

Jurnal Teknik Mesin

PERANCANGAN MESIN CNC *ROUTER 3 AXIS* SKALA LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221

Nuradi

¹ Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152
Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

Rizky Radianto fajri

² Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No.
152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

ABSTRAK

Penggunaan mesin CNC (*Computer Numerik Control*) *Router 3 Axis* saat ini sangat dibutuhkan untuk kegiatan praktikum di beberapa sekolah atau perguruan tinggi jurusan Mesin. Namun ada beberapa sekolah atau perguruan tinggi yang tidak memiliki mesin tersebut karena harganya yang masih relatif mahal. Oleh karena itu perlu adanya langkah-langkah untuk mengatasi hal itu diantaranya dengan membuat rancangan prototype mesin CNC *Router 3 Axis* untuk kebutuhan praktikum di ruang laboratorium. Membuat rancangan mesin CNC *Router 3 Axis* ini menggunakan *software AutoCAD* yang biasa digunakan oleh Mahasiswa teknik. *Software AutoCAD* adalah *software* untuk membuat sebuah desain konsep rancangan dari apa yang ingin dirancang, dari *software* ini peneliti mendapatkan hasil bentuk dari apa yang mau peneliti rancang. Perancangan mesin CNC *Router 3 axis* ini juga menggunakan metode VDI 2221 yang terdiri dari penjabaran tugas, penentuan konsep rancangan, perancangan wujud, dan perancangan rinci. VDI 2221 adalah salah satu metode perancangan dalam suatu desain konstruksi. Dalam perancangan ini digunakan metode VDI 2221 (*Verien Deutcher Ingenieure* / Persatuan insinyur Jerman). VDI 2221 ini merupakan metode yang digunakan oleh insinyur Jerman sebagai pondasi dasar dalam perancangan suatu produk yang dijabarkan oleh *G. Pahl dan W. Beits*.

Kata kunci : Perancangan Mesin CNC *Router 3 Axis*, *Software AutoCAD*, Metode VDI 2221

Abstract

The use of a 3 Axis Router CNC (Computer Numerical Control) machine is currently urgently needed for practicum activities in several schools or colleges majoring in Engineering. However, there are several schools or colleges that do not have these machines because the price is still relatively expensive. Therefore it is necessary to take steps to overcome this, including by making a prototype design of a 3 Axis CNC Router machine for practicum needs in the laboratory room. Create a 3 Axis CNC Router machine design using AutoCAD software which is commonly used by engineering students. AutoCAD software is software for making a design concept design of what you want to design, from this software the researcher gets the shape of what the researcher wants to design. The design of this 3 axis CNC Router machine also uses the VDI 2221 Keywords: Hydro Power Plant, Laboratory Scale Hydroelectric Design method which consists of elaboration tasks, organizing design concepts, form designs, and detailed designs. VDI 2221 is one of the design methods in a construction design. In this design the VDI 2221 method (Verien Deutcher Ingenieure / German Engineers Association) is used. VDI 2221 is a method used by German engineers as a basic guide in designing a product completed by G. Pahl and W. Beits.

Keywords: 3 Axis CNC Router Machine Design, AutoCAD Software, VDI 2221 Method

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perkembangan teknologi industri permesinan di Indonesia semakin meningkat, hal ini dapat dibuktikan dengan semakin modernnya permesinan yang digunakan untuk mengerjakan suatu produk, seperti *Computer Numerical Control (CNC)* yaitu mesin yang telah dilengkapi dengan komputer untuk mempermudah proses kerja mesin.

Mesin CNC adalah mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf, dan simbol) sesuai dengan standar ISO. Menurut Roni Permana Saputra, perangkat lunak di komputer berfungsi untuk menerjemahkan *NC-Code* yang diinputkan dengan proses interpolasi linier atau interpolasi sirkular berdasarkan *input program NC-Code* dan sebagai antar muka antara operator dengan mesin.

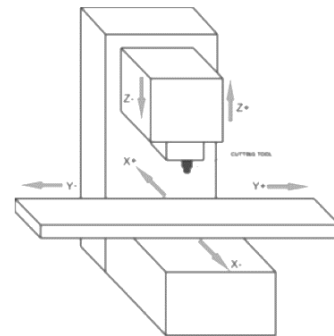
Penggunaan mesin CNC di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Saat ini mesin CNC *Router 3 Axis* dipasaran dengan berbagai *brand*. harganya berkisar 40-120 juta per unit. Kisaran harga tersebut tentu saja cukup mahal sehingga tidak dapat dijangkau oleh sekolah-sekolah kejuruan dan lingkungan kampus sehingga masih banyak yang mempelajari mesin CNC hanya sebatas teori saja sehingga ilmu yang didapat kurang maksimal, oleh karena itu perlu adanya langkah-langkah konkret untuk mengatasi hal itu diantaranya dengan mendesain dan merancang mesin CNC *Router 3 Axis*.

