

OPERATION CNC ROUTER 3 AXIS 60 x 90 CM MACHINE DALAM PEMBUATAN PRODUK TATAKAN GELAS PADA MATERIAL DAUR ULANG PLASTIK HDPE DI WEDOO WORKSHOP BALI

Komang Merta Yasa¹, Pratolo Rahardjo²

Teknik Elektro, Universitas Udayana, Denpasar

e-mail: ymerta47@gmail.com

Article Info

Article History:

Received: October 01,
2023

Revised: November 20
2023

Accepted: April 01, 2024

Keywords:

CNC Router;
3 Axis;
Recycling Materials.

Informasi Artikel

Kata Kunci:

CNC Router;
3 Axis;
Material Daur Ulang.

Publishing Info

✉ **Corresponding Author:** (1) Komang Merta Yasa, (2) Program Studi Teknik Elektro, (3) Universitas Udayana, (4) Jalan Raya Kampus Unud, Jimbaran, 80361, Indonesia, (5) Email: ymerta47@gmail.com

ABSTRACT

The 3 Axis 60x90 cm CNC Router Machine is one of the CNC Router machines at Wedoo Workshop Bali. A CNC Router machine is a machine that utilizes the rotation of the cutting edge to carry out engraving, cutting and/or marking. CNC Routers can work on various materials such as: wood, metal and plastic. The aim of this research is the operation and principles of the 3 axis 60x90 cm CNC router machine at Wedoo Workshop Bali. As well as knowing the components used in the 3 Axis 60x90 cm CNC Router machine. The object of this research is a CNC Router machine. This research is included in experimental research. The results of this research are that the CNC Router machine consists of several components which function as the main driver in the CNC Router Machine controller process, the components used are Stepper Motor 86 HBYGH 450A, Ball Screw, Spindle Motor, Power Supply, Limit Switch, Control system RichAuto, DZB inverter Fuling, and Motor Driver.

ABSTRAK

Mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm merupakan salah satu mesin CNC Router yang ada di Wedoo Workshop Bali. Mesin CNC Router adalah mesin yang memanfaatkan putaran mata potong untuk melakukan pekerjaan mengukir (engraving) memotong (cutting), dan/atau membuat marka (Marking). CNC Router dapat bekerja pada beragam material seperti: kayu, logam, dan plastik. Tujuan penelitian ini adalah bagaimanakah pengoperasian dan prinsip mesin cnc router 3 axis 60x90 cm di Wedoo Workshop Bali. Serta mengetahui komponen-komponen yang digunakan pada mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm. Objek pada penelitian ini adalah mesin CNC Router. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental. Hasil dari penelitian ini adalah mesin CNC Router terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi sebagai penggerak utama dalam prose kontroler Mesin CNC Router, komponen – komponen yang digunakan yaitu Stepper Motor 86 HBYGH 450A, Ball Screw, Motor Spindle, Power Supply, Limit Switch, Control system RichAuto, DZB inverter Fuling, dan Driver Motor.

Copyright © 2021 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia.  This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

1. Pendahuluan

PT. Wira Dharma Persada Mandiri (Wedoo Workshop Bali) merupakan usaha industri bengkel yang bergerak pada bidang produksi dalam pembuatan mesin–mesin, sepeda motor listrik beserta perbaikan permesinan, dan peralatan yang berhubungan dengan listrik. Wedoo Workshop Bali didirikan pada tahun 2010 oleh Putu Hermawan.

Berawal dari sebuah garasi yang beralih fungsi menjadi sebuah bengkel sepeda motor listrik. Dengan peralatan yang dimiliki dan pengetahuan di bidang kelistrikan arus searah / direct current (DC) saat bekerja pada variasi mobil, maka tumbuh ide kreatif untuk membuat suatu inovasisepeda listrik dari bahan bambu yang diberi nama Ewabi. Banyak permintaan konsumen yang datang untuk mengkonversikan sepeda menjadi sepeda motor listrik. Seiring waktu, permintaan konsumen pun semakin bertambah, 2 sampai ke alat industri kreatif. Sadar akan keterbatasan bahwa tidak semua produksi dapat selesai dengan sendiri, maka mulai melakukan rekrutmen.

Mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm merupakan salah satu mesin CNC Router yang ada di Wedoo Workshop Bali. Mesin CNC Router adalah mesin yang memanfaatkan putaran mata potong untuk melakukan pekerjaan mengukir (engraving) memotong (cutting), dan/atau membuat marka (Marking)., CNC Router dapat bekerja pada beragam material seperti: kayu, logam, dan plastik. Cutting atau memotong merupakan fungsi pertama yang dimana fungsi ini memisah satu dengan yang lain sehingga presisi sesuai dengan keinginan dan memberikan hasil yang cepat. Fungsi kedua adalah menggambar, yang digunakan untuk menggambar atau memahat kayu atau material lain dengan cepat dan mudah dalam berbagai bentuk pola dan kerumitan. Dalam fungsi ketiga, mesin CNC Router dapat digunakan untuk membuat tanda pada material yang biasanya dibutuhkan perusahaan atau industri sebagai referensi, sehingga pengolahan material berikutnya akan sesuai dan rapi.

