



**PERANCANGAN SISTEM REAL-TIME TRACKING DAN
EVALUASI AKURASI PERGERAKAN MESIN CNC
MENGUNAKAN COMPUTER VISION**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

WAHYU DWI ALFIANTO

41423110064

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PERANCANGAN SISTEM REAL-TIME TRACKING DAN
EVALUASI AKURASI PERGERAKAN MESIN CNC
MENGUNAKAN COMPUTER VISION**

**TUGAS AKHIR
APLIKATIF**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

WAHYU DWI ALFIANTO

41423110064

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Dwi Alfianto
NIM : 41423110064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Perancangan Sistem Real-Time Tracking dan Evaluasi Akurasi Pergerakan Mesin CNC Menggunakan Computer Vision”
adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Februari 2026



Wahyu Dwi Alfianto

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Wahyu Dwi Alfianto
NIM : 41423110064
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PERANCANGAN SISTEM REAL-TIME TRACKING
DAN EVALUASI AKURASI PERGERAKAN MESIN
CNC MENGGUNAKAN COMPUTER VISION**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 11 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **11 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 11 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

HALAMAN PENGESAHAN

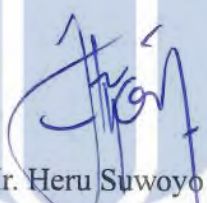
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Dwi Alfianto
NIM : 41423110064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Real-Time Tracking dan
Evaluasi Akurasi Pergerakan Mesin CNC
Menggunakan Computer Vision

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 14 Februari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



(Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo ST., M.Sc.)
NIDN/NUPTK: 2146770671130403

U N I V E R S I T A S

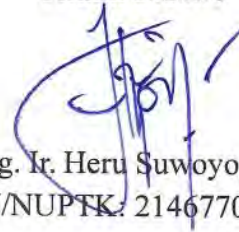
Jakarta, 14 Februari 2026
Mengetahui,
M E R C U B U A N A

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)
NIDN/NUPTK: 6639750651230130

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



(Dr.Eng. Ir. Heru Suwoyo, ST., M,Sc)
NIDN/NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M,Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M,Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ris Urini selaku Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungannya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 14 Februari 2026

Wahyu Dwi Alfianto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Dwi Alfianto
NIM : 41423110064
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Real-Time Tracking dan
Evaluasi Akurasi Pergerakan Mesin CNC
Menggunakan Computer Vision

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya:

Jakarta, 14 Februari 2026

Yang menyatakan,



Wahyu Dwi Alfianto

**Perancangan Sistem Real-Time Tracking dan Evaluasi Akurasi Pergerakan Mesin
CNC Menggunakan Computer Vision
Wahyu Dwi Alfianto**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol mesin CNC *Router* berbasis visi komputer menggunakan Raspberry Pi 4 serta menganalisa pengaruh pemeliharaan dengan pelumasan mekanis terhadap akurasi koordinat. Dalam industri manufaktur, presisi gerak merupakan faktor yang penting, namun sering terhambat oleh gesekan mekanis pada jalur laju. Sistem yang dikembangkan menggunakan kamera sebagai sensor posisi aktual dan *Library OpenCV* untuk pengolahan citra digital guna melacak pergerakan alat potong. Pengujian dilakukan dengan menjalankan empat pola geometri (segitiga, segiempat, segilima, dan segidelapan) dalam dua kondisi, yaitu sebelum dan sesudah pemberian pelumas tipe "SINGER". Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi kering (sebelum pelumasan), rata-rata *error* berkisar antara 0,265 mm hingga 0,333 mm dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 84,28%. Setelah pemberian pelumas, terjadi penurunan penyimpangan *error* yang signifikan di bawah ambang batas toleransi 0,1 mm, yang artinya hal tersebut meningkatkan akurasi rata-rata sistem menjadi 97,88%. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara kontrol visi digital dan pemeliharaan mekanis yang tepat sangat efektif dalam meningkatkan performa dan presisi mesin CNC.

Kata Kunci: CNC *Router*, Visi Komputer, OpenCV, Raspberry Pi, Akurasi, Pelumas Singer.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Real-Time Tracking System Design and CNC Machine Movement Accuracy Evaluation Using Computer Vision

Wahyu Dwi Alfianto

ABSTRACT

This research aims to design and implement a computer vision-based CNC Router control system using Raspberry Pi 4 and analyze the influence of mechanical maintenance through lubrication on coordinate accuracy. In the manufacturing industry, movement precision is a vital factor, yet it is often hindered by mechanical friction on the guide rails. The developed system utilizes a camera as an actual position sensor and the OpenCV library for digital image processing to track the tool's movement. Testing was conducted by executing four geometric patterns (triangle, square, pentagon, and octagon) under two conditions: before and after the application of "SINGER" type lubricant. The results showed that in dry conditions (before lubrication), the average error ranged from 0.265 mm to 0.333 mm with an average accuracy rate of 84.28%. After lubrication, there was a significant decrease in error deviation below the tolerance threshold of 0.1 mm, which increased the system's average accuracy to 97.88%. This proves that the integration of digital vision control and proper mechanical maintenance is highly effective in enhancing the performance and precision of CNC machines.

Keywords: CNC Router, Computer Vision, OpenCV, Raspberry Pi, Accuracy, Singer Lubricant.