Adapun kelebihan mesin CNC *Router 3 axis* yang dirancang yaitu dirancang berdasarkan metode VDI 2221 dengan skala laboratorium. VDI 2221 merupakan metode yang digunakan oleh insinyur Jerman sebagai pedoman dasar dalam perancangan suatu produk yang telah dijabarkan oleh *G.Pahl* dan *W.Beitz*. Metode VDI 2221 terdiri dari penjabaran tugas, penentuan konsep rancang, perancangan wujud dan perancangan rinci. Maka dari itu penulis mengambil judul **“PERANCANGAN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS SKALA LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221”**

2. TINJAUAN PUSTAKA

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh *John Pearson* dari

Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat mesin CNC 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 memelopori 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 CNC hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil penelitian yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak.



Gambar 2.1. Orientasi sumbu pada mesin CNC router

Fungsi dari setiap sumbu mesin CNC router adalah sumbu X,Y berfungsi untuk menggerakkan meja searah dengan sumbu X dan Y sesuai dengan sistem koordinat awal (X 0,000, Y 0,000, Z 0,000). Koordinat X menunjukkan arah spindel bergerak kearah kanan dari sumbu X. Pergerakan dari sumbu X atau Y berfungsi untuk menghasilkan gerakan yang linier sesuai dengan arahan sumbu tersebut, sedangkan kombinasi dari penggerakan sumbu X dan Y akan menghasilkan gerakan berbentuk parabolik. Sumbu Z berfungsi untuk menggerakkan tool naik Z+ dan turun Z- atau berfungsi sebagai pengatur dari proses permesinan.

2.1 Definisi Software AutoCAD

AutoCAD adalah sebuah perangkat lunak komputer *CAD* untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh *Autodesk*. Produk *AutoCAD* secara keseluruhan adalah *software CAD* yang paling banyak digunakan diseluruh dunia. Dalam dunia teknik mesin sendiri sangat memerlukan *AutoCAD* untuk kepentingan melakukan perancangan sebuah gambar *design* kerja untuk membuat perancangan suatu alat.

2.2 Metode Perancangan Menggunakan (VDI 2221)

Metode perancangan VDI 2221 merupakan cara berfikir sistematis terhadap suatu sistem. komponen atau produk bahkan proses untuk mencapai sesuatu yang diharapkan seperti mendapatkan atau mengumpulkan data yang diperlukan, kemudian mengolah dan menganalisa data tersebut. Metodologi perancangan bisa juga dikatakan sebagai proses pengambilan sebuah keputusan.

Merancang ialah kegiatan untuk merumuskan suatu rancangan dalam memenuhi kebutuhan manusia, sedangkan perancangan mesin dapat diartikan merumuskan suatu rancangan dari sistem dan segala yang berhubungan dengan mesin. Metode perancangan dengan VDI (*Verien Deutscher Ingenieure* / Persatuan Insinyur Jerman) 2221 ialah metode yang digunakan oleh insinyur Jerman sebagai panduan dalam perancangan suatu produk yang dijabarkan oleh *G. Pahl* dan *W. Beitz*.

Metode VDI 2221 terdiri dari 7 langkah kerja yang memudahkan seorang perancang mewujudkan idenya dengan efisien dan sistematis. Secara keseluruhan langkah kerja pada metode ini terdiri dari 7 tahap yang dikelompokkan pada 4 fase yaitu :

1. Pemaparan tugas
2. Penentuan konsep rancang
3. Perancangan Bentuk
4. Perancangan *detail*

Tahap yang terdapat diatas tersebut dapat merupakan dasar dari tahap berikutnya, dan tahap tersebut dapat dipecahkan secara analisis dan sintesis. Analisis adalah penguraian suatu

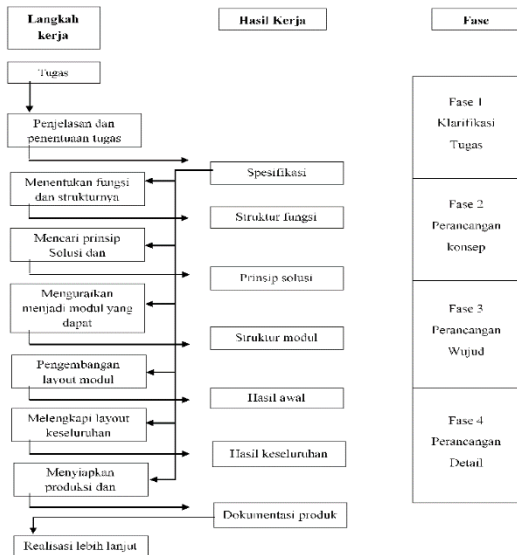
sistem yang rumit menjadi elemen-elemennya dan kemudian mempelajari karakteristik masing-masing elemen tersebut. Sedangkan sintesis adalah penggabungan kembali elemen-elemen yang diketahui karakteristik untuk menciptakan sistem baru.

