

**RANCANG BANGUN CNC ROUTER 3 AXIS UKIR
KAYU UNTUK KERAJINAN KALIGRAFI
DIKENDALIKAN DENGAN SMARTPHONE**

***DESIGN AND BUILD A 3 AXIS CNC WOOD
CARVING ROUTER FOR CALLIGRAPHY
CRAFT SMARTPHONE CONTROLLED***

Oleh :

**ROBBIHIM NURDIANSYAH
NIM.20.02.01.039**

DOSEN PEMBIMBING :

**SUGENG DWI RIYANTO, S.T., M.T.
198207302021211007**

**MUHAMAD YUSUF, S.ST., M.T.
198604282019031005**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN CNC ROUTER 3 AXIS UKIR
KAYU UNTUK KERAJINAN KALIGRAFI
DIKENDALIKAN DENGAN SMARTPHONE**

***DESIGN AND BUILD A 3 AXIS CNC WOOD
CARVING ROUTER FOR CALLIGRAPHY
CRAFT SMARTPHONE CONTROLLED***

Oleh :

**ROBBIHIM NURDIANSYAH
NIM.20.02.01.039**

DOSEN PEMBIMBING :

**SUGENG DWI RIYANTO, S.T., M.T.
198207302021211007**

**MUHAMAD YUSUF, S.ST., M.T.
198604282019031005**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELETRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN CNC ROUTER 3 AXIS UKIR KAYU UNTUK KERAJINAN KALIGRAFI DIKENDALIKAN DENGAN SMARTPHONE

Oleh :

ROBBIHIM NURDIANSYAH

NIM. 20.02.01.039

Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)

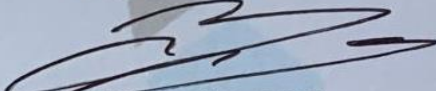
Di

Politeknik Negeri Cilacap

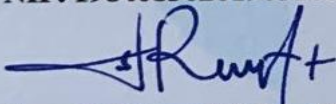
Disetujui oleh:

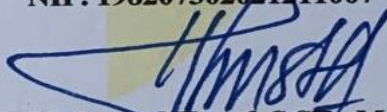
Penguji Tugas Akhir

Pembimbing Tugas Akhir


1. **Supriyono, S.T., M.T.**
NIP. 198408302019031003


1. **Sugeng Dwi Riyanto, S.T., M.T.**
NIP. 198207302021211007


2. **Saepul Rahmat, S.Pd., M.T.**
NIP. 199207062019031014


2. **Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.**
NIP. 198604282019031005

Mengetahui
Ketua Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika


Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.
NIP. 198604282019031005

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Robbihim Nurdiansyah
Npm : 20.02.01.039

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ RANCANG BANGUN CNC ROUTER 3 AXIS UKIR KAYU UNTUK KERAJINAN KALIGRAFI DIKENDALIKAN DENGAN SMARTPHONE ”

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas *Royalti Non-Eksklusif* ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya :

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 02 Agustus 2023
Yang menyatakan,

(Robbihim Nurdiansyah)
NIM. 20.02.01.039

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Robbihim Nurdiansyah
NIM : 20.02.01.039

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), listing program dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari Laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap. 08 Agustus 2023
Yang Menyatakan

