

Unsada Perpustakaan

Muhammad Hilmy



Quick Submit



Quick Submit



Universitas Darma Persada

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3175572547

Submission Date

Mar 7, 2025, 9:25 AM GMT+7

Download Date

Mar 7, 2025, 9:32 AM GMT+7

File Name

Hilmy_2019250021 - Hilmy_Muhamad.docx

File Size

5.0 MB

50 Pages

6,140 Words

35,635 Characters

15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 13%  Internet sources
- 3%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

13%	Internet sources
3%	Publications
0%	Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.upstegal.ac.id	4%
2	Internet	dspace.uui.ac.id	2%
3	Internet	adoc.pub	<1%
4	Internet	docplayer.info	<1%
5	Internet	core.ac.uk	<1%
6	Internet	repository.unsada.ac.id	<1%
7	Internet	repository.its.ac.id	<1%
8	Internet	journal.admi.or.id	<1%
9	Internet	media.neliti.com	<1%
10	Internet	jurnal.polines.ac.id	<1%
11	Publication	Shahram Payandeh. "Visual Tracking in Conventional Minimally Invasive Surgery"...	<1%

12	Publication	Yuya Ishita, Atsushi Urikura, Tsukasa Yoshida, Keisuke Takiguchi, Masami Ikegay...	<1%
13	Publication	Endo, H.. "Small-hole drilling in engineering plastics sheet and its accuracy esti...	<1%
14	Internet	e-jurnal.pnl.ac.id	<1%
15	Internet	www.slideshare.net	<1%
16	Publication	"Abstracts_Sunday", European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imagin...	<1%
17	Internet	repo.unespadang.ac.id	<1%
18	Internet	repository.president.ac.id	<1%
19	Internet	repositori.uin-alaudidin.ac.id	<1%
20	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
21	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
22	Internet	repositori.umrah.ac.id	<1%
23	Internet	ml.scribd.com	<1%
24	Internet	repository.dinamika.ac.id	<1%
25	Internet	repository.umy.ac.id	<1%

26	Internet	www.bank-soal.id	<1%
27	Internet	id.123dok.com	<1%
28	Internet	www.forumriset.com	<1%
29	Internet	www.lazada.co.id	<1%
30	Internet	www.theronbroers.co.za	<1%
31	Publication	Annisa Awalliyah, Hafizah Ikhwan, Veny Nugiasari, Rahadian Zainul. "A REVIEW P...	<1%
32	Publication	S. Koziel. "Space-Mapping-Based Interpolation for Engineering Optimization", IEE...	<1%
33	Internet	endramuhamad.blogspot.com	<1%
34	Internet	ilmumanajemendanakuntansi.blogspot.com	<1%
35	Internet	patents.google.com	<1%
36	Internet	ejournal.uika-bogor.ac.id	<1%
37	Internet	ejournal.poltektegal.ac.id	<1%
38	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%

BAB I LAPORAN TUGAS AKHIR

UJI KINERJA MESIN CNC MINI PORTEBEL SKALA LABORATORIUM

Diajukan sebagai Syarat Kelulusan Mencapai Gelar Sarjana Teknik

pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Universitas Darma Persada



Disusun Oleh:

Muhammad Hilmy

NIM: 2019250021

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DARMA PERSADA JAKARTA

TAHUN 2024

BAB II ABSTRAK

Mesin CNC (*computer numerical controller*) yang terdapat di perusahaan dan sekolah menengah, mesin CNC difungsikan untuk mengontrol pergerakan proses pemotongan atau *mengraving* yang difungsikan sebagai pemutar alat potong. Mesin CNC mini portabel skala laboratorium dalam melakukan pengerjaan menggunakan dua software yaitu, software vertic aspire dan GRBL *controller*. Mesin CNC memanfaatkan putaran mata pisau yang berputar pada sumbunya untuk melakukan penyayatan (*milling*), mengukir (*engraving*), dan memotong (*cutting*). Penelitian bertujuan menguji mesin dalam ketepatan ukuran/dimensi, keefisienan, dan waktu pengerjaan. mempersiapkan bahan akrilik, pcb, dan alumunium dengan ketebalan bahan 2 mm untuk melakukan pengujian cutting pada desain pola dasar menggunakan software vertic aspire, sedangkan bahan triplek untuk melakukan pengujian *engraving* desain nama menggunakan software vertic aspire. Hasil pengerjaan mesin dalam cutting bahan akrilik dan pcb tidak menunjukkan penyimpangan bentuk/dimensi maupun selisih ukuran dengan waktu pengerjaan akrilik 91 menit dan pcb 70 menit, sedangkan bahan alumunium terjadinya selisih ukuran yang cukup besar yaitu 3 mm dengan waktu pengerjaan 90 menit. hasil pengerjaan *engraving* bentuk/dimensi sesuai dengan desain dengan waktu pengerjaan 90 menit. Selain itu membuat sebuah produk gantungan kunci dengan menggunakan mesin CNC mini portabel pada benda kerja akrilik ketebalan 2 mm melakukan grafir kedalaman pemakanan 0.1 mm dan kedalaman pemakanan cutting 0.2 mm dengan waktu pengerjaan 120 menit.

Kata Kunci: Akrilik, Pcb, Alumunium, Triplek, dan Mesin CNC.

BAB III ABSTRACT

CNC (computer numerical controller) machines found in companies and high schools, CNC machines are used to control the movement of the cutting or engraving process which functions as a cutting tool rotater. Portable mini CNC machines on a laboratory scale in carrying out work using two software, namely, vertic aspire software and GRBL controller. CNC machines utilize the rotation of the blade rotating on its axis to perform cutting (milling), engraving (engraving), and cutting (cutting). The study aims to test the machine in terms of size/dimension accuracy, efficiency, and processing time. prepare acrylic, pcb, and aluminum materials with a material thickness of 2 mm to conduct cutting tests on basic pattern designs using vertic aspire software, while plywood materials to conduct name design engraving tests using vertic aspire software. The results of the machine's work in cutting acrylic and pcb materials do not show deviations in shape/dimensions or differences in size with a processing time of 91 minutes for acrylic and 70 minutes for pcb, while the aluminum material has a fairly large difference in size, namely 3 mm with a processing time of 90 minutes. the results of the engraving work in shape/dimensions are in accordance with the design with a processing time of 90 minutes. In addition, making a key chain product using a portable mini CNC machine on a 2 mm thick acrylic workpiece, engraving with a feed depth of 1. mm and a cutting feed depth of 2. with a processing time of 120 minutes.

Keywords: Acrylic, Pcb, Aluminum, Plywood, and CNC Machines.

BAB IV BAB I

PENDAHULUAN

IV.1 Latar Belakang Masalah

Karena kemajuan teknologi, bekerja dengan teknologi komputer menjadi lebih mudah di tahun modern ini. agar sistem otomatis dapat terpengaruh. Teknologi yang terkait dengan aplikasi sistem berbasis komputer, elektronik, dan mekanik disebut sistem otomatis. Setiap tugas yang diselesaikan secara otomatis dapat dibuat lebih sederhana dan membutuhkan lebih sedikit energi manusia dengan metode ini. Untuk mencapai tingkat kecepatan, efisiensi, dan presisi yang tinggi, berbagai macam pendekatan kontrol juga digunakan. Sistem operasi CNC memanfaatkan program yang dikendalikan komputer. Instrumen yang beroperasi pada sumbu X, Y, dan Z. Mesin CNC memiliki sistem kontrol yang beroperasi sesuai dengan pola gambar benda kerja yang dibuat. computer, breakout board, motor driver, motor stepper, dan motor spindle adalah beberapa bagian penting dari sistem kontrol mesin milling CNC. peningkatan laju keausan sebagai akibat dari beban.

Berdasarkan literatur dan data, maka perencanaan ini dilakukan. Dalam rancangan mesin CNC melakukan uji kinerja agar lebih mengetahui seberapa efisiensi kinerja mesin tersebut. Dengan adanya penggunaan mesin CNC dapat memaksimalkan pengerjaan *grafir* maupun *cutting* secara seragam.

