

RANCANG BANGUN *TURNING ATTACHMENT* UNTUK PROSES DUPLIKAT BENDA KERJA PADA MESIN BUBUT KONVENSIONAL

M. Wildan Al Fanany^{1*}, Bayu Wiro Karuniawan², Dhika Aditya Purnomo³

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*},
Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²,
Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³.

Email: alfananywildan@gmail.com¹.

Abstract - One of the efforts to increase productivity is skillful and competent human resources, Surabaya State Marine Polytechnic as one of the Higher Education Institutions, has implemented the Teaching Factory Learning model, with this method the campus could do an cooperation with companies to make commercial products, in order to support Teaching factory, an innovation in conventional lathes is needed to duplicate and produce large quantities of manufactured product, therefore it is necessary to make a Turning Attachment for duplicating workpieces on conventional lathes. From those problem leads to an invention and investigation regarding the design, manufacturing process, cost of production, strength analysis, and working method of the Turning Attachment. In this study, the Ulrich method was used with the output of a tool that could perform duplication process that produced the desired shape. The results of the trial shows that this tool can duplicate the workpiece according to the mall with an angle below 39°, with acceptable tolerance of 0.1. The total production cost budget for the Turning Attachment is Rp. 3,144,000.00.

Keyword: Duplicate, Lathe, Turning Attachment, Ulrich, Lathe, Design and Manufacture

Nomenclature

- d_o = diameter mula – mula (mm)
 d_m = diameter akhir (mm)
 λ_t = panjang permesinan (mm)
 k_r = sudut potong utama, (°)
 γ_o = sudut geram, (°)
 a = kedalaman potong/ pemakanan, (mm)
 f = gerak makan : (mm/rev)
 n = putaran poros utama/ benda kerja, (rad/min)
 F_g = gaya geser pada pemotongan logam (N)
 Φ = Sudut Geser ; (°)
 F_v = Gaya potong pada pemotongan logam (N)
 F_{sn} = Gaya normal pada bidang geser pada (N)
 η = Sudut Gesek ; (°)
 τ_{shi} = Tegangan geser pada bidang geser (N/mm²)
 b = Kedalaman Pemotongan (mm²)
 F_f = Gaya makan (N)
 F_y = Gaya gesek pada bidang geram (N)

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara terbesar di dunia ternyata memiliki berbagai peranan penting di antara negara-negara yang ada di Asia Tenggara. yang paling menonjol yakni perkembangan industri manufaktur.

Di dalam skala nasional sektor ini memberikan sumbangsih berupa peningkatan perekonomian sebesar 20,27% dengan

menggeser peran Commodity Based menjadi Manufacture Based. Industri manufaktur Indonesia berada di peringkat 9 dari seluruh negara yang ada di dunia, Potensi berkembangnya industri manufaktur memaksa perusahaan agar lebih produktif, salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas adalah sumber daya manusia yang terampil dan berkompetensi.

Perguruan tinggi menjadi salah satu lembaga yang memiliki peran penting dalam menghasilkan sumber daya manusia yang terampil dan berkompetensi dalam dunia industri, Pendidikan vokasi adalah pendidikan yang menekankan pada keahlian praktikal yang dibutuhkan untuk langsung terjun ke dunia kerja.

Untuk memenuhi Permenristekdikti No. 55 No. 44 Tahun 2015 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. PPNS mulai menerapkan model pembelajaran Teaching Factory (PPNS, 2018). Teaching Factory adalah sebuah Model pembelajaran berbasis produksi atau jasa yang mengacu kepada standar prosedur yang berlaku di industri dan dilaksanakan dalam suasana seperti yang terjadi di industri.

Bengkel PPNS menyediakan fasilitas produksi berupa mesin bubut CNC dan konvensional, pada umumnya mesin bubut konvensional digerakkan dengan tenaga manusia, operator menggerakkan eretan secara manual, cara ini memiliki banyak kekurangan, Oleh karena itu diperlukan inovasi pada bubut

konvensional agar dapat melakukan duplikasi untuk menghasilkan barang produksi dengan jumlah yang banyak, yaitu dengan menambahkan alat tambahan pada Toolpost mesin bubut sehingga dapat menduplikasi benda kerja sesuai dengan yang di inginkan.

