

RANCANG BANGUN VACUUM BED ENGRAVING CNC ROUTER

by Abdullah Jehan Ramadhan Arbi

Submission date: 02-Sep-2024 04:08PM (UTC+0700)

Submission ID: 2443065484

File name: Skripsi_Jehan_Cek_Turnitin_Final.docx (4.63M)

Word count: 4084

Character count: 24505



**RANCANG BANGUN VACUUM BED ENGRAVING
CNC ROUTER**

SKRIPSI

**ABDULLAH JEHAN RAMADHAN ARBI
1910311028**

9
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2024



**RANCANG BANGUN VACUUM BED ENGRAVING
CNC ROUTER**

15
SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**ABDULLAH JEHAN RAMADHAN ARBI
1910311028**

10
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2024**

RANCANG BANGUN VACUUM BED ENGRAVING CNC ROUTER

Abdullah Jehan Ramadhan Arbi

ABSTRAK

Pada industri manufaktur perkayuan, alat bantu seperti *CNC router 3 axis* sudah mulai berkembang. Pengembangan mesin CNC ini terdapat beberapa kekurangan seperti rusaknya permukaan material yang penyebab utamanya adalah penggunaan klem dan mur baut, serta adanya inefisiensi pada pembuatan lubang baut beserta risiko klem dapat bertabrakan dengan pisau potong. *Vacuum bed* atau meja vakum adalah alat bantu pengekaman benda kerja yang menghisap benda kerja yang tidak menimbulkan kerusakan pada permukaan material, tidak ada resiko mata pahat bertabrakan dengan klem, dan memberikan ruang kerja yang maksimal bagi mata pahat untuk bekerja. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rancang bangun. Meja vakum dibuat dengan dimensi $300 \times 180 \text{ mm}$ dengan material MDF.

Kata Kunci: *CNC Router*, Klem, Meja Vakum

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF VACUUM BED
ENGRAVING CNC ROUTER**

Abdullah Jehan Ramadhan Arbi

ABSTRACT

In the woodworking manufacturing industry, auxiliary tools such as 3-axis CNC routers have become increasingly prevalent. However, the development of these CNC machines faces several drawbacks, such as material surface damage primarily caused by the use of clamps and bolts, inefficiencies in creating bolt holes, and the risk of clamps colliding with the cutting tool. A vacuum bed, or vacuum table, serves as an alternative workpiece clamping tool that secures the workpiece without damaging the material surface, eliminates the risk of the cutting tool colliding with clamps, and maximizes the workspace for the cutting tool. This research utilizes a design and build methodology. The vacuum table is constructed with dimensions of 300 × 180 mm using MDF material.

Keyword: *CNC Router, Clamp, Vacuum table*

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu industri yang memiliki peluang pada pasar internasional yang bisa menuju visi ekonomi kreatif Indonesia 2025 adalah produk per kayu hal ini terjadi didukung karena Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis (M. E. Pangestu, 2008). Kap lampu, pigura, wayang, patung, topeng, relief dan jenis ukir lainnya merupakan subsektor pada industri ini terutama di Indonesia (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2005). Pada industri terkait dengan sektor manufaktur per kayu, beberapa alat bantu seperti CNC router 3 axis sudah mulai berkembang. Pada pengembangan mesin CNC ini terdapat beberapa kekurangan seperti rusaknya permukaan material yang penyebab utamanya adalah penggunaan klem dan mur baut, serta ditemukan inefisiensi pada pembuatan lubang baut beserta risiko klem dapat bertabrakan dengan pisau potong, CNC yang memiliki beberapa masalah di atas adalah mesin CNC router kayu yang bisa dipakai untuk mengolah kayu jenis jati, plywood, dan lainnya, dengan ukuran meja 350 mm x 530 mm (Setiawan et al., 2018).

Jika meninjau dari beberapa kesalahan yang ada permasalahan yang terjadi dapat dilihat bahwa penekaman dengan menggunakan klem dapat menimbulkan kerusakan pada bahan dan dapat menimbulkan risiko merusak alat, oleh karena itu Vacuum clamp adalah jawaban untuk permasalahan di atas. Dengan cara kerja menghisap material pada meja kerja yang sekaligus dipasang karet seal klem ini dapat meminimalisir kerusakan pada permukaan material dan alat potong itu sendiri serta dapat menahan gaya potong yang akan terjadi pada proses machining (Riawan et al., 2017). Alat cekam tersebut dapat menarik seluruh permukaan material tanpa merusaknya, dan menghindari risiko tabrak dengan pisau potong karena materialnya yang terbebas dari klem.

Membuat rancangan serta rencana pembangunan alat cekam dengan mekanisme vakum yang aplikatif serta kapasitas yang diperlukan untuk vakum, dan juga cara kerja alat ini khususnya pada CNC router, merupakan hal-hal yang menjadi bagian dari perumusan masalah.

Dengan mencoba untuk mengaplikasikan alat ini kepada ⁴ CNC router 3 axis menggunakan material kayu MDF pada penelitian ini. Besar harapan alat cekam vakum ini dapat membuat perubahan pada pengerjaan material menggunakan CNC router dengan tanpa merusak material pada proses pengerjaannya.

1.2. Rumusan Masalah

Setelah memahami permasalahan pada latar belakang di atas, dirumuskan masalah tersebut ke dalam poin – poin yang hendak dijawab melalui penelitian yaitu:

1. Bagaimana cara merancang *vacuum bed engraving CNC router*?
2. Bagaimana proses manufaktur yang perlu dilakukan untuk membuat *vacuum bed engraving CNC router*?
3. Bagaimana kapasitas vakum yang dibutuhkan agar benda kerja dapat terapan kokoh di *bed engraving CNC router*?

²¹ 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ditentukan dengan tujuan pokok masalah yang dibahas dapat terfokus pada bidangnya dan meminimalisir kekeliruan pengertian dalam keseluruhan konsepnya. ¹⁹ Berikut merupakan batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini.