Di SMK khususnya Jurusan Teknik permesinan agar siswa dapat pembelajaran untuk mengenal ataupun memahami mesin CNC. Mesin CNC dalam

2 pengerjaannya terkendala dengan jumlah mesin yang begitu banyak dan harga yang begitu mahal. Untuk mesin CNC maka dapat pengadaan barang mesin CNC disekolah namun masih terkendala oleh biaya tersebut. Sehingga tidak berjalan secara maksimal untuk praktikum memahami cara kerja mesin CNC. Dengan dijalankannya proses rancang bangun mesin CNC mini portabel dan adanya penelitian uji kinerja mesin CNC. Maka dapat membantu sekolah dalam pengadaan mesin mesin CNC yang begitu mahal. Berdasarkan penjelasan tersebut maka di buatlah rancang bangun mesin CNC dan melakukan pengujian mesin CNC mini portabel dengan modal relatif murah bisa menjadi solusi yang baik bagi sekolah yang memiliki anggaran terbatas, yaitu berkisar antara RP.5.000.000,- sampai RP.10.000.000,- dan mudah cara pembuatan serta pengoperasiannya.

34 Sehubungan dengan itu, penulis mencoba untuk melihat sampai sejauh mana kinerja pada mesin CNC mini portabel dengan melakukan uji kinerja apakah sudah sesuai dengan tujuan yaitu dalam perancangan mesin CNC yang sedang berjalan, oleh sebab itu penulis tertarik memilih judul **“Uji Kinerja Mesin CNC Mini Portabel Skala Laboratorium”**.

IV.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja mesin CNC mini portabel dari hasil rancang bangun mesin dalam melakukan cutting maupun grafir?
2. Berapa lama waktu mesin CNC mini portabel dalam melakukan pengerjaan?
3. Seberapa akurat mesin CNC mini portabel dari hasil pengerjaan?

IV.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan uji mesin CNC dalam melakukan cutting dan grafir.
2. Mengetahui hasil pengerjaan mesin pada beberapa benda kerja dalam melakukan cutting maupun grafir.
3. Dapat digunakan sebagai alat praktikum dilaboratorium SMK PGRI.

IV.4 Batasan Masalah

Dalam mencapai tujuan, maka pembatasan masalah penelitian ini dibatasi hanya dengan bagaimana uji kinerja mesin dari hasil rancang bangun mesin CNC mini portabel skala laboratorium.

IV.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui cara operasi mesin CNC mini portabel.
2. Untuk memperlajari pengaruh proses pengerjaan terhadap benda kerja.
3. Untuk mengetahui hasil kualitas produk dibidang manufaktur.

IV.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan diperlukan agar alur penyusunan laporan penelitian dapat disusun dengan baik dan dapat dipahami dengan mudah, adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori serta referensi yang berhubungan dengan bahasan digunakan pada penelitian ini agar penelitian ini dapat mengacu pada teori yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah berupa alur penelitian beserta deskripsi dalam penelitian untuk melakukan penyelesaian skripsi ini secara sistematis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisa dan pembahasan berapa banyak material yang digunakan untuk menghasilkan produk, agar mengetahui produk yang bagus atau tidaknya pada barang yang telah di cetak.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir tentang langkah-langkah yang telah diambil penulis dalam penyelesaian skripsi

LAMPIRAN

BAB V BAB II

LANDASAN TEORI

I.1 Definisi Mesin CNC

Mesin yang menggunakan teknologi CNC (*Computer Numerical Control*) untuk memotong atau membentuk benda kerja dikenal sebagai mesin CNC. Sistem koordinat digunakan untuk menggerakkan perkakas mesin selama pengoperasian. Sistem koordinat Cartesian, yang memiliki dua sumbu utama yaitu, sumbu X dan Z adalah sistem koordinat yang digunakan pada mesin bubut CNC. Titik nol dari sistem koordinat mesin ini MCS (*Machine Coordinate System*) dapat dipindahkan sesuai kebutuhan untuk prosedur penyetelan. Titik nol mesin (M) dan titik nol benda kerja adalah dua titik nol penting pada mesin bubut CNC. (W). (Rahdiyanta, n.d.).

I.1.1 Sejarah Mesin CNC

Atas permintaan Angkatan Udara AS, John Pearson dari Massachusetts Institute of Technology awalnya mengembangkan mesin CNC pada tahun 1952. Untuk memenuhi permintaan industri militer dan penerbangan, mesin ini pertama kali dibuat untuk membuat benda kerja yang rumit dan kompleks. Mesin CNC pada saat itu memiliki unit kontrol yang sangat besar dan harganya cukup mahal. Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin mengoptimalkan kinerja mesin CNC. Mesin CNC menjadi semakin canggih, presisi dan efisien dalam pengerjaan berbagai macam produk. Saat ini, mesin CNC telah menjadi bagian integral dari berbagai industri manufaktur dan teknologi tinggi di seluruh dunia.

Dengan berkelanjutannya perkembangan teknologi, diharapkan mesin CNC akan terus mengalami peningkatan kinerja dan kemampuan, dan semakin dapat diakses oleh berbagai lapisan industri dan perusahaan dengan biaya yang lebih terjangkau.

I.2 Mesin CNC Milling

Mesin *milling (frais)* adalah mesin perkakas yang digunakan untuk membuat permukaan benda kerja yang datar, baik secara *horizontal* maupun *vertikal*, serta untuk memproses permukaan sudut atau miring. Rangka tertutup memiliki penutup atau dinding yang melindungi komponen internal. Struktur ini menawarkan perlindungan lebih baik terhadap kontaminasi dan kerusakan fisik.(P & Mipa, 2013).

- a. Gerakan Berputar pada Spindle Utama: Spindle utama adalah bagian mesin yang berputar dan berfungsi sebagai tempat pemasangan alat potong, seperti endmill atau bor.
- b. Pemakanan (*Feeding*) Bendakerja: Pemakanan adalah gerakan meja mesin menuju arah tertentu selama proses pemotongan. Meja mesin akan bergerak dari sumbu X, Y, dan Z untuk mengarahkan alat potong pada benda kerja dan memotongnya sesuai dengan program yang telah diprogramkan sebelumnya.
- c. Pengaturan (*Depth of Cut*): Pengaturan ini menentukan sejauh mana alat potong akan memotong pada bendakerja. Pengaturan ini dapat diatur dalam program CNC untuk kedalaman potongan yang diinginkan.

Metode pemotongan pada mesin CNC *Milling* ditentukan oleh arah relatif gerakan meja mesin terhadap putaran pisau atau alat potong. Pemotongan dapat dilakukan dalam berbagai arah dan sudut untuk menghasilkan bentuk dan

permukaan yang diinginkan. Penggunaan teknologi CNC juga meningkatkan efisiensi produksi dan memungkinkan pembuatan produk dalam jumlah besar dengan konsistensi yang tinggi. (Wibowo 2017). Adapun bentuk CNC *milling* dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 CNC Milling.

I.2.1 Prinsip Kerja Milling

Prinsip dasar mesin milling adalah mata pisau atau cutter berputar di posisi tetap, sementara benda kerja bergerak menuju arah mata pisau tersebut. Proses ini menghasilkan penyayatan pada benda kerja oleh *cutter*. (P & Mipa, 2013).

I.3 Penentuan Sumbu Axis Mesin CNC

Mesin CNC memiliki aturan terkait arah pergerakan sumbunya, karena jumlah sumbu yang dapat digerakkan akan menentukan kemampuan mesin tersebut. Mesin CNC umumnya menggunakan tiga sumbu yaitu, sumbu X, Y, dan Z, untuk pergerakan. Semakin banyak jumlah sumbu yang dimiliki, semakin kompleks pula mesin CNC tersebut. (Heriyadi 2011).



Gambar 2.2 Penentuan Sumbu Axis.

I.4 Parameter Permesinan

Parameter proses pemesinan berfungsi sebagai dasar perhitungannya. Karakteristik ini, yang meliputi kedalaman pemotongan, kecepatan umpan (umpan dan kecepatan), laju putaran mesin (rpm), dan kecepatan pemotongan (kecepatan spindle), biasanya digunakan untuk menghitung perhitungan yang diperlukan selama proses pemotongan atau pemotongan material.