(Robbihim Nurdiansyah)
NIM. 20.02.01.039

ABSTRAK

Industri di Indonesia begitu beragam salah satunya industri kayu yang berasal dari hutan maupun perkebunan. Produksi dari kayu yang khas asli dari Indonesia yaitu seni ukir kayu. Namun, proses pengerjaan ukiran kayu secara manual hanya cocok untuk jumlah produksi yang terbatas. Saat pengrajin menerima pesanan dalam jumlah yang besar, mereka akan menghadapi kendala karena hasil yang dihasilkan tidak konsisten dan kecepatan produksi terbatas karena kelelahan. Oleh karena itu, dibuatlah alat untuk meningkatkan produksi pada kerajinan kayu khususnya kerajinan ukiran kaligrafi yaitu mesin CNC Router 3 Axis (*Computer Numerical Control*) Ukir Kayu dikendalikan oleh *Smartphone*. Saat ini *smartphone* tidak hanya digunakan sebagai alat komunikasi namun juga bisa digunakan sebagai pengontrolan mesin CNC. Alat ini dirancang menggunakan CNC Shield V3 serta Arduino Uno R3, motor driver A4988 sebagai pengontrol pada motor stepper, komunikasi yang digunakan untuk mengendalikan mesin CNC melalui *smartphone* menggunakan *bluetooth hc – 05*. Mekanisme yang diterapkan mencakup pembuatan gambar vektor yang terprogram *gcode*, mengendalikan dan mengukir ukiran kaligrafi melalui *smartphone*. Berdasarkan data pengujian geometri pengujian lingkaran dimensi 50mm x 50mm dan *feedrate* 500mm/min dengan waktu ukir 58:43 menit. Berdasarkan data pengujian ukiran Muhammad dimensi 70mm x 60mm dan *feedrate* 500mm/min, 800mm/min, dan 1000mm/min dengan waktu ukir 54:34, 39:25, dan 35:28. Semakin besar *feedrate* yang digunakan akan semakin cepat waktu pengukiran, untuk hasil yang dihasilkan selama 3x berturut – turut yaitu serpihannya lebih halus, tidak ada *error*. Komunikasi *Bluetooth hc – 05* hanya dapat terhubung pada jarak <10 meter. Pengujian pemotongan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) dapat memotong kayu MDF tebal 12 mm secara maksimal dengan kedalaman 1.5 mm dengan *feedrate* 500 mm/min memotong 8x putaran selama 10:21 menit/detik.

Kata Kunci: CNC Router, 3 Axis, Smartphone, Kaligrafi

ABSTRACT

There are many various industries in Indonesia, one of them is Indonesian wood industry comes from forests and plantations. The production of wood that is native to Indonesia is the art of wood carving. However, the manual woodcarving process is only suitable for a limited number of productions. When craftsmen receive orders in large quantities, they will face obstacles because the results produced are inconsistent and production speed is limited due to fatigue. Therefore, a tool was made to increase production in wood carving, especially calligraphy namely a Wood Carving CNC Router 3 Axis (Computer Numerical Control) wood carving machine controlled by Smartphone. Currently, smartphones are not only used as a communication device but also be used to control CNC machines. This tool was designed using CNC Shield V3 and Arduino Uno R3, the A4988 motor driver as a controller on the stepper motor, the communication used to control the CNC machine via smartphone using bluetooth hc – 05. The applied mechanism includes creating vector images programmed with gcode, controlling and carving calligraphy via smartphone. Based on the geometry test data, the circle dimension is 50mm x 50mm and the feed rate is 500mm/min with an engraving time of 58:43 minutes. Based on Muhammad's engraving test data, the dimensions are 70mm x 60mm and feedrates are 500mm/min, 800mm/min, and 1000mm/min with engraving times of 54:34, 39:25 and 35:28. The greater the feedrate used, the faster the engraving time, for the results produced for 3 times in a row, namely the flakes are finer, there are no errors. Bluetooth communication hc – 05 can only connected at a distance of <10 meters. The CNC (Computer Numerical Control) machine cutting test can cut MDF wood with a maximum thickness of 12 mm with a depth of 1.5 mm with a feed rate of 500 mm/min cutting 8x rounds for 10:21 minutes/second.

Keywords : CNC Router, 3 Axis, smartphone, kaligrafi

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanyadengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhirini dengan judul :

“RANCANG BANGUN CNC ROUTER 3 AXIS UKIR KAYU UNTUK KERAJINAN KALIGRAFI DIKENDALIKAN DENGAN SMARTPHONE”

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Diploma III Teknik Elektronika dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan dan perancangan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 08 Agustus 2023