Selama proses pemotongan, engraving, dan marking, CNC Router ini menggunakan mata pahat yang terpasang pada kepala motor spindle. Setelah diprogram di komputer, mata pahat ini dapat bergerak secara otomatis. Banyak bentuk mata pahat dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Mata pahat ini bisa aus (tumpul) dan patah apabila material yang melebihi standar tingkat kekerasan bahan. Karena CNC Router memiliki pergerakan tiga sumbu, mata pahat dapat bergerak ke kanan-kiri, maju-mundur, dan naik-turun. Dengan demikian, mesin ini dapat menghasilkan ukiran berbentuk tiga dimensi dengan kedalaman pahat yang dapat disesuaikan. Mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm dengan software Aspire sebagai aplikasi desain awal pembuatan produk. Aspire adalah aplikasi yang digunakan untuk desain model dua dimensi dan 3D untuk mesin CNC. Dengan perangkat lunak ini dapat dengan mudah membuat potongan sederhana untuk ukiran dekoratif yang rumit dengan mesin CNC. Antar muka pengguna perangkat lunak ini intuitif dan mudah digunakan, dengan perangkat lunak ini dapat mengubah desain dua dimensi, foto, gambar dan karya seni digital ke dalam model 3D dan memotongnya dengan mesin CNC. Perangkat lunak Aspire digunakan di antara berbagai individu dan bisnis, termasuk pembuatan panel dan pintu dekoratif, cetakan arsitektur, perabotan, lemari, mesin ukiran, pembuat model, pembangun perhiasan, sekolah, akademi, universitas, patung dan seniman 3D, dan banyak lagi.

Mesin CNC dapat dikontrol dengan bahasa numeric, yang berarti data perintah dikodasikan dengan angka, huruf, dan simbol. Dibandingkan dengan mesin perkakas yang lain, mesin CNC lebih teliti, tepat, fleksibel, dan cocok untuk produk masal karena sistem kerjanya lebih sinkron antara komputer dan mekanik.

2. Metode

Dengan menggunakan sistem eksperimen, penelitian ini mengumpulkan data menggunakan metode observasi dan kepustakaan. Metode observasi mengumpulkan data dengan melihat hasil eksperimen dan menguji parameter melalui pengoperasian CNC Router. Metode kepustakaan mengumpulkan data dengan mempelajari literatur, yaitu membaca beberapa kepustakaan yang mendukung penelitian ini. Data yang telah

dikumpulkan sebelumnya selama analisis digunakan untuk analisis statistik deskriptif. Mesin CNC Router 3 Axis 60x9 cm merupakan salah satu mesin CNC Router yang ada di Wedoo Workshop Bali. Mesin CNC Router adalah mesin yang memanfaatkan putaran mata potong untuk melakukan pekerjaan mengukir (engraving), memotong (cutting), dan/atau membuat marka (Marking). CNC Router dapat bekerja pada beragam material seperti: kayu, logam, dan plastik. Dalam tahapan penelitian adapun sebagai berikut.

a. Pembuatan Design

Pembuatan desain digital digunakan sebagai patokan dalam operasi mesin. Hal ini dikarenakan Mesin CNC Router 3 Axis 60 x 90 cm merupakan perangkat mesin digital berbasis CNC yang memerlukan file agar mesin bisa melakukan pemahatan. Pada proses ini diawali dengan menentukan produk yang akan dibuat, melakukan penggambaran atau mendesain 2D sampai 3D objek menggunakan software Aspire.

b. Persiapan Pre-cutting (Software)

Persiapan Pre-cutting ini merupakan setup sebelum mengirim file ke mesin CNC Router untuk dapat dikerjakan, menggunakan software Aspire, Software Aspire adalah software yang digunakan untuk melakukan operasi pengukiran serta pemotongan pada mesin CNC Router. Aplikasi tersebut dapat mengatur ketebalan pahatan pada material yang akan digunakan pada produk, perlu diperhatikan pada pemilihan mata pahat yang akan digunakan pada material harus sesuai pada ukuran yang akan diatur pada Software Aspire yang nantinya akan dioperasikan pada mesin CNC Router dengan setting-an perintah langsung ke CNC Router.