2.3 Langkah-langkah kerja (VDI 2221)

Secara keseluruhan langkah kerja yang terdapat dalam VDI 2221 terdiri dari 7 langkah yang dikelompokkan menjadi 4 fase yaitu :

1. Pemaparan Tugas
Pada pemaparan tugas yaitu pengumpulan informasi atau data tentang syarat-syarat yang akan dipenuhi oleh rancangan alat tersebut dan juga batasan-batasannya. Hasil dari tahap ini berupa syarat-syarat atau spesifikasi.
2. Perancangan Konsep
Pada penentuan konsep perancangan ini meliputi 3 langkah kerja yaitu :
 - A. Menentukan fungsi dan strukturnya.
 - B. Mencari prinsip solusi dan strukturnya.
 - C. Menguraikan varian yang dapat direalisasikan.
3. Perancangan Bentuk
Pada perancangan wujud ini dimulai dengan menguraikan rancangan kedalam modul-modul yang diikuti oleh desain awal dan desain jadi.
4. Perancangan Detail
Pada perancangan terinci, hasil rancangan dibuat suatu dokumen produk, sehingga dapat diproduksi secara kontinu dan pengembangan produk yang lebih baik. Dokumen produk ini dapat meliputi :
 1. Gambar mesin.
 2. Detail gambar mesin.
 3. Sistem pengoperasian.
 4. Pemilihan komponen dari standart yang sudah ada.

Langkah-langkah kerja yang dikelompokkan dalam 4 fase di atas dapat digambarkan dalam gambar skema langkah kerja berikut :



2.3.1 Tahap Pemaparan Tugas

Pada tahap pemaparan tugas Merupakan tahap perancangan awal, yang dimulai dari pengumpulan informasi atau data mengenai permasalahan dan kendala-kendala yang dihadapi. Lalu di tentukan batasan-batasan perancangan yang dituangkan kedalam suatu daftar syarat (daftar kehendak) yang bersifat menunjang dengan apa saja yang akan didesain.

Hasil kerja yang diperoleh ialah daftar kehendak/*requirement list*. Daftar kehendak merupakan dokumen penting, merupakan dasar dalam melaksanakan langkah kerja lainnya, penemuan penting dapat timbul dalam proses desain sebagai akibat modifikasi atau penambahan daftar kehendak.

Pentingnya daftar kehendak menyebabkan penanganannya harus teratur dan sistematis. Daftar kehendak yang sudah ditangani secara teratur dan sistematis dalam suatu format dinamakan spesifikasi.

Untuk mempermudah penyusunan spesifikasi dapat dilakukan dengan meninjau aspek-aspek tertentu dapat diuraikan syarat-syarat yang bersangkutan, selanjutnya merumuskan tugas yang harus dihadapi. Untuk mempermudah pada tahap yang berikutnya, spesifikasi harus dilakukan secara teratur dan sistematis.

Format dan daftar spesifikasi ditentukan pada tabel 2.4 :

Judul Utama	Contoh-contoh
Geometri	Lebar, tinggi, panjang, jarak
kinematik	Tipe gerakan, Kecepatan, percepatan
Gaya	Arah gaya, besar gaya, berat, deformasi, kekuatan elastisitas, gaya inersia
Energi	<i>Output, efisiensi</i> , kerugian energi, tekanan, <i>temperature</i> , gesekan, kapasitas
Material	Aliran dan transportasi material, pengaruh fisika dan kimia dari material pada akhir produksi, material tambahan
Signal	<i>Input, output</i> , bentuk, <i>diplay</i> , peralatan kontrol
Keselamatan	Sistem proteksi langsung, keselamatan operasional dan lingkungan
Ergonomi	Hubungan operator mesin, tipe pengoperasiaan, penerangan dan keserasiaan bentuk
Produksi	Batasan pabrik, kemungkinan dimensi produk yang dipilih
Kontrol Kualitas	Kemungkinan dilakukan kalibrasi dan standarisasi
Perakitan	Aturan khusus, instalasi dan pondasi
Perawatan	Jangka waktu service, penggantian dan reparasi, pengecatan dan pembersihan
Biaya	Biaya maksimum produksi
Jadwal	Tanggal penyerahan

Setelah spesifikasi diperoleh maka selanjutnya dilakukan langkah-langkah abstraksi dan formulasi. Tujuan dari abstraksi adalah untuk menentukan bagian mana dari

spesifikasi yang merupakan bagian penting dan berlaku umum.