I.4.1 Jenis – Jenis Parameter Mesin CNC

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah kecepatan putaran pahat yang diukur dalam meter per menit. Kecepatan gerak pahat ini bergantung pada jenis bahan benda kerja yang sedang dikerjakan dan tipe mata pisau pemotong yang digunakan. Untuk menghitung kecepatan pemotong, dapat digunakan rumus tertentu.

$$V_c = \pi d n \frac{1000}{60} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana V_c adalah kecepatan potong (mm/menit), d menunjukkan diameter pisau (mm), n adalah putaran spindle (rpm) (Yudhyadi 2016:40).

2. Putaran Spindle

Kemampuan mesin untuk berputar dalam satu menit disebut sebagai kecepatan putarannya. Dalam hal ini, pengaturan kecepatan pemotongan standar telah ditetapkan untuk setiap jenis material. Jadi, benda kerja dan putaran mesin merupakan elemen yang terlibat dalam proses pemotongan. Persamaan dapat digunakan untuk menentukan nilai putaran ini.(1). (Yudhyadi 2016:40).

3. Kecepatan Pemakanan

Jarak linier yang ditempuh bilah dalam satuan waktu pada kecepatan konstan dalam kaitannya dengan benda kerja dikenal sebagai laju umpan (f). Laju umpan umumnya dinyatakan dalam milimeter per menit (mm/min).

$$Vf = n \cdot f \cdot z \dots\dots\dots(2)$$

di mana z merupakan jumlah gigi pada alat, fz merupakan laju umpan per gigi dalam mm/gigi, n merupakan kecepatan putaran spindel dalam rpm, dan Vf merupakan laju umpan dalam mm/menit. (Yudhyadi 2016:40).

4. Kedalaman Pemotongan

Selisih antara ketebalan material awal dan akhir digunakan untuk menghitung kedalaman pemotongan. Perhitungan daya pemotongan selama proses pemotongan diperlukan jika kedalaman pemotongan cukup besar. Kecepatan pemasukan dan diameter bilah harus dipertimbangkan saat menentukan kedalaman pemasukan. Diameter bilah yang digunakan sering kali lebih rendah daripada kedalaman pemasukan benda kerja saat kecepatan pemasukan meningkat. (Yudhyadi 2016:40).

5. Ragum

Benda kerja yang diproses menggunakan mesin CNC harus dijepit dengan kuat untuk memastikan posisinya tetap stabil selama operasi berlangsung. Apabila mesin CNC tidak dilengkapi dengan penjepit atau ragum, hasil pengerjaan pada benda kerja dapat mengalami penyimpangan, sehingga kinerja mesin CNC menjadi kurang optimal.

6. Motor Stepper

Motor stepper dapat berputar atau bertindak sebagai penggerak. Ide dasarnya sama dengan motor DC: keduanya menggunakan daya DC untuk menghasilkan medan magnet. Motor stepper, di sisi lain, memiliki magnet tetap pada rotor jika motor DC memilikinya pada stator. Jumlah fase, sudut setiap langkah (dalam derajat/langkah), tegangan suplai per lilitan, dan arus yang dibutuhkan dalam ampere atau miliampere untuk setiap lilitan merupakan persyaratan umum untuk motor stepper. (Trianto, 2005).

7. Motor Spindel

Sumbu utama, yang juga dikenal sebagai spindle, merupakan bagian utama pada mesin bubut yang berfungsi sebagai tempat pemasangan chuck (cekam), plat pembawa, kolet, senter tetap, dan komponen lainnya. Spindle pada mesin bubut dilengkapi dengan chuck atau cekam yang di dalamnya terdapat rangkaian roda gigi. (Teknik Produksi Mesin Industri Jilid II, 2008).



Gambar 2.3 spindle motor.

8. Panel Control

Panel kontrol adalah bagian utama yang digunakan untuk mengakses berbagai pengaturan parameter, seperti konfigurasi alat (*tools*), kode G (*G Code*), penetapan titik nol (*Zero Point*), serta pengaturan lain yang diperlukan dalam pengoperasian mesin CNC.

9. Program CNC

Format internasional yang disepakati diperlukan saat membuat program. Format berbasis alamat adalah yang paling banyak digunakan. Huruf awal setiap kata yang menunjukkan tujuan atau sasaran data numerik disebut sebagai alamat. Standar *ANSI EIA RS-274-B* menjelaskan bagaimana alamat digunakan dalam pemrograman NC. Sementara beberapa huruf mungkin memiliki dua tujuan, sebagian besar huruf yang digunakan memiliki tujuan yang berbeda. Berdasarkan tujuannya, Alamat NC dibagi menjadi sejumlah istilah, termasuk yang berkaitan dengan urutan blok informasi, jenis gerakan yang diperlukan, atau nilai nominal gerakan. Tabel 2.1 (Muhammad Riza Fahlevi, 2017:2).

Tabel 2.1 NC Address

NC Word	Penggunaan
N	<i>Sequence number</i> : mengidentifikasi nomor blok informasi
G	<i>Preparatory function</i> : memilih fungsi <i>control</i> yang berbeda termasuk berbagai rutin pemesinan yang telah deprogram sebelumnya
X,Y,Z	<i>Dimension coordinate data</i> : perintah gerak linier dan melingkar bagi sumbu-sumbu mesin

F	<i>Feed Rate</i> : menentukan kecepatan makan saat operasi
S	<i>Spindle Speed</i> : menentukan kecepatan Putar Spindle
U	<i>Tool function</i> : menentukan Satuan <i>Units</i>
M	<i>Miscellaneous function</i> : menghidupkan/mematikan <i>coolant</i> , membuka <i>spindle</i> , membalik putaran <i>spindle</i> , ganti <i>tool</i> , dll.
EOB	<i>End Of Block</i> : menunjukkan kepada <i>CPU</i> bahwa semua <i>blok</i> informasi telah dihentikan.

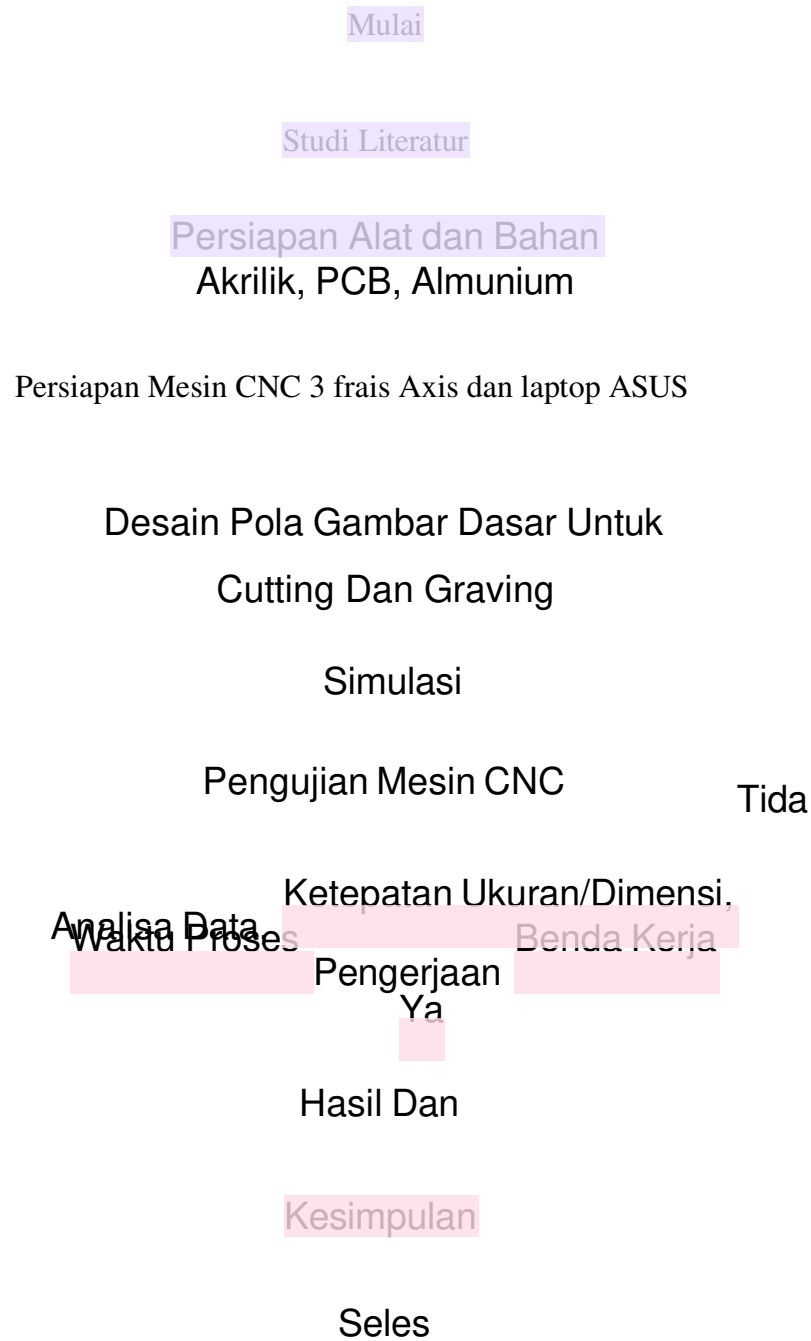
Sumber : (Muhammad Riza Fahlevi, 2017:2).