c. Export File

Setelah file selesai, file harus diekspor agar software dapat membaca perintahnya ke kontroler yang ada di mesin CNC Router.

d. Persiapan Pre-cutting (Hardware)

Setelah pengaturan pada software, kemudian kita perlu mempersiapkan mesin CNC Router serta material atau bahan yang digunakan. Pertama nyalakan mesin CNC Router, kemudian masukkan USB berisi file yang telah disiapkan, letakkan material dengan benar pada meja kerja, pastikan posisi letaknya. Jenis material tergantung pada kebutuhan yang digunakan.

e. Pengoperasian Mesin CNC Router

Pada pengoperasian mesin CNC Router. Penulis diberikan pemahaman dan pelatihan oleh Drafter di bidang desain dan ahli elektronik di Wedoo Workshop Bali. Langkah pengoperasian mesin CNC Router adalah sebagai berikut.

1. Setting Titik Nol Pada Sumbu X,Y dan Z Setting titik nol pada sumbu X,Y dan Z pada material yang terpasang di mesin CNC Router untuk dioperasikan, pertama mengatur posisi spindle pada sumbu X dan Y sama dengan nol, di bagian sudut benda kerja pada posisi awal pengerjaan, pastikan spindle tidak mengenai clamp penahan benda kerja selama proses pengoperasian mesin, selanjutnya mengatur posisi spindle pada sumbu Z sama dengan nol, ujung mata pahat pada spindle diposisikan menyentuh titik bawah material.
2. Proses Pengoperasian Pada proses ini mesin CNC Router sudah dalam posisi siap digunakan untuk dapat menerima perintah dari file yang siap. Tekan RUN/

PAUSE untuk memilih file, selanjutnya pilih salah satu file USB atau file memori internal, tekan OK untuk memilih file. Parameter file akan ditampilkan. Parameter dalam file dapat diatur menggunakan format software CAD (Computer Aided Design) / CAM (Computer Aided Manufacturing). Tekan OK untuk memulai proses, program akan dimulai dan spindle otomatis akan bergerak sesuai dengan program yang di-input. Selama pengoperasian mesin, layar akan menampilkan koordinat pergerakan spindle saat ini, kecepatan arus, rasio kecepatan dan pengoperasian waktu.

3. Hasil dan Pembahasan

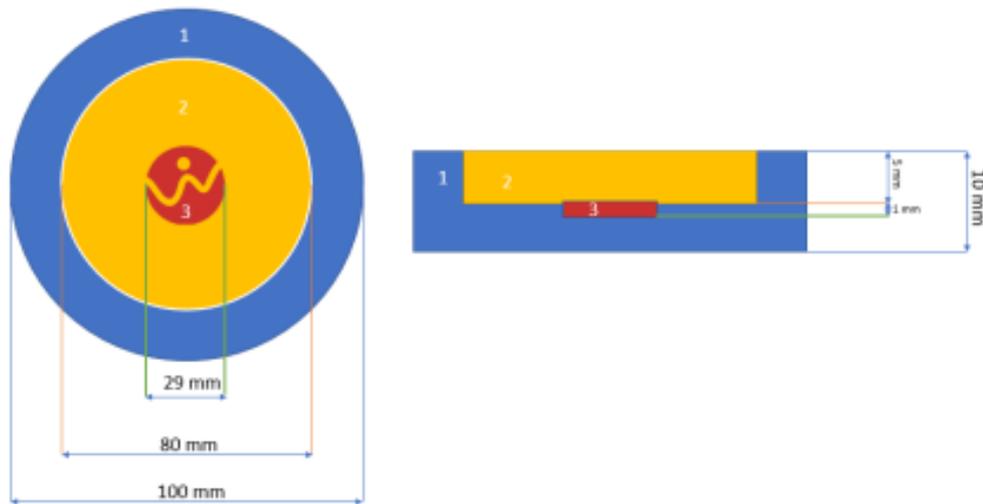
Umumnya, cara kerja mesin CNC mencakup tiga unsur primer atau utama. Unsur pertama adalah program pemesinan, berupa input data terstruktur dan perintah berupa perintah pergerakan alat yang dibuat dalam perangkat lunak komputer sesuai dengan bahasa pemrograman. Unsur kedua adalah unit kendali yang bertugas mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis. Unsur ketiga adalah mesin perkakas, untuk melakukan pergerakan pahat dalam bentuk operasi pemesinan. (Fatuke, dkk 2020). Biasanya, mesin CNC dibuat dengan komponen yang lebih unggul dan akurat jika dibandingkan dengan mesin tradisional. Komponen-komponen mesin CNC yang dapat dikontrol antara lain adalah spindel, poros mesin, penggantian pahat, collant, dan berbagai lainnya. Sumbu mesin mampu bergerak secara bersamaan sepanjang sumbu X, Y, dan Z. Gerakan ini dikoordinasikan untuk mencapai lintasan tertentu, menjadikannya sumbu yang berkesinambungan atau berkontur. Pada mesin bubut, sumbu Z berfungsi sebagai sumbu memanjang dari alas mesin CNC, sedangkan sumbu X dan Y berfungsi sebagai sumbu melintang. Sumbu pada mesin CNC sesuai dengan standar ISO 841 dan DIN 66217.

