

PERANCANGAN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS BERBASISKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

Indra Dwi Febriyanto¹⁾, Salsabila Dwi Kartikasari²⁾

^{1, 2)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal No. 12 Dukuh Menanggal, Gayungan, Surabaya, 60234
e-mail: indra@unipasby.ac.id¹⁾, salsabilakartikasari@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter desain keinginan customer pada mesin CNC Router 3 Axis dengan melakukan pengkajian untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Hal ini dikarenakan masih adanya klaim dari customer terkait kualitas. Maka pada penelitian ini melakukan analisa kepuasan konsumen dengan menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) guna merancang desain yang sesuai keinginan customer. hasil kajian tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk melakukan improvement pada material specification, component specification dan work instructions process. Hasil dari kajian ini telah ditemukan hal-hal yang harus diprioritaskan berdasarkan House of Quality. Beberapa prioritas diantaranya yaitu harus melakukan perbaikan pada material specification, component specification dan work instructions process.

Kata Kunci: *quality function deployment, kualitas.*

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the design parameters of customer desires on the CNC Router 3 Axis machine by conducting an assessment to increase customer satisfaction. This is because there are still claims from customers regarding quality. So in this study, we analyze customer satisfaction using the Quality Function Deployment (QFD) method in order to design a design that suits the customer's wishes. The results of the study can be used as material to make improvements to the material specification, component specification and work instructions process. The results of this study have found things that must be prioritized based on the House of Quality. Some of the priorities include making improvements to the material specification, component specification and work instructions process

Keywords: *quality function deployment, quality.*

I. PENDAHULUAN

Fenomena awal lahirnya mesin *CNC (Computer Numerically Control)* bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Pearseon dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama angkatan udara Amerika Serikat (Rincing S, 2014). Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. awalnya 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 mempelajari investasi dalam teknologi. Dari tahun 1975, produksi mesin *CNC* mulai berkembang pesat. Perkembangan ini awalnya dipacu oleh perkembangan mikroprosesor sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas.

Saat ini penggunaan mesin *CNC* hampir terdapat di segala bidang. Salah satunya adalah dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat ini dihasilkan berbagai hasil penelitian yang bermanfaat yang tidak terasa banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Pramono dalam Salam A, 2019). Para produsen mesin *CNC* melihat banyak peluang pasar untuk produk ini dan mereka berlomba-lomba untuk menguasai pasar guna mendapatkan keuntungan untuk meningkatkan laba perusahaan. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan laba perusahaan.

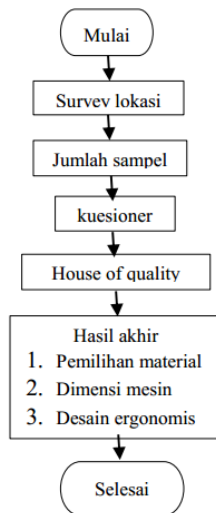
Mesin *CNC* yang akan dijadikan penelitian adalah *CNC Router* dengan fungsi *milling*, mesin *CNC* menggunakan fungsi 3 Axis, setiap axis berfungsi sebagai *linear* aktuator yaitu pada sumbu X axis, Y axis dan Z axis. Mesin *CNC* memiliki bagian-bagian yang terdiri dari mekanik, kontrol, sensor batas maksimal dimensi kerja pada mesin yang pada umumnya menggunakan *limit switch*, serta aplikasi yang digunakan untuk mengoperasikan mesin *CNC* serta *monitoring* atau pengawasan kinerja pada mesin *CNC* (Alrasyid M.Z, 2020).

Pada situasi saat ini persaingan antar perusahaan yang semakin ketat. Sehingga perusahaan semakin berkompetisi untuk memberikan kepuasan kepada customer mereka dengan memenuhi kebutuhan pelanggan sesuai harapan pelanggan. Karena pada dasarnya perusahaan yang memiliki pelanggan dan tetap eksis adalah perusahaan yang memiliki citra yang baik di mata konsumennya. Hal itu lah yang menyebabkan konsumen termotivasi untuk membeli suatu produk pada perusahaan. Bagian terpenting bagi perusahaan adalah citra dan nama baik perusahaan dalam merekrut pasar dalam jangka panjang. Studi kasus dari penelitian ini adalah perusahaan produksi mesin *CNC Router 3 Axis*.

Permasalahan dari industri ini adalah masih adanya komplain dari *customer* terkait kualitas mesin yang terkait spesifikasi dari produk tidak sesuai dengan kebutuhan dan harapan customer. Oleh karena itu perusahaan dituntut untuk meningkatkan kualitas dari produk tersebut dengan cara menurunkan defect atau cacat dan berusaha menghilangkan waste serta meningkatkan kualitas material dan komponennya. Dengan demikian salah satu langkah untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan suatu perancangan mesin *CNC Router 3 Axis* pada perancangan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment (QFD)*.

