

**RANCANG BANGUN *ROUTER CNC 3 AXIS* SEBAGAI
PENUNJANG PEMBELAJARAN DI
JURUSAN TEKNIK MESIN
(PROSES PEMBUATAN)**

LAPORAN AKHIR



**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan pendidikan D – III pada Jurusan Teknik Mesin
Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:
Tirta Pirnando
NPM. 062230200244**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN AKHIR
RANCANG BANGUN *ROUTER CNC 3 AXIS* SEBAGAI
PENUNJANG PEMBELAJARAN DI
(PROSES PEMBUATAN)



Oleh:
Tirta Pirnando
NPM. 0622302002244

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Akhir
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Sriwijaya

Pembimbing I,

H. Indra Gunawan, S.T., M.Si.
NIP. 196511111993031003

Palembang, Agustus 2025
Menyetujui,
Pembimbing II,

Ir. Hendradinata, S.T., M.T.
NIP. 198603102019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP.197202201998022001

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Laporan Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Tirta Pirnando
NPM : 062230200244
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – III Teknik Mesin
Judul Laporan : Rancang Bangun *Router CNC 3 Axis* Sebagai
Penunjang Pembelajaran Di Jurusan Teknik Mesin.

Telah selesai diuji, direvisi, dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan Studi D – III pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Tim Penguji:

1. Ir. Hendradinata, S.T, M.T.

(.....)

2. Ir. Ella Sundari, S.T., M.T.

(.....)

3. Taufikurrahman, S.T., M.T.

(.....)

4. Mardiana, S.T., M.T.

(.....)

5. Dr. Ir. Muhammad Irfan Dzaky, S.T., M.T.

(.....)

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin: Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.

(.....)

Ditetapkan di : Palembang
Tanggal : Agustus 2025

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tirta Pirnando
NPM : 062230200244
Tempat / Tanggal Lahir : Jiwa Baru , 13 Juni 2004
Alamat : Desa Jukdadak
No. Telepon : 083177169092
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D – III Teknik Mesin
Judul Laporan : Rancang Bangun *Router CNC 3 Axis* Sebagai
Penunjang Pembelajaran Di Jurusan Teknik Mesin
(Proses Pembuatan)

Menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil plagiat dari orang lain. Apabila ditemukan unsur plagiat dalam Laporan Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Agustus 2025



Tirta Pirnando
NPM. 062230200244

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

***“Dan apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah. Sungguh Allah mencintai orang – orang yang bertawakal”
(QS. Ali ‘Imran: 159)***

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Kepada:

- ❖ ***Ayah dan Ibu tercinta yang selalu hadir di hatiku, terima kasih atas segala pengorbanan, kerja keras, dan doa yang tak pernah putus mengiringi setiap langkahku. Segala pencapaian ini kupersembahkan sebagai bentuk rasa syukur dan cinta untuk kalian yang senantiasa mendukungku tanpa henti.***
- ❖ ***Seluruh keluarga besarku, terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan sepanjang perjalananku.***
- ❖ ***Seluruh Dosen terbaik, terima kasih atas ilmu, bimbingan, dan dedikasi yang telah diberikan selama masa studi saya***
- ❖ ***Rekan – rekan seperjuangan dalam penyusunan laporan akhirku, terima kasih atas kekompakan, kerja sama, dan pengertian yang telah kalian berikan sepanjang proses ini.***
- ❖ ***Seluruh rekan – rekan Naga Hitam, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini dan selalu setia mendampingi dalam suka maupun duka.***
- ❖ ***Seorang Perempuan yang istimewa, terima kasih telah setia menemani dan selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan laporan akhir ini.***

ABSTRAK

Nama : Tirta Pirnando
NPM : 062230200244
Jurusan : Teknik Mesin
Program Studi : D – III Teknik Mesin
Judul Laporan : Rancang Bangun *Router CNC 3 Axis* Sebagai
Penunjang Pembelajaran Di Jurusan Teknik Mesin
(Proses Pembuatan)