Pada saat melakukan langkah-langkah abstraksi dan formulasi, hal penting yang harus diperhatikan adalah membedakan sebuah persyaratan, apakah sebagai tuntutan (*Demand*) atau keinginan (*Whises*). Dari informasi tersebut ditentukan hal-hal yang tercantum didalam batasan atau syarat-syarat sebagai berikut :

a. Syarat Mutlak D (*Demand*)

Syarat yang harus dipenuhi dalam kondisi apapun, supaya rancangan berhasil. Jika syarat ini tidak dipenuhi maka rancangan akan gagal.

b. Syarat yang diharapkan W (*Whises*)

Syarat yang dipenuhi jika memungkinkan, jika syarat ini tidak terpenuhi, maka tidak menjadi masalah dan kemungkinannya sangat kecil dalam mempengaruhi rancangan.

2.3.2 Penentuan Konsep Rancangan

Adapun yang dibahas dalam perancangan konsep ini ialah :

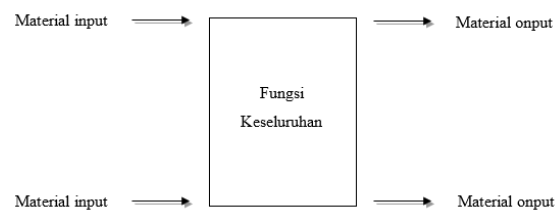
- a. Menentukan fungsi dan strukturnya
 - Struktur fungsi keseluruhan
 - Sub fungsi
- b. Mencari prinsip solusi dan strukturnya
 - Metode konvensional
 - Metode intuitif
 - Metode kombinasi
- c. Menguraikan menjadi varian yang dapat direalisasikan
 - Pembuatan varian konsep
 - Evaluasi

2.3.3 Struktur fungsi

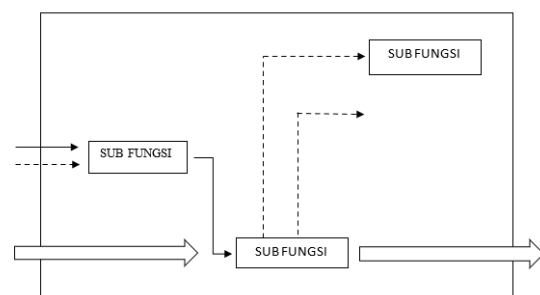
Untuk mempermudah dan mengerti proses konstruksi akan sangat bermanfaat bila perencanaan produk ditinjau sebagai suatu sistem yang terdapat suatu masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Sistem tersebut dapat diuraikan menjadi beberapa sub sistem. Dimana dalam dunia teknik sistem tersebut dapat berupa mesin atau komponennya. Jika mesin dipandang sebagai sistem maka komponennya sebagai sub fungsi, sedangkan

jika komponen mesin dipandang sebagai sistem maka yang berfungsi sebagai sub sistem adalah bagian dari bagian komponen mesin tersebut. Dalam sistem teknik, berdasarkan pertimbangan logika, *Demand* dan *Whises* pada spesifikasi ini merupakan penjabaran dari hubungan fisik dari perpindahan atau proses energi, material dan sinyal.

Ketiga faktor tersebut mengalami perubahan yang diproses melalui sistem seperti energi dapat dirubah sesuai dengan fungsinya, sebagai contoh motor listrik dapat merubah listrik menjadi energi mekanik dan panas, motor bakar dapat merubah energi kimia menjadi energi mekanik, energi potensial berubah menjadi energi mekanik dan lain-lain sebagainya. Material juga dapat diubah/dikonversikan dengan beberapa cara. Material dapat dicampur, dipotong dipisahkan dipindahkan, dan lain-lain banyak peralatan teknik mesin memproses informasi dalam bentuk energi dan energi ini mengalami juga proses-proses pada sistem yang dikirim, dipisahkan, dinaikan, diturunkan, diputar, dibandingkan dan lain-lain. Contoh bagian fungsi keseluruhan dan sub fungsi dapat dilihat pada gambar 2.2 dan 2.3.



Gambar 2.3 Contoh gambar fungsi keseluruhan



Gambar 2.4 Contoh gambar sub fungsi

2.5.4. Prinsip solusi

Prinsip solusi harus ditentukan untuk variasi dari fungsi-sub fungsi didalam suatu sistem dan prinsip-prinsip solusi ini kemudian dikombinasikan sehingga didapat suatu prinsip

solusi yang sesuai dengan spesifikasi yang telah dibuat.

