

DESAIN DAN PABRIKASI ALAT BANTU ARBOR UNTUK MEMBUAT RODA GIGI PADA MESIN FRAIS VERTIKAL

Feri Aulia¹, Hamdani^{2*}, Darmein²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Medan-Banda Aceh Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: hamdani_jtm@pnl.ac.id

Abstrak

Mesin frais vertikal umumnya digunakan untuk memproduksi roda gigi yang memiliki ukuran yang presisi dan kualitas yang tinggi, namun dalam proses produksinya diperlukan alat bantu arbor yang dapat membantu menghubungkan roda gigi dengan mesin frais secara efektif dan aman. Arbor adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk mempertahankan poros roda gigi yang solid dan sejajar dengan poros spindle mesin frais. Pembuatan arbor yang tepat dan berkualitas dapat meningkatkan efisiensi produksi dan meminimalkan kesalahan dalam pembuatan roda gigi. Alat ini dibuat dengan jenis material AISI 316 *annealed stainless steel*. Untuk mengetahui kekuatan arbor pada saat bekerja maka dilakukan simulasi menggunakan program Ansys Workbench. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kerusakan pada alat pada saat dioperasikan. Arbor diuji dengan putaran kerja sebesar 150 rpm, 450 rpm, dan 750 rpm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan yang diizinkan, oleh karena itu arbor dapat dioperasikan dengan aman dan program Ansys Workbench dapat digunakan untuk menguji suatu komponen sesuai dengan kondisi kerja.

Keywords: Mesin frais vertikal, arbor, AISI 316 *annealed stainless steel*, *von mises*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam proses pembuatan roda gigi, diperlukan alat khusus yang disebut arbor untuk memegang roda gigi dan menggerakkannya saat diproses dengan mesin frais vertikal karena itu, dibutuhkan pembuatan alat bantu arbor untuk pembuatan roda gigi dengan bentuk dan ukuran yang standar. Pembuatan alat bantu arbor untuk pembuatan roda gigi pada mesin frais vertikal dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan presisi dalam pembuatan roda gigi. Dengan adanya alat bantu arbor, proses pembuatan roda gigi dapat dilakukan dengan lebih mudah dan akurat, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Selain itu, alat bantu arbor juga dapat meningkatkan fleksibilitas dalam pembuatan roda gigi dengan bentuk dan ukuran yang tidak standar. Perancangan dan Pembuatan alat bantu ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas proses produksi dengan mempertimbangkan ukuran diameter cutter modul yang ada dipasaran, mengetahui nilai rerata penyimpanangan kedalaman potong untuk berbagai ukuran roda gigi dan mengetahui batas minimum dan maksimum nilai dari tegangan *von mises*. Sehingga harus dibutuhkan teknik dan metode yang tepat dalam pembuatannya.[1] Searah dengan hal tersebut, pembuatan produk dengan volume yang besar dan kebutuhan kecepatan

produksi tinggi memerlukan alat pendukung yang khusus atau di sebut arbor.

Perancangan dan Pembuatan alat bantu ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas proses produksi dengan mempertimbangkan ukuran diameter *cutter* modul yang ada dipasaran, mengetahui nilai rerata penyimpanangan kedalaman potong untuk berbagai ukuran roda gigi dan mengetahui batas minimum dan maksimum nilai dari tegangan *von mises*. Sehingga harus dibutuhkan teknik dan metode yang tepat dalam pembuatannya. Searah dengan hal tersebut, pembuatan produk dengan volume yang besar dan kebutuhan kecepatan produksi tinggi memerlukan alat pendukung yang khusus atau di sebut arbor.

Jig dan fixture adalah perangkat penahan benda kerja produksi yang digunakan untuk membuat duplikasi komponen yang akurat. Alat potong, atau alat lainnya, dan benda kerja harus tetap berada dalam sambungan dan kesejajaran yang tepat. Untuk melakukan hal ini, fixture atau jig digunakan, yang dibuat untuk menahan, menopang, dan memposisikan setiap komponen sehingga pengeboran atau pemesinan apa pun dilakukan dalam parameter spesifikasi. Jig adalah alat atau peralatan tertentu yang menahan, menstabilkan, atau bertumpu pada komponen yang akan dikerjakan. [2]

2 Metode Penelitian

2.1 Persiapan Alat Dan Bahan

Adapun rincian alat yang digunakan dalam Proses fabrikasi ini sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian alat

No	Nama Alat	Jumlah	Keterangan
1	Jangka sorong	1	buah
2	Palu karet	1	buah
3	Mal ulir	1	set
4	Mesin gergaji	1	set
5	Mesin bubut	1	set
6	Mesin milling	1	set
7	Mesin gerinda tangan	1	buah
8	APD keselamatan kerja	1	set

