PERANCANGAN MESIN MINI MILLING SKALA LAB UNTUK PENGERJAAN PLAT DWIKUTUB

SKRIPSI

OLEH:

JHONATHAN LUMBANTORUAN

198130065

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

PERANCANGAN MESIN MINI MILLING SKALA LAB UNTUK PENGERJAAN PLAT DWIKUTUB

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

JHONATHAN LUMBANTORUAN
198130065

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Tugas Akhir	: Perancangan Mesin Mini Milling Skala Lab Untuk Pengerjaan Plat Dwikutub
Nama	: Jhonathan lumbantoruan
NPM	: 198130065
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Dr. Iswandi, ST, MT

Dr. Eng. Supriatno, ST, MT
Dekan

Dr. Iswandi, ST, MT
Ka. Prodi

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian- bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2024

Jhonathan Lumbantoruan

198130065

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

HALAMAN PERSETUJUAN PERNYATAAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jhonathan Lumbantoruan

NPM : 198130065

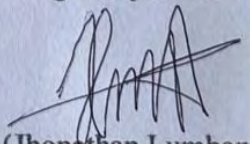
Program Studi : Teknik Mesin

Fakiltas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royality-Free Right)** atas skripsi saya yang berjudul: Perancangan mesin mini milling skla lab untuk pengerjaan plat dwikutub. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian peryataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Februari 2024
Yang menyatakan



(Jhonathan Lumbantoruan)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

ABSTRAK

Mesin Mini milling merupakan mesing yang berteknologi komputer dalam proses menjalankan mesin nya, mesin mini milling sangat populer di kalangan industry maupun perusaan yang bergerak di bidang seni ukir maupun proses pemotongan seerta industry pembubutan. Mesin mini milling yang di gunakan adalah mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikutub, untuk mendapatkan hasil yang lebih efesiensi dengan ukuran benda kerja yang di kerjakan berskala lab. Kualitas dan efesiensi mesin mini milling berskala lab dengan pengerjaan plat dwikutub berbasis komputer dan mengetahui perawatan yang di perlukan untuk menjaga kinerja mesindalam jangka Panjang. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan mencatat dan menganalisi proses proses pembuatan masing masing bahan untuk membuat mesin mini milling serta mengalisi bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin mini milling berskala lab untuk pengerjaan plat dwikutub. Komponen penyusun mesin mini milling juga bisa menggunakan bahanbahan fuell cell yang lebih ramah lingkungandan tidak mengurangi hasil dari proses pembuatan mesin mini miling berskala lab dengan pengerjaan plat dwikutub.

Kata kunci: Mesin mini milling, plat dwikutub, Fuell cell

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

ABSTRACT

The mini milling machine is a computer-based machine used in various industries and companies engaged in engraving, cutting, and turning processes. The mini milling machine used is a lab-scale mini milling machine for working on bipolar plates to achieve more efficient results for lab-scale workpieces. The quality and efficiency of the lab-scale mini milling machine for working on bipolar plates are based on computer control, and the research aimed to determine the required maintenance to sustain the machine's performance in the long term. The method used in this research was quantitative, by recording and analyzing the fabrication processes of each component to build the mini milling machine and analyzing the materials used in the lab-scale mini milling machine for working on bipolar plates. The components of the mini milling machine can also use fuel cell materials that are more environmentally friendly and do not reduce the results of the lab-scale mini milling machine for bipolar plate work.

***Keywords**: Mini Milling Machine, Bipolar Plate, Fuel Cell*

UNIVERSITAS MEDAN AREA PUSAT BAHASA 22/5/25

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di Binjai, 21 Maret 2001 dari Bapak Charles Lumbantoruan dan Ibu Nurlian Br Ginting. Penulis Merupakan putra ketiga dari tiga bersaudara.

Tahun 2019 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Binjai dan Pada Tahun 2019 Terdaftar Sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis melaksankan Program Kerja Praktek di PT.PANEN.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuninya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang di pilih dalam penelitian ini ialah Mesin Mini Milling dengan judul Perancangan Mesin Mini Milling Skala Lab Untuk Pengerjaan Plat Dwikutub.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M,Eng, M.Sc., selaku rektor Universitas Medan Area. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T, M.T, selaku Dekan fakultas teknik Univversitas Medan Area. Bapak Dr. Iswandi, ST, MT, selaku selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area, Bapak Dr. Iswandi, ST, MT, selaku Dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga berterimakasih kepada Ayah dan Ibu selaku Orang tua, beserta keluarga yang memberikan dukungan dan doa untuk saya dalam penulisan skripsi ini.

Penulis meyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun Masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Medan, Februari 2024
Penulis,

Jhonathan Lumbantoruan

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
HALAMAN PERSETUJUAN PERNYATAAN PUBLIKASI SKRIPSI iv
ABSTRAK v
ABSTRACK vi
RIWAYAT HIDUP vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR NOTASI xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Hipotetis Penelitian 4
1.5. Manfaat Penelitian 4
BAB II TUJUAN PUSTAKA.....6
2.1. Sejarah Mesin Milling 6
2.2. Pengertian Mesin Miling 7
2.3. Jenis-jenis Mesin Milling 8
2.4. Prinsip Kerja Mesin Mini Milling 15
2.5. Komponen Mesin Mini Milling 20
2.6. Aplikasi Mesin Mini Milling 22
2.7. Perancangan atau Desain 23
2.8. Analisis Desain 27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 32
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian 32
3.2. Bahan dan Alat 33
3.3. Metode Penelitian 35
3.4. Populasi dan Sampel 35

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3.5. Prosedur Kerja 36
3.6. Diagram Alir Penelitian 37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 38
4.1. Hasil Perancangan 38
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 47
5.1. Simpulan 47
5.2. Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 48

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir 32

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Mini Milling 8
Gambar 2.2. Hand Milling Machine 9
Gambar 2.3. Horizontal Frais 9
Gambar 2.4. Vertikal Frais 10
Gambar 2.5. Universal Frais 11
Gambar 2.6. Omniversal Frais 11
Gambar 2.7. Frais Fixed Bed 12
Gambar 2.8. Mesin Frasi Planer 12
Gambar 2.9. Mesin Frais Spesial 13
Gambar 2.10. Mesin Frais Meja Putar 13
Gambar 2.11. Mesin Frais Drum 14
Gambar 2.12. Mesin Frais Pantograf 14
Gambar 2.13. Motor Stepper NEMA 17 18
Gambar 2.14. Driver Motor Board TB6560 18
Gambar 2.15. CNC Breakout Board ST-V 19
Gambar 2.16. Power Supply 20
Gambar 3.1. Buku Gambar 33
Gambar 3.2. Kertas Gambar Teknik 34
Gambar 3.3. Auto CAD 34
Gambar 3.4. Printer 35
Gambar 4.1 Desain Mesin Mini Milling 38
Gambar 4.2. Lengan Samping Kiri Kanan 38
Gambar 4.3. Dudukan Rangka Mesin bagian atas 39
Gambar 4.4. Rangka Bagian Bawah 39 42
Gambar 4.5. Dudukan Motor Steper 42
Gambar 4.6. Meja Kerja Mesin 44

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR NOTASI

N = Putaran spindle (rpm).

Vz = Kecepatan pemotongan (m/s).

D = Diameter pisau milling atau diameter benda kerja (m)

□□ = Feed rate (mm/min)

□□ = Feed per tooth (mm/tooth)

□ = Spindle speed (rpm)

Z = Jumlah gigi pada cutter

CS = Kecepatan potongan linier material (m/s)

d = Diameter pisau frais (mm)

D = Diameter pahat dalam satuan yang sesuai (mm)

□□ = Gerak makan

□ = Panjang benda kerja (mm)

N = Kecepatan putar spindle dalam putaran per menit (rpm).