Bahan baku dalam pembuatan produk tatakan gelas menggunakan Plastik HDPE. High Density Polyethylene (HDPE) adalah jenis polietilen termoplastik yang dibuat dari minyak bumi. Ia dikenal karena karakteristiknya yang unik, termasuk sedikit opacity dan transparansi, serta sifat elastisnya. Selain itu, HDPE kedap air, tidak berbau, dan tahan terhadap panas dan benturan. Di Indonesia, masyarakat setempat sering menyebut kantong plastik HDPE dengan sebutan tas HD, kantong plastik, kantong plastik, kantong plastik HD, atau tas belanja, seperti yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bahan serbaguna ini digunakan dalam produksi berbagai barang, termasuk kantong plastik, gulungan, dan lembaran berbagai warna. (Anonim, 2019). Pada dasarnya Mesin CNC Router terdiri dari beberapa komponen yang berfungsi sebagai penggerak utama dalam proses kontroler Mesin CNC Router. Sistem penggerak yang digunakan pada aplikasi ini adalah motor stepper. Perangkat kontrol ini mampu mengubah bit masukan ke posisi rotor tertentu dengan tingkat presisi yang sangat teliti. Ini beroperasi pada sistem pergerakan langkah demi langkah, memungkinkan motor berhenti pada posisi yang telah ditentukan. Di sisi lain, sekrup bola adalah aktuator mekanis yang mengubah gerak rotasi menjadi gerak linier sekaligus meminimalkan gesekan. Poros berulir menciptakan jalur heliks untuk bantalan bola, yang berfungsi sebagai sekrup presisi. Komponen mekanis ini mampu menangani beban dorong yang tinggi dengan gesekan internal yang minimal. Desain dan pembuatan sekrup bola menerapkan toleransi kecil, sehingga ideal untuk aplikasi yang memerlukan presisi tinggi. Tenaga untuk pemotongan pada permesinan milling ini berasal dari tenaga listrik yang diubah menjadi motor listrik yang disebut motor spindel menjadi penggerak utama, kemudian gerak utama tersebut akan diteruskan oleh transmisi sehingga terciptalah putaran pada mesin router spindle.

Spindle merupakan unsur utama pada alat milling dan fungsinya sebagai pengencangan dan pemutar pahat sehingga mewujudkan gerakan memutar atau memotong. *Power Supply* adalah suatu perangkat listrik yang dapat menyalurkan energi listrik ke perangkat listrik atau elektronik lainnya. Pada dasarnya power supply ini mengambil sumber energi listrik kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya. (Dickson kho, 2020). Tidak kalah penting, Limit Switch juga dibutuhkan pada mesin CNC. Secara sederhana sensor yang digunakan adalah limit switch yang berfungsi sebagai pembatas gerakan dan setting titik nol dari mesin (Maxtron, 2021). Adapun pengendali dari suatu alat yaitu sistem kendali atau (control system) adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengontrol, memberikan arahan serta mengatur keadaan dari suatu sistem. DZB Inverter Fuling digunakan untuk pengaturan kecepatan frekuensi variabel dan penghematan energi motor AC untuk mesin pemotong dengan kinerja besar yang unik dan kinerja biaya yang unggul memenuhi karakteristik kinerja persyaratan spindle seperti rentang kecepatan yang lebar, stabilitas kecepatan tinggi, kapasitas beban berlebih yang kuat, torsi kecepatan rendah, akselerasi pendek dan waktu perlambatan. Driver motor merupakan komponen yang digunakan untuk menggerakkan motor DC, dimana arah motor DC berubah-ubah tergantung dari nilai tegangan input ke input driver.

