

## **TUGAS AKHIR**

***Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (Computer Numerical Control) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (Statistical Quality Control)***



**Oleh:**

**MUHAMMAD ZULFIKAR ALRASYID**

**NIM. 1610621013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (*Statistical Quality Control*)**

Diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember

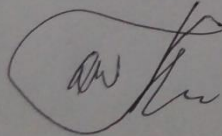
Oleh:

MUHAMMAD ZULFIKAR ALRASYID  
NIM. 16 1062 1013

Jember, 3 September 2020

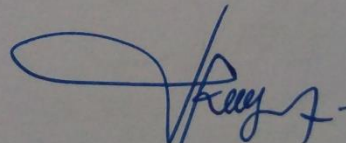
Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Penguji I



Ir. Herry Setyawan, M.T.  
NIP. 195807181991031002

Dosen Penguji II



Sofia Ariyani, S.Si., M.T.  
NIDN. 0709126702

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (*Statistical Quality Control*)**

Diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember

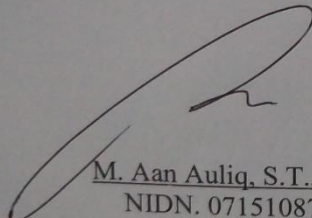
Oleh:

MUHAMMAD ZULFIKAR ALRASYID  
NIM. 16 1062 1013

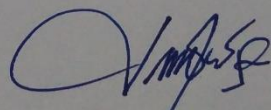
Jember, 3 September 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

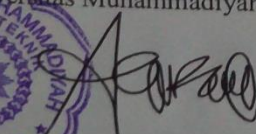

  
M. Aan Auliq, S.T., M.T.  
NIDN. 0715108701

Dosen Pembimbing II

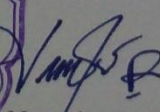

  
Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T.  
NIDN. 0730018605

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Jember

  
  
Saiful Rizal S.T., MT  
NIDN. 0705047806

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Jember

  
  
Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T.  
NIDN. 0730018605



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zulfikar Alrasyid  
NIM : 16 1062 1013  
Program Studi : S-1 Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berupa tugas akhir yang berjudul: **“Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (*Statistical Quality Control*)”**, adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.



September, 3 September 2020

Muhammad Zulfikar Alrasyid  
NIM. 16 1062 1013

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul:

***Analisa Perbandingan Performansi Akurasi Mesin CNC (Computer Numerical Control) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (Statistical Quality Control)***

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nanang Saiful Rizal S.T., MT selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak M. Aan Auliq, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik dan Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Aji Brahma Nugroho, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro dan Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Herry Setiawan, M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberi banyak masukan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
5. Ibu Sofia Ariyani, S.Si., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberi banyak masukan dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
6. Seluruh Staf Pengajar (Dosen) Fakultas Teknik Khususnya Staf Pengajar Teknik Elektro yang telah memberikan bekal pengetahuan selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik.
7. Badan Usaha CNC Jember 5 yang telah menyediakan fasilitas dalam proses penyelesaian tugas akhir.
8. Seluruh Staf Karyawan/Karyawati Fakultas Teknik yang telah memberikan pelayanan terbaik selama mengikuti proses pendidikan.
9. Keluargaku tercinta Bapak, Ibu, Kakak dan Adik dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah mendukung secara moril selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi (Universitas Muhammadiyah Jember).

10. Teman-teman Elektro angkatan 2016, kebersamaan kita selama menempuh hari-hari perkuliahan semoga tetap terjalin indah sebagai kenangan abadi selamanya.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis berpegang pada teori yang pernah didapatkan dan bimbingan dari dosen pembimbing tugas akhir. Dan pihak-pihak lain yang sangat membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada perancangan dan pembuatan tugas akhir ini. Oleh karena itu, besar harapan penulis untuk menerima saran dan kritik dari pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para mahasiswa Universitas Muhammadiyah Jember pada umumnya dan dapat memberikan nilai lebih untuk pembaca pada khususnya.

Akhirnya kepada Allah SWT senantiasa penulis berharap semoga pengorbanan dan segala sesuatunya yang tulus dan ikhlas telah diberikan dan penulis akan selalu mendapat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, Amin.