N = Putaran spindel (rpm)

□c = Kecepatan potong (m/s)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi saat ini semakin berkembang pesat dan telah memberikan dampak disegala bidang. contohnya mesin mini milling, karena mesin mini milling merupakan jenis mesin yang sering dan mulai banyak di gunakan di era sekarang ini dengan pengeoperasian mesin yang dikontrol oleh sistem komputer dengan menggunakan bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf, dan simbol). Dengan adanya sistem tersebut maka pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara otomatis sehingga mempermudah dan mengehmat tenaga manusia. Teknik yang digunakan pun begitu beragam sehingga mendapatkan tingkat kecepatan, keefisienan dan keakuratan yang tinggi. Secara umum kontruksi mesin mini milling dan syiatem kerjannya adalah singkronasi antara komputer dan mekanik nya. Mesin mini milling ini adalah mesin perkakas yang bekerja 3 sumbu X, Y, dan Z. Mesin mini milling ini akan bekerja sesuai dengan pola gambar benda kerja yang di buat dan di lengkapi dengan system kontrol. System control pada mesin mini milling merupakan gabungan dengan menggunakan kabel antara satu dengan yang lainnya. Beberapa komponen pentimg yang terdapat dalam system kontrol pada mesin mini milling diantaranya adalah Komputer, Breakout Board, Driver Motor, Stepper Motor dan Power Supply.

Prinsip kerja mesin mini milling tersebut gerak utama berputar dilakukan oleh alat potong atau cutter, sedangkan gerak makannya dilakukan oleh benda kerja yang terpasang pada meja kerja. Arah gerakan persumbuan mesin mini milling

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

yaitu sumbu X untuk arah memanjang meja , sumbu Y untuk arah melintang meja, dan sumbu Z untuk vertikal pindel. Pembuatan mesin mini milling adalah pembuatan mesin perkakas otomatis yamg bekerja berdasarkan pola benda kerja yang terlebih dahulu di desain melalui suatu perangkat lunak seperri autocad. Sebuah sistem mesin mini milling pada dasarnya terdiri dari tiga komponen dasar yang berisi perintah pengerjaan, unit pengendali mesin MCU (Machine Control) dan peralatan proses.

Dalam menentukan material yang sering di gunakan dalam proses mesin milling yakni menghunakan Ball Mill dan CNC mill. Ball Miil merupakan salah satu mesin pengolahan material yang berfungsi menghaluskan formula material tersebut dengan mengunakan bola-bola stainless steel yang ada pada tabung penghalusan. Ball Mill tersebut terbuat dari logam yang di syaratkan mempunyai logam yang di syaratkan mempunyai karakteristik keras sekaligus sekaligis tangguh (tidak mudah pecah) dan tahan korosi. Banyak faktor faktor yang berpengaruh terhadap hasil dari proses milling ini seperti kecepatan, waktu, temperatur, tekanan, ukuran, presentase PCA (Proses Control Agent), dan komposisi berat serbuk tersebut.

Fuel cell telah didemonstrasikan oleh SirWilliam Robert Grove, seorang ahli hukum merangkap sebagai ahli fisika amatir, padatahun1839, dengan melakukan pembalikan elektrolisa air, elektrode yang digunakanadalah platina.Pada tahun 1889, Charles Langer dan Ludwig Mond pertama kali menggunakan istilah fuel cell, pada saat mencoba membuat mesin generator dengan menggunakan udaradan gas arang. Pada tahun 1932 Francis Bacon berhasil mengembangkan fuel cell.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Untuk menerapkan fuel cell dalam penggunaan praktis baru dapat dilakukan 27tahun kemudian, yaitu sebagai penghasil tenaga listrik untuk alat las dengan kapasitas 5kW. Mulai tahun 1950 pihak NASA di Amerika Serikat telah melakukan pemanfaatan untuk program angkasa luar mereka yaitu untuk pesawat roket Appolo dan Gemini.

Fuel cell bekerja berdasar prinsip pembakaran listrik-kimiawi, cell ini akan memproduksi energi listrik arus searah. Fuel cell ini terdiri dari elektrolit yang memisahkan katodadari anoda, elektrolit hanya dapat menghantarion saja, sedangkan electron tidak dapat melewati elektrolit, jadi elektrolit ini bukanpenghantar listrik dan juga menghindarkan terjadinya reaksi kimia. Pada anoda akan dialirkan secara berkesinambungan bahanbakar dan pada kattode dialirkan oksigen.

Mesin mini milling ini juga di gunakan untuk mengerjakan satu jenis penyayatan dengan produkvitas/duplikasi yang sangat tinggi. Mesin mini milling memiliki tenaga yang relatif besar sehingga menjadikan mesin ini banyak di gunakan pada perusahan manufaktur. Dan mesin ini di lengkapi dengan pengendali CNC untuk meningkatkan produkvitas dan fleksibilitas. Dengan menggunakan alat kendali mesin ini waktu produksi menjadi lebih cepat dan hasilnya pun bervariasi. Namun beberapa perusahaan tidak menggunakan mesin ini karena keterbatasan anggaran sehingga mereka lebih memilih mesin manual.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Mampukah mesin mini milling ini bekerja dengan normal?

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2. Mengapa ada batasan untuk material yang bisa di ukir pada mesin mini milling?
3. Bagaimana cara mengurangi kerusakan dan meningkatkan ketahanan pada mesin?

1.3 Batasan masalah

Ada pun batasan masalah yang ada,perancang hanya merancang bagian bagian dari rangka mesin mini milling.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang bentuk dan pemillihan bahan mesin mini milling sakala lab pengerjan plat dwikutub.
2. Analisis desain mesin mini milling skala lap pengerjaan plat dwikutub.

1.5 Hipotesis penelitian

Adapun hipotesis ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan yang cermat dalam membuat rancangan mesin mini milling skala lab akan meningkatkan efisiensi proses.
2. Rancangan mesin akan menghasilkan efisiensi oprasional mesin mini milling untuk pengerjaan plat dwikutub diharapkan dapat memenuhi tujuan yang ingin dicapai seperti mengetahui kualitas mesin mini milling skala lab.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini tentang perancangan mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikatub dapat bermanfaat secara teoritis maupun secara praktis :

1. Dapat memahami proses perancangan mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikutub.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2. Sebagai penambah wawasan untuk ilmu dalam merancang mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikutub.
3. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan, terutama bagi dunia teknik mesin.
4. Dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya.
5. Sebagai bahan referensi untuk penelitian yang akan datang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Mesin Milling

Awal lahirnya mesin mini milling/CNC (Computer Numerically Controlled) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Pearseon dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat mesin memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam mempelopori investasi dalam teknologi ini.Dari tahun 1975 produksi mesin CNC mulai berkembang pesat.Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas. Dewasa ini penggunaan mesin mini milling ini hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang menggunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil tugas akhir yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak (Murnir Fauzi, 2016).

Sejarah mesin milling melibatkan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri yang telah berlangsung selama beberapa abad. Mesin milling adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan bentukan atau permukaan pada sebuah benda kerja dengan cara pemotongan menggunakan pisau milling. Berikut adalah gambaran singkat sejarah mesin milling. Pada abad ke-19, mesin milling mulai dikembangkan sebagai respons terhadap meningkatnya kebutuhan industri dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

permintaan akan produksi massal. Mesin milling awalnya digunakan untuk menghasilkan bagian-bagian dari mesin tekstil dan perlengkapan industri lainnya. Pada pertengahan abad ke-19, mesin milling universal mulai muncul. Mesin ini memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai jenis pemotongan dan membentuk berbagai bentuk, sehingga sangat fleksibel dan efisien. Pada akhir abad ke-19, mesin milling otomatis mulai dikembangkan. Mesin ini dilengkapi dengan mekanisme otomatis untuk menggerakkan meja kerja dan pemotong, memungkinkan produksi massal menjadi lebih efisien.