Menurut Prasetya (2011) tentang pengaruh kecepatan dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada mesin milling CNC TU-3A diketahui apabila terdapat perbedaan dalam proses seperti pada kelancaran pemakanan dapat diberi contoh sekitar (40 mm/menit) , , 60 mm/menit dan 80 mm/menit), dengan intensitas kedalaman pemakanan 1 mm, rata-rata tinggi rendahnya atau kekasaran suatu permukaan yang diperoleh adalah 0,60 μm , 0,72 μm dan 0,80 μm , Adapun perkiraan perbedaan yang dialami apabila kedalaman pemakanan berkisar (1 mm, 1,5 mm dan 2 mm) pada alur kelancaran pemakanan 40 At mm/menit, dimana tinggi rendahnya suatu permukaan pada rata-rata tingkat kekasaran permukaannya adalah 0,60 mikron, 0,66 mikron, dan 0,78 mikron. Kesimpulan yang di dapat dari penelitian tersebut yakni nilai kekasaran suatu permukaan akan terpengaruh oleh kecepatan dan kedalaman pemakanan, dan semakin rendah kecepatan pemakanan dan kedalaman pemakanan akan bertambah tipis maka nilai kekasaran permukaan akan semakin rendah.

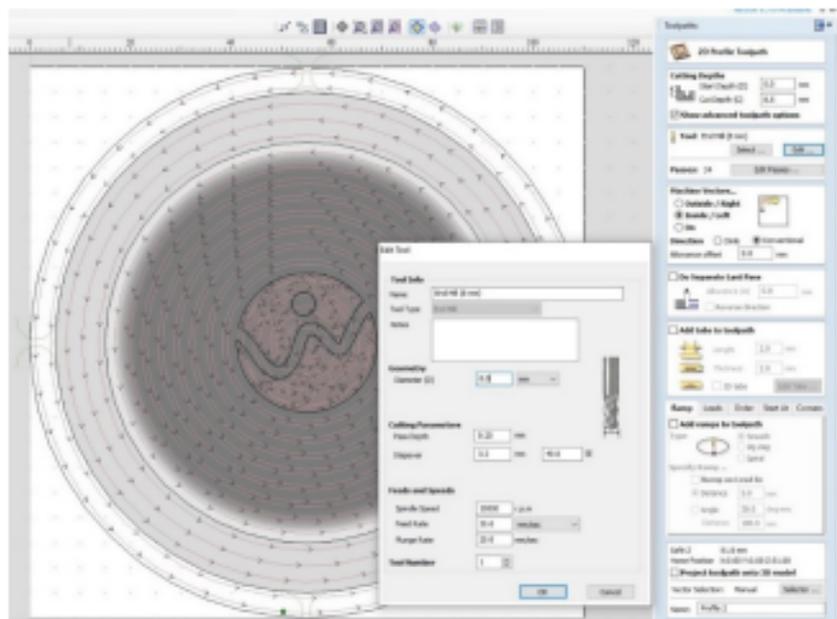
Menurut Fitriyah (2014), tentang pengaruh jenis benda kerja, kedalaman pemakanan dan kecepatan spindle serta kerataan bentuk keping baja ST.41 dan ST.60 pada proses milling atau dikatakan kedalaman pemakanan yang paling rendah yaitu. 0,2 mm dengan nilai kerataan permukaan yang rendah dengan nilai 0,032 μm , sedangkan untuk kecepatan tinggi 1500 rpm/menit diperoleh nilai kerataan permukaan yang tinggi dengan nilai 0,032 μm . Jadi menurut penelitian ini nilai kerataan terendah dicapai pada feed line terendah 0,2 mm dan kecepatan tertinggi 1500 rpm.a. Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan produk adalah menentukan ide atau gagasan sebuah produk yang akan dibuat. Salah satunya adalah produk tatakan gelas. Pada dasarnya pembuatan produk tatakan gelas perlu membuat suatu desain untuk merancang bentuk dasar produk beserta ukurannya. Pada tahap ini penulis akan membuat desain gambar produk tatakan gelas beserta ukurannya.