1. *Vacuum bed engraving CNC router* dibuat menggunakan bahan kayu MDF dengan ketebalan 18mm.
2. Jenis vakum yang digunakan adalah *vacuum cleaner* berkapasitas 18 KPa.
3. Jenis material uji yang digunakan adalah kayu MDF.

1.4. Tujuan Penelitian

²³ Tujuan yang hendak dicapai melalui kegiatan penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan desain *Vacuum Bed Engraving CNC Router*.
2. Membuat *Vacuum Bed Engraving CNC Router*.
3. Menghasilkan *vacuum bed* yang sesuai dengan kebutuhan agar menghasilkan pengapitan yang baik.

27

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan menjelaskan susunan laporan penelitian. Pemaparan dengan singkat isi dari setiap bab penelitian. Berikut adalah struktur penulisan laporan penelitian ini.

12

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan tentang latar belakang penulisan akademik, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan struktur penulisan. Informasi yang disertakan memberikan perspektif tentang isu-isu yang dikritisi dan ditangani melalui kegiatan penelitian.

29

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menunjukkan penelitian yang relevan, dan landasan teori yang digunakan untuk mendukung penelitian ini.

1

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Memaparkan metode kegiatan penelitian yang meliputi langkah-langkah yang akan ditempuh.

17

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil dari kegiatan penelitian berdasarkan langkah kerja yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Terdapat proses desain pada meja vakum beserta gambar teknik, proses manufaktur meja vakum, dan hasil uji coba dari meja vakum dalam menghasilkan sistem pencekaman yang baik.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi kesimpulan yang berdasarkan kepada pembahasan dari hasil dan analisis penelitian. Juga dilengkapi dengan saran bagi penelitian serupa di masa mendatang.

7

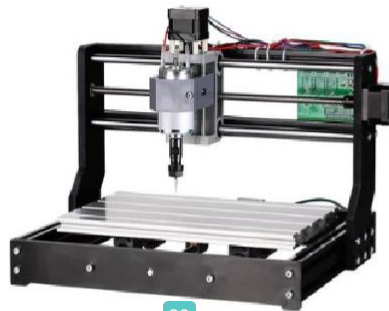
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin CNC Router

Kepanjangan dari CNC adalah “*Computer Numerical Control*”. Jika ditinjau dari namanya maka dapat diketahui bahwa CNC dikendalikan menggunakan komputer, dan dari kontrol tersebut diterapkan ke beberapa mesin khususnya dibagian manufaktur. Dengan menggunakan CNC terdapat kelebihan yang menonjol yaitu kecepatan produksi yang membuat alat dengan CNC cocok untuk digunakan dalam produksi masal (Kurniawan *et al.*, 2020).

Jika melihat sejarahnya pada tahun 1952 seseorang bernama John Pearson dari *Massachusetts Institute of Technologi* (MIT) yang pertama kali melakukan riset pembuatan mesin CNC atas nama Angkatan Udara AS. Permasalahan timbul pada pertama proses pembuatan mesin ini adalah alat ini memakan biaya yang sangat besar dan ukuran dari unit kendali itu sendiri yang sangat besar membuat minat investor menurun untuk alat ini, dan selang beberapa puluh tahun kedepan tepatnya pada tahun 1975, CNC ini berkembang pesat. Hal ini dapat dilihat dari penyusutan ukuran pada unit kendalinya sehingga membuat mesin CNC lebih sederhana. Perkembangan itu disebabkan karena terdapat temuan baru yakni mikroprosesor, dan pada bidang selain manufaktur seperti pendidikan dan riset sudah menggunakan mesin CNC.



28
Gambar 2.1 Mesin CNC Router

Mesin CNC router adalah hasil dari penggabungan teknologi CNC dengan mesin router yang dikendalikan melalui software komputer. Fungsi CNC

adalah mengontrol pergerakan proses pengukiran, dan mesin *router* yang berperan untuk memutar alat potong pada sumbunya.

Agar bisa mengetahui berapa kapasitas pompa vakum yang dibutuhkan, pertama-tama harus mencari gaya potong yang diberikan oleh mata pahat dari mesin CNC *router* tersebut. Untuk mendapatkan besaran gaya potong yang terjadi pada proses pemahatan harus menemukan kecepatan potong terlebih dahulu. Dasar teori kecepatan potong mesin CNC adalah

$$v = \pi \times D \times \frac{n}{60}$$

Di mana:

v = kecepatan potong (m/s)

D = diameter mata *router* (m)

n = kecepatan spindel (RPM)

Setelah diketahui besaran dari kecepatan potong mesin CNC, lalu masukkan angka yang diketahui kedalam rumus berikut untuk mengetahui gaya potong yang terjadi

$$F = \frac{P}{v}$$

Di mana:

F = Gaya Potong (N)

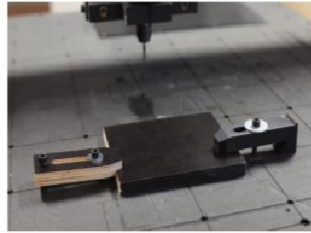
P = Daya motor spindel ($Watt$)

v = kecepatan potong (m/s)

2.2. Jenis-jenis klem pada mesin CNC Router

2.2.1. Klem Jepit

Klem jepit adalah salah satu sistem penjepitan yang paling umum digunakan oleh pengguna CNC karena sistem ini kokoh, mudah dijepit, mudah dilepas, dan ergonomis. Diperlukan area kerja *T-slot* atau kisi-kisi sisipan berulir untuk menggunakannya.



Gambar 2.2 Klem Jepit

Jika tidak berencana memotong bahan yang sangat keras, Klem ini dapat di bor sendiri, sesuai ukuran dan ketebalan yang diinginkan pada banyak bahan seperti kayu lapis, aluminium, atau plastik keras.