Solusi yang dibuat harus logis dan secara fisik harus memenuhi sub fungsi. Sebagai contoh untuk membuat sub fungsi menyimpan energi, prinsip-prinsip solusi yang memungkinkan antara lain : benda pada ketinggian (menyimpan energi potensial), roda gila menyimpan (energi kinetik), baterai (menyimpan energi listrik). Suatu prinsip solusi harus menggambarkan efek-efek fisik yang diperlukan untuk pemenuhan dari sub fungsi yang diberikan juga bentuk segi desainnya. Dalam banyak kasus bagaimanapun juga merupakan suatu kebutuhan untuk mencari efek-efek fisik yang khusus, bentuk desain menjadi pemecahan masalah selain itu dalam mencari suatu solusi sering kali menemukan kesulitan untuk membuat suatu perbedaan yang jelas antara efek fisik dan segi bentuk desain biasanya di ungkapkan dalam bentuk diagram menampilkan sub fungsi dan prinsip solusi dalam bentuk matriksnya sebagai kombinasinya.

3. KONSEP PERANCANGAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu

Waktu penelitian atau perancangan mesin CNC Router 3 axis dilaksanakan pada Bulan Agustus 2020 sampai dengan selesai.

Tempat Penelitian

Tempat perancangan penelitian dilakukan di berbagai tempat : Perancangan desain gambar dilakukan dirumah yang beralamat , Jl.Tanjung Barat RT.10 RW.02 ,Kelurahan Tanjung Barat , Jagakarsa , Jakarta Selatan.

Perancangan dan pemeriksaan Mesin CNC Router 3 axis dilaksanakan di PT.Fluid Scien Dynamics Indonesia yang beralamat di Berlian 88 Biz Estate, Jl. Diklat Pemda No.12,Bojong Nangka, Kelapa Dua, Tangerang,Banten.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang saya lakukan dalam pengumpulan data perancangan mesin CNC Router 3 Axis ini adalah :

1. Metode Studi Pustaka

Studi Pustaka merupakan langkah dilakukan setelah menemukan pokok permasalahan dalam perancangan mesin CNC Router 3 Axis tersebut. Metode ini bertujuan untuk memperoleh buku-buku tentang mesin CNC Router 3 Axis Skala Laboraturium dengan menggunakan metode VDI 2221.

2. Metode survey lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam pembuatan mesin CNC Router 3 Axis ini. Data-data ini berupa data tentang produk komponen-komponen mesin CNC Router 3 Axis.

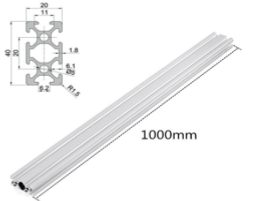
3. Metode wawancara




Metode wawancara dilakukan untuk memperoleh data-data yang lebih akurat lagi tentang mesin CNC Router 3 Axis yang ingin dirancang dan dibuat.


3.2. Penyediaan Bahan Material

Penyediaan bahan dan material untuk melakukan perancangan mesin CNC Router 3 axis sebagai berikut pada tabel 3.1 :

3.1. Tabel bahan material

Nama	Type	Qty	Picture
Aluminium	- 2040*290mm	2	
	- 2020*360mm		
	- 180*300mm		
		2	
		1	

Linier Guide	- 10*290mm	2	
	- 10*360mm		
T8-4 Screw	- T8-4*300mm	1	
	- T8-4*365mm	1	
Bakelite	- Y-Axis	2	
	- X-Axis	2	

Milling Cutter	30*0,1m m	1	
-------------------	--------------	---	---

3.3. Alat

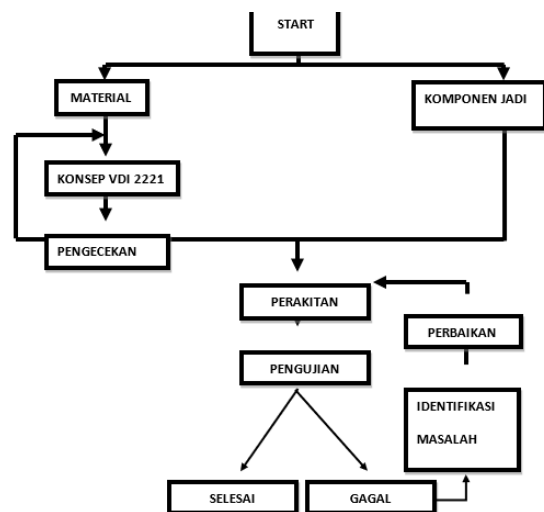
Alat yang digunakan dalam proses perancangan bentuk mesin CNC Router 3 Axis

adalah sebagai berikut :

1. Software AutoCAD
2. Laptop
3. Mouse
4. Keyboard eksternal

3.4. Diagram Alir Proses Perancangan (Flowchart)

Diagram alir *Flowchart* dalam proses perancangan sebuah mesin CNC Router 3 Axis ini sebagai berikut :






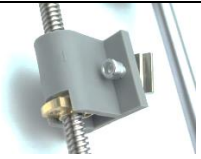


Gambar 3.1 Diagram alir proses perancangan mesin CNC Router 3 axis.