I.5 Permukaan

Permukaan adalah area yang membatasi sebuah benda padat dengan lingkungan sekitarnya. Jika diamati dalam skala kecil, konfigurasi permukaan suatu produk merupakan karakteristik geometrik yang termasuk dalam kelompok mikrogeometri.

BAB VI BAB III METODOLOGI PENELITIAN

II.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

II.2 Metodologi

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengumpulkan referensi dari buku, internet ataupun dari narasumber yang ahli untuk mendapatkan data yang valid. Serta dalam proses penelitian dengan melakukan uji kinerja mesin pada hasil rancang bangun mesin CNC mini portabel. Dengan ukuran/dimensi bendakerja, keakuratan, waktu pengerjaan, dan hasil dari beberapa bendakerja yang dikerjakan oleh mesin CNC mini portabel skala laboratorium.

II.3 Alat dan Bahan

II.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini diantara lain:

1. Mesin CNC
2. Laptop ASUS
3. Jangka sorong
4. Pisau endmill 2mm dan pisau engraving (D) 3mm, side (A) 30degrees, flat (F) 0.38.
5. Mistar Penggaris
6. Kuas
7. Double tipe 3M.
8. Cutter

II.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Akrilik 2mm
2. Pcb 1.8mm
3. Alumunium 2mm
4. Triplek 14mm

II.4 Desain Mesin CNC dan Desain Vertic Aspire

II.4.1 Desain Mesin CNC Mini Portebel Skala Laboratorium

Adapun desain mesin dan rangka dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Desain mesin CNC mini portebel skala laboratorium



Gambar 3.2 Desain Mesin CNC Mini Portebel Skala Laboratorium.

Desain rancang bangun mesin CNC mini portabel skala laboratorium dibuat menggunakan *software Solidwork*. Dimana ditentukan dimensi dan bahan yang akan digunakan. *Desain* alat ini dibuat dengan beberapa *part list* rancangan yaitu:

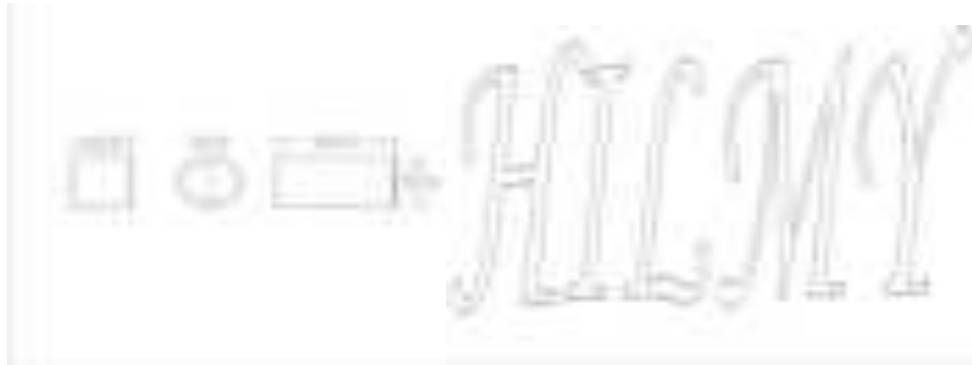
2. Part List Rancangan

Tabel 3.1 Part List Rancang CNC

Part List		
ITEM	QTY	PART
1	1	Rangka
2	1	Bed profil
3	22	Breaket hasil cetak 3D print
4	4	Linear shaft
5	3	Lead screw
6	1	Motor spindle
7	3	Motor stepper
8	1	Drill chuck
9	8	Linear Bearing
10	2	Radial Bering
11	1	Lead Shaf breket
12	1	Grbl Control
13	1	Adapter Power supplay
14	3	Shaft Coupling

II.4.2 Desain Pola Dasar Vertic Aspire

Membuat desain pola dasar dan desain nama dengan menggunakan software vertic aspire, dalam melakukan uji mesin dengan beberapa bahan.



Gambar 3.3 Desain vertic Aspire.

II.4.3 Desain Produk Vertic Aspire

Membuat desain gantungan kunci menggunakan software vertic aspire untuk melakukan uji mesin dengan bahan akrilik ketebalan 2mm.



Gambar 3.3 Desain Produk Gantungan Kunci Vertic Aspire.

II.5 Langkah-langkah Pengujian

Adapun langkah – langkah pengujian sebagai berikut:

1. Menyiapkan beberapa bahan seperti akrilik, pcb, alumunium, dan triplek.
2. Menyiapkan pisau *ENDMILL* dengan diameter (D) 2mm dan *engraving* (D) 3mm, side (A) 30degrees, flat (F) 0.38.

3. Mesin *milling* CNC 3 Axis akan diuji dengan beberapa bahan baik di *milling* maupun di *graving*.
4. Mendesain gambar pola dasar di vertic aspire yaitu *profil tool paths* untuk *cutting*. *Setting tools* pada *feed and speed* dengan kecepatan spindle 10000rpm, feed rate 0.75mm, dan kedalaman pemakanan 0.2mm. Sedangkan untuk *pocket toolpath* yaitu *setting tools feed and speed* dengan kecepatan spindle 10000rpm, feed rate 2mm, dan kedalaman pemakanan 0.2mm.
5. Mengubah gambar menjadi *G-code* selanjutnya, akan diteruskan oleh software *GRBL controller*.
6. Menaruh benda kerja pada *bed profile* yang telah diberikan double tipe 3M.
7. Memasukkan G-Code ke software *GRBL control* Pada mesin CNC , *setting home* pada mesin, dan kunci sumbu zero X, Y, dan Z..Guna mengetahui apakah software *GRBL* berjalan sesuai dengan program.
8. Melaksanakan proses permesinan pada masing-masing bahan akrilik, pcb, almunium dan triplek.
9. Melihat hasil benda kerja dari pengerjaan mesin CNC mini portabel skala laboratorium.
10. Mengukur hasil benda kerja tersebut meliputi ketepatan ukuran/dimensi dan waktu proses pengerjaan.
11. Memasukkan hasil tersebut pada tabel guna melihat hasil pengujian pada mesin CNC mini portabel skala laboratorium.
12. Memberi kesimpulan pada hasil pengujian mesin CNC mini portabel skala laboratorium dari pengolahan data maupun analisa sesuai dengan tujuan

penelitian dan membuat saran yang isinya tentang hasil penelitian supaya mendapatkan hasil yang memuaskan dari penelitian tersebut.

13. Selesai merupakan tahap akhir dari penelitian.

II.6 Mekanisme kinerja Mesin CNC mini portabel

Adapun mekanisme kinerja mesin CNC yaitu:

1. Menyalakan mesin cnc mini portable dengan power on/off.
2. Mengaktifkan software control laptop atau pc.
3. Lalu ekport data desain ke aspire.
4. Setelah itu setting software aspire pada tools pahat atau pisau yang akan di *milling* atau *graving*.
5. Membuka software GBRL yang ada di cnc tersebut, kemudian di *eksport* gambar yang sudah disesuaikan.
6. Letakkan bahan yang ingin di *graving* atau *milling*.
7. Setting zero Z, X, dan Y. Selanjutnya aktifkan dan mulai pembuatan.