Satu-satunya ketidaknyamanan nyata dari klem jepit adalah tidak dapat memunculkan benda yang sedang dikerjakan, karena posisi klem berada di atasnya. Dan juga harus berhati-hati saat membuat *G-Code* untuk menghindari benturan antara klem dan spindel.

2.2.2. Klem Eksentrik

Klem eksentrik adalah sistem penjepitan yang sangat menarik untuk mesin CNC. Mereka menggunakan gaya lateral pada stok untuk menjepitnya ke benda kerja, menyediakan sistem penjepitan yang sangat aman tanpa perlu memasukkan apa pun ke stok, dan hal ini memungkinkan untuk memunculkan benda kerja sepenuhnya.



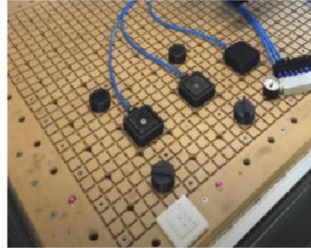
Gambar 2.3 Klem Eksentrik

Tantangan utamanya adalah sistem ini memerlukan *T-slot* atau lubang sisipan berulir untuk digunakan.

2.2.3. Bantalan Vakum

Bantalan vakum atau *vacuum clamps* adalah cara serbaguna untuk memasang benda kerja pada mesin CNC *router*.

Sistem ini hanya terdiri dari beberapa bantalan yang dapat dipindahkan dan dipasang pada meja kerja. Mereka terhubung ke pompa vakum yang akan menyedot benda kerja, menjaganya tetap terjepit.



Gambar 2.4 Bantalan Vakum

Salah satu keuntungan utama sistem ini adalah kecepatannya, dalam waktu singkat, operator dapat memindahkan bantalan ke posisi yang berbeda dan menjepit benda kerja dengan menekan satu tombol.

Namun, terdapat kelemahan pada sistem ini, yaitu memerlukan alat tambahan pompa vakum, yang menjadikannya sistem penjepitan yang lebih mahal dibandingkan sistem lainnya. Selain itu, jika operator harus memeriksa stok, dan meletakkan bantalan agar tidak melewatinya, atau harus memiliki area kerja yang rata sempurna.

2.2.4. Meja Vakum

Meja vakum atau *vacuum bed* adalah solusi terbaik untuk sistem penjepitan benda kerja pada mesin CNC karena kemudahan yang diberikan.

Keuntungan utama dari sistem ini adalah kecepatan. Operator dapat menjepit dan melepas benda kerja dalam waktu dan langkah yang singkat, memberikan ruang kerja yang maksimal bagi mata *router*, tidak merusak permukaan material benda kerja, dan mampu digunakan untuk beragam ketebalan.



Gambar 2.5 Meja Vakum

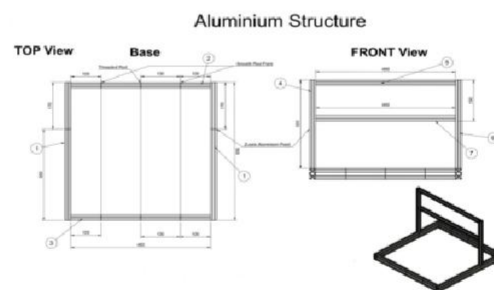
Namun, kekurangan dalam sistem ini membutuhkan pompa vakum, yang membuat sistem penjepitan yang paling mahal diantara yang lainnya.

2.3. Komponen Mesin CNC Router

Komponen mesin merupakan bagian – bagian pada mesin yang menyusun dan berperan sebagai satu kesatuan pada fungsi dan operasi keseluruhan mesin. Berikut merupakan penjelasan mengenai komponen mesin pada mesin CNC router.

2.3.1. Rangka / (Frame)

Rangka atau *frame* adalah komponen utama yang berfungsi sebagai penopang komponen lainnya pada keseluruhan mesin CNC serta menahan beban dan getaran ketika mesin beroperasi (Zulfikar & Syafri, 2017).

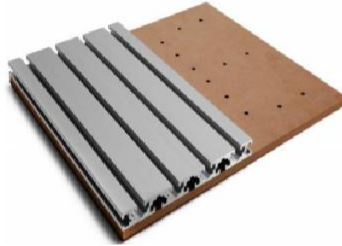


Gambar 2.6 Rangka Mesin CNC Router

2.3.2. Meja / (Table)

Meja kerja atau *table* berperan sebagai tempat benda kerja akan ditaruh. Dapat dibuat dari berbagai material, aluminium sebagai contoh biasanya

berbentuk *T-slots*. Bisa juga terbuat dari material seperti kayu MDF yang umum disebut dengan *spoilboard* atau *wasteboard*.



Gambar 2.7 Meja CNC Router

2.3.3. Poros / (*Spindle*)

Spindle banyak disebut sebagai jantungnya mesin CNC karena perannya yang sangat besar dalam kinerja mesin. Mempunyai fungsi sebagai motor yang memutar²kan pisau pemotong pada sumbu/*axis*. *Spindle* memiliki kecepatan rotasi yang berbeda-beda tergantung pada jenis material yang akan dipotong (Zulfikar & Syafri, 2017).



Gambar 2.8 Spindel

2.3.4. Alat Cekam / (*Clamping System*)

Menjepit benda kerja dengan benar adalah salah satu langkah terpenting dalam keseluruhan alur kerja pemesinan CNC.

Tentunya sistem penjepitan secara langsung akan berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan selama proses pemotongan, yang mana getaran sangatlah berkaitan dengan kualitas pemotongan, umur pakai alat, dan kebisingan yang dihasilkan oleh mesin.