3.5. Konsep Perancangan Metode VDI2221

Didalam perancangan konsep mesin CNC Router 3 Axis menggunakan konsep pemaparan metode VDI2221, mulai dari membuat daftar khendak, abstraksi I sampai V, membuat struktur fungsi dan fungsi keseluruhan, mencari prinsip solusi, kombinasi prinsip solusi, dan evaluasi dengan tabel sleksi.

3.5.1. Membuat Daftar Khendak (Daftar Spesifikasi)

Nama	Type	Qty	Picture
XZ-Parts		1	
Control Board		1	
Spindel	775ER	1	
Stipper Motor	42*34mm	2	
Y-Axis Slider	10mm	4	
Y-Axis Nut Seat	T8-4	1	

Untuk menciptakan sebuah mesin sesuai rencana, maka dibuatnya suatu daftar ide – ide dan Khendak – khendak sebagai berikut :

1. Mesin dapat dioperasikan dengan baik.
2. Mesin dapat digunakan untuk melakukan Uji Praktek.
3. Mesin Menggunakan sistem komputer.
4. Mesin dioperasikan oleh 1 operator.
5. Material untuk membuat mesin CNC router 3 axis ini mudah didapat.
6. Mesin aman untuk digunakan.

Dari urutan kehendak yang tidak teratur diatas, kemudian disusun secara sistematis kedalam daftar yang disebut daftar kehendak. Setiap spesifikasi dibagi menjadi 2 kategori, D (*Demands*) dan W (*Whises*)

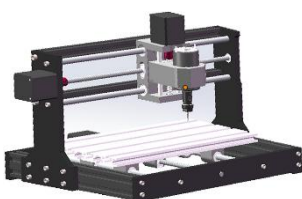
4. HASIL PERANCANGAN DAN ANALISA BIAYA

4.1 Hasil Perancangan Mesin CNC Router 3 Axis

Dari hasil perancangan ini maka konsep varian 3 , merupakan konsep yang terpilih. Karena dari hasil evaluasi berdasarkan dengan metode VDI 2221 mesin CNC Router 3 Axis telah memenuhi persyaratan yang ada, mudah di rakit, estimasi biaya yang tidak mahal, kemudahan dalam perawatan dan kemudahan dalam memproduksikannya, adapun gambar mesin CNC Router 3 Axis tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Hasil perancangan mesin CNC Router 3 Axis menggunakan Software AutoCAD 3 dimensi



Gambar 4.2 Hasil jadi perancangan mesin CNC Router 3 Axis menggunakan Software AutoCAD

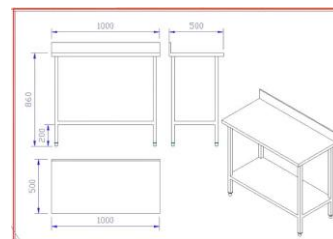
4.2 Analisa Hasil Konsep Perancangan Dengan Metode VDI 2221

Berdasarkan dari hasil konsep perancangan mesin CNC Router 3 Axis dengan metode VDI 2221 ini maka saya simpulkan bahwa perancangan mesin CNC Router 3 Axis ini sudah memenuhi persyaratan kriteria – kriteria yang ada dalam metode VDI 2221. Mulai dari tahap pemaparan tugas, penentuan konsep perancangan, perancangan wujud, perancangan detail dan juga dari segi hemat biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan mesin CNC Router 3 Axis berskla laboratorium ini.

Dalam penentuan konsep mesin CNC Router 3 Axis ini meliputi dari 3 langkah kerja yaitu menentukan fungsi dan strukturnya, mencari perinsip solusi dan menguraikan menjadi varian yang dapat di realisasikan. Perancangan wujud dimulai dengan menguraikan rancangan dalam modul – modul yang diikuti desain awal dan desain jadi dan dilakukan kedalam tahap pembuatannya, dan juga perancangan detail yang perancang sudah uraikan kedalam bentuk hasil gambar – gambar yang telah perancang uraikan.

4.3 Analisa Hasil Perancangan Meja

Perancangan meja ini merupakan rangka dudukan meja untuk tempat mesin CNC Router 3 axis , pembuatan meja ini setelah melakukan finishing terhadap mesin CNC Router 3 axis, rangka meja ini berbahan dasar stainless . Adapun hasil perancangan meja bisa dilihat digambar 4.3.