Jember, 3 September 2020

Penulis

## MOTTO

*“Success is a lousy teacher. It seduces smart people into thinking they can’t lose.”*

(Bill Gates)

*“Today is hard, tomorrow will be worse, but the day after tomorrow will be sunshine.”*

(Jack Ma)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian CNC .....	5
2.2 <i>Hardware</i> Mesin CNC .....	6
2.2.1 <i>Mach3 Board</i> .....	6
2.2.2 <i>Arduino Board</i> .....	11
2.2.3 <i>Driver Stepper TB6600</i> .....	13
2.2.4 <i>Motor Stepper Nema 17</i> .....	15
2.2.5 <i>Sensor Limit Proximity</i> induktif.....	16
2.2.6 Spesifikasi Mesin CNC Mach3.....	18
2.3 <i>Software</i> Mesin CNC .....	21
2.3.1 <i>Autocad 2017</i> .....	21



2.3.2 Aspire 9.0.....	22
2.3.3 <i>Universal G-code Sender</i> .....	23
2.3.4 <i>Mach3 Software</i> .....	23
2.3.5 <i>Arduino Software IDE</i> .....	28
2.4 <i>Statistic Quality Control (SQC)</i> .....	30
2.4.1 <i>Pengertian Statistical Quality Control (SQC)</i> .....	30
2.4.2 <i>Manfaat Statistical Quality Control (SQC)</i> .....	31
2.4.3 <i>Analisis Data</i> .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 <i>Metodologi Penelitian</i> .....	34
3.2 <i>Diagram Wiring Arduino</i> .....	35
3.3 <i>Perancangan Hardware</i> .....	36
3.4 <i>Perakitan Komponen</i> .....	37
3.4.1 <i>Perakitan Arduino Uno</i> .....	37
3.4.2 <i>Wiring Diagram Driver Motor Stepper</i> .....	38
3.4.3 <i>Rangkaian Sensor Proximity</i> .....	39
3.4.4 <i>Rancangan Mesin CNC Router 3 Axis</i> .....	39
3.5 <i>Pengoperasian Software</i> .....	42
3.6 <i>Pengambilan Data Analisa</i> .....	44
3.7 <i>Perancangan Objek Uji</i> .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 <i>Pengujian Sistem</i> .....	46
4.2 <i>Pengujian sensor Proximity induktif</i> .....	46
4.3 <i>Analisis Data Pada Objek</i> .....	49
4.4 <i>Diagram Sebab – Akibat (fishbone diagram)</i> .....	68
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>69</b>
5.1 <i>Kesimpulan</i> .....	69
5.2 <i>Saran</i> .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Ketentuan <i>Host</i> Mach3 .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Mach3 <i>Port</i> .....	8
<b>Tabel 2.3</b> Fitur Mach3 <i>Board</i> .....	9
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi Arduino Uno <i>Board</i> .....	12
<b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi <i>Driver</i> Motor <i>Stepper</i> TB6600 .....	14
<b>Tabel 2.6</b> Fitur Mikrostep <i>Driver</i> TB6600 .....	14
<b>Tabel 2.7</b> Spesifikasi <i>Stepper</i> Motor .....	16
<b>Tabel 2.8</b> Spesifikasi Sensor <i>Proximity</i> Induktif.....	18
<b>Tabel 2.9</b> Spesifikasi Mesin CNC Mach3 .....	18
<b>Tabel 2.10</b> Bagian – bagian <i>Software</i> Mach3.....	24
<b>Tabel 2.11</b> Tabel Fitur Mach3 <i>Software</i> .....	27
<b>Tabel 2.12</b> Fitur Arduino IDE .....	29
<b>Tabel 2.13</b> Spesifikasi Arduino IDE .....	29
<b>Tabel 3.1</b> Komponen CNC Arduino Uno.....	36
<b>Tabel 3.2</b> Konfigurasi Pin Arduino Uno .....	37
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi Mesin CNC Arduino Uno .....	41
<b>Tabel 3.4</b> Perancangan Objek Uji.....	45
<b>Tabel 4.1</b> Tabel <i>Limit Proximity</i> .....	47
<b>Tabel 4.2</b> Spesifikasi Model Objek Uji .....	50
<b>Tabel 4.3</b> Data Pengamatan Hasil Produksi CNC Mach3.....	50
<b>Tabel 4.4</b> Persentase Selisih Pada Objek.....	51
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Perhitungan Mach3 .....	52
<b>Tabel 4.6</b> Data Pengamatan Hasil Produksi CNC Arduino.....	53
<b>Tabel 4.7</b> Persentase Selisih Pada Objek.....	54
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Perhitungan Arduino Uno .....	56
<b>Tabel 4.9</b> Spesifikasi Model Objek Uji .....	57
<b>Tabel 4.10</b> Data Pengamatan Hasil Produksi CNC Mach3.....	57
<b>Tabel 4.11</b> Presentase Selisih Pada Objek.....	58
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Perhitungan Mach3 .....	60
<b>Tabel 4.13</b> Data Pengamatan Hasil Produksi CNC Arduino.....	61
<b>Tabel 4.14</b> Presentase Selisih Pada Objek.....	62