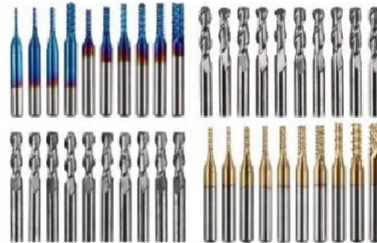


Gambar 2.9 Alat Cekam CNC Router

2.3.5. Mata Router / (Router Bit)

Router bit berperan sebagai pemotong material atau benda yang ingin dikerjakan. Umumnya mempunyai ukuran $\frac{1}{4}$ inch (6,35mm) dan $\frac{1}{2}$ inch (12,7mm).

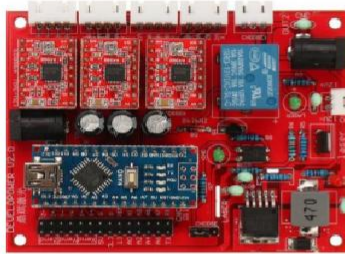
Ada 3 jenis utama mata *router*, yang pertama adalah *end mill* yang berguna untuk memotong material kayu, dan metal seperti baja dan aluminium. Selanjutnya ada *V-Groove Bit* atau *V-Cut Bit* yang mempunyai bentuk fisik yang tidak memiliki roda diujung kepala *bit*-nya dan terakhir adalah *Conical* yang berfungsi khusus untuk *finishing* dengan memberikan sentuhan hasil ukir yang lebih detail dan halus (K. T. P. Pangestu *et al.*, 2020).



Gambar 2.10 Mata Router

2.3.6. Kontrol Sistem / (CNC Controller)

Eksekutor dari pemrograman *G-Code* sekaligus sebagai pengontrol dari pergerakan sumbu XYZ dan juga kecepatan mata *router* saat berputar, jika menggunakan kontrol secara efektif maka akurasi dan hasil pemotongan dapat meningkat.



Gambar 2.11 Kontrol Sistem

2.3.7. Motor Penggerak

Ada dua jenis motor penggerak pada mesin CNC Router, yaitu *servo motor* dan *stepper motor*.

Servo motor mempunyai karakteristik yang dikenal pergerakannya cepat, halus, dan stabil, mampu mengontrol kecepatan dan akurasi pemotongan yang akurat, namun harganya lebih mahal dibandingkan *stepper motor*.

Stepper motor mempunyai perbedaan dengan *servo motor* yang menyebabkan harganya lebih murah. Salah satunya adalah pergerakannya cepat diawal namun tidak stabil, dan punya respon sensitif yang cocok untuk pengerjaan ukir dan potong (Islami, 2013).



Gambar 2.12 Stepper Motor

2.4. Vacuum

Perangkat yang memanfaatkan hisapan yang tercipta dari pompa udara, jika di jabarkan secara lebih spesifik *vacuum* ini bekerja dengan melakukan pemanfaatan terhadap perbedaan tekanan udara, yang mana konsep dasar dari tekanan adalah udaranya akan mengalir menuju ke tekanan yang lebih rendah dari tekanan yang tinggi, dan pada alat *vacuum* media yang digunakan sebagai alat untuk mengurugu tekanannya adalah kipas yang membuat kondisi

menjadi *vacuum* (ruang hampa), dan seiringan dengan hal tersebut debu akan terhisap melalui penghisap (*Intake port*) melewati penyaring (*filter*) dan akan tersimpan pada kantong debu (*dust bag*) hal ini diawali dengan terdorongnya udara luar ke dalam akibat dari tekanan atmosfer (Yanel *et al.*, 2019).



Gambar 2.13 Vacuum Cleaner

Pada proses kerja *vacuum cleaner* dalam menurunkan tekanan terdapat kipas yang membantu, diawali dengan penyedot (*intake port*) dan diteruskan melalui penyaring (*filter*), dan pada akhirnya debunya akan disimpan pada kantong debu (*dust bag*) dan *vacuum* akan membuang udara bersih yang telah melalui proses *vacuum* (Zikri & Anton Hidayat, 2015). Dasar teori dari kapasitas pompa vakum yang dibutuhkan untuk menyedot suatu benda yaitu menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

Di mana:

P = Tekanan vakum (Pa)

F = Gaya potong (N)

A = luas area vakum (m^2)

2.5. Material

Material merupakan komponen utama yang dibutuhkan dalam membuat sebuah meja vakum. Material akan menunjang kemampuan dari vakum agar menghasilkan daya hisap yang maksimal dalam mencengkeram benda kerja.

2.5.1. MDF (Medium Density FiberBoard)

MDF adalah material yang berbahan dasar kayu mempunyai kepadatan yang paling tinggi di antara material berbahan dasar kayu lainnya.



Gambar 2.14 MDF Woodboard

Kayu MDF tersusun atas bahan serat, dalam pembentukan lembaran papan serat digunakan bahan aditif berupa alum (aluminum sulfat), perekat tannin formaldehida (TF) dan fenol formaldehida (PF), emulsi lilin, dan arang aktif (Indrawan et al., 2013). Berikut spesifikasi mekanik dari kayu MDF.

Compressive Strength	10 MPa
Modulus Young	4 GPa
Possion's Ratio	0.25
Shear Modulus	2,5 GPa
Tensile Strength	18 MPa

2.5.2. Sealant

Sealant digunakan untuk menutup celah-celah yang mungkin terdapat pada meja vakum. Sealant bekerja berdasarkan prinsip polimerisasi dan ikatan silang ketika mengalami penurunan tekanan (Singh et al., 2015).



Gambar 2.15 Sealant

2.5.3. Karet Busa *O-ring*

Karet busa *o-ring* diperlukan guna membatasi aliran udara yang diperlukan untuk mencekam benda kerja sesuai dengan luas benda kerja.



Gambar 2.16 Karet Busa *O-ring*

2.5.4. Nepel

Nepel berperan sebagai penyambung antara lubang *inlet* dengan selang *polyurethane*.