II.7 Hardware dan Software Sistem Control

II.7.1 Hardware Sistem Control

Perangkat keras sistem kontrol adalah komponen fisik yang digunakan dalam sistem kontrol mesin CNC 3 *frais axis*. Beberapa perangkat keras yang umum digunakan dalam sistem kontrol mesin CNC meliputi:

1. *Stepper Motor nema 17HS153-P4130*

Motor stepper adalah perangkat *elektromekanis* yang berfungsi dengan mengonversi pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis yang terpisah atau diskrit.



Gambar 3.5 Stepper Motor Nema 17HS153-P4130.

Spesifikasi:

- Tegangan rated: 12-24v
- Arus fase: 1.33a
- Resistensi: 2.1Ω
- Induktansi / fasa: 2.5 mh
- Memegang torsi: 2.2 kg-cm
- Torsi penahan: 120 kg-cm
- Sudut Langkah: 1.8°

2. Stepper Motor nema 17HS153-P4130

Motor spindle DC775 adalah jenis motor DC yang berfungsi sebagai alat untuk melakukan proses pemotongan dan pengeboran pada benda kerja.



Gambar 3.6 Spindle motor.

Spesifikasi:

- Rpm:10000/min
- Nilai tegangan:12v
- Nilai daya:100w
- Nilai arus:1,2A
- Diameter poros : 5mm

3. Power supply 24V 10A

Power supply merupakan arus daya tegangan DC untuk keperluan komponen yang membutuhkan arus tegangan DC.



Gambar 3.7 Power supply 24V 10A.

Spesifikasi:

29

- AC Input: 220V+/- 15%
- DC Output: 24V, 10A (240 Watt Max)

II.7.2 Software Control

Perangkat lunak kontrol pada sistem kontrol adalah Perangkat lunak yang diinstal pada komputer dan berfungsi sebagai antarmuka (*interface*). Antarmuka bertugas menghubungkan dan menerjemahkan semua perintah dari pengguna sehingga bisa dipahami dan dijalankan oleh perangkat keras dalam mengoperasikan mesin CNC mini portabel 3 *fraxis*.

1. Software Vertic Aspire

Dalam proyek ini, program desain berbasis vektor yang disebut Vectric Aspire digunakan untuk menghasilkan berbagai desain yang mengatur konfigurasi alat (*tools*), dan mengonversi desain gambar menjadi G-Code. G-Code tersebut kemudian diteruskan ke perangkat lunak GRBL controller untuk dieksekusi.



Gambar 3.8 Tampilan Software Vertic Aspire.

2. Software GRBL Controller

GRBL *controller* berfungsi sebagai pengendali mesin CNC. Mikrokontroler digunakan untuk menerima perintah G-Code dari komputer, yang kemudian

14

diproses dan dikontrol oleh *GRBL controller* untuk mengoperasikan motor stepper. Mesin CNC ini dioperasikan melalui perangkat lunak tersebut, sehingga motor stepper, motor spindle, dan mata bor dapat bergerak sesuai instruksi.



Gambar 3.9 Tampilan Software GRBL Controller.

II.8 Mesin CNC Mini Portabel Skala Laboratorium

Mesin CNC merupakan mesin perkakas yang berfungsi untuk melakukan penyayatan pada benda kerja menggunakan mata pisau, dengan bantuan sistem kontrol berbasis komputer yang dikenal sebagai *Computer Numerical Control* (CNC).



Gambar 3.10 Mesin CNC Mini Portabel Skala Laboratorium.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Mesin CNC

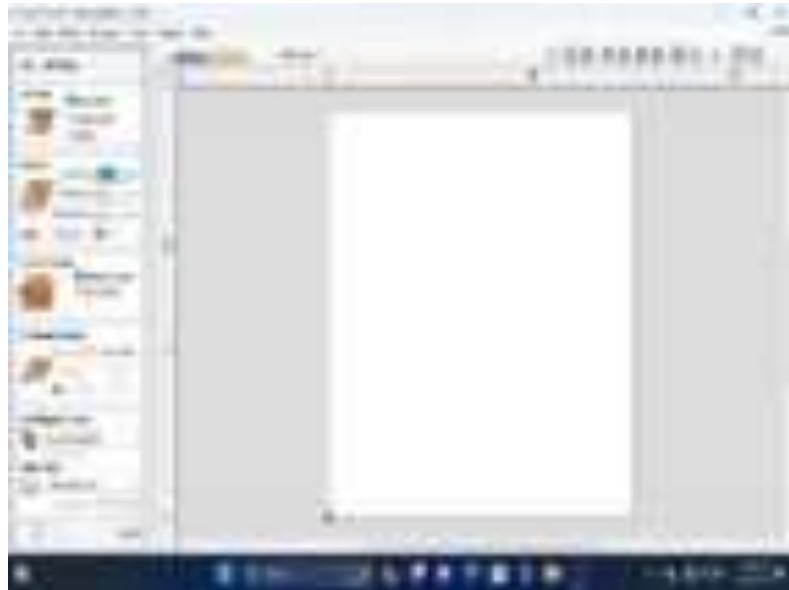
Dalam menggunakan mesin CNC harus membutuhkan software vertic aspire aplikasi desain berbasis vector untuk membuat desain uji, menyetting *tools*, serta mengubah desain gambar menjadi G-Code dan selanjutnya akan menggunakan software GRBL *controller*.



Gambar 4.1 Mesin CNC.

III.1.1 Proses Pengerjaan Software Vertic Aspire

1. Mengatur job setup
 - a. Menyesuaikan benda kerja dengan dimensi lebar 150 mm, tinggi 150 mm, dan Ketebalan 2mm. Memilih titik *koordinat* untuk pemakanan awal pada benda kerja dan juga memilih satuan mm.



Gambar 4.2 Job Setup Vertic Aspire.

- b. Setelah itu lanjut ke model 2D dengan membuat gambar persegi 20 mm, lingkaran diameter 20 mm, dan persegi panjang L : 40 mm T : 20 mm.



Gambar 4.3 Fitur Vertic Aspire.

2. Memilih Toolpaths Operations

Toolpaths operation dipilih untuk membuka fitur- fitur *operations*, yang digunakan untuk uji adalah proses *profile toolpaths*. Ketika sudah memilih *profile toolpath* setelah itu mengatur *cutting depths* 2mm dan *machine vectors*

(*outside/right*). Sedangkan untuk pengerjaan grafir memilih *pocket toolpaths* mengatur *cutting depths* 0.2 mm.



Gambar 4.4 Toolpaths Operation.

3. Pemilihan Tool

- a) Karena mesin CNC yang digunakan adalah tipe milling dan graving, maka alat yang digunakan berupa tipe mill dengan mata pisau berjenis Endmill berukuran 2mm. Selanjutnya, mata pisau Endmill diedit agar sesuai dengan ukuran aslinya, yaitu: units (mm), diameter (D) 2mm, no. Flutes 0, *pass depth* 0,2mm. Mengatur *feeds and speeds*, kecepatan *spindle speed* 10000rpm dan *feedrate* 0.75 mm/sec.



Gambar 4.5 Tool EndMill Cutting.

- b) Untuk mata pisau untuk tipe *graving* diameter (D) 3mm, *side angle* (A) 30degrees, flat diameter (F) 0.38mm, *pass depth* 0.2mm *stepover* 0.152, *clearance* 0.152, *spindle speed* 10000, *feed units* mm/sec, *feed rate* 2, *plunge rate* 1. Kemudian dalam *cutting* melihat edit *passes* yang dimana dengan bahan ketebalan 2mm dan 10 passes itu artinya setiap pemakanan sebesar 0,2mm.



Gambar 4.6 Tool Engraving.

4. Simulasi

Untuk mengetahui apakah prosesnya sudah berjalan dengan baik melihat simulasi desain pola dasar maupun desain nama.



Gambar 4.7 Simulasi Gambar Pola Dasar Uji Coba Cutting.



Gambar 4.8 Simulasi Uji Coba Grafir.

5. Post G-Code

Jika semua langkah sudah dilakukan kemudian *save desain* dan pilih *post processor* menjadi Grbl (mm) (*.gcode).



Gambar 4.9 Desain Gambar Menjadi G-Code.