(Robbihim Nurdiansyah)
Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokahnya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya dan saudara saudara saya yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa.
3. Bapak Sugeng Dwi Riyanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I tugas akhir, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi pada alat serta memperbaiki laporan.
4. Bapak Muhamad Yusuf, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing II tugas akhir, selalu membimbing dengan sabar dan memberi arahan pada tugas akhir.
5. Seluruh dosen, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan membantu dalam segala urusan dalam kegiatan penulis di bangku perkuliahan di Politeknik Cilacap.
6. Teman-teman di Prodi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap, baik tingkat 1, 2 maupun 3 yang turut memberikan saran dan dukungan selama di Politeknik Negeri Cilacap Teman-teman di Politeknik Negeri Cilacap yang selalu memberikan bantuan, dukungan, saran serta doanya.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan kontribusi dalam bentuk apapun.
8. Elisa Hamid Rinukti selaku partner Tugas Akhir saya yang telah berjuang bersama dalam menyusun Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, Rahmat, dan Nikmat-Nya bagi kita semua.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| JUDUL | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR ISTILAH | xv |
| DAFTAR SINGKATAN | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metodologi..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Studi Literatur | 5 |
| 2.2 Komponen-Komponen Alat | 7 |
| BAB III PERANCANGAN SISTEM | 17 |
| 3.1 Diagram Blok..... | 17 |
| 3.2 Flowchart Sistem..... | 18 |
| 3.3 Analisis Kebutuhan | 19 |
| 3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras | 19 |
| 3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak..... | 21 |
| 3.4 Perancangan Mesin CNC Router 3 Axis Ukir Kayu..... | 22 |
| 3.4.1 Perancangan Mekanik | 22 |
| 3.4.2 Perancangan Rangkaian Elektrik | 25 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1 Hasil Perancangan..... | 31 |
| 4.2 Pengujian Sebelum Kalibrasi CNC Router 3 Axis | 32 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 4.3 | Pengujian Sesudah Kalibrasi CNC Router 3 Axis | 32 |
| 4.4 | Pengujian Aplikasi CNC Router | 35 |
| 4.4.1 | Pengujian Aplikasi Buat Desain | 36 |
| 4.4.2 | Pengujian Aplikasi GCode Generator..... | 40 |
| 4.4.3 | Pengujian Aplikasi GRBL Controller..... | 42 |
| 4.5 | Pengujian Koneksi Bluetooth Menggunakan Smartphone | 44 |
| 4.6 | Pengujian Geometri Mesin CNC Router 3 Axis | 45 |
| 4.7 | Pengujian Feedrate Mesin CNC Router 3 Axis..... | 47 |
| 4.8 | Pengujian Pemotongan..... | 48 |
| | BAB V PENUTUP..... | 55 |
| 5.1 | Kesimpulan | 55 |
| 5.2 | Saran | 56 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Arduino UNO ^[8] | 7 |
| Gambar 2. 2 CNC <i>Shield</i> V3 ^[9] | 8 |
| Gambar 2. 3 <i>Driver</i> Motor A4988 ^[10] | 9 |
| Gambar 2. 4 Modul <i>Bluetooth HC – 05</i> ^[13] | 10 |
| Gambar 2. 5 Motor <i>Stepper</i> ^[14] | 11 |
| Gambar 2. 6 Motor <i>DC Spindle</i> ^[16] | 12 |
| Gambar 2. 7 <i>Power Supply</i> | 13 |
| Gambar 2. 8 Modul <i>Stepdown</i> ^[19] | 14 |
| Gambar 2. 9 Modul <i>Relay</i> ^[21] | 14 |
| Gambar 3. 1 Diagram Blok..... | 17 |
| Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem..... | 18 |
| Gambar 3. 3 Tampilan Isometrik Mesin CNC <i>Router</i> | 23 |
| Gambar 3. 4 Mesin CNC Tampak dari Atas..... | 24 |
| Gambar 3. 5 Mesin CNC Tampak dari Depan..... | 24 |
| Gambar 3. 6 Mesin CNC Tampak dari Samping..... | 24 |
| Gambar 3. 7 Rangkaian Elektrik Motor <i>Stepper</i> | 25 |
| Gambar 3. 8 Rangkaian Elektrik <i>Bluetooth HC – 05</i> | 26 |
| Gambar 3. 9 Rangkaian Elektrik Motor <i>Spindle</i> | 27 |
| Gambar 3. 10 Rangkaian Elektronika Keseluruhan..... | 28 |
| Gambar 4. 1 Mesin CNC Tampak dari Depan..... | 31 |
| Gambar 4. 2 Mesin CNC Tampak dari Belakang..... | 31 |
| Gambar 4. 3 Kalibrasi pada aplikasi <i>GBRL 2 G – Code</i> | 34 |
| Gambar 4. 4 Tampilan Awal Aplikasi..... | 35 |
| Gambar 4. 5 Tampilan Aplikasi..... | 36 |
| Gambar 4. 6 Pengaturan Dimensi Desain..... | 37 |
| Gambar 4. 7 Tampilan saat Membuat Desain..... | 38 |
| Gambar 4. 8 Tampilan untuk Mengekspor Desain..... | 39 |
| Gambar 4. 9 Hasil Desain Kaligrafi..... | 39 |
| Gambar 4. 10 Tampilan Dimensi <i>Desain</i> | 40 |
| Gambar 4. 11 Tampilan Konversi pada <i>GCode</i> Generator..... | 41 |
| Gambar 4. 12 Tampilan Awal Aplikasi..... | 42 |
| Gambar 4. 13 Memilih <i>file Gcode</i> | 42 |
| Gambar 4. 14 Tampilan <i>Controller</i> | 43 |
| Gambar 4. 15 Hasil Ukiran Kaligrafi..... | 44 |
| Gambar 4. 16 Desain Kaligrafi Muhammad..... | 49 |
| Gambar 4. 17 Program Pematangan Gari Tepi Persegi..... | 49 |
| Gambar 4. 18 Tampilan Kalibrasi <i>Smartphone</i> | 50 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 19 Tampilan Mengupload File pada <i>Gcode2GRBL</i> | 50 |
| Gambar 4. 20 Tampilan Saat <i>Reset GRBL</i> | 51 |
| Gambar 4. 21 Menentukan Titik Awal Pemotongan | 51 |
| Gambar 4. 22 Pemotongan Pertama..... | 52 |
| Gambar 4. 23 Pemotongan Keempat | 52 |
| Gambar 4. 24 Hasil Akhir Pemotongan | 53 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Parameter input, proses, dan output..... | 6 |
| Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino <i>UNO</i> ^[8] | 8 |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi CNC <i>Shield</i> ^[9] | 9 |
| Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>Driver Motor A4988</i> ^[12] | 10 |
| Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul <i>Bluetooth HC – 05</i> ^[13] | 11 |
| Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor <i>Stepper NEMA 17</i> ^[14] | 12 |
| Tabel 2. 7 Spesifikasi Motor DC <i>Spindle</i> ^[16] | 13 |
| Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul <i>Stepdown</i> ^[19] | 14 |
| Tabel 2. 9 Spesifikasi <i>Relay</i> ^[21] | 15 |
| Tabel 3. 1 Kebutuhan perangkat keras | 19 |
| Tabel 3. 2 Kebutuhan Perangkat Keras Penunjang | 20 |
| Tabel 3. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak | 21 |
| Tabel 3. 4 <i>Wiring</i> Elektrik Motor <i>Stepper</i> | 26 |
| Tabel 3. 5 <i>Wiring Bluetooth HC – 05</i> | 27 |
| Tabel 3. 6 <i>Wiring</i> Motor DC <i>Spindle</i> | 28 |
| Tabel 3. 7 <i>Wiring</i> Elektronika Keseluruhan..... | 29 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sebelum Kalibrasi | 32 |
| Tabel 4. 2 Pengaturan Resolusi Motor <i>Stepper</i> | 33 |
| Tabel 4. 3 Kalibrasi Sumbu <i>Axis</i> | 33 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sesudah Kalibrasi | 34 |
| Tabel 4. 5 Pengujian Jarak Koneksi | 44 |
| Tabel 4. 6 Pengujian Geometri Mesin CNC 3 <i>Axis</i> | 45 |
| Tabel 4. 7 Pengujian <i>Feedrate</i> Mesin CNC <i>Router 3 Axis</i> | 47 |