Gambar 2.17 Nepel *Pneumatik*

2.6. Alat

2.6.1. Gergaji Mesin Tangan

Pemotongan dilakukan menggunakan gergaji mesin tangan. Pengaplikasian gergaji lingkaran ini tidak dibatasi hanya untuk memotong kayu saja, jika mengganti mata potong yang sesuai maka gergaji ini bisa digunakan untuk banyak hal di luar dari memotong kayu (Syarief & Gumai, 2017).



Gambar 2.18 Gergaji Mesin Tangan

2.6.2. Mesin Bor Tangan

Pengeboran lubang inlet dilaksanakan menggunakan mesin bor tangan. ² Mesin bor tangan rata - rata diperlukan untuk melubangi kayu, tembok ataupun pelat logam (Supriyono & Mulyanto, 2021).



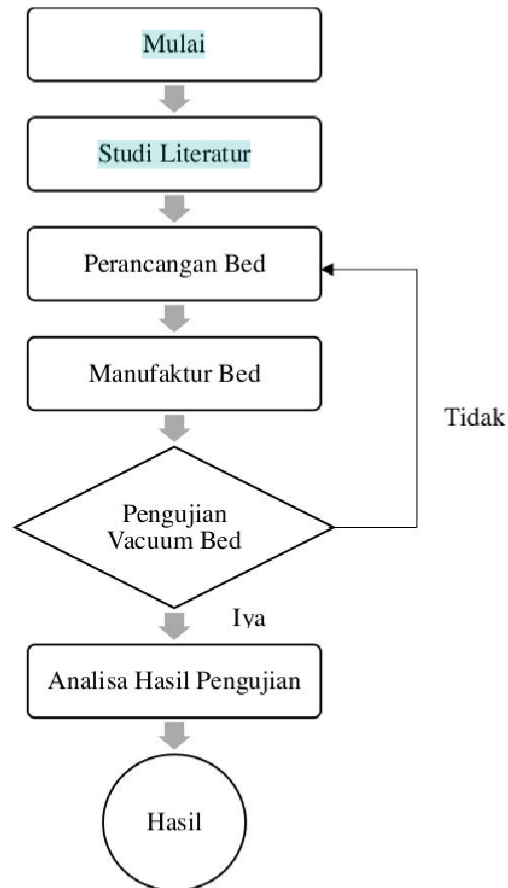
Gambar 2.19 Mesin Bor Tangan

2.6.3. CNC Router

Pengukiran lembah-lembah pada permukaan MDF menggunakan mesin CNC ³ router. Dalam sistem CNC modern, desain bagian mekanis dan program manufakturnya sangat otomatis. Bagian dimensi mekanis ditentukan ³ menggunakan perangkat lunak CAD, dan kemudian diterjemahkan ke dalam arahan manufaktur dengan perangkat lunak *Computer Aided Manufacturing* (CAM) (Patel *et al.*, 2019).

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2. Prosedur Penelitian

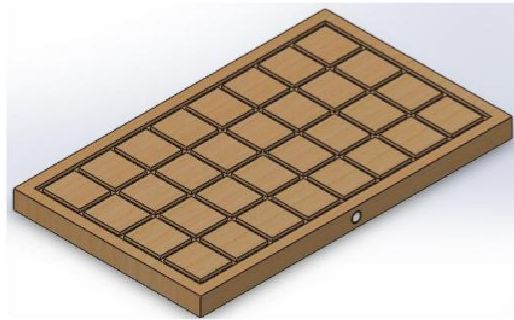
Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian. Prosedur ini disusun agar dapat menjawab permasalahan selama penelitian berlangsung, membuat langkah kerja penelitian menjadi lebih mudah untuk dipahami dan diperiksa kembali. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai tahapan dalam penelitian ini.

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari referensi - referensi terdahulu. Referensi tersebut digunakan sebagai dasar teori acuan yang mendukung data hasil penelitian ini. Referensi didapat melalui beragam sumber, dapat berupa buku, jurnal, artikel, siaran pers, dan sumber lainnya yang terpercaya.

3.2.2. Perancangan Meja Vakum

Perancangan meja vakum dibuat menggunakan perangkat lunak CAD/CAM Solidworks dengan dimensi $300 \times 180 \text{ mm}$ dengan ketebalan 18 mm .