Perkembangan paling signifikan terjadi pada awal abad ke-20 dengan munculnya mesin milling berbasis CNC (Computer Numerical Control). CNC memungkinkan pengendalian mesin secara otomatis melalui program komputer, memberikan akurasi yang lebih tinggi dan kemampuan produksi yang lebih kompleks. Seiring berjalannya waktu, mesin milling terus mengalami peningkatan teknologi dan inovasi. Mesin-mesin yang lebih canggih dan presisi tinggi dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan industri modern. Dengan sejarah yang panjang dan terus berkembang, mesin milling menjadi salah satu peralatan utama dalam industri manufaktur dan pemrosesan material. Penerapan teknologi CNC, dalam beberapa dekade terakhir, telah membuka pintu bagi produksi presisi yang tinggi dan efisiensi yang optimal dalam berbagai sektor industri.

2.2 Pengertian Mesin Milling

Mesin mini Milling adalah mesin perkakas yang banyak digunakan untuk melakukan pembentukan benda kerja, contohnya seperti mengukir benda

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

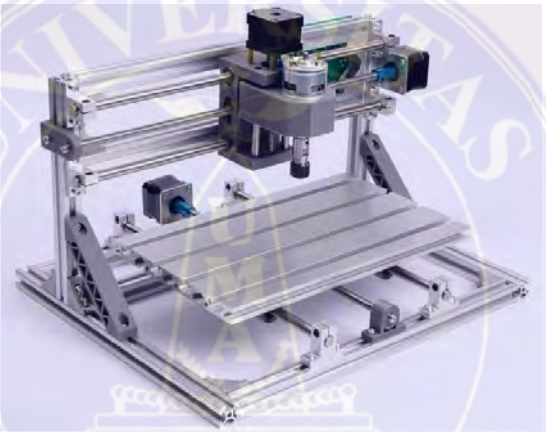
kerja. Hasil benda kerja mesin ini memiliki permukaan yang rata atau bentuk-bentuk lain

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

yang spesifik (profil, radius, silindris, dan lain-lain) dengan ukuran dan kualitas tertentu. Mesin ini beroperasi dengan cara, meja mesin bergerak menuju mata paham yang 7 berputar. Terdapat 3 gerakan pada proses kerja mesin ini, yaitu yang pertama merupakan gerakan berputarnya alat potong pada spindle utama. Gerakan kedua yaitu, pemakanan (feeding) pada saat proses pemotongan benda kerja, dan yang terakhir adalah gerakan pengaturan (depth of cut). Metode pemotongan pada mesin ini ditentukan berdasarkan arah relatif gerak meja mesin terhadap putaran pisau (Unan Yunani (2016).



Gambar 2.1. Mesin Mini Milling

2.3 Jenis-jenis Mesin Milling

Ada banyak jenis daripada mesin milling, mesin-mesin tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan keperluannya masing-masing.

1. Hand Milling Machine

Jenis mesin ini adalah jenis mesin yang paling sederhana dan dapat diletakkan di meja manapun dan hanya dikendalikan oleh tangan. Mesin ini cocok untuk pemotongan ringan dan sederhana. Jenis mesin ini terlihat pada gambar 2.2 dibawah ini.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 2.2. Hand Milling Machine

2. Horizontal Frais

Merupakan jenis mesin dengan spindle yang sejajar dengan meja kerja yang dipakai untuk mengolah berbagai benda atau material. Desain mesin ini dibentuk sedemikian rupa sehingga meja kerja bisa dipergerakkan longitudinal, maju atau mundur dan dapat digerakkan secra manual memutar spindel penggerak meja atau digerakkan secara otomatis yang kedudukan spindelnya kearah Horizontal. Horozontal frais terlihat pada gambar 2.3 berikut.

Gambar 2.3. Horizontal Frais

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3. Vertikal Frais

Mesin frais vertikal (vertical milling machine) adalah mesin frais yang sumbu spindelnya tegak lurus dengan meja. Mesin frais vertikal hanya memiliki alat pemotong atau pisau yang berorientasi vertikal yang dapat dinaikkan atau diturunkan. Disebut mesin frais horisontal jika kedudukan sumbu spindel mesin sejajar dengan permukaan meja mesin, dan disebut mesin frais vertikal jika sumbu spindel mesin tegak lurus terhadap permukaan meja mesin. Viertikal frais terlihat pada gambar 2.4 berikut.

Gambar 2.4. Vertikal Frais

4. Universal Frais

Mesin yang ini mempunyai perbedaan dengan mesin lainnya. Jadi, mesin adalah gabungan dari mesin horizontal dan juga vertikal. Mesin ini juga mempunyai spindle dengan posisi yang tegak dan mendatar. Operator dapat menggunakan banyak alat potong dengan menggunakan mesin. Frais jenis ini terlihat pada gambar

2.5 berikut

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 2.5. Universal Frais

5. Frais Omniversal

Pada mesin ini, meja memiliki empat gerakan mesin penggilingan universal. Ini juga dapat dimiringkan di bidang vertikal dengan memberikan pengaturan putar di knee. Susunan putar meja tambahan dapat membantu dalam permesinan alur spiral pada mesin frais omniversal. Frais jenis ini terlihat pada gambar 2.6 berikut.

Gambar 2.6. Omniversal Frais

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

6. Frais Fixed Bed

Mesin ini memiliki ukuran yang sangat besar, berat dan kokoh. Biasanya alat ini berada apada satu tempat dan tidak dapat di pindah pindahkan. Pergerakkan meja ini terbatas pada sudut tanpa ketentuan untuk penyetelan silang maupun vertikal. Frais jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.

Gambar 2.7. Frais Fixed Bed

7. Mesin Frais Planer

Mesin Frais planer ini adalah mesin yang mirip dengan tipe fixed bed namun dapat dapat dipasang dengan berbagai pemotong dan kepala spindle pada mesin. Tipe mesin ini dapat melakukan operasi secara bersama sama. Dengan cara seperti itu produsen dapat menghemat waktu produksi. Frais jenis ini terlihat pada gambar

2.8 di bawah ini.

Gambar 2.8. Mesin Frasi Planer

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

8. Mesin Frais Spesial

Mesin ini memiliki poros yang memutar pemotong dan untuk memindahkan bahan kea rah yang berbeda. Mesin ini adalah mesin milling yang dikembangkan untuk memudahkan pengoperasian sesuai dengan pengerjaannya. Frais jenis ini terlihat pada gambar 2.9 berikut ini.

Gambar 2.9. Mesin Frais Spesial

9. Mesin Frais Meja Putar

Mesin ini memiliki bagian meja bukan persegi, melainkan bulat dan dapat diputar. Mesin in memiliki arah putaran sesuai dengan sumbu vertical. Mesin ini sering digunakan di dunia permesinan yang lumayan besar. Frais jenis ini terlihat pada gambar 2.10 berikut.

Gambar 2.10. Mesin Frais Meja Putar

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

10. Mesin Frais Drum

Mesin yang memiliki meja seperti meja bundar cuma menyerupai drum, mesin ini memiliki perputaran horizontal karena untuk membersihkan sekeliling logam di meja kerja. Mesin jenis ini terlihat pada gambar 2.11 berikut.

Gambar 2.11. Mesin Frais Drum

11. Mesin Frais Pantograf

Mesin yang digunakan untuk melakukan duplikasi terhadap benda kerja sesai dengan mekanisme pantograph. Keuinikannya inilah yang mampu menghasilkan hasil pengerjaan dengan ukuran variatif. Mesin jenis ini terlihat pada gambar 2.12 berikut.