Gambar 4.3 Desain Perancangan Meja

4.4 Analisa biaya

Analisa biaya dalam proses perancangan mesin CNC Router 3 Axis dimulai dari tahap

BIAYA PEMBELIAN KOMPONEN - KOMPONEN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS					
NO	Nama Jenis Barang	Type	Qty	Harga Satuan	Total Harga
1	T8-4 Screw	2040*100 cm	6	Rp. 108.000	Rp. 648.000
		2020*100 cm	6	Rp. 85.000	Rp. 510.000
2	Linier Guide	10*290 mm	2	Rp. 200.000	Rp. 400.000
		10*360 mm	2	Rp. 185.000	Rp. 370.000
3	T8-4 Screw	T8-4*300 mm		Rp. 215.000	Rp. 215.000
		T8-4*365 mm		Rp. 240.000	Rp. 240.000
4	Bakelite	Y-Axis	2	Rp. 150.000	Rp. 300.000
		X-Axis	2	Rp. 150.000	Rp. 300.000
5	XZ-Parts		1	Rp. 1.350.000	Rp. 1.350.000
6	Power Supply	24V	1	Rp. 195.000	Rp. 195.000
7	Control Board		1	Rp. 900.000	Rp. 900.000
8	Fasteners		1	Rp. 103.000	Rp. 103.000
9	Spindel	775ER	1	Rp. 350.000	Rp. 350.000
10	Stepper Motor	42*34 mm	3	Rp. 200.000	Rp. 200.000
11	Y-Axis Slinder	10 mm	4	Rp. 135.000	Rp. 540.000
12	Y-Axis Nut/Seat	T8-4	1	Rp. 155.000	Rp. 155.000
13	Milling Cutter	30* 0,1mm	1 seat	Rp. 110.000	Rp. 110.000
14	USB Cable		1	Rp. 15.000	Rp. 15.000
15	Wires	stepper&spindel	2	Rp. 50.000	Rp. 100.000
TOTAL BIAYA					Rp. 7.001.000
BIAYA PEMBELIAN MEJA DAN BAHAN KERJA MESIN CNC ROUTER 3 AXIS					
NO	Nama Jenis Barang	Size	Qty	Harga Satuan	Total Harga
1	Siku Stainless	304 25*25*3cm	6	Rp. 95.000	Rp. 570.000
2	Plat Stainless	304 3*120cm	1	Rp. 350.000	Rp. 350.000
3	PVC Foam Board	40*60	3	Rp. 120.000	Rp. 360.000
4	Plat Aluminium	1,200*300mm	3	Rp. 80.000	Rp. 240.000
5	Triplek	12,22*112cm	3	Rp. 60.000	Rp. 180.000
6	Biya Workshop, DLL	Ongkos Kirim			Rp. 2.000.000
TOTAL BIAYA					Rp. 3.700.000
TOTAL BIAYA KESELURUHAN DALAM MEMBUAT MESIN CNC ROUTER 3 AXIS					Rp. 10.701.000

perencanaan biaya untuk pembuatan mesin CNC Router 3 Axis dari awal sampai dengan selesai. Adapun perencanaan biaya bisa di lihat pada tabel 4.1.

Pada proses perincian biaya ini semua akan dijelaskan tentang alat – alat dan bahan – bahan apa saja yang dipakai atau dibeli dan tempat proses pelaksanaan pembuatan mesin CNC Router 3 Axis ini hingga terrealisasikan sampai terbentuk mesin CNC Router 3 Axis yang telah dibuat. Berikut adalah tabel rincian biaya yang dibuat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rincian biaya

Hasil dari analisa biaya dalam proses perancangan mesin CNC Router 3 Axis ini mulai dari pembelian komponen – komponen bahan dan proses semua keperluan produksi yang dibutuhkan untuk proses pembuatan mekanik – mekanik mesin untuk mewujudkan mesin CNC Router 3 Axis tersebut, dengan menghabiskan anggaran biaya sebanyak Rp. 10.701.000 (Sepuluh Juta Tujuh Ratus Seribu Rupiah) .