II. PANDUAN UNTUK MEMPERSIAPKAN ARTIKEL

Perancangan mesin *CNC Router 3 Axis* menggunakan metode *quality function deployment* merupakan dasar dari penentuan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk merancang mesin yang sesuai keinginan customer. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam perancangan menggunakan metode *quality function deployment* dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar. 1. Diagram perancangan

III. HASIL

A. Menyebarkan Kuesioner

Pada penelitian ini proses menyebarkan kuesioner dilakukan secara online yaitu dengan membagikan link *google form* kepada para customer. Responden dari masyarakat yang memiliki bengkel bubut dan dari kalangan masyarakat lainnya yang jumlahnya tidak sampai 30 orang sehingga penyebaran kuesioner hanya mendapatkan 26 responden

TABEL. 1
 DATA KUESIONER DEMOGRAFI

No	Pertanyaan	Jawaban	Jawaban responden
1	Jenis kelamin	Laki-laki	22
		Perempuan	4
2	Usia pekerja	17-25th	24
		26-35th	2
		36-45th	0
3	Status Perkawinan	Lajang	25
		Menikah	1
		Duda	0
		Janda	0
4	Jumlah tanggungan dalam keluarga	1 orang	9
		2 orang	6
		3 orang	5
		4 orang	5
		DLL	1
5	Golongan usaha yang dilakukan	Mandiri	15
		Bekerja	16
		DLL	0

		1th	12
		2th	5
6	Lama bekerja	3th	8
		4th	1
		DLL	0

B. Analisis Quality Function Deployment (QFD)

Peringkat prioritas perancangan mesin *CNC Router 3 Axis* ditentukan berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah. Nilai tertinggi dari ranking menjadi prioritas utama dalam perancangan mesin *CNC Router 3 Axis*. Dari hasil ranking didapatkan bahwa pemilihan material dan komponen pendukung mesin *CNC Router 3 Axis* menjadi prioritas utama pada Perancangan mesin *CNC Router 3 Axis*. Hasil dari ranking dapat dilihat pada tabel berikut ini:

TABEL. 2
 RANKING PENGOLAHAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

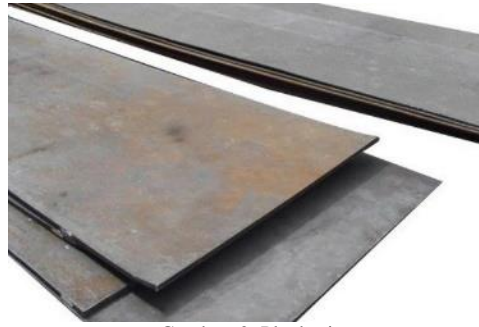
Ranking	Prioritas	Pemilihan dan perancangan
1	Pemilihan material dan komponen pendukung mesin <i>CNC Router 3 Axis</i>	Plat besi Pemilihan Multiplek untuk meja Hollow stainless Pemilihan bearing Pemilihan timing belt Pemilihan Timing pulley Pemilihan Idler pulley Pemilihan motor stepper Pemilihan mesin router trimmer Pemilihan motor spindle Pemilihan Ball screw Pemilihan power supply Pemilihan motor driver Pemilihan <i>Mach 3 CNC Module USB</i>
2	Dimensi Alat	meja tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu pendek
3	Desain yang Ergonomis	jarak operator dapat menjangkau meja dan mesin Hasil benda kerja yang presisi Dapat dioperasikan oleh 1 orang Meja dan mesin dapat dipindah-pindah

C. Pemilihan Material dan Komponen Pendukung

Dalam menentukan material dan komponen meliputi beberapa pemilihan dan kriteria, diantaranya adalah pemilihan plat besi, multiplek untuk meja, *hollow stainless*, *bearing*, *timing belt*, *timing pulley*, *motor stepper*, mesin *router trimmer*, *motor spindle*, pemilihan ball screw, power supply, *motor driver*, dan *Mach 3 CNC Module USB*.

D. Pemilihan Plat Besi

Plat besi digunakan untuk pembuatan komponen seperti alas meja, pelat *support*, lengan, pelat sumbu Y, rumah sumbu X, pelat *Bracket* dan *frame*.



Gambar. 2. Plat besi

E. Pemilihan Multiplek

Multiplek adalah salah satu bahan yang sering digunakan untuk pembuatan furniture di bidang konstruksi bangunan, bahan ini banyak digunakan untuk elemen interior ataupun eksterior. Multiplek ini digunakan sebagai alas untuk kerangka mesin *CNC Router 3 Axis*.