Gambar 2.12. Mesin Frais Pantograf

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2.4 Prinsip kerja Mesin Mini Milling

Prinsip kerja mesin milling adalah gerak utama berputar dilakukan oleh alat potong atau cutter, sedangkan gerak makannya dilakukan oleh benda kerja yang terpasang pada meja kerja. Arah gerakan persumbuan mesin CNC milling yaitu sumbu X untuk arah memanjang meja, sumbu Y untuk arah melintang meja, dan sumbu Z untuk vertikal spindle (Amal Aldianto, 2015).

Pada dasarnya mesin CNC adalah mesin perkakas otomatis yang bekerja berdasarkan pola benda kerja yang terlebih dahulu didesain melalui suatu perangkat lunak sperti autocad. Sebuah sistem CNC pada dasarnya terdiri atas tiga komponen dasar, yaitu program yang berisi perintah pengerjaan, unit pengendali mesin MCU (Machine Control Unit) dan peralatan proses. Sistem yang dibentuk oleh ketiga komponen tersebut (Wahyu, 2015).

Dalam proses milling, terjadi kontak antara alat potong (cutter) yang berputar pada spindel dengan benda kerja yang dijepit pada meja mesin. Proses tersebut akan menghasilkan beberapa bentuk seperti uliran, spiral, roda gigi, poros bintang, poros cincin, dan lain sebagainya.

2.3.1 Proses Permesianan Mesin Frais

Proses pemesinan frais tersebut terdiri dari 3 parameter utama yaitu gerak putaran spindel / benda kerja, laju pengumpanan atau feed rate, dan kedalaman potongan.

1. Putaran Spindel (Spindle Speed)

Putaran spindel adalah frekuensi putaran dari spindel mesin atau benda kerja yang diukur dalam revolution per minute (rpm). Putaran spindle pada mesin milling atau mesin perkakas lainnya dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

$$\square = \frac{\square_{\square}}{\square\ \square} \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan rumus:

N adalah putaran spindle (rpm).

Vc adalah kecepatan pemotongan (m/s).

D adalah diameter pisau milling atau diameter benda kerja (m)

2. Feed rate

Feed rate didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh pahat. Biasanya berhubungan dengan feed per cutter tooth atau chip load, yang melambangkan ukuran chip yang dibentuk oleh masing-masing cutter. Hal ini dapat dihitung manjadi feed rate dari spindle speed dan jumlah gigi pada cutter sebagai berikut (Groover, 2010):

$\square\square = \square\square \ . \ \square \ . \ \square$

Keterangan :

$\square\square$ = feed rate (mm/min)

$\square\square$ = feed per tooth (mm/tooth)

$\square$ = Spindle speed (rpm)

Z = Jumlah gigi pada cutter

3. Kedalaman Pemotongan (Depth of cut)

Terdapat dua macam depth of cut pada proses milling yaitu axial depth of cut (ap) dan radial depth of cut (ae), keduanya diukur dalam millimeter (mm). Baik axial maupun radial depth of cut akan berpengaruh terhadap beban yang diterima oleh mata pahat. Semakin tinggi depth of cut, maka beban yang diterima mata pahat akan meningkat. Depth of cut akan mempengaruhi material removal rate. Di

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

mana semakin besar depth of cut akan meningkatkan material removal rate. Hal ini

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

menyebabkan hasil pengoperasian milling yang kasar dan meningkatnya konsumsi daya. Semakin meningkat depth of cut maka gaya potong meningkat sehingga akan terjadi beban bengkok yang menyebabkan perubahan defleksi hingga hasil akhir yang dicapai adalah kekasaran permukaan. Peningkatan nilai depth of cut juga akan mempengaruhi getaran yang terjadi pada proses milling atau disebut juga chatter. Peningkatan depth of cut akan membuat proses milling menjadi tidak stabil, sehingga chatter juga akan meningkat. Peningkatan chatter yang terjadi pada proses milling akan menghasilkan kekasaran permukaan yang tinggi (Arifin, 2011).

2.3.2 Sistem Kontrol Mesin Frais

Sistem kontrol numerik pada mesin CNC dapat berjalan dikarenakan adanya seperangkat seperangkat komponen sistem kontrol yang mendukung operasional mesin seperti stepper motor, driver mot , breakout board control, power supply dan lain lain. Semua komponen tersebut s elanjutnya digabungkan sedemikian rupa dengan kabel-kabel sehingga membentuk perangkat elektronik tertentu (Dewangga, 2016).

Perangkat keras pada sistem control CNC milling ini merupakan perangkat keras (peralatan) yang digunakan dalam sistem sistem kontrol mesin CNC 3-axis. Adapun beberapa perangkat keras yang digunakan dalam sistem kontrol mesin CNC ini adalah:

1. Motor Stepper

Mesin CNC milling ini, menggunakan motor stepper, sebagai akuator atau penggera k sumbu X, Ydan Z. penentuan motor stepper didasarkan pada beban yang ditanggung oleh motor stepper dimana motor stepper menggerakkan sumbu X, Y dan Z,. Adapun motor yang digunakan pada mesin CNC milling yang akan

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

dikembangkan ini adalah motor stepper jenis NEMA 17 dengan Torsi 178.5 Oz-inch (1,26Nm), maka dengan demikian telah sesuai untuk digunakan sebagai penggerak sumbu X, Y dan Z. Pada gambar 2.13 menunjukkan konstruksi mekanis motor stepper NEMA 17.

Gambar 2.13. Motor Stepper NEMA 17

2. Driver Motor

Driver motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan controller dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator. Dalam perancangan elemen control ini motor driver yang akan digunakan adalah Board TB6560 untuk mesin CNC 3 axis seperti diperlihatkan oleh gambar 2.14 berikut.

Gambar 2.14. Driver Motor Board TB6560

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3. Breakout Board

Breakout Board merupakan card elect ronic yang berfungsi menghubungkan sinyal data dari computer baik input maupun output kepada actuator. BOB nantinya difungsikan sebagai penghubung sinyal data dari computer menuju relay atau driver, BOB memiliki beberapa port yang nantinya terhubung ke masing-masing port seperti ke PC, stepper motor 3 axis, input device, usb connector dan sumber tenaga (power). Adapun uraian lengkap tentang BOB dan port konektornya diperlihatkan pada gambar 2.15 berikut.

Gambar 2.15. CNC Breakout Board ST-V

4. Power supply

Power Supply adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi CNC milling seperti untuk sumber daya motor stepper dan spindle. Fungsi dasar dari power supply adalah merubah tegangan arus bolak balik menjadi arus searah. Daya yang dihasilkan oleh power supply ini dijaga konstan agar memberikan suplay yang optimal bagi motor dan spindle. Adapun besarnya tegangan yang terdapat pada terminal power supply arus searah ini adalah 24 Votdc Ampere. Power supply yang digunakan pada mesin CNC milling ini terlihat pada gambar 2.16 berikut.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 2.16. Power Supply

2.5 Komponen Mesin Mini Milling

Mesin milling adalah peralatan mesin yang memiliki berbagai komponen yang bekerja bersama-sama untuk melakukan proses pemotongan pada benda kerja. Mesin Milling terdiri dari berbagai komponen yang merupakan pendukung agar mesin milling dapat beroperasi dengan baik. Berikut merupakan bagian utama dari mesin milling yaitu sebagai berikut.

1. Alas Mesin (Base)

Alas adalah bagian terbawah dari mesin milling yang berfungsi sebagai pondasi. Alas mesin berisi reservoir pendingin (coolant) yang digunakan selama operasi pemesinan yang membutuhkan pendingin.