Dari uraian latar belakang dapat dirumuskan permasalahannya yaitu rancangan dan detail drawing dari Turning Attachment, Proses Manufaktur, Harga Pokok Produksi, analisa kekuatan, dan cara kerja dari Alat Attachment yang nantinya dibuat untuk mesin bubut konvensional. Penelitian diharapkan mampu memberi manfaat berupa gambaran umum tentang desain dari Turning Attachment, tahap proses pembuatan Turning Attachment, cara kerja dan diharapkan mampu mempermudah pengerjaan benda kerja dengan jumlah yang banyak, batasan masalah pada penelitian ini antara lain. Attachment hanya dibuat khusus untuk bubut konvensional Harrison M250, tidak memperhatikan kekasaran benda kerja, diameter material benda kerja 35mm, tidak membahas pengukuran gaya dengan dinamometer, material uji menggunakan Aluminium dengan Pahat HSS, kekuatan sambungan las dianggap aman, tidak membahas parameter optimasi permesinan tidak membahas waktu pengerjaan material benda kerja, maksimum pengerjaan material benda kerja yaitu 50mm.

2. METODOLOGI .

2.1 Metode Ulrich

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Ulrich*. Dimana metode ini membuat daftar kebutuhan, kemudian membuat 3 konsep desain dengan memilih 1 konsep desain untuk dijadikan konsep terpilih.

2.2 Penentuan Daftar Kebutuhan

Berikut adalah daftar kebutuhan untuk membuat konsep desain mesin pencuci rumput laut. Daftar kebutuhan didapatkan dari angket yang di sebarakan ke kelompok petani rumput laut.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

DAFTAR KEBUTUHAN ALAT TURNING ATTACHMENT PADA MESIN BUBUT KONVENSIONAL		
S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
S	1. Model Attachment (fungsi) : • Tidak merusak mesin bubut konvensional itu sendiri	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
S	• Dapat melakukan proses duplikasi pada benda kerja	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
S	• Alat dapat dioperasikan dengan mudah oleh operator mesin bubut konvensional	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
H	• Biaya produksi mesin kurang dari Rp 5.000.000,00	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
H	2. Kekuatan dan keamanan • Berat alat tidak lebih dari 10 kg	Tim Desain
S	• Bisa dipasangkan dengan erat supaya tidak lepas pada saat digunakan	Tim Desain
S	• Minimalisir sudut sudut yang tajam	Tim Desain
S	3. Ergonomis • Attachment terlihat rapi dan tidak mengganggu untuk orang sekitar	Tim Desain
S	4. Manufaktur dan perakitan • Mudah dibongkar pasangkan ke mesin bubut konvensional yang memiliki tipe Harrison M250.	Tim Manufaktur
S	• Dapat dimanufaktur.	Tim Manufaktur
S	5. Maintenance • Perawatannya mudah dilakukan	Tim Desain Dan Tim Manufaktur
H	• Material yang digunakan mudah didapatkan di pasaran	Tim Desain Dan Tim Manufaktur

Keterangan :

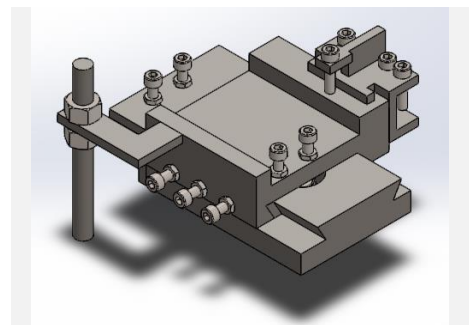
S = syarat

H = harapan

2.3 Pemilihan Konsep Desain

Tabel 2.3 Penilaian Konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Produk								Total nilai absolut
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi		
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	
Pengoperasian	20%	3	0,6	3	0,6	3	0,6	3	0,6	
Dimensi	15%	3	0,45	5	0,75	4	0,6	3	0,45	
Kompatibilitas	15%	4	0,6	4	0,6	4	0,6	3	0,45	
Pemasangan dan perakitan	20%	5	1	4	0,8	5	1	3	0,6	
Berat	10%	4	0,4	5	0,5	3	0,3	3	0,3	
Proses fabrikasi	20%	3	0,6	3	0,6	5	1	3	0,6	
Bobot Total	100%									
Nilai Absolut			3,65		3,85		4,1		3	14,6
Nilai relatif (%)			25%		26,37%		28%		21%	



Gambar 1. Konsep Desain Terpilih

Gambar diatas adalah konsep desain terpilih yang dipilih berdasarkan matrik penilaian konsep dan mendapat nilai relatif tertinggi.