Gambar 1. Desain produk tatakan gelas

Persiapan Software

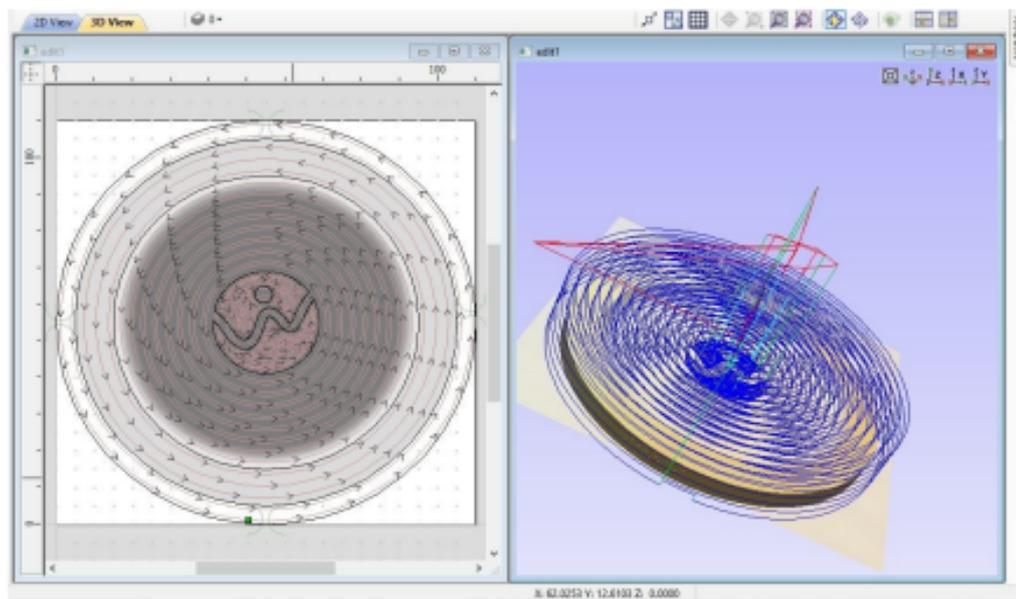
Pada persiapan software penulis menggunakan software Aspire. Software ini merupakan software yang dapat dirancang khusus sebagai pengoperasian mesin CNC Router. Pada software Aspire dilakukan pembuatan desain dan mengatur proses pemahatan, mengatur ketebalan pahatan yang akan dijalankan pada mesin CNC. Produk tatakan gelas dibuat dengan diameter 100 mm dengan ketebalan 10 mm. Jika pemilihan material dengan ketebalan 20 mm, maka harus memahat 10 mm dari permukaan material dasar.



Gambar 2. Desain tatakan gelas menggunakan *Software Aspire*

Tabel 2. Nilai *Input* Parameter Pahatan Pada *Software Standard Perusahaan*

Parameter	Pocket 1	Pocket 2	Pocket Inlay 3	Profile 1
<i>Cutting depths</i>	<i>Start depth = 0 mm, cut depth = 11,0 mm</i>	<i>Start depth = 11,0 mm, cut depth = 5,0 mm</i>	<i>Start depth = 16,0 mm, cut depth = 1,0 mm</i>	<i>Start depth = 0 mm, cut depth = 21,0 mm</i>
<i>End mill</i>	8,0 mm	8,0 mm	2,0 mm	8,0 mm
<i>stepover</i>	40	40	40	40
<i>Spindel speed</i>	10000 rpm	10000 rpm	10000 rpm	10000 rpm
<i>Feed rate</i>	30,0 mm/sec	30,0 mm/sec	30,0 mm/sec	30,0 mm/sec



Gambar 3. Tampilan 2D dan 3D desain

Persiapan *Hardware*

Persiapan *Hardware* pada mesin CNC Router yaitu mengaktifkan mesin CNC Router, pastikan pendingin alam kondisi aktif dan kapasitas air terisi penuh didalam wadah. Masukan USB yang telah berisi file, memasang mata pahat atau end mill yang akan digunakan, jenis end mill (mata pahat) pada Pocket 1, Pocket 2 dan Profile 1 menggunakan ukuran end mill 8.0 mm. Pada Pocket Inlay 3 menggunakan end mill 2.0 mm.

Pembuatan Produk

Pembuatan Produk pada Mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm Jika semua persiapan sudah selesai, maka pada posisi awal kontroler proses pembuatan produk sudah siap dilakukan dengan tahapan-tahapan yang sudah di persiapkan baik pada software maupun pada hardware. Selama pengoperasian mesin, layar akan menampilkan koordinat pergerakan spindle saat ini, kecepatan arus, rasio kecepatan, dan pengoperasian waktu.

Pada saat pengoperasian ini penulis diijinkan untuk mengganti beberapa nilai parameter dari standard perusahaan pada tabel 2. Dari beberapa percobaan penulis beserta Drafter bidang desain dan ahli elektronik di Wedoo Workshop Bali menemukan titik parameter yang lebih efektif dan efisien dari nilai parameter standard perusahaan, dengan percobaan akhir feed rate dinaikkan pada proses pengerjaan 0.5% dengan input parameter standar 30.0 mm/sec, dan kecepatan spindle 10000 rpm standar perusahaan dinaikkan menjadi 15000 rpm pada pengaturan software Aspire.

Finishing Produk

Tahap yang dilakukan untuk membersihkan serpihan-serpihan plastic yang masih menempel atau melekat pada produk tatakan gelas. Pada produk tatakan gelas yang sudah melalui proses pemahatan pada mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm akan menyisakan serpihan-serpihan plastik pada produk. Serpihan ini menempel pada produk karena pada saat proses pemahatan serpihan ini tidak terpotong dengan sempurna, sehingga perlu dilakukan tahap finising. Tahap finising dilakukan dengan menggunakan pisau kecil dengan ujung yang lancip, bisa juga menggunakan pisau kater dengan ukuran yang kecil untuk membersihkan serpihan tersebut, sehingga produk tatakan gelas lebih bersih dan rapi.