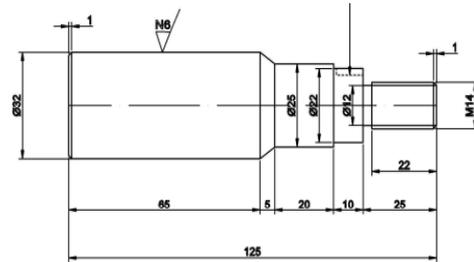
Stainless Steel adalah senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% Kromium untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam). Komposisi ini membentuk protective layer (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap Krom yang terjadi secara spontan. Baja stainless merupakan baja paduan yang mengandung minimal 10,5% Cr. Sedikit baja stainless mengandung lebih dari 30% Cr atau kurang dari 50% Fe [3]. Daya tahan Stainless Steel terhadap oksidasi yang tinggi di udara dalam suhu lingkungan biasanya dicapai karena adanya tambahan minimal 13% (dari berat) Krom. Krom membentuk sebuah lapisan tidak aktif, Kromium (III) Oksida (Cr_2O_3) ketika bertemu Oksigen. Lapisan ini terlalu tipis untuk dilihat, sehingga logamnya akan tetap berkilau. Logam ini menjadi tahan air dan udara, melindungi logam yang ada di bawah lapisan tersebut. Fenomena ini disebut Passivation dan dapat dilihat pada logam yang lain, seperti pada Aluminium dan Titanium.[4]

Tabel 2. Spesifikasi material AISI 316 annealed stainless steel

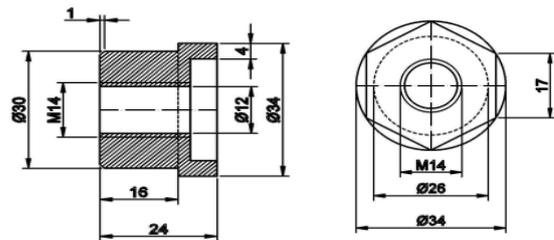
Property	Value	units
Elastic Modulus	192999.9974	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.3	N/A
Tensile Strength	550.0000017	N/mm ²
Yield Strength	137.8951459	N/mm ²
Tangent Modulus	-	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.6e-05	/K
Mass Density	8000.000133	Kg/m ³
Hardening Factor	0.85	N/A

2.3 Konsep dan Perencanaan Produk

Konsep desain dilakukan dengan menggunakan bantuan software AutoCAD 2016, Berikut ini konsep alat bantu arbor dapat di lihat pada gambar 1. Dan gambar 2. berikut:



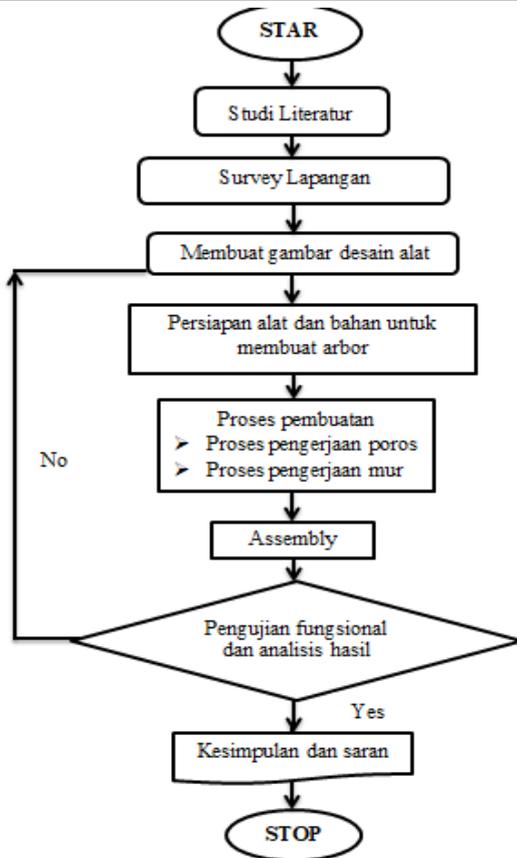
Gambar 1. Konsep poros utama



Gambar 2. Konsep mur

2.4 Diagram Aliran Proses Perancangan

Uraian langkah-langkah perencanaan dan pembuatan diatas dapat dijabarkan kedalam diagram alir proses sebagai berikut :