III.1.2 Proses pengerjaan Software GRBL Control

Sebelum memulai proses pengerjaan benda kerja pada mesin CNC mini portabel, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui terlebih dahulu.yaitu:

1. Memasukkan *file G-Code* Ke Software GRBL *controller*

Dalam pengoperasian menggunakan software GRBL *control*, memasukkan *file* kemudian cari G-Code yang akan di kerjakan, lalu tekan *open*.



Gambar 4.10 Gambar Pola Dasar Pada software GBRL.

2. Proses Pemasangan Benda Kerja Pada Mesin CNC Mini Portabel

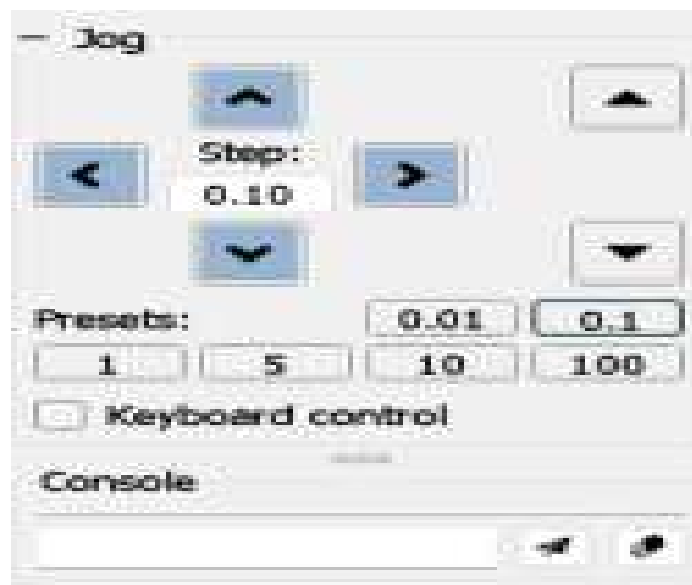
Melakukan pemasangan benda kerja dengan *double tipe 3M* ke mesin CNC mini portabel skala laboratorium. Dimana benda kerja diberi lem perekat yaitu *double tipe 3M* untuk ditempelkan pada *bad profile*.



Gambar 4.11 Proses Pemasangan Double Tipe 3M.

3. Setting home pada mesin

Menentukan titik zero secara manual sumbu X, Y, dan Z untuk awal dan akhir Berjalan.



Gambar 4.12 Tampilan Tombol Manual Control Sumbu X, Y, dan Z.



Gambar 4.13 Sebelum Menentukan Titik Zero.



Gambar 4.14 Sesudah Menentukan Titik Zero.

4. Kunci zero X, Y, dan Z

Menentukan *titik* zero setelah itu mengunci sumbu X, Y, dan Z yang dimana jika sumbu X, Y, dan Z sudah terkunci di *work coordinates* 0.000.



Gambar 4.15 Kunci Zero X, Y, dan Z.

5. Pengerjaan Profile tool paths

Proses *profile tool paths* mesin CNC melakukan *cutting* dengan bahan akrilik, Pcb 1.8, dan alumunium dengan bahan ketebalan 2 mm dan 10 passes itu artinya setiap pemakanan sebesar 0.2 mm. Dalam melakukan *profile tool paths* pada bahan akrilik membutuhkan waktu 1 jam 3 menit, bahan PCB membutuhkan waktu 40 menit dan bahan alumunium 1 jam 19 menit. dengan *End Mill (D) 2mm* pada *feed rate 0.75*.





Gambar 4.16 Proses Uji Mesin CNC pada Bahan Akrilik, PCB, dan Alumunium.

6. Proses pengerjaan pocket tool paths

Pocket tool paths mesin CNC melakukan grafir/penyayatan tulisan pada bahan triplek dengan kedalaman pemakanan 0.2 mm. Dalam melakukan *pocket tool paths* pada bahan triplek membutuhkan waktu 1 jam 3 menit. Dengan pisau *engraving* (D) 3mm, *side* (A) 30degrees, *flat* (F) 0.38, dan *feed rate* 2 mm/sec.



Gambar 4.17 Proses Uji Grafir/Penyayatan pada Bahan Triplek.

III.1.3 Hasil Pengukuran Dimensi

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Dimensi Akrilik, PCB, dan Alumunium.

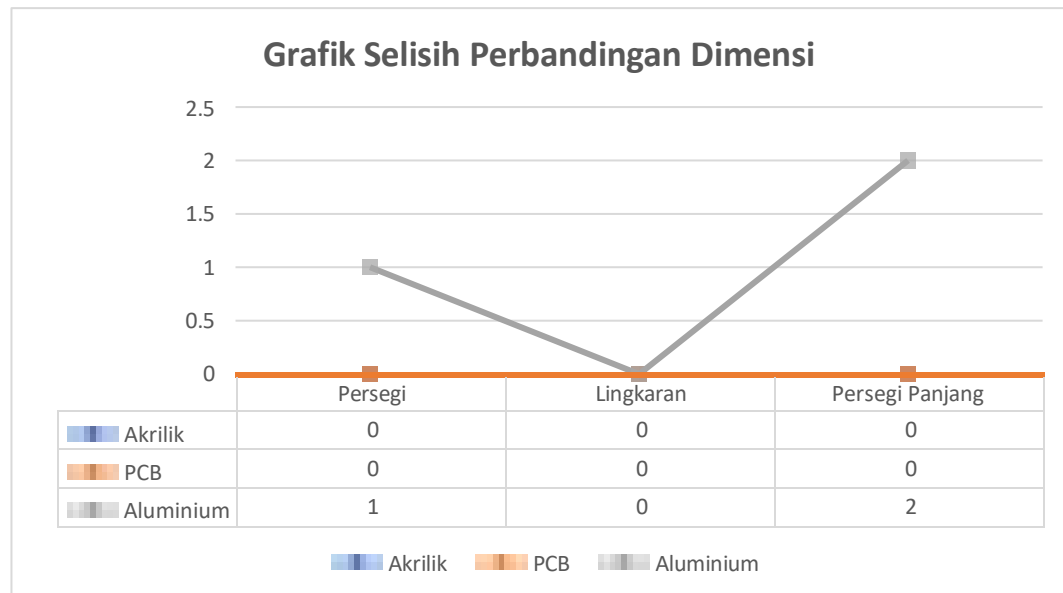
	BENTUK	VERTIC ASPIRE	MESIN CNC	SELISIH
Akrilik	Persegi			
	Lingkaran	(D)	(D) 20	0 mm
	Persegi Panjang	L: 40 mm T: 20 mm	L: 40 mm T: 20 mm	0 mm
	BENTUK	VERTIC ASPIRE	MESIN CNC	SELISIH

PCB	Persegi			
	Lingkaran	(D)	(D) 20 mm	0 mm
	Persegi Panjang	L: 40 mm T: 20 mm	L: 40 mm T: 20 mm	0 mm
Alumunium	BENTUK	VERTIC ASPIRE	MESIN CNC	SELISIH
	Persegi	20 mm	21 mm	1 mm
	Lingkaran	(D) 20 mm	(D) 20 mm	0 mm
	Persegi Panjang	L: 40 mm T: 20 mm	L: 41 mm T: 21	2 mm

Dari hasil data diatas terlihat perbandingan total selisih dari masing-masing

bahan dari uji mesin CNC mini portabel skala laboratorium:

Untuk mesin CNC 3 *frais Axis* dari hasil bahan akrilik tidak ada selisih, pada bahan tidak ada selisih namun terjadi penyimpangan bentuk, dan bahan aluminium memiliki jumlah selisih sebesar 3 mm dengan pengukuran sebanyak 9 kali pengukuran. Jadi bahan yang cocok untuk membuat produk pada mesin cnc mini portabel skala laboratorium yaitu akrilik.



Gambar 4.18 Grafik Selisih Perbandingan Bahan Akrilik, PCB, dan Alumunium.

Dari hasil grafik diatas pengerjaan mesin CNC dalam melakukan cutting pada bahan akrilik maupun pcb tidak memiliki selisih ukuran dengan desain gambar.

Sedangkan bahan aluminium memiliki selisih yang cukup besar dalam pengerjaan cutting yaitu 3 mm.