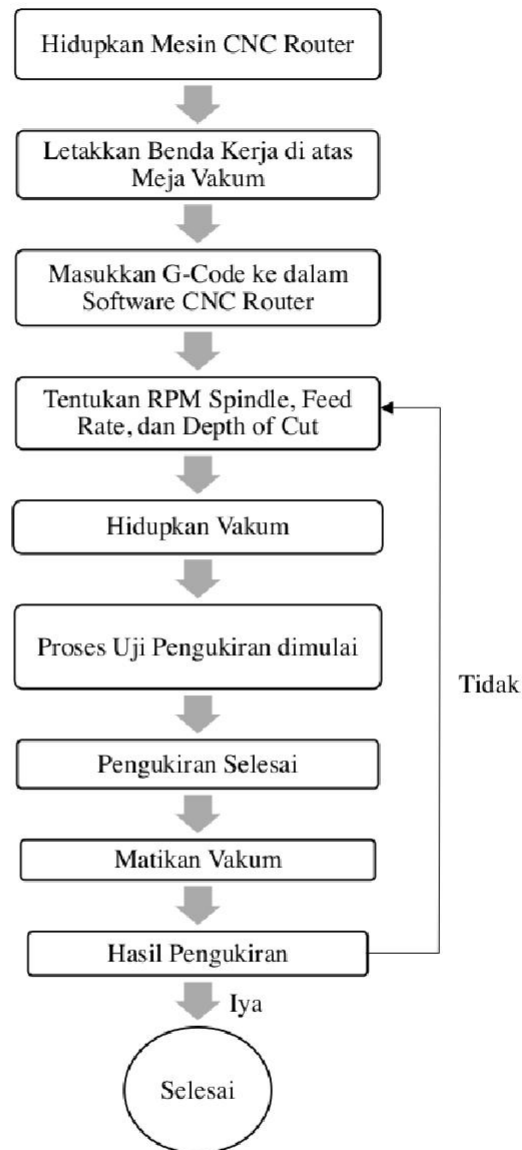


Gambar 3.2 Rancangan Meja Vakum

3.2.3. Manufaktur Meja Vakum

Langkah-langkah pembuatan meja vakum pertama-tama menyiapkan papan kayu MDF, gergaji mesin tangan, bor, karet busa *O-ring*, nepel, selang *polyurethane*, dan *sealant*. Proses pengerjaannya dimulai dengan memotong kayu MDF dengan ukuran $300 \times 180 \text{ mm}$, melubangi papan dengan bor, kemudian mengukir permukaan MDF menggunakan mesin CNC. Lalu mengaplikasikan *sealant* pada ulir nepel serta memasang nepel ke dalam lubang *inlet*. Dan membuat ulir pada alas meja vakum.

3.2.4. Pengujian



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengujian

Pengujian bertujuan untuk membuktikan *vacuum bed* mampu mencekam benda kerja, memberikan ruang kerja yang maksimal. bagi

mata *router*, dan tidak merusak permukaan material benda kerja pada mesin CNC *Router*.

3.2.5. Analisa Hasil Pengujian

Analisa akan membuktikan apakah penggunaan meja vakum pada mesin CNC *router* dapat mencekam benda kerja dengan baik, memberi ruang kerja yang maksimal untuk mata *router*, dan tidak merusak permukaan material kerja

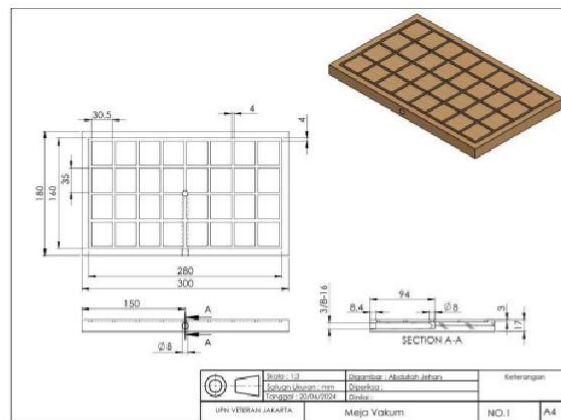
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Konsep Desain

Meja vakum dibuat dengan ukuran $300 \times 180 \text{ mm}$, dengan ketebalan 18 mm . Terdapat jalur yang berfungsi untuk aliran udara dengan lebar 4 mm dan kedalaman 3 mm dengan tujuan sebagai tempat pemasangan karet busa o-ring berdiameter 4 mm , yang menghasilkan 32 buah persegi panjang dengan ukuran $35 \times 30,5 \text{ mm}$. Terdapat lubang inlet dan lubang pada bagian tengah meja vakum yang keduanya memiliki diameter sebesar $\varnothing 8 \text{ mm}$.

Batas-batas benda kerja yang terdapat dalam penggunaan meja vakum ini adalah yang berbahan kayu, plastic, dan akrilik dengan ukuran paling kecil $73 \times 82 \text{ mm}$, dan benda paling besar yang dapat dicekam dengan ukuran maksimal $300 \times 180 \text{ mm}$. Benda kerja harus mempunyai bentuk alas permukaan yang rata agar dapat dicekam oleh meja vakum. Gambar teknik dari meja vakum dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Gambar Teknik Meja Vakum

4.2. Proses Manufaktur

1. Pemotongan MDF dengan ukuran $340 \times 220 \text{ mm}$ menjadi $300 \times 180 \text{ mm}$ menggunakan gergaji mesin tangan



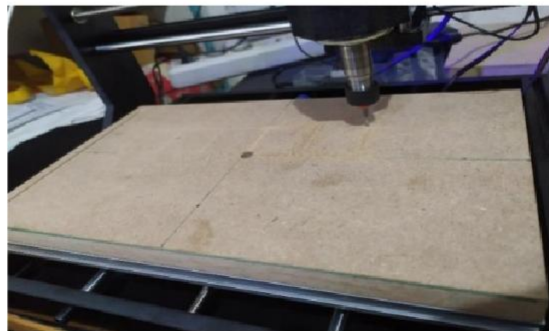
Gambar 4.2 Pemotongan Meja Vakum

2. Pembuatan lubang *inlet* dengan ukuran $\varnothing 8mm$ menggunakan bor tangan



Gambar 4.3 Pengeboran Lubang Inlet

3. Pengukiran permukaan MDF sesuai desain menggunakan mesin CNC Router



Gambar 4.4 Pengukiran Meja Vakum dengan CNC Router

4. Pengaplikasian sealant pada ulir nepel dan memasukkan nepel kedalam lubang *inlet*.



Gambar 4.5 Pengaplikasian Sealant Pada Nepel

5. Pembuatan ulir dibawah meja vakum dengan ukuran $\varnothing 5mm$ menggunakan *tapping tool*



Gambar 4.6 Pembuatan Ulir Dudukan Meja Vakum

4.3. Perhitungan Kapasitas Vakum

Sebelum memulai proses pembuatan meja, berikut spesifikasi Mesin CNC yang digunakan dalam penelitian ini:

- RPM maksimum spindel CNC *router* (N) = 1000RPM
- Diameter mata *router* (D) = 3 mm
- Daya motor spindel (P) = 12 Watt

- Rumus Kecepatan potong mesin CNC router

Untuk menentukan gaya potong diperlukan nilai kecepatan potong (v) dari mesin CNC router dengan rumus

$$v = \pi \times D \times \frac{n}{60}$$

Di mana:

v = kecepatan potong (m/s)

