengukuran Kehalusan Hasil Akhir Benda Kerja	40
4.2 Pembahasan	41
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 – Spesifikasi Pompa Coolant Sentrifugal Vertikal.....	8
Tabel 2.2 – Spesifikasi Arduino Uno R3.....	9
Tabel 2.3 – Spesifikasi Sensor Suhu MLX90614.....	10
Tabel 2.4 – Spesifikasi Power Supply 5V	11
Tabel 2.5 – Spesifikasi Variable Frequency Drive (VFD)	14
Tabel 2.6 – Spesifikasi KWh Meter	16
Tabel 3.1 – Variabel dan Semesta Pembicaraan Input Output	25
Tabel 3.2 – Spesifikasi Mesin yang Digunakan	30
Tabel 4.1 – Data Perhitungan Performansi Sistem Kendali	34
Tabel 4.2 – Waktu Pada Perubahan Kondisi Keluaran Sistem.....	35
Tabel 4.3 – Data Jumlah Energi Pada Setiap Pengujian.....	36
Tabel 4.4 – Pengukuran Kehalusan Benda Kerja	40
Tabel 4.5 – Analisa Biaya Konsumsi Listrik Perusahaan	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 – Spesifikasi Pompa Coolant Sentrifugal Vertikal	5
Gambar 2.2 – Coolant Spindle Mesin CNC	6
Gambar 2.3 – Pompa Air Sentrifugal Vertikal.....	7
Gambar 2.4 – Arduino Uno R3	8
Gambar 2.5 – Sensor Suhu MLX90614	9
Gambar 2.6 – Power Supply 5V	11
Gambar 2.7.1 – Variable Frequency Drive 3 Phasa	12
Gambar 2.7.2 – Diagram Blok Variable Frequency Drive.....	13
Gambar 2.8 – Takometer Optik.....	14
Gambar 2.9 – KWh Meter / Electric Meter	15
Gambar 2.10 – Dial Indikator	17
Gambar 2.11 – Domain Himpunan Fuzzy.....	19
Gambar 3.1 – Diagram Alir Prosedur Penelitian	22
Gambar 3.2 – Diagram Blok Kerja Alat	24
Gambar 3.3 (a) – Fuzzyfikasi Input Error	25
Gambar 3.3 (b) – Fuzzyfikasi Output Kecepatan	25
Gambar 3.4 – Proses Defuzifikasi.....	26
Gambar 3.5 – Rangkaian Mikrokontroler	28
Gambar 3.6 – Rangkaian Variable Frequency Drive.....	28
Gambar 3.7 – Pemasangan Sensor Suhu Pada Mesin.....	28
Gambar 4.1 – Hubungan Antara Input Suhu dan Kecepatan Motor Pompa	33
Gambar 4.2 – (a) Grafik Respon Sistem Kendali Bawaan Mesin.....	34
Gambar 4.2 – (b) Grafik Respon Sistem Kendali Logika Fuzzy	34
Gambar 4.3 – Grafik Waktu Perubahan Kondisi Keluaran Sistem	35
Gambar 4.4.1 – Grafik Pengujian 1.....	37
Gambar 4.4.2 – Grafik Pengujian 2.....	37
Gambar 4.4.3 – Grafik Pengujian 3.....	37
Gambar 4.4.4 – Grafik Pengujian 4.....	38
Gambar 4.4.5 – Grafik Pengujian 5.....	38
Gambar 4.4.6 – Grafik Pengujian 6.....	38
Gambar 4.4.7 – Grafik Pengujian 7.....	39
Gambar 4.4.8 – Grafik Pengujian 8.....	39
Gambar 4.4.9 – Grafik Pengujian 9.....	39

Gambar 4.4.10 – Grafik Pengujian 10.....	40
---	-----------