<b>Tabel 4.15</b> Hasil Perhitungan Arduino Uno .....	63
<b>Tabel 4.16</b> Data yang Diperoleh dari Banyak Objek yang Sama .....	65
<b>Tabel 4.17</b> Data yang Diperoleh dari Lama Waktu yang Sama .....	66

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Mach3 Board .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Arduino Board .....	12
<b>Gambar 2.3</b> Motor Stepper Nema 17 .....	16
<b>Gambar 2.4</b> Sensor <i>Limit Proximity</i> Induktif .....	17
<b>Gambar 2.5</b> Ukuran X axis Mesin CNC .....	19
<b>Gambar 2.6</b> Ukuran Z axis Mesin CNC .....	19
<b>Gambar 2.7</b> Ukuran Y axis Mesin CNC .....	20
<b>Gambar 2.8</b> Diagram wiring Mach3 Board .....	21
<b>Gambar 2.9</b> Autocad 2017 .....	22
<b>Gambar 2.10</b> Aspire 9.0 .....	22
<b>Gambar 2.11</b> Mach3 Software .....	24
<b>Gambar 2.12</b> Arduino Software IDE .....	28
<b>Gambar 3.1</b> Diagram wiring Arduino .....	35
<b>Gambar 3.2</b> Perakitan Arduino Uno .....	38
<b>Gambar 3.3</b> Wiring Diagram Driver Motor Stepper .....	38
<b>Gambar 3.4</b> Rangkaian Sensor <i>Proximity</i> .....	39
<b>Gambar 3.5</b> Axis mesin CNC .....	40
<b>Gambar 3.6</b> Y axis pada Mesin CNC .....	40
<b>Gambar 3.7</b> X axis pada Mesin CNC .....	41
<b>Gambar 3.8</b> Z axis pada Mesin CNC .....	41
<b>Gambar 3.9</b> Pengoperasian Software .....	43
<b>Gambar 3.10</b> Pengambilan Data analisa .....	44
<b>Gambar 4.1</b> Sensor <i>Proximity</i> X axis .....	48
<b>Gambar 4.2</b> Sensor <i>Proximity</i> Y axis .....	48
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Sensor <i>Limit</i> X axis .....	49
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Sensor <i>Limit</i> Y axis .....	49
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Sensor <i>Limit</i> Z axis .....	49
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Peta Kendali X dan S .....	53
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Peta Kendali X dan S .....	56
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Persentase Tiap Objek .....	58

<b>Gambar 4.9</b> Grafik Peta Kendali X dan S .....	60
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Presentase Tiap Objek .....	61
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Peta Kendali X dan S .....	64
<b>Gambar 4.12</b> Total Waktu Pengerjaan CNC Berbasis Mach3 & Arduino Uno .....	65
<b>Gambar 4.13</b> Selisih Akurasi CNC Berbasis Mach3 & Arduino Uno .....	66
<b>Gambar 4.14</b> Total Waktu Pengerjaan CNC Berbasis Mach3 & Arduino Uno .....	67
<b>Gambar 4.15</b> Selisih Akurasi CNC Berbasis Mach3 & Arduino Uno .....	67
<b>Gambar 4.16</b> Diagram Sebab Akibat.....	68