D = diameter mata router (m)

n = kecepatan spindel (RPM)

Perhitungan:

$$v = \pi \times D \times \frac{1000}{60}$$

$$v = 0,157 \text{ m/s}$$

- Rumus Gaya Potong mesin CNC

Diperlukan perhitungan gaya pemotongan yang diberikan oleh mata pahat mesin CNC kepada benda kerja agar bisa mendapatkan besaran dari kekuatan vakum yang diperlukan.

$$F = \frac{P}{v}$$

Di mana:

F = Gaya Potong (N)

P = Daya motor spindel ($Watt$)

v = kecepatan potong (m/s)

Perhitungan:

$$F = \frac{12}{0,157}$$

$$F = 76,43312 \text{ N}$$

- Rumus Kekuatan Vakum

Perhitungan kekuatan vakum yang dibutuhkan saat mendapatkan gaya potong pada saat proses *machining* berlangsung dihitung berdasarkan luas area vakum yang digunakan pada meja vakum yaitu sebesar 7184 mm^2 atau $0,007184 \text{ m}^2$. Dengan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

Di mana:

P = Tekanan vakum (Pa)

F = Gaya potong (N)

A = luas area vakum (m^2)

Perhitungan:

$$P = \frac{76,43312 N}{0,007184 m^2}$$

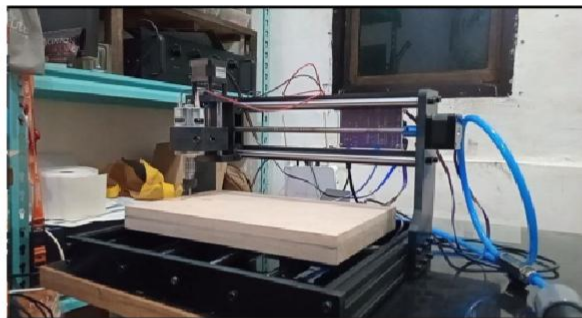
$$P = 10639,35 Pa$$

$$P = 10,63935 kPa$$

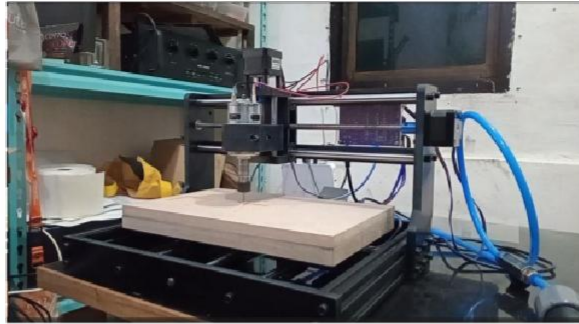
Angka yang didapat dari perhitungan-perhitungan tersebut menunjukkan bahwa kekuatan vakum minimal yang dibutuhkan oleh meja vakum saat diberikan gaya potong terbesar adalah sebesar **10,63935 kPa**.

4.4. Analisa Hasil Pengujian

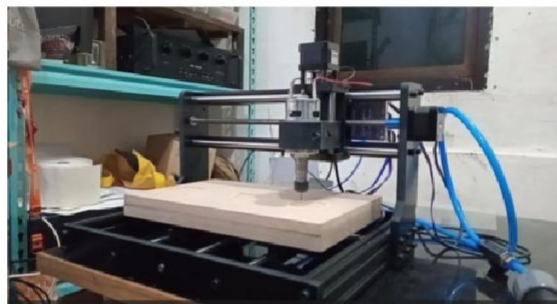
Pengujian dilakukan dengan mengukir benda kerja dengan tiga bentuk ukiran, yaitu persegi, segitiga, dan lingkaran. Dengan spesifikasi mata pahat pengukir tipe *engraving* dengan kemiringan 20 derajat, kecepatan putaran spindel 1000 *RPM*, *feed rate* sebesar 1016 *mm/min*, dan *depth of cut* sebesar 0,5 *mm*. Proses pengukiran tertera pada Gambar 4.7 sampai dengan Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.7 Proses Pengujian Pengukiran Bentuk Persegi



Gambar 4.8 Proses Pengujian Pengukiran Bentuk Segitiga



Gambar 4.9 Proses Pengujian Pengukiran Bentuk Lingkaran



Gambar 4.10 Hasil Ukiran

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu diperoleh tiga ukiran dalam bentuk persegi, segitiga, dan lingkaran yang baik tanpa adanya pergeseran maupun cacat pada bentuk maupun garis-garis nya. Tidak ada kerusakan pada permukaan benda kerja saat pengerjaan *engraving* menggunakan meja vakum. Meja vakum dapat digunakan sebagai substitusi dari sistem klem jepit.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dihasilkan desain meja vakum dengan dimensi $300 \times 180 \text{ mm}$ dengan ketebalan 18 mm melalui proses manufaktur sederhana yang dapat mencekam benda dengan baik, tidak merusak permukaan benda kerja, dan memberi luas alas kerja yang maksimal bagi mata pahat tanpa resiko bertabrakan dengan klem.
- Diperoleh kapasitas vakum minimum yang dibutuhkan untuk meja vakum berfungsi dengan baik, yaitu $10,63935 \text{ KPa}$.
- Didapatkan hasil pengujian berupa tiga bentuk pengukiran yaitu kotak, segitiga, dan lingkaran dengan mata pahat tipe *engraving* dengan spesifikasi kemiringan 20 derajat, kecepatan spindel 1000 RPM , feed rate sebesar 1016 mm/min , dan *depth of cut* sebesar $0,5 \text{ mm}$ tanpa adanya pergeseran pada benda kerja.
- Vakum harus tetap menyala selama proses pengukiran karena MDF mempunyai pori-pori yang bisa menyebabkan udara keluar.