III.1.4 Waktu Pengerjaan

Dalam penelitian ini juga mencari perbandingan waktu pengerjaan pada setiap bahan yaitu akrilik, pcb, aluminium dan triplek yang dimana untuk menguji hasil rancang bangun mesin CNC mini portable skala laboratorium. Berikut hasil pengerjaannya :

1. Mesin CNC 3 *fraxis*

Persiapan vertic aspire yaitu mendesain dan mengubahnya menjadi *G-Code* untuk memotong dan *menggravir* pada setiap benda kerja untuk mendapatkan *space* pada *bad profil*.

2. Setting Tool

Pada tahap pengaturan alat untuk proses pemakanan benda kerja, dilakukan penyesuaian kecepatan spindle sebesar 10.000 rpm dan laju pemakanan (*feed rate*) sebesar 0,75 mm. Selain itu, pemasangan pisau *End Mill* dan *Engraving* serta penentuan titik nol (*zero point*) pada benda kerja juga disiapkan.

3. Persiapan GBRL Control

Persiapan GRBL control meliputi proses memasukkan *G-Code*, mengatur titik nol (*zero point*) secara manual, dan kemudian mengunci titik nol pada sumbu X, Y, dan Z.

4. Proses Facing

Proses *facing* adalah metode pemakanan pada benda kerja seperti akrilik, PCB, dan aluminium dengan ketebalan 2 mm, yang dilakukan dalam 10 tahap pemakanan (*passes*). Setiap tahap mengikis material sebanyak 0,2 mm hingga

benda kerja terpotong. Sementara itu, untuk bahan triplek, proses yang dilakukan adalah penggrafiran pada permukaannya.

5. Step 1 Persegi

Langkah pertama adalah proses pemakanan *Endmill* pada benda kerja dalam mencapai ukuran kedalaman bahan 2 mm, dengan tahap pemakanan *Endmill* sebesar 0,2 mm hingga benda kerja terpotong.

6. Step 2 Lingkaran

Langkah kedua adalah proses pemakanan pahat pada benda kerja untuk memperoleh diameter 20 mm, dengan setiap tahap pemakanan sebesar 0,2 mm hingga benda kerja terpotong.

7. Step 3 Persegi Panjang

Langkah ketiga adalah proses pemakanan pahat pada benda kerja untuk mencapai ukuran lebar (*width*) 40 mm dan tinggi (*height*) 20 mm, dengan setiap tahap pemakanan sebesar 0,2 mm hingga benda kerja terpotong.

8. Step 4 Mengraving

Langkah keempat adalah proses pemakanan pahat pada benda kerja untuk melakukan grafir atau penyayatan dengan kedalaman pemakanan sebesar 0,2 mm.

III.1.5 Perhitungan Waktu

a. Bahan Akrilik

Tabel 4.2 Waktu Pengujian pada Bahan Akrilik.

1	Vertic Aspire	10
2		5
3	Grbl Control	10
4		5
5	Facing	2
6	Step 1 Persegi	20
7	Step 2 Lingkaran	19
8	Step 3 Persegi Panjang	20
Total Waktu		91

b. Bahan Pcb

Tabel 4.3 Waktu Pengujian pada Bahan Pcb.

1	Vertic Aspire	10
2		5
3	Grbl Control	10
4		5
5	Facing	2
6	Step 1 Persegi	14
7	Step 2 Lingkaran	8
8	Step 3 Persegi Panjang	16
Total Waktu		70

c. Alumunium

Tabel 4.4 Waktu Pengujian pada Bahan Alumunium.

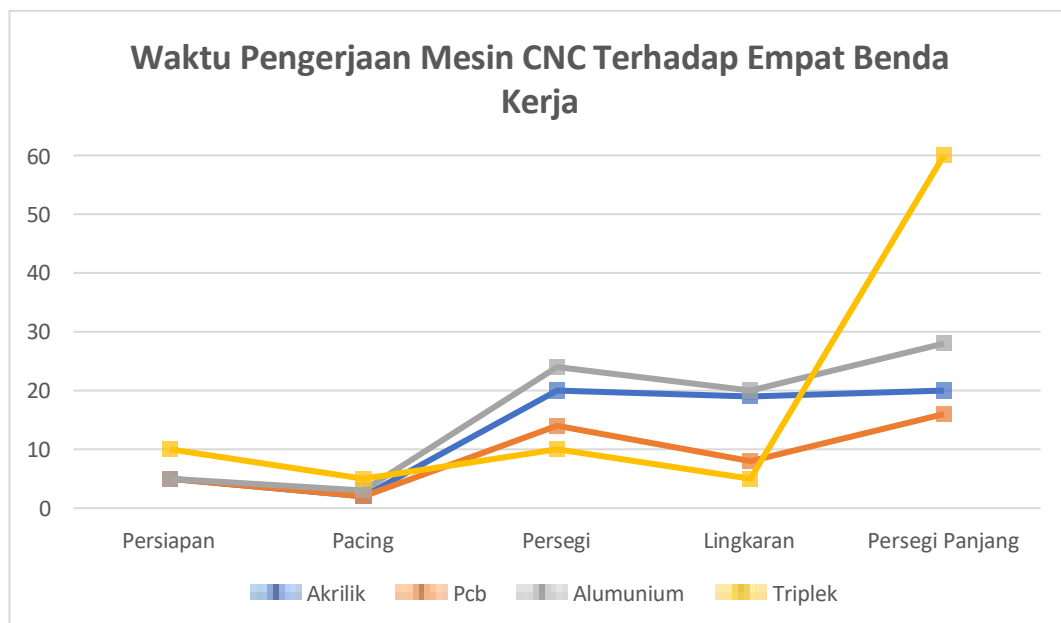
1	Vertic Aspire	10
2		5
3	Grbl Control	10
4		5
5	Facing	3
6	Step 1 Persegi	24
7	Step 2 Lingkaran	20
8	Step 3 Persegi Panjang	28
Total Waktu		90

d. Triplek

Tabel 4.5 Waktu Pengujian pada Bahan Triplek.

1	Vertic Aspire	10
2		5
3	Grbl Control	10
4		5
5	Facing	60
		90

Dari tabel diatas dapat disimpulkan dalam pengerjaan mesin CNC mini portabel skala laboratorium dalam cutting pada *profil tool paths* menghasilkan waktu yang berbeda-beda pada benda kerja seperti, akrilik dengan waktu pengerjaan 91 menit, pcb waktu pengerjaan 70 menit dan alumunium waktu pengerjaan 90 menit. Sedangkan benda kerja triplek untuk grafir pada *pocket tool paths* waktu pengerjaan 90 menit.



Gambar 4.19 Grafik Waktu Pengerjaan Akrilik, PCB, Alumunium dan Triplek. Pada grafik diatas dalam pengerjaan Mesin CNC mini portabel skala laboratorium untuk cutting maupun grafir terhadap benda kerja akrilik, pcb, alumunium, dan

triplek masing-masing pengerjaan 70 menit sampai 90 pada ke-empat bahan tersebut.

III.1.6 Bentuk Benda Kerja Hasil Uji Mesin CNC

Setelah proses pengerjaan menggunakan mesin CNC mini portabel skala laboratorium dengan settingan *speed spindle* 1000rpm dan *feed rate* 0.75mm pada software vertic aspire dapat diketahui hasil perbandingan setiap bahan sebagai berikut.

1. Hasil Uji Mesin CNC Pada Bahan Akrilik

Dari hasil bahan akrilik dalam memotong bahan yang membuat desain awal pada komputer tidak ada penyimpangan dimensi dan tidak ada selisih ukuran dari hasil pengerjaan mesin CNC mini portabel skala laboratorium.



Gambar 4.20 Bentuk Hasil Uji Bahan Akrilik pada Mesin CNC.

2. Hasil Uji Mesin CNC Pada Bahan Pcb

Dari hasil pengerjaan mesin CNC pada bahan pcb dalam desain awal pada komputer adanya alur yang keluar dari salah satu bentuk/dimensi namun tidak ada selisih ukuran dari hasil pengujian cutting pada mesin CNC mini portabel skala laboratorium.



Gambar 4.21 Bentuk Hasil Uji Bahan Pcb Pada Mesin CNC.