Tahap finising dilakukan dengan menggunakan pisau kecil dengan ujung yang lancip, bisa juga menggunakan pisau kater dengan ukuran yang kecil untuk membersihkan serpihan tersebut, sehingga produk tatakan gelas lebih bersih dan rapi.

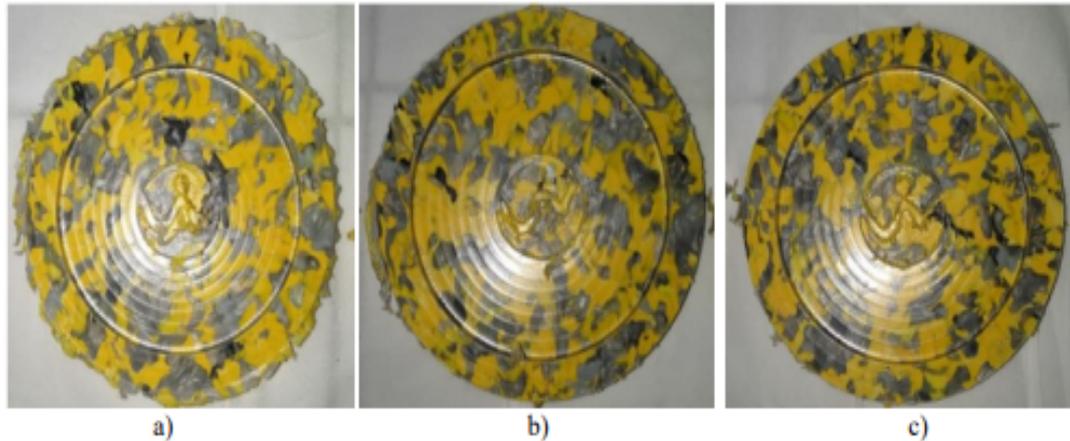


Gambar 4. Produk tatakan gelas

Pengaruh Perubahan Parameter pada Pembuatan Produk Tatakan Gelas

Dalam pembuatan produk Tatakan Gelas, menghasilkan produk dengan nilai parameter spindle dan feed rate yang berbeda dari standar perusahaan. Produk dengan parameter standar perusahaan yaitu kecepatan putar spindle 10000 rpm dan nilai feed rate 30.0 mm/sec. Perubahan parameter dilakukan pada kecepatan putar spindle yang ditingkatkan menjadi 15000 rpm dan nilai feed rate dengan parameter dasar 30.0 mm/sec

pada pengaturan software ditingkatkan sebesar 0,5% pada saat pengoperasian mesin CNC Router.



Gambar 5. Produk dengan Kecepatan Spindle 15000 rpm dan Feed Rate (a) 0,6 (b) 0,5 (c) 0,0

Gambar 5. Merupakan hasil dari perubahan nilai feed rate pembuatan produk tatakan gelas pada mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm yang belum dilakukan pembersihan atau tahap finising. Terlihat bahwa perubahan nilai feed rate dengan 0.0% pada gambar 5 (c) merupakan standard dari parameter feed rate di Wedoo Workshop Bali, dan feed rate peningkatan 0,5% pada gambar 5 (b) merupakan batas maksimal yang menghasilkan produk dengan pahatan yang sama pada standar parameter dari perusahaan Wedoo Workshop Bali, karena pada peningkatan 0,6% pada gambar 5 (a) sangat mempengaruhi hasil dari proses pemahatan yang masih menyisakan serpihan plastik pada produk bagian dalam maupun pada bagian luar yang susah dibersihkan.

Tabel 3. Perbandingan waktu pahatan

INSTRUKSI PAHATAN	WAKTU PEMAHTAN	
	Parameter standar	Perubahan parameter peningkatan feel rate (0,5)
Pengukuran	Pada software	stopwatch
Pocket 1	00:15:11	± 00:07:54
Pocket 2	00:05:20	± 00:03:08
Pocket Inlay 3	00:08:51	± 00:08:53
Profile 1	00:03:38	± 00:02:01
Total waktu	00:33:00	± 00:21:56

Pada kecepatan putar spindle penulis mencoba dengan kelipatan 1000 rpm, sehingga dapat diketahui pengaruh yang terjadi akibat perubahan kecepatan putar spindle pada pembuatan produk tatakan gelas. Pengaruh pada perubahan kecepatan spindle dari parameter standard perusahaan Wedoo Workshop Bali 10000 rpm menjadi 15000 rpm mempengaruhi kehalusan atau kekasaran pada produk tatakan gelas. Karena keterbatasan

alat ukur, penulis belum bisa melengkapi data perbandingan kualitas kehalusan atau kekasaran dari perubahan kecepatan spindle pada suatu produk tatakan gelas.