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL TA.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Perangkat Keras yang Digunakan.....	8
2.2.1 CNC Router.....	8
2.2.2 Raspberry Pi4.....	9
2.2.3 Arduino Nano	11
2.2.4 Webcam.....	12
2.2.5 Singer	12
2.3 Perangkat Lunak yang Digunakan.....	13
2.3.1 ROI (Region of Interest) Selection.....	13
2.3.2 Open CV	14
2.3.3 Py Serial	15
2.3.4 Numpy.....	15
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	17
3.1 Perancangan Alat.....	17

3.1.1 Deskripsi Alat.....	17
3.1.2 Spesifikasi Alat.....	18
3.1.3 Cara kerja Sistem	19
3.1.4 Diagram Blok Sistem	20
3.1.5 Electrical Wiring Diagram.....	21
3.2 Perancangan Perangkat Lunak	22
3.2.1 Instalasi Sistem Raspbian OS	23
3.2.2 Penggunaan OpenCV	24
3.2.3 Modul Pengolahan Citra dan Kalibrasi Kamera	26
3.2.4 Algoritma Perhitungan Error dan Deteksi Target.....	27
3.2.5 Perancangan Komunikasi Serial (PySerial)	29
3.2.6 Perancangan Antarmuka Pengguna (GUI).....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Perancangan.....	31
4.1.1 Realisasi Alat.....	31
4.1.2 Realisasi Perangkat Lunak	32
4.2 Pengujian Sistem.....	33
4.2.1 Deskripsi Pengujian Sistem.....	33
4.2.2 Daftar Peralatan Pengujian Sistem	33
4.2.3 Prosedur Pengujian.....	34
4.2.4 Pengujian Fungsi Kontrol Kamera	34
4.2.5 Pengujian ROI Selecection.....	35
4.2.6 Pengujian Pelacakan Objek (Object Tracking)	36
4.2.7 Pengujian Komunikasi Data Serial	37
4.2.8 Pengambilan Data Pola Sebelum Pelumasan “SINGER”	38
4.2.9 Pengambilan Data Pola Sesudah Pelumasan “SINGER”	41
4.2.10 Data Hasil Pengujian	43
4.2.11 Pembahasan	48
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 2. 2 Spesifikasi Raspberry Pi4 Model B	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	18
Tabel 3. 2 Pengolahan Citra dan Kalibrasi Kamera	26
Tabel 3. 3 Perhitungan Error dan Deteksi Target	27
Tabel 3. 4 Perancangan Komunikasi Serial (PySerial)	29
Tabel 3. 5 Perancangan Antarmuka Pengguna (GUI)	30
Tabel 4. 1 Keterangan Gambar Realisasi Perangkat keras.....	32
Tabel 4. 2 Keterangan Gambar Dashboard utama	33
Tabel 4. 3 Daftar Peralatan Pengujian.....	33
Tabel 4. 4 Data Pola Segitiga Dry Condirtion.....	44
Tabel 4. 5 Data Pola Segitiga Setelah Pelumasan	44
Tabel 4. 6 Data Pola Segiempat Dry Condition	45
Tabel 4. 7 Data Pola Segiempat Setelah Pelumasan	45
Tabel 4. 8 Data Pola Segilima Dry Condition	46
Tabel 4. 9 Data Pola Segiempat Setelah Pelumasan	46
Tabel 4. 10 Data Pola Segidelapan Dry Condition	47
Tabel 4. 11 Data Pola Segidelapan Setelah Pelumasan.....	48

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 CNC Router.....	9
Gambar 2. 2 Raspberry Pi4 B	9
Gambar 2. 3 Arduino Nano	11
Gambar 2. 4 Driver motor Stepper.....	11
Gambar 2. 5 Webcam.....	12
Gambar 2. 6 Pelumas mesin “SINGER”.....	13
Gambar 2. 7 ROI Selection	14
Gambar 2. 8 OpenCV.....	14
Gambar 2. 9 Python.....	15
Gambar 2. 10 Numpy	16
Gambar 3. 1 Flowchart Cara kerja sistem.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	20
Gambar 3. 3 Electrical Wiring	21
Gambar 3. 4 Interface Balena Etcher	23
Gambar 3. 5 Ilustrasi Gambar	24
Gambar 4. 1 Realisasi Perangkat keras.....	31
Gambar 4. 2 Tampilan Utama	32
Gambar 4. 3 Window Tampilan Kamera.....	35
Gambar 4. 4 Pemilihan Objek pelacakan.....	36
Gambar 4. 5 Window Object Tracking	37
Gambar 4. 6 Status Log Arduino.....	38
Gambar 4. 7 Pola Segitiga dry condition	39
Gambar 4. 8 Pola Segiempat Dry Condition.....	39
Gambar 4. 9 Pola Segilima Dry Condition	40
Gambar 4. 10 Pola Segiempat Dry Condition.....	40
Gambar 4. 11 Pola Segitiga Setelah Pelumasan.....	41
Gambar 4. 12 Pola Segiempat setelah pelumasan.....	42
Gambar 4. 13 Pola Segilima setelah pelumasan	42
Gambar 4. 14 Pola Segidelapan setelah pelumasan	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATASHEET RASPBERRY PI 4 MODEL B	57
LAMPIRAN 2 DATASHEET ARDUINO NANO	60
LAMPIRAN 3 KODE PROGRAM	61