2. Kolom atau Badan Mesin

Kolom adalah kerangka penopang utama yang menopang semua mekanisme penggerak seperti spindel, tuas, motor penggerak dan dudukan meja.

3. Dudukan Meja (Saddle)

Dudukan meja berada di antara meja dan lutut mesin frais. Bagian ini dapat digerakkan maju dan mundur, serta dapat dikunci ke bagian lutut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

4. Meja Mesin (Table)

Meja mesin dipasang di atas dudukan meja (saddle) yang dapat diputar secara horizontal ke kedua arah.

5. Lutut (Knee)

Lutut memiliki 2 alur yang saling tegak lurus, salah satu dipasang dengan meja mesin dan yang lainnya dipasang dengan kolom mesin. Dapat digerakkan secara vertikal dan memiliki roda gigi yang mengatur gerakan tersebut.

6. Spindel

Spindel berfungsi sebagai penggerak atau pemutar alat potong dan arbor. Spindel digerakkan oleh motor listrik melalui roda gigi.

7. Arbor

Arbor adalah bagian mekanis mesin milling yang terpasang pada spindel pada posisi horizontal sehingga ikut berputar bersama spindel. Fungsi arbor adalah sebagai ekstensi spindel (terutama tipe horizontal) dan sebagai pemegang pisau frais yang berputar sesuai dengan arah pergerakannya.

8. Penahan Arbor (Arbor Support)

Penahan arbor adalah bagian dari mesin yang menahan atau menyangga arbor bergerak dengan stabil. Secara umum, terdapat 2 jenis penahan arbor yang digunakan pada mesin frais. Yang pertama memiliki lubang bantalan berdiameter kecil dengan diameter maksimum 1 inci. Yang kedua memiliki lubang bantalan berdiameter besar hingga 23/4 inci.

9. Pemotong

Pemotong frais adalah alat potong yang berfungsi sebagai penyayat benda kerja dalam bentuk dan ukuran yang bervariasi.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

10. Lengan (Over Arm)

Lengan adalah balok horizontal yang terdapat di atas kolom dan bertindak sebagai penopang arbor.

11. Ram

Ram adalah sebuah lengan pada mesin milling vertikal yang ujungnya dihubungkan secara langsung dengan bagian kolom mesin.

2.6 Aplikasi Mesin Mini Milling

Mesin mini milling adalah alat mesin yang digunakan untuk memotong, membentuk, atau membuat permukaan pada benda kerja dengan menggunakan pisau atau pahat yang berputar. Mesin ini memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan mesin milling konvensional, sehingga lebih portabel dan cocok untuk penggunaan di ruang kerja yang terbatas (Beno Sutopo, 2006).

Berikut adalah beberapa pengaplikasian umum dari mesin mini milling yaitu antara lain:

1. Pembuatan Prototipe

Mesin mini milling sering digunakan dalam pembuatan prototipe untuk produk baru. Dengan mesin ini, Anda dapat dengan presisi menghasilkan bentuk dan ukuran yang diinginkan pada benda kerja, sehingga memungkinkan pengembang untuk melakukan uji coba dan perbaikan dengan mudah.

2. Pengerjaan Material Kecil

Mesin mini milling sangat efektif untuk mengolah benda kerja yang kecil dan ringan. Ini dapat digunakan untuk membuat komponen-komponen kecil dalam jumlah sedikit atau untuk proyek DIY (Do It Yourself) di mana presisi penting.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3. Perbaikan dan Modifikasi

Mesin mini milling dapat digunakan untuk perbaikan dan modifikasi pada komponen mekanis. Dengan alat ini, Anda dapat menghilangkan material yang tidak diinginkan, mengubah bentuk komponen, atau menyesuaikan dimensi untuk memperbaiki atau meningkatkan fungsionalitas.

4. Pembuatan Alat dan Fixture

Mesin ini dapat digunakan untuk membuat alat potong, alat pengukur, atau fixture khusus yang dibutuhkan dalam proses produksi atau perbaikan. Ini memungkinkan pengguna untuk menciptakan alat dengan presisi tinggi sesuai dengan kebutuhan spesifik.

5. Pembuatan Prototipe PCB (Printed Circuit Board)

Mesin mini milling dapat digunakan untuk membuat prototipe PCB dengan melakukan pemotongan jalur dan komponen pada bahan PCB. Hal ini memungkinkan pengguna untuk menguji desain sirkuit elektronik sebelum produksi massal.

2.7 Perancangan (Design)

Perancangan, dalam konteks umum, merujuk pada proses merencanakan dan menciptakan suatu sistem, produk, atau proses dengan tujuan mencapai tujuan tertentu. Proses perancangan melibatkan pemikiran kreatif, analisis, dan pemilihan solusi terbaik untuk memenuhi kebutuhan atau masalah yang dihadapi. Dalam konteks yang lebih spesifik, perancangan dapat merujuk pada berbagai hal seperti perancangan produk, perancangan grafis, perancangan sistem, dan sebagainya. Misalnya, perancangan produk melibatkan pembuatan rencana atau blueprints

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

untuk suatu produk yang nantinya akan diproduksi. Proses perancangan dapat melibatkan beberapa tahapan seperti penelitian, konseptualisasi, prototyping, dan evaluasi (Joseph E higley, 2018).

2.6.1 Tujuan Perancangan

Pembuatan gambar desain memiliki beberapa tujuan yang sangat penting dalam proses pengembangan suatu produk atau sistem. Berikut adalah beberapa tujuan umum pembuatan gambar desain:

1. Visualisasi Konsep

Gambar desain membantu dalam visualisasi konsep atau ide yang dimiliki oleh perancang. Ini memungkinkan mereka untuk mengkomunikasikan visi kreatif mereka kepada anggota tim atau pihak-pihak terkait lainnya.

2. Komunikasi Konsep

Gambar desain berfungsi sebagai alat komunikasi yang kuat. Dengan gambar, perancang dapat menjelaskan ide-ide kompleks, detail teknis, dan elemen-elemen desain kepada rekan tim, klien, atau pihak terkait lainnya.

3. Panduan Produksi

Gambar desain menyediakan panduan yang jelas untuk proses produksi. Ini mencakup informasi mengenai ukuran, bentuk, material, dan spesifikasi teknis lainnya yang diperlukan untuk menghasilkan produk dengan akurasi.

4. Pengendalian Kualitas

Dengan gambar desain yang jelas, pihak produksi dapat melakukan pengendalian kualitas yang lebih baik. Gambar memberikan standar yang dapat diukur untuk memastikan bahwa setiap produk yang diproduksi sesuai dengan harapan.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

5. Perubahan dan Revisi

Gambar desain memberikan landasan untuk perubahan dan revisi selama proses pengembangan. Dengan dokumentasi yang baik, perancang dapat dengan mudah memperbarui atau mengubah desain sesuai dengan perubahan kebutuhan atau umpan balik.

6. Pemahaman Bersama Tim

Gambar desain membantu memastikan bahwa semua anggota tim memiliki pemahaman yang sama terhadap desain. Ini mengurangi risiko kesalahpahaman dan meningkatkan koordinasi antara berbagai disiplin ilmu atau departemen.

7. Dukungan Pemasaran

Gambar desain dapat digunakan sebagai alat pemasaran untuk mengkomunikasikan fitur dan manfaat suatu produk kepada konsumen potensial. Gambar yang menarik dan informatif dapat meningkatkan daya tarik produk.

8. Pengukuran Kinerja

Gambar desain membantu dalam menetapkan kriteria kinerja. Ini memungkinkan perbandingan antara hasil akhir dengan standar yang ditetapkan untuk mengevaluasi sejauh mana tujuan telah tercapai.