3. Hasil Uji Meisn CNC Pada Bahan Alumunium

Dari hasil bahan Alumunium dalam memotong bahan, desain awal pada komputer adanya alur yang keluar dari bentuk/dimensi dan memiliki selisih pada masing – masing desain jika ditotal jumlah selisih sebesar 3 mm. Yang artinya dalam melakukan cutting pada bahan alumunium dengan menaikan kecepatan putaran spindle agar mendapatkan ukuran yang sesuai dengan desain gambar.



Gambar 4.22 Bentuk Hasil Uji Bahan Alumunium Pada Mesin CNC.

4. Hasil Uji Mesin CNC Pada Bahan Triplek

Dari bahan triplek dalam menggrafir bahan yang membuat desain awal pada komputer tidak ada alur yang keluar dimana menggrafir dengan kedalaman 0.2 mesin berjalan dengan baik.



Gambar 4.23 Bentuk Hasil Uji Pengerjaan Mengraving Pada Mesin CNC.

III.2 Hasil Uji Mesin Pembuatan Produk

Menguji mesin dalam membuat produk jadi seperti gantungan kunci dengan material akrilik L: 210 mm T: 162 dan ketebalan 2 mm. Dimana dalam pengerjaan mesin menggunakan dua mata pisau yaitu End Mill kedalaman pemakanan 0.2mm, *spindle speed* 10000 rpm, dan *feed rate* 0.75 mm/sec. Sedangkan Engraving kedalaman pemakanan 0.1 mm, *spindle speed* 10000 rpm dan *feed rate* 2 mm/sec. untuk desain gear dengan waktu pengerjaan 120 menit.



Gambar 4.24 Desain Vetric Aspire dan Hasil Produk Dari Akrilik.

III.3 Analisa Pergerakan

Analisis pergerakan meja kerja pada mesin CNC dilakukan dengan menghitung nilai BLU (*Basic Length Unit*), yang menunjukkan jarak pergerakan

meja dalam setiap langkah, diukur dalam satuan milimeter. Nilai BLU ini digunakan untuk menentukan kecepatan mesin CNC. Selain BLU, jumlah langkah pada motor stepper juga menjadi parameter penting dalam perhitungan kecepatan mesin CNC.

Motor stepper yang digunakan memiliki 200 langkah per putaran, di mana satu putaran penuh (360°) menghasilkan 200 langkah, dengan setiap langkah memiliki sudut $1,8^\circ$. Pergerakan mesin CNC terbagi menjadi dua jenis, yaitu gerakan aktual dan gerakan ideal.

III.4 Pergerakan Ideal

Gerak ideal pada mesin CNC adalah pergerakan yang nilainya tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kehilangan panas pada motor stepper, beban berlebih pada sumbu Z, atau gesekan akibat batang ulir yang tidak standar pada *cup fit*. Nilai gerak ideal untuk semua sumbu mesin CNC dapat dihitung berdasarkan kecepatan pergerakan meja menggunakan rumus 4.1 dan 4.2. Salah satu parameter penting dalam perhitungan ini adalah nilai *pitch* pada batang ulir yang digunakan. Rumus terkait *pitch* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

$$BLU = \frac{\text{pitch}}{\text{pulsa}} = \frac{\text{mm}}{\text{steps}} \quad (4.1)$$

$$V = BLU \times \text{pulsa per menit} = \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \quad (4.2)$$



Gambar 4.25 Iso Metric Thread Profile.

Keterangan:

- **BLU** = Basic Length Unit (mm/step) – Satuan dasar panjang per langkah.
- **Pitch** = Jarak antar puncak ulir (mm).
- **Pulsa** = Jumlah pulsa (Step).
- **V** = Kecepatan linier pergerakan meja kerja (mm/menit).

III.5 Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Feed and Speed

Dalam menyetting *tools* pada software vertic aspire perlunya memperhatikan kedalaman pemakanan maupun *feed and speed* agar dapat hasil yg sesuai dengan kita inginkan. Jika tidak memperhatikan settingan *tools* yang terjadi adalah:

- a. Kerusakan pada Breket Spindel dalam melakukan profile toolpaths

Yang dimana dengan percobaan awal penelitian dengan melakukan cutting pada benda kerja akrilik ketebalan 2 mm, menggunakan settingan *tools* pemakanan kedalam 1 mm untuk 2 kali pengerjaan yang terjadi pecahnya breket spindle saat melakukan pengerjaan.



Gambar 4.26 Tampilan Kerusakan Pada Breket.

- b. Patahnya mata pisau dan terjadinya ketidaksesuaian bentuk/dimensi pada bahan akrilik ketebalan 2 mm. Karena saat pengujian mesin CNC pengaruh kedalaman pemakanan 0.5 mm, *feed and speed*, *speed spindle* 10000 rpm, dan *feed rate* diatas 5 mm/sec. Dalam melakukan *profil toolpaths/cutting* jika pergerakan sumbu X dan Y terlalu cepat akan menyebabkan pisau End Mill patah dan penyimpangan bentuk/dimensi pada hasil pengerjaan.



Gambar 4.27 Tampilan Patahnya End Mill dan Penyimpangan Pada Benda Kerja.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1 Kesimpulan

Dari pembahasan dalam penulisan ilmiah yang telah dijelaskan, maka dapat diambil kesimpulan sesuai dengan topik di dalam penulisan ilmiah ini. Adapun kesimpulan tersebut antara lain:

1. Saat melakukan proses pengujian mesin CNC mini portabel dimana software vertic aspire dan software GRBL control bekerja dengan baik.
2. Dari hasil pengujian mesin CNC mini portabel dalam melakukan *profile tollpaths/cutting* pada tiga benda kerja akrilik, pcb, dan alumunium. Dengan desain yang sama maupun settingan *tools* yang sama mesin cnc mini portabel mampu memotong ketiga benda kerja sesuai dengan desain gambar maupun secara akurat pada bahan akrilik dan Pcb. Sedangkan alumunium memiliki selisih ukuran dari setiap gambar pola dasar sejumlah 3 mm. Yang artinya dalam menjalankan mesin CNC untuk melakukan *cutting* pada bahan alumunium menurunkan *feed rate* pada settingan *tools* agar mendapatkan hasil potongan yang akurat.
3. Hasil pengujian mesin CNC mini portabel dalam melakukan *pocket toolpaths/gravir* pada bahan bahan triplek hasil pengerjaan mesin sesuai dengan desain gambar.
4. Hasil waktu pengerjaan untuk *cutting* pada bahan akrilik 91 menit, Pcb 70 menit, dan alumunium 90 menit karena menggunakan settingan *tools* pada kecepatan *feed rate* yang rendah. Untuk mempercepat hasil waktu pengerjaan *cutting* bisa menaikkan *feed rate*. karena kecepatan maksimal *feed rate* pada mesin CNC mini portabel dalam pengerjaan *cutting* sampai 2 mm/sec. Sedangkan waktu hasil pengerjaan grafir 90 menit untuk mempercepat waktu

pengerjaan bisa menaikkan *feedrate* yang dimana kecepatan maksimal *feedrate* untuk pengerjaan grafir sampai 5 mm/sec.

5. Jika melakukan pengerjaan mesin CNC untuk melakukan cutting terhadap benda kerja dengan settingan *tools* kedalam pemakanan terlalu dalam yaitu 1 mm maupun kecepatan *feed rate* diatas 5 mm/sec dimana saat melakukan pengujian mesin CNC terjadinya kerusakan breket spindle, patahnya mata pisau maupun hasil bentuk/dimensi tidak sesuai dengan benda kerja.

IV.2 Saran

Adapun saran untuk perbaikan alat mesin CNC ini adalah:

1. Untuk pengerjaan *cutting* memberikan tatakan pada benda kerja agar tidak terkena goresan pada *bad profile*.
2. Sebisa mungkin mengerti settingan *tools* pada software vertic aspire agar pengerjaan mesin sesuai dengan desain gambar, tidak terjadinya mata pisau End Mill patah secara terus-menerus, dan menghindari kerusakan pada bracket spindle.
3. Membuat ragam pada mesin CNC mini portabel skala laboratorium agar mesin dapat bekerja secara maksimal.