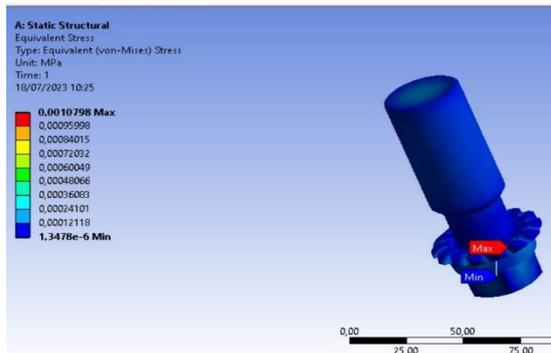


Gambar 3. Diagram alir penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Simulasi Von Mises Stress

Alat ini dibuat dengan jenis material AISI 316 *annealed stainless steel* yang memiliki spesifikasi sesuai pada tabel 2. di atas. Sedangkan penggunaan parameter simulasinya adalah pada putaran 150 rpm, 450 rpm dan 750 rpm, simulasi bertujuan untuk menghindari atau meminimalisasi terjadinya kerusakan pada alat bantu ini [5]. Disamping itu pada gambar 4, 5 dan 6 berikut adalah hasil simulasi mengenai *von mises* menggunakan *Software Ansys Student* untuk memberikan informasi batas nilai minimum dan maksimum luhunya pada saat alat bantu ini dioperasikan.

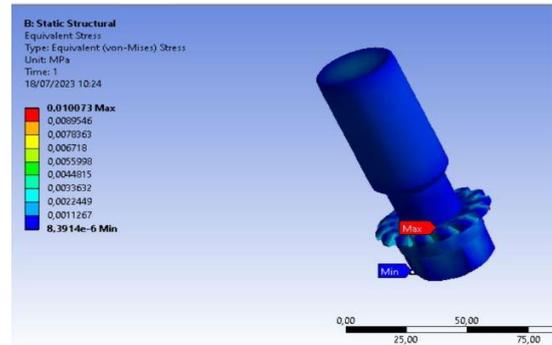


Gambar 4. Hasil analisa *von mises stress* putaran 150 rpm

Pengujian *Von Mises Stress* Untuk variasi Putaran Spindel 150 RPM

Min : 1,3478e-6 Mpa konversi (1,3478 N/m²)
 Max : 0,0010798 Mpa (1079,8 N/m²)

Tegangan beban statis tipe Von Misses Stress ditunjukkan tegangan maksimum yang ditandai dengan warna merah sebesar 1079,8 N/m² dan tegangan minimum yang ditandai dengan warna biru sebesar 1,3478 N/m². Karena nilai tegangan maksimum masih dibawah dari nilai tegangan yieldnya yaitu 1,378951459e+15 N/m², maka untuk putaran 150 rpm adalah aman.

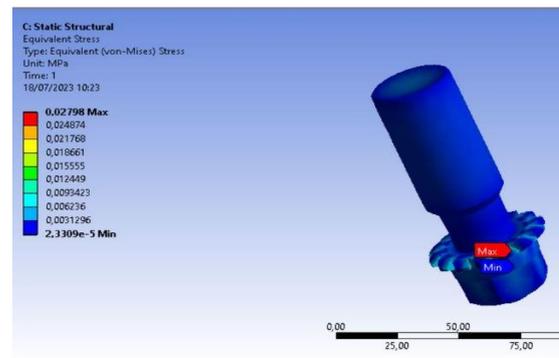


Gambar 5. Hasil analisa *von mises stress* putaran 450 rpm

Pengujian *Von Mises Stress* Untuk variasi Putaran Spindel 450 RPM

Min : 8,3914e-6 Mpa konversi (8,3914 N/m²)
 Max : 0,010073 Mpa (10073 N/m²)

Tegangan beban statis tipe Von Misses Stress ditunjukkan tegangan maksimum yang ditandai dengan warna merah sebesar 10073 N/m² Mpa dan tegangan minimum yang ditandai dengan warna biru sebesar 8,3914 N/m². Karena nilai tegangan maksimum masih dibawah dari nilai tegangan yieldnya yaitu 1,378951459e+15 N/m², maka untuk putaran 450 rpm adalah aman.



Gambar 6. Hasil analisa *von mises stress* putaran 750 rpm

Pengujian *Von Mises Stress* Untuk variasi Putaran Spindel 750 RPM

Min : 2,3309e-5 Mpa konversi (23,309 N/m²)
 Max : 0,02798 Mpa (27980 N/m²)

Tegangan beban statis tipe Von Misses Stress ditunjukkan tegangan maksimum yang ditandai dengan dengan warna merah sebesar 27980 N/m² dan tegangan minimum yang ditandai dengan warna biru sebesar 23,309 N/m². Karena nilai tegangan maksimum masih dibawah dari nilai tegangan yieldnya yaitu 1,378951459e+15 N/m², maka untuk putaran 750 rpm adalah aman.