4.5 Analisa Biaya Dari Konsep Perancangan

Hasil dari analisa biaya dari konsep perancangan mesin CNC Router 3 Axis yang sudah di rancang telah memenuhi standar dan kriteria sesuai dengan konsep yang telah perancang perkiraan, mulai dari anggaran biaya , pembelian bahan dan biaya dalam produksi untuk mewujudkan mesin CNC Router 3 Axis. Namun ada kenaikan biaya dan keterlambatannya bahan untuk proses prancangan di karenakan krisis COVID-19 yang melanda sebagian besar negara mengakibatkan bahan – bahan yang asalnya dari Luar Negri tertunda pengirimannya dan harganya menjadi naik .. Metode VDI 2221 sangat sekali membantu dalam proses perancangan, sehingga biaya yang dikeluarkan dengan kenaikan harga komponen mesin sesuai dengan perancang inginkan . Sehingga perancang dapat mewujudkan mesin tersebut dengan biaya anggaran sebesar Rp. 10.701.000 (Sepuluh Juta Tujuh Ratus Seribu Rupiah) maka terwujudnya “Mesin CNC Router 3 Axis Skala Laboraturium Dengan Menggunakan Metode VDI 2221”.

4.6 Pengujian Mesin

Melakukan pengujian mesin setelah proses perancangan dan perakitan selesai sesuai dengan skala laboraturium yang ada, untuk mengetahui apakah mesin ini berfungsi dengan baik atau tidaknya maka dilakukan pengujian dari mesin yang sudah dibuat, pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali guna memperoleh hasil yang maksimal dan optimal pada mesin yang sudah dibuat tersebut, adapun pada saat proses pengujian mesin CNC Router 3 Axis yang sudah dibuat ini memperoleh hasil yang maksimal sesuai dengan skala laboraturium.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan mesin CNC Router 3 Axis Skala Laboraturium dengan menggunakan metode VDI 2221 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari prancangan mesin CNC Router 3 Axis berdasarkan dari tahapan pemaparan tugas, penentuan konsep rancangan, perancangan

- wujud, dan perancangan *detail* yang menjadi pilihan untuk di buat pada konsep varian 3,
2. Berdasarkan hasil konsep perancangan mesin CNC Router 3 axis dengan metode VDI 2221 maka saya simpulkan bahwa perancangan mesin CNC Router 3 axis sudah memenuhi persyaratan – persyaratan yang ada didalam metode VDI 2221.
 3. Mesin CNC Router 3 Axis ini memiliki dudukan rangka meja yang berbahan *stainless*.
 4. Dari hasil analisa biaya pengeluaran untuk perancangan atau pembuatan mesin CNC Router 3 Axis ini sudah memenuhi dengan kriteria dan *standart* yang sudah ditentukan perancang.
 5. Dari hasil pengujian setelah proses perancangan dan perakitan mesin CNC Router 3 axis dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan standar laboratorium.

5.2 Saran

Berhubungan perancangan ini hanya berupa gambaran konsep perancang mesin CNC Router 3 Axis dan desain sitem mesin tersebut yang memenuhi kriteria maka langkah selanjutnya. Perlu dilakukan pembuatan dan perhitungan pada saat pembuatannya.

1. Perlu ketelitian didalam pengetesan mesin CNC Router 3 Axis terhadap benda yang akan dibentuk .
2. Di butuhkan penyetelan terhadap mesin dan komputer terlebih dahulu untuk melakukan proses kerja mesin CNC Router 3 Axis terhadap bahan yang mau dibentuk.
3. Penggunaan mesin CNC Router 3 Axis dilakukan sesuai *standart* kapasitas mesin agar mesin CNC Router 3 Axis dapat bekerja optimal.
4. Perawatan yang rutin kepada komponen – komponen mesin CNC Router 3 Axis.
5. Di kembangkan dan dimodifikasi untuk meningkatkan kinerja dan kualitas mesin CNC Router 3 Axis.

1. Amala, M. (2014). *Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Operasi Mesin Milling CNCTrainer*. Jurnal Teknik Mesin S-1, 2(3), 204–210.’’
2. Naldy, D. 2016. *Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik PrototipeMesin CNC Milling 3-axis*. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Riau.’’
3. Pramono, Gatot Eka dkk. *Rancang Bangun CNC Mini Router 3 Axis untuk Keperluan Praktikum CAD/CAM*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin. FT-UIK. Bogor: Universitas Ibnu Khaldun. 2015.
4. Salam, Abdul. *Jobsheet Praktik Produksi Pemrograman Numerical Control (PNC)-I*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang. 2015.
5. Adi Sulistio, “*Pengenalan Autocad 2D dan 3D Untuk Industri Manufaktur*”, Andi, Jogjakarta.
6. Pahl, G Dan W,Beitz, 2015 *Engineering Design*, London : *The Design Council*
7. Pahl,G Dan W.Beitz. VDI 2221 ; 1999” *System Approach to The Development And Design System And Products*”.
8. Irsan Nurdiansyah. “*Perancangan Alat Uji Kekerasan Metode Brinell dan Rockwel Berdasarkan VDI 2221*”. (Jakarta : Universitas Tama Jagakarsa, 2019

DAFTAR PUSTAKA