5.2. Saran

Saran yang dapat saya sampaikan dari penelitian ini adalah lakukan uji coba menggunakan material dan pola ukiran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2005). *Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia*.
<https://spsibekasi.org/spsibekasi/wp-content/uploads/2019/03/KBLI2005.pdf>
- Indrawan, D. A., Roliadi, H., Tampubolon, R. M., & Pari, G. (2013). Penyempurnaan Sifat Papan Serat Kerapatan Sedang Dari Pelepah Nipah Dan Campurannya Dengan Sabut Kelapa. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2), 120–140.
<https://doi.org/10.20886/jphh.2013.31.2.120-140>
- Islami, F. (2013). *Rancang Bangun Prototype Mesin CNC*. Universitas Andalas.
- Kurniawan, E., Syaifurrahman, S., & Jekky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 83–90.
- Pangestu, K. T. P., Darmawan, W., Nandika, D., Wahyudi, I., & Usuki, H. (2020). Performance of helical router bit in milling of composite boards. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 935(1), 012066.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/935/1/012066>
- Pangestu, M. E. (2008). Pengembangan ekonomi kreatif indonesia 2025. *Jakarta: Departemen Perdagangan RI*.
- Patel, M. P. N., Pavagadhi, M. S. D., & Acharya, S. G. (2019). Design and development of portable 3-Axis CNC router machine. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6(3), 1–452.
- Riawan, M. A., Karuniawan, B. W., & Hamzah, F. (2017). Rancang bangun CNC router kayu dengan menggunakan Control Mach 3. *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application*, 1(1), 197–204.
- Setiawan, Y., Hamzah, F., & Bisono, F. (2018). Rancang Bangun Vacuum Clamp sebagai Teknologi Pendukung dalam Pengerjaan Kayu pada Mesin Cnc Router 3 Axis. *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application*, 2(1), 123–128.
- Singh, A. K., Patil, B., Kishore, K., Khanna, M., & Varma, S. R. (2015). Casing Leak Investigation & Successful Repair by Application of Pressure Activated Liquid

Sealant in a Newly Completed Well in Offshore Environment—A Case Study. *SPE Norway Subsurface Conference? SPE-173826*.

Supriyono, S., & Mulyanto, T. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PENYANGGA MESIN BOR TANGAN. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(3), 213–222.

Syarief, A., & Gumai, A. M. (2017). Proses Manufaktur Mesin Gergaji Kayu Untuk Pengrajin Palet Kayu. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 2(1), 1–10.

Yanel, K., Herianto, H., & Sriwijaya, R. (2019). The effect of suction pressure of vacuum clamp on the aluminum plate surface following the cutting process using mini PC-based CNC milling. *AIP Conference Proceedings*, 2187(1).

Zikri, A., & Anton Hidayat, D. (2015). Rancang Bangun Robot Vacuum Cleaner Berbasis Mikrokontroler. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*.

Zulfikar, Z., & Syafri, S. (2017). Proses Produksi Prototipe Mesin CNC Router 3-Axis. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(2), 1–6.

RANCANG BANGUN VACUUM BED ENGRAVING CNC ROUTER

ORIGINALITY REPORT

11 %

SIMILARITY INDEX

11 %

INTERNET SOURCES

2 %

PUBLICATIONS

2 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	2 %
2	es.scribd.com Internet Source	1 %
3	jasakontruksimurahdimedan.blogspot.com Internet Source	1 %
4	journal.ppns.ac.id Internet Source	1 %
5	media.neliti.com Internet Source	1 %
6	ejurnalunsam.id Internet Source	1 %
7	library.polmed.ac.id Internet Source	< 1 %
8	ejournal.unp.ac.id Internet Source	< 1 %
9	Submitted to UPN Veteran Jakarta Student Paper	< 1 %

10	repository.upnvj.ac.id Internet Source	< 1%
11	123dok.com Internet Source	< 1%
12	repo.darmajaya.ac.id Internet Source	< 1%
13	Submitted to Mountain Creek Stata High School Student Paper	< 1%
14	digilib.unila.ac.id Internet Source	< 1%
15	www.scribd.com Internet Source	< 1%
16	repository.its.ac.id Internet Source	< 1%
17	repository.unisma.ac.id Internet Source	< 1%
18	Hitoshi Ohmori, Ioan D. Marinescu, Kazutoshi Katahira. "Electrolytic In-Process Dressing (ELID) Technologies - Fundamentals and Applications", CRC Press, 2019 Publication	< 1%
19	dspace.uii.ac.id Internet Source	< 1%

lib.unnes.ac.id

20

Internet Source

< 1%

21

scholar.unand.ac.id

Internet Source

< 1%

22

digilibadmin.unismuh.ac.id

Internet Source

< 1%

23

documents.mx

Internet Source

< 1%

24

Desy Crisyanti, Nurlaily Nurlaily, Triana Dewi Seroja. "Dynamics of Conflict and Dispute Resolution in Culinary Business Partnership Agreements", SIGn Jurnal Hukum, 2023

Publication

< 1%

25

adoc.pub

Internet Source

< 1%

26

core.ac.uk

Internet Source

< 1%

27

repository.atmaluhur.ac.id

Internet Source

< 1%

28

journal.ubb.ac.id

Internet Source

< 1%

29

repository.unair.ac.id

Internet Source

< 1%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography On

Exclude matches Off

~~FINETON~~

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Abdullah Jehan Ramadhan Arbi

NIM : 1910311028

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Dengan ini menyampaikan bahwa judul skripsi “Rancang Bangun *Vacuum Bed Engraving CNC Router*” benar dan bebas plagiarisme dengan skor 11%. Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 19 Juli 2024

Yang Menyatakan,

Penulis



(Abdullah Jehan Ramadhan Arbi)

Pembimbing 1



(Sigit Pradana, S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Budhi Martana, S.T., M.M.)