Tabel 3. Spesifikasi validasi Von Misses Stress

RPM	Max	Yield Strength	Validasi
150	1079,8 N/m ²	1,378951459 e+15 N/m ²	Aman
450	10073 N/m ²	1,378951459 e+15 N/m ²	Aman
750	27980 N/m ²	1,378951459 e+15 N/m ²	Aman

3.2 Uji Fungsional

Uji fungsional di lakukan untuk mengetahui apakah alat bantu arbor sudah dapat berfungsi dengan baik dan aman. Pengjian alat bantu arbor di uji dengan melakukan dua cara pengujian, yaitu:

1. Uji Dimensi

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran alat bantu arbor yang di buat sesuai dengan gambar kerja atau belum. Perhitungan ukuran di lakukan untuk mengetahui kesalahan ketika proses pengerjaan. Metode yang di gunakan pengukuran menggunakan jangka sorong untuk mengukur dimensi ukuran diameter dan panjang alat bantu arbor.

2. Uji Fungsi

Setelah melakukan pengujian dimensi, langkah selanjutnya menguji fungsi dari alat bantu arbor. Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah arbor sudah dapat berfungsi sebagai mana mestinya atau masih ada kekurangan. Uji ini di lakukan dengan cara memasang komponen-komponen lain seperti poros, pasak, cutter modul, dan mur setelah itu apakah komponen-komponen lain dapat terpasang dengan baik atau terjadi kesalahan sehingga komponen tidak dapat terpasang semestinya. Arbor dapat dirangkai dengan komponen lain dan tidak terjadi kesalahan saat terjadi perakitan. Untuk hasil uji fungsional berhasil dengan baik dan komponen arbor lengkap dapat di lihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Arbor setelah terpasang lengkap

4 Kesimpulan

Proses desain alat bantu arbor telah menghasilkan solusi yang sesuai dan optimal untuk keperluan khusus dalam pembuatan roda gigi pada mesin frais. Melalui analisis mendalam terhadap parameter dan persyaratan, desain ini dirancang untuk mengatasi tantangan yang spesifik dalam operasi mesin frais.

Spesifikasi matrial Pemilihan material pada alat bantu arbor yang digunakan untuk membuat roda gigi pada mesin frais vertikal sangat penting untuk menjamin kualitas dan keandalan produksi. Bahan ini memiliki kandungan kromium, nikel, dan molibdenum yang memberikan ketahanan terhadap korosi dan karat yang tinggi, sehingga bahan ini sangat cocok digunakan pada lingkungan yang lembap atau dengan paparan bahan kimia yang korosif. Kekuatan mekanik: SUS 316 memiliki kekuatan tarik dan kekuatan luluh yang tinggi, sehingga mampu menahan beban dan tekanan yang tinggi pada saat proses produksi roda gigi. Dari analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa pemilihan material SUS 316 untuk membuat alat bantu arbor pada mesin frais vertikal sangat tepat, karena mampu memberikan kualitas dan keandalan produksi yang baik, tahan terhadap korosi, dan mudah didapatkan di pasaran

Daftar Pustaka

- [1] A. Awalliyah, H. Ikhwan, V. Nugiasari, and R. Zainul, "Prinsip Dasar Milling Dalam Sintesis Material," *Lab. Kim. FMIPA, Univ. Negeri Padang, Indones.*, vol. 1, no. 21, pp. 1–15, 2018, [Online]. Available: <https://osf.io/preprints/inarxiv/9xsqe/>
- [2] W. Widodo and R. Hakim, "Pengembangan Alat Bantu Arbor untuk Pembuatan Roda Gigi pada Mesin Frais Vertikal," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 287–296, 2021, doi: 10.21776/ub.jrm.2021.012.02.6.

- [3] T. Terachi, K. Fujii, and K. Arioka, "Microstructural Characterization of SCC Crack Tip and Oxide Film for SUS 316 Stainless Steel in Simulated PWR Primary Water at 320 ° C Microstructural Characterization of SCC Crack Tip and Oxide Film," vol. 3131, 2012, doi: 10.1080/18811248.2005.9726383.
- [4] A. J. Sinaga, C. S. P. Manurung, M. Prodi, T. Mesin, D. Prodi, and T. Mesin, "Analisa Laju Korosi dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10 % NaCl Dengan Variasi Waktu Perendaman," vol. I, no. 2, pp. 92–99, 2020.
- [5] T. In-wheel, F. A. Budiman, A. Septiyanto, A. Dwi, N. Indriawan, and R. Setiadi, "Analisis Tegangan von Mises dan Safety Factor pada Chassis Kendaraan Listrik Febrian Arif Budiman dkk / Jurnal Rekayasa Mesin," vol. 16, no. 1, pp. 100–108, 2021.