DAFTAR ISTILAH

- CNC : Mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode
- G-Code* : Format alfanumerik yang digunakan sistem untuk memberi tahu bagian apa yang harus dilakukan
- V : Perbedaan tegangan listrik
- VCC : Tegangan pada kaki kolektor
- DC : Arus searah dimana arus yang mengalir tidak berubah dengan waktu
- GND : Titik referensi umum atau tegangan potensial sama dengan tegangan nol
- IC : Komponen elektronika aktif yang dipakai sebagai otak elektronika
- I/O : Masukkan/Keluaran
- PC : Komputer pribadi

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|--------|--------------------------------------|
| CNC | : <i>Computer Numerical Control</i> |
| G-code | : <i>Geometry Code</i> |
| V | : <i>Volt</i> |
| VCC | : <i>Voltage at Common Collector</i> |
| DC | : <i>Direct Current</i> |
| GND | : <i>Ground</i> |
| IC | : <i>Intergrated Circuit</i> |
| I/O | : <i>Input/Output</i> |
| PC | : <i>Personal Computer</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Gambar B. 1 Mesin CNC Tampak dari Belakang | B-1 |
| Gambar B. 2 Mesin CNC Tampak dari Atas..... | B-1 |
| Gambar B. 3 Mesin CNC Tampak dari Depan..... | B-2 |
| Gambar B. 4 Mesin CNC Tampak dari Samping..... | B-2 |
| Gambar C. 1 Ukiran Lafal Allah | C-1 |
| Gambar C. 2 Ukiran Huruf Hijaiyah Ba | C-1 |
| Gambar C. 3 Logo Aplikasi CNC <i>Router</i> | C-2 |