9. Basis Dokumentasi

Gambar desain sering kali menjadi dasar dokumentasi formal untuk suatu proyek. Ini mencakup informasi teknis yang dapat digunakan sebagai referensi selama seluruh siklus hidup produk. Dengan memahami tujuan pembuatan gambar desain, perancang dan tim pengembangan dapat bekerja lebih efisien, terorganisir, dan fokus pada pencapaian hasil yang diinginkan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2.6.2 Prosedur Perancangan (Design Procedure)

Prosedur perancangan adalah serangkaian langkah atau tahapan yang diikuti selama proses perancangan. Ini adalah panduan atau rencana yang membimbing tim perancang atau individu dalam menciptakan solusi yang efektif (Pradana, 2011). Prosedur perancangan dapat bervariasi tergantung pada jenis perancangan yang dilakukan, namun, umumnya melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi merujuk pada proses pengenalan dan penetapan suatu objek, karakteristik, atau kondisi berdasarkan ciri-ciri atau tanda-tanda tertentu. Menganalisis dan memahami kebutuhan atau masalah yang akan dipecahkan oleh perancangan.

2. Penelitian dan Pengumpulan Informasi

Mengumpulkan data dan informasi terkait dengan proyek perancangan, termasuk tren industri, kebutuhan pengguna, atau spesifikasi teknis.

3. Konseptualisasi

Menghasilkan ide-ide awal atau konsep desain yang dapat memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi.

4. Penyusunan Rencana

Menyusun rencana atau blueprints yang mendetail yang menggambarkan rincian teknis dari solusi perancangan.

5. Prototyping

Membuat model atau prototipe untuk menguji dan memvalidasi konsep desain. Proses ini membantu untuk mengidentifikasi masalah dan melakukan perbaikan sebelum implementasi penuh.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

6. Evaluasi

Mengevaluasi prototipe atau rencana desain untuk memastikan bahwa mereka memenuhi kebutuhan dan kriteria yang ditetapkan. Jika diperlukan, melakukan revisi atau perbaikan terhadap desain berdasarkan hasil evaluasi. Menerapkan desain yang telah disetujui ke dalam produk, sistem, atau proses yang sebenarnya. Memberikan perawatan dan pemeliharaan terhadap produk atau sistem yang telah dirancang agar tetap berfungsi dengan baik.

Prosedur perancangan tidak selalu berjalan linier dan terkadang melibatkan iterasi, terutama jika ditemukan masalah atau perlu penyesuaian selama tahapan pengembangan. Langkah-langkah ini membantu memastikan bahwa hasil akhir dari proses perancangan dapat memenuhi kebutuhan dan mencapai tujuan yang diinginkan.

2.8 Analisis Design

Menganalisis desain adalah proses evaluasi dan pemahaman mendalam terhadap elemen-elemen suatu desain, baik itu berupa produk, sistem, atau konsep. Fungsi dari analisis desain adalah untuk mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, potensi perbaikan, dan kecocokan desain dengan tujuan atau spesifikasi yang telah ditetapkan. Ini membantu memastikan bahwa desain tersebut memenuhi kebutuhan fungsional, estetika, dan kinerja yang diinginkan (Syamsul Rizal, 2023).

2.7.1 Tujuan Analisis Desain

Analisis hasil desain adalah langkah kritis dalam proses pengembangan produk atau sistem. Analisis adalah suatu proses atau kegiatan yang melibatkan pemecahan, pembedahan, atau pemeriksaan rinci terhadap suatu objek atau situasi

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

untuk memahami komponen-komponennya, hubungan-hubungannya, atau karakteristik-karakteristiknya. Analisis melibatkan penelitian sistematis dan evaluatif terhadap elemen-elemen suatu hal atau data. Tujuan dari analisis hasil desain adalah untuk mengevaluasi kualitas dan kinerja dari suatu desain, memastikan bahwa desain tersebut memenuhi persyaratan dan tujuan yang telah ditetapkan.

Berikut adalah beberapa tujuan utama dari analisis hasil desain, yaitu:

1. Verifikasi dan Validasi

Mengevaluasi desain untuk memastikan bahwa itu sesuai dengan persyaratan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Verifikasi menilai apakah desain dibuat dengan benar, sedangkan validasi memastikan bahwa desain memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan umum.

2. Identifikasi Potensi Masalah

Mengidentifikasi dan menganalisis potensi masalah atau kelemahan dalam desain. Ini mencakup pemahaman terhadap risiko-risiko yang mungkin muncul selama implementasi atau penggunaan produk.

3. Optimasi Kinerja

Menganalisis kinerja desain dengan tujuan untuk mengidentifikasi area-area yang dapat dioptimalkan. Ini dapat melibatkan perbaikan efisiensi, pengurangan biaya produksi, atau peningkatan performa keseluruhan.

4. Pembandingan dengan Standar Industri

Membandingkan desain dengan standar industri atau regulasi yang berlaku untuk memastikan bahwa produk mematuhi pedoman dan standar keamanan yang telah ditetapkan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

5. Pengendalian Biaya

Menganalisis desain untuk mengidentifikasi potensi biaya yang tidak perlu atau area-area di mana biaya dapat dikurangi tanpa mengorbankan kualitas atau fungsionalitas.

6. Kepatuhan Lingkungan

Mengevaluasi dampak desain terhadap lingkungan dan menilai kepatuhan terhadap norma-norma dan praktik-praktik keberlanjutan.

7. Pemahaman Terhadap Pengguna

Menganalisis desain dari perspektif pengguna untuk memastikan bahwa antarmuka dan fungsionalitasnya dapat dipahami dan digunakan dengan mudah oleh pengguna akhir.

8. Persiapan Implementasi

Menilai kesiapan desain untuk implementasi. Ini melibatkan perencanaan dan persiapan untuk fase implementasi dan produksi.

9. Pemantauan Kualitas

Mengevaluasi dan memantau kualitas produk atau sistem yang dihasilkan oleh desain. Analisis dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah kualitas yang mungkin timbul selama siklus hidup produk.

10. Peningkatan Iteratif

Analisis hasil desain dapat memberikan wawasan yang diperlukan untuk melakukan perbaikan dan iterasi pada desain. Memungkinkan perancang untuk mengembangkan solusi yang lebih baik dan lebih optimal.

2.7.2 Fungsi Analisis Desain

Analisis desain memiliki beberapa fungsi sebagai berikut ini.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

1. Evaluasi Kinerja

Analisis desain memungkinkan penilaian terhadap kinerja suatu produk atau sistem. Ini melibatkan pengukuran sejauh mana desain dapat memenuhi tujuan dan spesifikasi yang ditetapkan.

2. Identifikasi Kelebihan dan Kelemahan

Proses analisis membantu mengidentifikasi aspek positif (kelebihan) dan aspek negatif (kekurangan) dalam desain. Hal ini penting untuk mengoptimalkan kualitas dan fungsionalitas desain.

3. Perbaikan Desain

Dengan mengetahui kelemahan dalam desain, analisis memungkinkan perancang untuk merancang kembali atau memperbaiki elemen-elemen tertentu guna meningkatkan performa atau keamanan produk.

4. Kesesuaian dengan Spesifikasi

Analisis desain membantu memastikan bahwa desain sesuai dengan spesifikasi dan persyaratan yang telah ditetapkan. Hal ini mendukung tercapainya tujuan awal dan kepatuhan terhadap standar yang berlaku.

5. Estetika dan Pengalaman Pengguna

Selain aspek fungsional, analisis desain juga mencakup evaluasi terhadap aspek estetika dan pengalaman pengguna. Desain yang menarik secara visual dan menyenangkan untuk digunakan dapat meningkatkan daya tarik produk.