2.3 Data Spesifikasi Perencanaan Mesin

Berdasarkan data dari daftar kebutuhan mesin akan direncanakan sebagai berikut:

Dimensi = 135 x 140 x 65

berat = 2,48 Kg

material = ASTM A36

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Gaya Proses Bubut

Setelah melakukan tahap pemilihan konsep maka tahap selanjutnya adalah perhitungan. Adapun perhitungan-perhitungan untuk menentukan gaya – gaya yang terjadi pada bubut adalah sebagai berikut.

3.2 Kedalaman Potong

Kedalaman potong yaitu jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong, nilai kedalaman potong diperlukan untuk menghitung kemiringan geram, kedalaman potong dapat ditentukan oleh operator mesin bubut tersebut, pada penelitian ini kedalaman potong ditentukan sebesar 0.2 mm.

3.3 Perhitungan Kemiringan Geram

Perhitungan kemiringan geram menggunakan rumus pitagoras.

$$\begin{aligned} b &= (\sqrt{3} \times a)/2 \\ &= (\sqrt{3} \times 0,2)/2 \\ &= 0,34/2 \\ &= 0,18 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.4 Perhitungan Luas Penampang Geram

Sebelum Terpotong

Setelah mendapatkan nilai kemiringan geram maka langkah selanjutnya menghitung luas penampang geram sebelum terpotong.

Nilai A dapat didapatkan dari persamaan 2.4

$$\begin{aligned} A &= b.h \\ &= 0,18 \times 1 \\ &= 0,18 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3.5 Perhitungan Sudut Geser

Nilai hc di dapatkan dari hasil pengukuran tebal geram setelah terpotong, didapatkan nilai hc sebesar 0,24 mm. nilai (f) didapat dari kecepatan pemakanan yang tertera pada tabel kecepatan pemakanan mesin bubut seperti pada gambar 4. 22, Sudut geser dihitung dengan persamaan 2.7

$$\begin{aligned} \theta &= f / h_c \\ &= 0,212 / 0,24 \\ &= 0,83^\circ \end{aligned}$$

3.6 Perhitungan Sudut Gesek

Setelah mendapatkan nilai dari sudut geser maka tahap selanjutnya menghitung sudut gesek, Sudut gesek dapat dihitung dengan persamaan 2.8

$$\begin{aligned} \eta &= 90^\circ + \gamma_0 - (2 \times \theta) \\ &= 90^\circ + 14^\circ - (2 \times 0,83^\circ) \\ &= 104^\circ - 1,66^\circ \\ &= 102,34^\circ \end{aligned}$$

3.7 Perhitungan Gaya Pemotongan Teoritik Pada Proses Permesinan

Gaya pemotongan teoritik pada proses permesinan dihitung dengan persamaan 2.3.

sedangkan nilai τ_{shl} mengacu berdasarkan tabel 2.1.

$$\begin{aligned} F_v &= \tau_{shl} \times A \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \theta \times \cos(\theta + \eta - \gamma_0)} \text{ N} \\ &= 207 \times 0,18 \frac{\cos(102,34 - 14)}{\sin 0,83 \times \cos(0,83 + 102,34 - 14)} \\ &= 37,26 \frac{\cos(90,34)}{0,073 \times \cos 89,17} \text{ N} \\ &= 37,26 \frac{0,073 \times 0,014}{0,005} \text{ N} \\ &= 37,26 \frac{0,001}{0,001} \text{ N} \\ &= 37,26 \times 5 \text{ N} \\ &= 186,3 \text{ N} \end{aligned}$$