(2025: xxii + 98 Halaman, 30 Gambar, 14 Tabel, + 8 Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin Router CNC 3 Axis sebagai sarana penunjang pembelajaran di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Mesin ini dirancang agar mampu mengolah material kayu dan akrilik dengan ukuran area kerja maksimal 18 x 30 cm. Sistem kendali menggunakan GRBL berbasis Arduino Uno yang terhubung dengan perangkat lunak Aspire 9.0 untuk desain serta pembuatan G-code. Proses rancang bangun mencakup tahap perencanaan desain, pemilihan material, perhitungan kekuatan, perakitan komponen mekanik dan elektronik, hingga tahap pengujian performa. Komponen utama yang digunakan meliputi motor stepper NEMA 17, spindle, poros, profil aluminium V-slot, power supply, serta driver motor. Perhitungan teknis dilakukan untuk menentukan kebutuhan daya motor DC pada spindle, kekuatan rangka berbahan hollow baja, titik berat, dan beban kerja yang harus ditanggung rangka. Hasil perhitungan menunjukkan rangka mampu menopang seluruh komponen dengan aman dan stabil. Pada tahap pengujian, mesin diuji menggunakan material MDF dan akrilik. Hasil pemotongan MDF relatif lebih halus dibanding akrilik, meskipun keduanya dapat diproses dengan presisi sesuai desain. Waktu pemotongan rata-rata 6–7 menit menunjukkan kinerja mesin cukup efisien untuk skala pembelajaran. Penelitian ini membuktikan bahwa mesin Router CNC 3 Axis hasil rancangan dapat berfungsi baik sebagai media praktikum CNC dasar. Mahasiswa dapat mempelajari prinsip kerja sistem numerik komputer, pergerakan pada sumbu X, Y, dan Z, serta penerapan G-code secara langsung. Selain efektif sebagai sarana edukasi, mesin ini juga ekonomis, mudah dirawat, dan berpotensi dikembangkan untuk berbagai aplikasi kreatif dan industri kecil. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran vokasi, memperkenalkan mahasiswa pada teknologi manufaktur modern, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan mesin CNC dengan spesifikasi lebih kompleks di masa mendatang.

Kata kunci: cnc router, 3 axis, rancang bangun, pembelajaran vokasi, grbl, aspire

ABSTRACT
Design Of 3 Axis Cnc Router as a Learning Support in Mechanical
Engineering Departement
(Making Process)

(2025: xxii + 98 pp + 30 Figures + 14 Tables + 8 Attacchments)

Tirta Pirnando
NPM. 062230200244
DIPLOMA – III MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This research aims to design and develop a 3-axis CNC Router machine as a learning support tool for the Mechanical Engineering Department at Politeknik Negeri Sriwijaya. The machine is intended to process wood and acrylic materials with a maximum working area of 18 x 30 cm. The control system utilizes GRBL based on Arduino Uno, while the design and G-code conversion are carried out using Aspire 9.0 software. The development stages include design planning, material selection, structural strength calculations, assembly of mechanical and electronic components, and performance testing. The main components employed are NEMA 17 stepper motors, spindle, shafts, V-slot aluminum profiles, power supply, and motor drivers. Technical calculations involved determining the required DC motor power for the spindle, analyzing the structural strength of the hollow steel frame, calculating the center of gravity, and evaluating the total component load. The results confirmed that the frame could withstand the load safely and remain stable during operation. In the testing phase, the machine was evaluated using MDF and acrylic materials. The cutting results showed that MDF provided smoother surfaces compared to acrylic, although both were processed with sufficient accuracy. The average cutting time of approximately 6–7 minutes demonstrated that the machine operated efficiently for practical learning purposes. The findings indicate that the designed 3-axis CNC Router is not only functional as a basic CNC training tool but also effective in enhancing students' competencies in understanding axis movements (X, Y, and Z) and applying G-code programming. Furthermore, the machine is cost-efficient, easy to maintain, and suitable as a sustainable alternative for vocational education in modern manufacturing. This research is expected to provide both theoretical insights and hands-on experience for students while serving as a foundation for the future development of CNC machines with more advanced specifications.

Keywords: cnc router, 3 axis, design and development, vocational education, grbl, aspire

PRAKATA

Puja dan puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia – Nya karena penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Akhir ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya Laporan Akhir ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat Laporan Akhir ini, yakni kepada:

1. Orang tuaku, Ayahku dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada anaknya tercinta ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D – III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Indra Gunawan, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
7. Bapak Hendradinata, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
8. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 6MB yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D – III Teknik Mesin
9. Teman – teman seangkatan 2022 D – III Teknik Mesin yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D – III Teknik Mesin.
10. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu di dalam Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan ataupun kesalahan dalam tulisan Laporan Akhir ini. Penulis secara terbuka menerima kiritk dan saran dari pembaca agar kedepannya penulis dapat membantu membuat tulisan dan laporan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak. Semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapat Ridha dari Allah SWT, Aamiin ... Ya Rabbal' alamin.