6. Efisiensi Produksi

Analisis desain membantu memastikan bahwa produk atau sistem dapat diproduksi dengan efisien. Ini mencakup pemilihan material yang tepat, penggunaan sumber daya secara optimal, dan kemudahan perakitan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

7. Antisipasi Risiko

Dengan menganalisis desain, kita dapat mengidentifikasi potensi risiko atau masalah yang mungkin muncul selama pengembangan atau penggunaan produk. Ini memungkinkan langkah-langkah pencegahan atau perbaikan sebelum produk diluncurkan.

8. Pemahaman Konsep

Analisis desain membantu pemahaman yang lebih baik tentang konsep dasar di balik suatu produk atau sistem. Hal ini dapat membantu dalam penyampaian ide atau konsep kepada pemangku kepentingan lainnya.

Dengan menganalisis desain secara menyeluruh, para perancang dapat memastikan bahwa hasil akhir memenuhi harapan dan persyaratan yang ditetapkan, sehingga dapat menghasilkan produk atau sistem yang berkualitas tinggi dan memuaskan penggunan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Proses pelaksanaan penelitian ini dimulai atas persetujuan yang diberikan oleh pembimbing pada tanggal 27 Oktober 2023, mulai dari studi literatur, pembuatan hingga pengujiaan seperti terlihat pada tabel 3. 1 berikut ini.

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2024														
	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Pengajuan Judul															
Penulisan Proposal															
Seminar Proposal															
Proses Penelitian															
Pengolahan Data															
Penyelesaian Laporan															
Seminar Hasil															
Evaluasi dan persiapan Sidang															
Sidang Sarjana															

3.1.2 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini yaitu dilakukan di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Medan Area.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

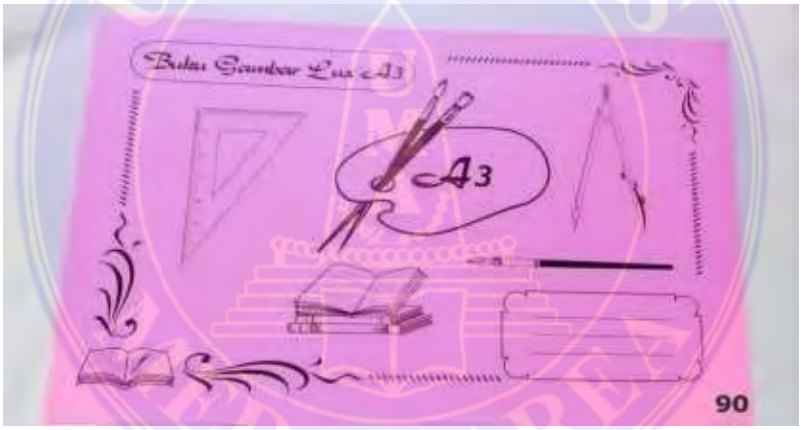
3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin mini milling ini adalah sebagi berikut

1. Buku Gambar

Buku gambar adalah sebuah buku yang berisi halaman-halaman kosong atau bergaris yang dirancang khusus untuk menggambar atau membuat sketsa. Buku ini memberikan ruang bagi seseorang untuk mencatat gagasan, membuat gambar, mengembangkan desain, atau melukis, buku gambar dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.



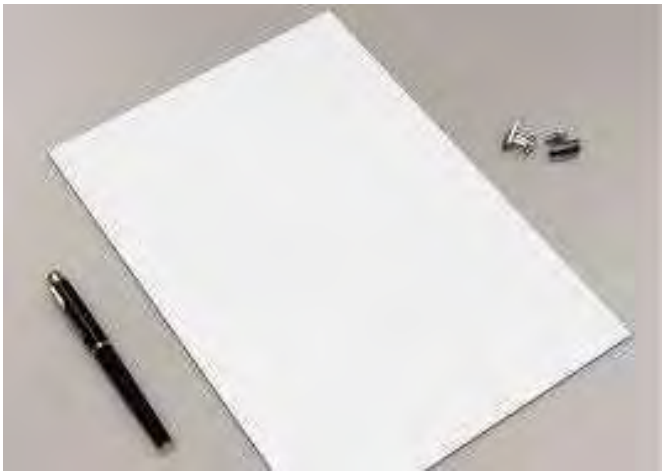
Gambar 3.1. Buku Gambar

2. Kertas Gambar Teknik

Kertas ini memiliki sifat yang lebih kaku dan stabil daripada kertas biasa. Biasanya putih, transparan, atau kuning muda. Kertas gambar teknik memiliki ukuran standar seperti A0, A1, A2, hingga A4, sesuai dengan skala dan kompleksitas gambar. Kertas gambar teknik yang digunakan terlihat pada gambar

3.2 berikut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25



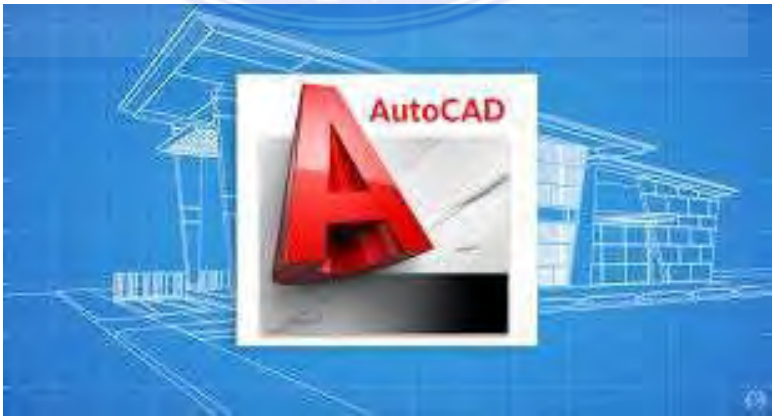
Gambar 3.2. Kertas Gambar Teknik

3.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk merancang mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikutub adalah:

1. AutoCAD

AutoCAD adalah perangkat lunak desain berbantu komputer (CAD) yang dikembangkan dan dipasarkan oleh Autodesk. AutoCAD banyak digunakan untuk membuat gambar 2D dan 3D, pembuatan denah, pemodelan, dan dokumentasi dalam berbagai industri seperti arsitektur, rekayasa, konstruksi, dan manufaktur. Aplikasi Auto CAD terlihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3. Auto CAD

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2. Printer

Digunakan untuk mencetak gambar teknik yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAD dalam skala yang sesuai.

Gambar 3.4 Printer

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik adalah metode kuantitatif. Penelitian ini melibatkan perhitungan setiap komponen mesin mini milling. Dimana metode penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengobservasi hasil perancangan mesin mini milling skala lab untuk pengerjaan plat dwikub

3.4 Populasi dan Sampel

Dalam studi perancangan mesin mini milling ini, yang menjadi populasi penelitiannya yaitu seluruh proses produksi mesin rig uji atau objek yang memiliki karakteristiak atau sifat tertentu dan menjadi fokus dari penelitian ini meliputi seluruh responden survey dalam perancangan ini.

Sampel penelitian adalah sebagian kecil atau subset dari populasi penelitian yang diambil untuk diuji, diamati, atau diteliti oleh peneliti. Sampel dapat didefinisikan sebagai sekelompok elemen yang diambil dari populasi secara acak atau berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Pada studi ini, yang menjadi sampel penelitiannya adalah alat dan

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

bahan penelitian yang akan dianalisis dari segi proses kerja alat dan kekuatan bahan produksi.