3.8 Perhitungan Gaya Makan

Gaya makan dihitung dengan persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} F_f &= F_v \times \tan(\eta - \gamma_0) \text{ N} \\ &= 186,3 \times \tan(102,34 - 14) \text{ N} \\ &= 186,3 \times \tan(88,34) \text{ N} \\ &= 186,3 \times 34,50 \text{ N} \\ &= 6427,35 \text{ N} \end{aligned}$$

3.9 Perhitungan Gaya Normal Pada Bidang Geser

Gaya normal pada bidang geser dapat dihitung dengan persamaan 2.2

$$\begin{aligned} F_s &= F_v \cdot \sin(\eta - \gamma_0) ; \text{ N} \\ &= 186,3 \cdot \sin(102,34 - 14) ; \text{ N} \\ &= 186,3 \cdot \sin 88,34 \text{ N} \\ &= 186,3 \cdot 0,99 \text{ N} \\ &= 184,43 \text{ N} \end{aligned}$$

3.10 Perhitungan Gaya Gesek

Gaya gesek dapat dihitung dengan persamaan 2.6

$$\begin{aligned} F_y &= F_f \cdot \cos \gamma_0 + F_v \cdot \sin \gamma_0 ; \text{ N} \\ F_y &= 6427,35 \cdot \cos 14 + 186,3 \cdot \sin 14 ; \text{ N} \\ F_y &= 6427,35 \cdot 0,97 + 186,3 \cdot 0,24 ; \text{ N} \\ F_y &= 6234,52 + 44,71 ; \text{ N} \\ F_y &= 6279,232 \text{ N} \end{aligned}$$

3.11 Perhitungan Gaya Gesek

Gaya geser dapat dihitung dengan persamaan 2.1

$$\begin{aligned} F_s &= F_v \cdot \cos \Phi ; \text{ N} \\ &= 186,3 \cdot \cos 0,83 \text{ N} \\ &= 186,3 \cdot 0,99 \text{ N} \\ &= 184,43 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan gaya pembubutan di peroleh hasil seperti yang tertera pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan gaya proses bubut

Tabel Hasil Perhitungan				
n	f	b	A	θ
350 rpm	0,212mm	0,18 mm	0,18 mm ²	0,83°
η	F_f	F_f	F_{sn}	F_s
102,34 °	186,3 N	6427,35 N	184,43 N	184,43 N

3.12 Pemilihan Spring

Dalam perencanaan spring menggunakan acuan dari berat konsep terpilih sebesar 2,48 kg, spring yang digunakan adalah spring tarik dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Pemilihan Spring

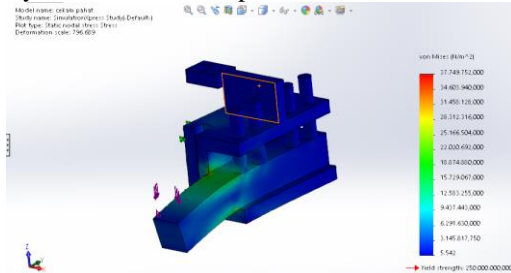
Stock Number	Outside Diameter	Wire Diameter	Maximum load	initial Tension	Free Length	Spring rate	Maximum extended length
	mm	mm	kg	kg	mm	Kg/mm	mm
L039D 06	9.53	0.99	3.084	0.363	76.20	0.0270	177.04

Spring yang dipilih yaitu spring dengan pembebanan maksimal 3 kilogram untuk menjaga peniru tetap mengikuti jalur dari mal yang di inginkan.

3.13 Analisa Kekuatan

Analisa kekuatan produk digunakan untuk melihat apakah konsep tersebut dapat menahan pembebanan dari proses bubut dengan kuat. Penilaian ini diambil dengan menggunakan analisa stress dengan menggunakan software Solidwork, dengan cara simulasi Stress dengan

beban 186,3 N = 18,9973129923 kg (Diambil gaya pemotongan pada mesin bubut) dan dengan jenis material ASTM A36 Steel yang memiliki nilai yield sebesar 250 Mpa.



Gambar 2 Hasil Analisa kekuatan pada cekam pahat Turning Attachment

Setelah dilakukan analisa kekuatan cekam pahat, diperoleh hasil analisa stress seperti pada gambar 4. 26, dengan nilai stress maksimum 3,7 x 10⁷ N/m², nilai ini masih berada pada batas aman pembebanan material dengan jenis ASTM A36 dengan nilai kekuatan yield sebesar 2,5 x 10⁸ N/m².