Gambar. 3. Multiplek

F. Pemilihan Hollow Stainles

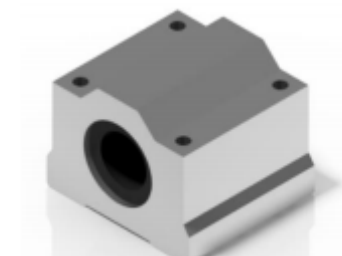
Hollow Stainles merupakan besi yang memiliki bentuk berongga yang dapat digunakan untuk berbagai jenis rangka konstruksi.



Gambar. 4. Hollow stainles

G. Pemilihan Bearing

Bearing SBR SBR merupakan elemen luncur dengan memanfaatkan bantalan-bantalan bola yang menggelinding agar mempermudah pergerakan, mengurangi gesekan dan memperpanjang umur pakai mesin.



Gambar. 5. Bearing SBR

H. Pemilihan *Timing Belt*

Timing belt merupakan salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya *Timing Belt* dibelitkan mengelilingi alur puli. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.



Gambar. 6. *Timing belt*

I. Pemilihan *Timing Pulley*

Timing pulley adalah bagian dari sistem kerja suatu mesin, baik itu mesin industri maupun mesin kendaraan bermotor. *Timing pulley* merupakan suatu alat mekanis yang digunakan sebagai sabuk untuk menjalankan sesuatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja pulley sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan.



Gambar.7. *Timing pulley*

J. Pemilihan *Idler Pulley*

Idler pulley merupakan suatu katrol yang berfungsi untuk menjaga ketegangan *timing belt* agar belt tidak bergeser dari jalur yang seharusnya.



Gambar.8. Idler pulley

K. Pemilihan Motor Stepper

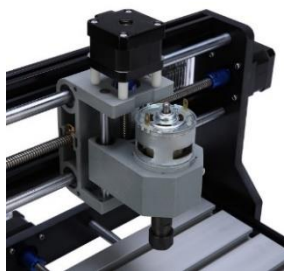
Motor *stepper* merupakan salah satu jenis motor yang banyak digunakan saat ini sebagai aktuator, misalnya sebagai penggerak head baca/tulis pada disk drive yang akan menetapkan posisi head baca/tulis diatas permukaan piringan disket, penggerak head pada printer dan linefeed control dan yang lebih populer saat ini adalah aplikasi dalam bidang robotik. Motor stepper adalah seperangkat alat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis Diskrit. Adapun motor yang akan digunakan pada perakitan ini adalah motor stepper jenis Nema 23 dan NEMA17. Cocok digunakan untuk pengerjaan bahan PBC, Acrylic, kayu dan aluminium. Bentuk dari motor stepper dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar. 9. Motor stepper

L. Pemilihan Mesin Router Trimer

Mesin router trimmer umumnya digunakan untuk membuat lis dan joinery. Alat ini bekerja dengan cara mengupas atau mengikis permukaan kayu sesuai dengan bentuk dan ukuran mata profilnya. Pada dasarnya, alat ini ada untuk mempermudah penggunaannya dalam pekerjaan yang menggunakan bahan kayu.



Gambar. 10. Mesin router trimer

M. Pemilihan Motor Spindel

Motor spindle merupakan bagian dari mesin yang akan menjadi rumah *cutter*. *Spindle* inilah yang mengatur putaran dan pergerakan cutter pada sumbu Z. Spindle selanjutnya digerakkan oleh motor yang dilengkapi dengan sistem transmisi belting atau kopleng.



Gambar. 11. Motor spindle

N. Pemilihan Ball Screw

Ball screw yang berfungsi untuk menggerakkan komponen/part lain secara *linier* pada sumbu Z.



Gambar. 12. Ball screw

O. Pemilihan Power Supply

Power supply merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi *CNC*, *Motor Stepper* dan *Tool/Spindle*. Fungsi dasar dari power supply adalah merubah tegangan AC mejadi tegangan DC. Daya yang dihasilkan oleh power supply ini dijaga konstan agar memeberikan suplai yang optimal bagi motor dan spindle.



Gambar.13. Power supply

P. Pemilihan Motor Driver

Motor driver merupakan komponene yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan akuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh akuator.