3.5 Prosedur Kerja

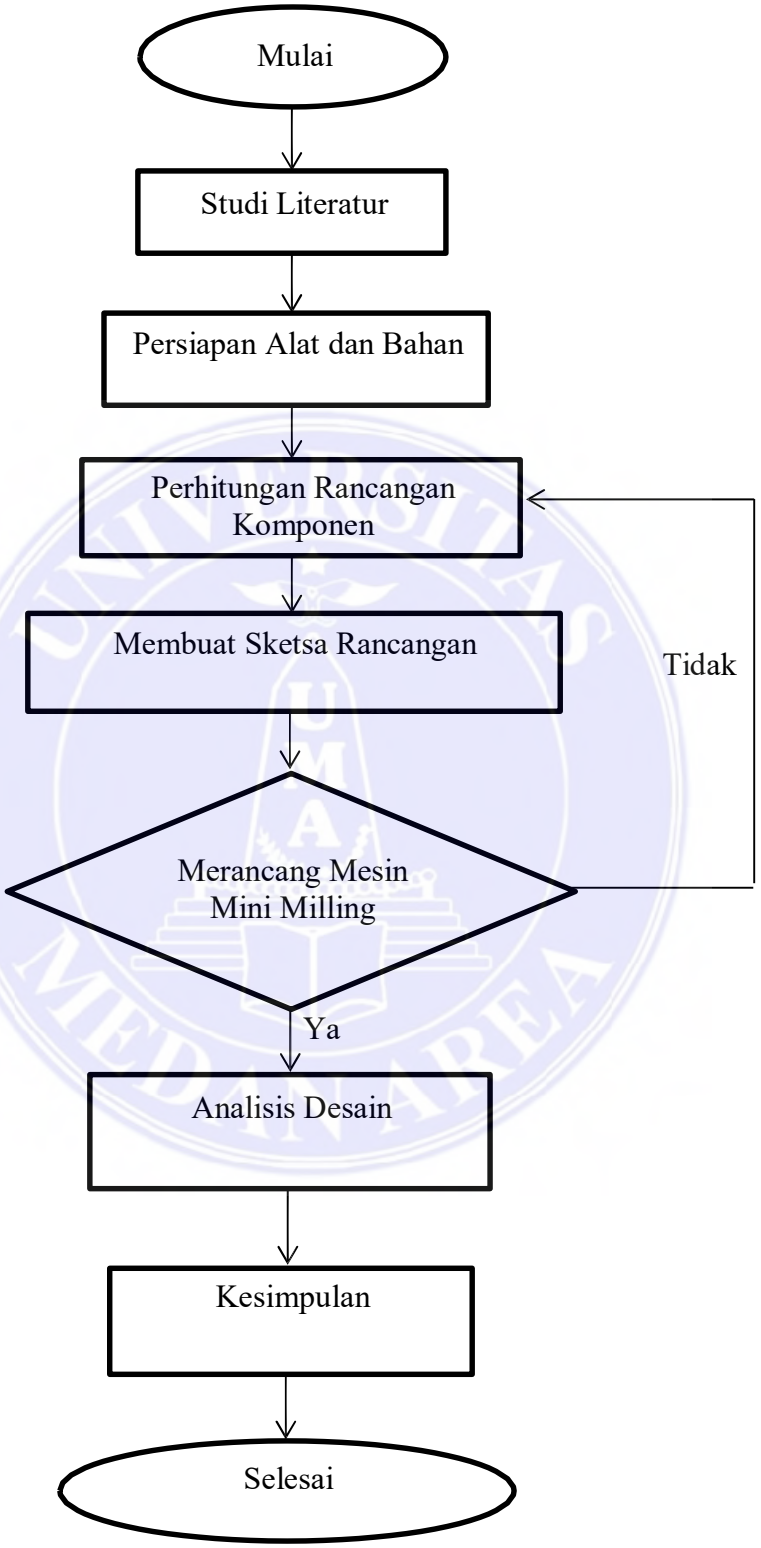
Sistematis yang digunakan pada perancangan ulang turbin angin sumbu vertikal sebagai berikut.

1. Studi literatur dengan cara mencari dan mengumpulkan sumber informasi sebagai bahan acuan pembelajaran pada jurnal pendukung, internet, web, dan buku.
2. Melakukan survey dan pengumpulan data.
3. Observasi dan penggunaan alat yang akan digunakan pada perancangan mesin mini milling.
4. Melakukan perhitungan terhadap rancangan.
5. Membuat sketsa perancangan.
6. Merancang mesin mini milling.
7. Menganalisis dan membandingkan bahan dan alat yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
8. Menarik kesimpulan.

Pembuatan rancangan menggunakan proyeksi amerika standart operasional prosedur. Dalam merancang turbin angin, digunakan AutoCAD sebagai pandangan atas, pandangan depan, dan pandangan samping.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3.6 Diagaram Alir Penelitian



Gambar 3.8. Diagram Alir Penelitian

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebagaimana telah di uraikan pada bab sebelumnya pada bagian akhir penulisan skripsi ini dapat ditarik beberapa poin yang berupa kesimpulan sebagai berikut;

1. Mesin ini mempunyai ukuran area kerja 300 mm x 180 mm dengan media kerja akrilik dan kompisit.
2. Mesin ini dapat di control menggunakan software GRBL maupun uuniversal G code.
3. Mesin ini dapat bergerak 3 arah,yaitu X,Y dan Z dengan rancangan control yang telah di buat.

5.2 SARAN

Berdasarkan dari hasil uraian pembahasan di atas,maka penulis dapat menyampaikan saran sebagai berikut:

1. Untuk kedepannya pada dudukan motor spindle lebih baik menggunakan bahan yang lebih kokoh dari sebelumnya,contohnya dapat menggukan aluminium ataupun besi agar lebih kuat dan tidak bergetar pada saat putaran tinggi.
2. Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting dalam proses manufaktur dan harus sangat diperhatikan dalam prses manufaktur
3. Lakukan pengecekan pada mesin sebelum menjalankan maupun setelah menjalankan agar terhindar dari kerusakan alat maupun kecelakaan kerja.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR PUSTAKA

Suga, Kiyokatsu. 1983. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.

Saludin. 2016. Rekayasa Sistem Manufaktur. Jakarta: Mitra Wacana Media.

Irawan, Agustinus Purna. 2017. Perancangan Dan Pengembangan Produk Manufaktur. Yogyakarta: Andi.

Dewangga, Andra Arasetya. 2016. Perancangan dan pembuatan mesin cnc milling mini dengan pengoperasian menggunakan software mach 3. diploma thesis, politeknik perkapalan negeri surabaya.

Syamsul rizal. 2023. analisis quality function deployment (qfd) pada rancang bangun mesin milling 3 sumbu.

Munir Fauzi, . (2016) Desain konstruksi Meja mesin milling cnc mini
Skripsi. Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.

Unan Yunani, . (2016) Pengukuran Kedataran Meja Pada Mesin Milling Cnc Mini 4 Axis. Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.

Amal Aldianto, 2015. "Prototype mesin CNC berbasis Arduino Uno dengan software GBRL controller", Jurnal Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercubuana, Jakarta.

Beno Sutopo, 2006. "Pembuatan benda kerja pada mesin Frais CNC TU 3A menggunakan software CNC Keller Q Plus berbasis software Autocad 2000", Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Pradana, Dityo Kurniawan, 2011. "Rancang bangun CNC Milling Machine Home Made untuk membuat PCB", Jurnal Jurusan Teknologi Elektro Universitas Gunadarma, Depok.

Wahyu, A.N., 2015, "Rancang bangun mesin pc basec CNC Milling tiga sumbu (system kontroler dan analisa torsi motor stepper)", Tugas Akhir D-3, Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Joseph E Shigley, L. D. M. (2018). Perencanaan Teknik Mesin (P. Erlangga (ed.).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25