Palembang, Agustus 2025
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRASI	iv
HALAMAN MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Metodologi	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1. Pengertian Pembuatan Alat	5
2.2. Proses Produksi Dalam Pembuatan Alat.....	5
2.3. Pengertian <i>Computer Numerical Control (CNC)</i>	6
2.4. Pengertian <i>CNC Router</i>	6
2.4.1. Jenis-jenis <i>CNC router</i>	7
2.5. Pemilihan Komponen Alat	9
2.6. Aplikasi yang Digunakan	14
2.6.1. <i>Software</i> GRBL	14
2.6.2. <i>Aspire 9.0</i>	15
2.7. Mesin yang Digunakan untuk Perakitan Komponen	15
2.7.1. Mesin gerinda tangan	15
2.8. Rumus-Rumus yang Digunakan	15
2.8.1. Rumus motor DC	16
2.8.2. Rumus beban komponen	16
2.8.3. Rumus perhitungan titik Berat	16
2.8.4. Rumus perhitungan waktu pengerjaan.....	18
 BAB III PERANCANGAN	 19
3.1. Perencanaan dan Perancangan Alat.....	19

3.2. Desain Gambar	20
3.3. Prinsip Kerja Alat	21
3.4. Perencanaan	22
3.4.1. Motor DC untuk <i>spindle</i>	22
3.4.2. Perhitungan beban komponen	23
3.4.3. Perhitungan titik berat	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Komponen Utama <i>Router CNC 3 Axis</i>	28
4.2. Proses Perakitan	28
4.2.1. Proses perakitan rangka	28
4.2.2. Proses perakitan meja material	30
4.2.3. Proses perakitan semua komponen	31
4.3. Waktu Pengerjaan	32
4.3.1. Proses pemotongan rangka	32
4.4. Proses Pengujian	33
4.4.1. Metode pengujian	34
4.4.2. Bahan dan peralatan yang digunakan	34
4.5. Langkah-Langkah Pembuatan Desain	34
4.6. Langkah-Langkah Pengujian Pada <i>Router CNC 3 Axis</i>	37
4.7. Hasil Pengujian	39
4.7.1. Data hasil pengujian	40
4.7.2. Analisis pengujian	40
BAB V PENUTUP	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>CNC Router 3 Axis</i>	7
Gambar 2.2. <i>CNC Router 4 Axis</i>	8
Gambar 2.3. <i>CNC Router 5 Axis</i>	8
Gambar 2.4. <i>CNC Plasma Cutting</i>	8
Gambar 2.5. <i>CNC Laser Cutting</i>	9
Gambar 2.6. <i>Aluminium Profile x2020 v-slot</i>	9
Gambar 2.7. <i>Poros</i>	10
Gambar 2.8. <i>Motor Stepper Nema 17</i>	10
Gambar 2.9. <i>Motor Spindle</i>	11
Gambar 2.10. <i>Power Supply</i>	11
Gambar 2.11. <i>Drive Motor Controller</i>	12
Gambar 2.12. <i>Pillow Block Bearing</i>	12
Gambar 2.13. <i>Ball Screw</i>	13
Gambar 2.14. <i>Batang Ulir</i>	13
Gambar 2.15. <i>Baut dan Mur</i>	14
Gambar 2.16. <i>Mesin Gerinda Tangan</i>	15
Gambar 2.17. <i>Free Body Diagram</i>	16
Gambar 3.1. <i>Diagram Alir</i>	19
Gambar 3.2. <i>Sketsa Alat</i>	20
Gambar 3.3. <i>Perhitungan Rangka V-Slot</i>	25
Gambar 3.4. <i>Diagram Benda Bebas</i>	25
Gambar 4.1. <i>Material Akrilik</i>	39
Gambar 4.2. <i>Papan Kayu Mdf</i>	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Komponen Utama <i>Router CNC 3 Axis</i>	28
Tabel 4.2. Proses Perakitan Rangka	29
Tabel 4.3. Proses Perakitan Meja	30
Tabel 4.4. Proses Perakitan Semua Komponen.....	31
Tabel 4.5. Proses Pengujian	35
Tabel 4.6. Proses Pengujian pada <i>Router CNC 3 Axis</i>	37
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Secara Manual	40

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Kelengkapan Administrasi
- Lampiran 2. Lembar Desain Alat