Gambar. 14. Motor driver

Q. Pemilihan Mach CNC Module USB

Mach USB merupakan perangkat keras yang dipergunakan untuk mengontrol mesin *CNC* dengan mengelolah data gcode dari komputer dan memebrica sistem proteksu pada mesin *CNC*. *Mach3* menggunakan komunikasi paralel untuk memastikan kecepatan data yang

teknik dan yang diterima benar-benar real time karena komunikasi paralel yang dikirimkan bersamaan dalam satu waktu oleh komunikasi paralel lebih banyak daripada komunikasi serial.



Gambar. 15. Mach3 USB

R. Desain Yang Ergonomis

Desain yang ergonomis meliputi beberapa pemilihan dan kriteria, diantaranya adalah hasil benda kerja yang presisi, dapat dioperasikan oleh 1 orang dan meja Mesin dapat dipindah-pindah.

S. Hasil Benda Kerja yang Presisi

Perencanaan mesin *CNC Router 3 Axis* dapat menghasilkan benda kerja yang presisi dan tidak cacat ataupun gagal, sehingga dapat mencegah pemborosan material.

T. Dapat Dioperasikan Oleh Satu Orang

Pengoperasian mesin *CNC Router 3 Axis* ini direncanakan dapat dioperasikan oleh 1 orang saja, sehingga dengan demikian dapat meminimalkan jumlah pekerja.

U. Meja dan Mesin Dapat Dipindah-pindah

Tujuan perencanaan meja dan mesin *CNC Router 3 Axis* adalah agar memudahkan saat mesin dipindah-pindahkan ketika mesin sedang membutuhkan perawatan maupun perbaikan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan mesin *CNC Router 3 Axis* berdasarkan metode *quality function deployment*, maka dapat disimpulkan bahwa customer menginginkan mesin yang mudah dalam proses pengoperasian dengan harga yang relatif terjangkau. Berdasarkan hasil dari pengolahan *house of quality* maka didapatkan pemilihan material dan komponen akan dijadikan sebagai prioritas utama dalam merancang mesin *CNC Router 3 Axis*.

DAFTAR PUSTAKA

Ready, R. (2000). *Mothers' personality and its interaction with child temperament as predictors of parenting behavior*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 274-285.

Alrasyid, M.Z, dkk. (20nn). *Analisa Perbandingan Performasi Akurasi Mesin CNC (Computer Numerical Control) Router Berbasis Mach3 dan Arduino Uno Menggunakan Metode SQC (Statistical Quality Control)*. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, Vol.nn, No.nn, 1-13.

- Azizah, N.I, dkk. (2018). Penerapan metode Quality Function Deployment dan Memenuhi Kepuasan Konsumen pada Industri Komponen Otomotif. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.19, No.1, 127-136.
- Harrizal, IS, dkk. (2017). Rancang Bangun Sistem Kotrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close System. *Jom FTEKNIK*, Vol.4, No.1, 1-8.
- Hasibuan, MRA, dkk. (2019). Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3 Axis Untuk Anggrave PBC Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Tektro*, Vol.3, No.1, 40-47.
- Nugroho, AA, dkk. (2020). Mesin Gambar Berbasis Arduino Uno R3 pada Desain Grafis. *Prosiding Seminar Nasional*, Vol. 5, 41-46.
- Nugroho, EC, dkk. (2019). Prototipe Mesin CNC 2D Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, Vol.25, No.1, 43-52.
- Oktarian, D. (2016). Perancangan Mesin Grinder-Rollpress Untuk Pengolahan Pasta Ubi Kayu Berbasis Metode Quality Function Deployment(QFD). *Jom FTEKNIK*, Vo.3, No.2, 1-5.
- Rincing, S. (2014). Analisis Perilaku Konsumen Terhadap Mesin Numerical Control (CNC) Merk Enshu. Skripsi. Fakultas Ekonomi, Manajemen, Universitas Darma Persada, Jakarta.
- Salam, A, dkk. (2019). Rancang Bangun Mesin CNC Router Mini Untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 84-90
- Setiawan, dkk. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Router Portable dengan Dimensi 1219x609mm untuk skala Laboratorium. Vol.22, No.1, 15-22.
- Sobirin, DM, dkk. (2020). Perancangan Sistem Multi Computer Numerical Control (CNC) untuk Plotter dan Laser Engraving. *Jurnal Sistem Komputer*, Vol.9, No.1, 51-58.
- Sudarno, dkk. (2016). Rancang Bangun Mesin CNC Router Berbasis Arduino. *Polteknosains*, Vol.15, No.2, 51-55.
- Wangara, A, dkk. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Engraving 3 Axis Berbasis Arduino Uno dengan GRBL Software. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, Vol 4, No.1, 11-17.
- Zulfikar, Z, dkk. (2017). Proses Produksi Prototipe Mesin CNC Router 3 Axis. *Jom FTEKNIK*, Vol.4, No.2, 1-6.