Pada saat membuat produk tatakan gelas apabila parameter kecepatan spindle melebihi 15000 rpm (≥ 16000) akan menghasilkan bunyi (berdecit) pada proses pembuatan produk tatakan gelas, dan serpihan plastik bekas pahatan akan panas dan sedikit lebih lengket sehingga mempengaruhi kualitas permukaan pada produk itu sendiri.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh setelah melaksanakan kerja praktik di Wedoo Workshop Bali. Pada bagian processing mesin CNC Router 3 Axis 60x90 cm, bidang pembuatan Tatakan Gelas dari material daur ulang plastik HDPE adalah sebagai berikut :

1. Produk Tatakan Gelas meliputi pembuatan design pada persiapan pre-cutting (software), menggunakan software Aspire, Export File menggunakan format CAM Tech RMS (mm)(* .cnc) agar dapat dioperasikan pada mesin CNC Router, persiapan pre-cutting (hardware) dan pengoperasian mesin CNC Router hingga produk Tatakan Gelas terbentuk.
2. Pengaruh perubahan nilai feed rate dengan 0,0 % ke feed rate peningkatan 0,5% menghasilkan produk dengan pahatan yang sama pada standar parameter dari perusahaan. Pada peningkatan 0,6% mempengaruhi hasil dari proses pemahatan yang masih menyisakan banyak serpihan plastik pada produk.
3. Pengaruh pada perubahan parameter kecepatan spindle melebihi 15000 rpm (≥ 16000) menghasilkan bunyi (berdecit), serpihan plastik bekas pahatan akan panas dan sedikit lebih lengket sehingga mempengaruhi kualitas permukaan produk.

Saran yang dapat diberikan dari laporan kerja praktik di Wedoo Workshop Bali yaitu:

1. Melakukan pemeliharaan berkala pada mesin seperti membersihkan bagian luar dan dalam mesin setelah digunakan untuk menghindari adanya serpihan material yang dapat mengganggu kinerja pada mesin dan merusak bagian lainnya.
2. Penentuan parameter akan lebih akurat apabila dilengkapi alat ukur kekasaran material dan alat ukur kekerasan material untuk meningkatkan kualitas permukaan dalam mengembangkan suatu produk.
3. Pengujian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan material dan produk yang berbeda serta nilai parameter spindle dan feed rate yang lebih bervariasi.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2019. Plastik High Density Polyethylene (HDPE) Tersedia pada: <https://sinergiplastama.co.id/hdpe-high-density-polyethylene.php>. [Diakses pada tanggal 16 April 2021].
- Arif, H. M., Suhirman, L., Karuru, P., Mawene, A., Supriyadi, A., Junaidin, M. P., ... & Prastawa, S. (2024). *KONSEP DASAR TEORI PEMBELAJARAN*. Cendikia Mulia Mandiri.

- Arsa, I. P. S., Sutaya, I. W., & Wiratama, W. M. P. (2022, February). FOCV-based Control Scheme for a Hybrid Solar Panels Application. In *IConVET 2021: Proceedings of the 4th International Conference on Vocational Education and Technology, IConVET 2021, 27 November 2021, Singaraja, Bali, Indonesia* (p. 292). European Alliance for Innovation.
- Dickson, K. 2020. Pengertian Power Supply dan Jenis-jenisnya. Tersedia pada : <https://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/> . [Diakses pada tanggal 07 Mei 2021].
- Fitriyah, Laili. 2014. Pengaruh Jenis Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Spindel Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Baja ST.41 dan ST. 60 Pada Proses Milling Konvensional. *Jurnal Skripsi. JTM*. Volume 02 Nomor 02 Tahun 2014, 208-216.
- Prasetya, Heru. (2011). Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Mesin Frais CNC TU-3A Dengan Program G01. Skripsi Strata 1 tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.
- Rusdy. 2020. Mata pahat adalah Pengertian Matabor. Tersedia pada: <https://gofir.co.id/mata-bor-adalah-pengertian-matabor/>. [Diakses pada tanggal 30 April 2021].
- Wiratama, W. M. P. (2023). KOMPARASI KESTABILAN POSISI PANEL SURYA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID (PROPORTIONAL, INTEGRAL DAN DERIVATIVE) DENGAN FLC (FUZZY LOGIC CONTROL). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 14(1), 77-88.
- Yulia, Amira. 2017. Pengertian Tentang CAD, CAM dan CAE. Tersedia pada: <http://yuliaamira.blogspot.com/2017/06/pengertian-tentang-cad-cam-dancae.html>. [Diakses pada tanggal 22 Mei 2021].