3.14 Fabrikasi dan Perakitan

Pada tahap fabrikasi dan perakitan ini menjelaskan tentang tahap pembuatan alat Turning Attachment beserta perakitan komponennya :

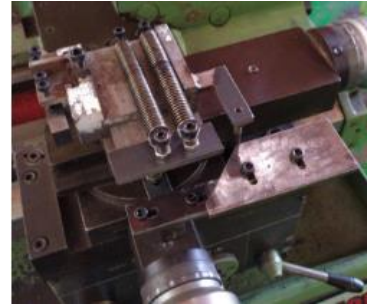
A. Tahap pertama sebelum melakukan pembuatan dari Turning Attachment yaitu pengumpulan komponen / material seperti (pelat, baut, mur,) untuk material pelat di potong sesuai dengan ukuran yang di inginkan agar proses fabrikasi lebih cepat dan tidak terlalu lama.

B. Setelah melakukan pengumpulan maka tahap selanjutnya menyesuaikan ukuran pada konsep dengan ukuran sebenarnya yang terdapat di pasaran.

C. Selanjutnya yaitu proses fabrikasi pembentukan komponen sesuai dengan desain yang sudah di buat. Proses fabrikasi mencakup proses cutting, proses milling, proses grinding, wirecut, proses tapping, proses welding dan drilling.

3.15 Pengujian Lapangan

Setelah Turning Attachment dapat dipasangkan pada dudukan toolpost tahap selanjutnya sebelum attachment dapat di operasikan yaitu mengatur bracket mal dan mal agar sejajar atau bersentuhan dengan peniru yang terhubung dengan pelat atas dari Turning Attachment.



Gambar 3 Proses Fitting Turning Attachment (Dokumentasi Pribadi)

Mal yang sudah di siapkan dibentuk sedemikian rupa sehingga memiliki sudut atau kemiringan yang nantinya digunakan sebagai acuan dari peniru sekaligus sebagai acuan keberhasilan alat dengan toleransi 0.1, pada mal dibuat sudut sebesar 29°. Dengan proses pemakanan bubut bertingkat.

3.16 Pembahasan

Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali, dengan 3 kali pengujian menggunakan Turning Attachment dan 3 kali pengujian tanpa menggunakan Attachment, masing masing pengujian menggunakan parameter sebagai berikut :

Kedalaman pemakanan : 0.5 mm
 Putaran Spindle : 350 Rpm

Tabel 3. 3 Tabel rata-rata hasil pembubutan dengan Turning Attachment

Nama	Pembubutan Menggunakan Turning Attachment				
	Diameter	Panjang pemakanan	Panjang pemakanan keseluruhan	Sudut	Waktu
	Satuan				
	mm	mm	mm	derajat	menit
Spesimen 1	20,83	6,75	16,25	29,57	7 menit 20 detik
Spesimen 2	20,8	6,68	16,29	29,35	7 menit 47 detik
Spesimen 3	20,79	6,72	16,24	29,61	6 menit 14 detik
Rata-Rata	20,81	6,72	16,26	29,51	7 menit 7 detik

Tabel 3. 4 Tabel rata-rata hasil pembubutan dengan Toolpost bawaan

Nama	Pembubutan Menggunakan Toolpost bawaan				
	Diameter	Panjang pemakanan	Panjang pemakanan keseluruhan	Sudut	Waktu
	Satuan				
	mm	mm	mm	derajat	menit
Spesimen 1'	20,82	6,7	16,25	29,46	9 menit 14 detik
Spesimen 2'	20,8	6,7	16,27	29,46	10 menit 3 detik
Spesimen 3'	20,81	6,74	16,24	29,61	9 menit 30 detik
Rata-Rata	20,81	6,71	16,25	29,51	9 menit 35 detik

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil bahwa Attachment dapat melakukan duplikasi pada material Aluminium dengan nilai shear strength 207 Mpa sehingga dapat disimpulkan juga jika Attachment dapat melakukan proses pemakanan pada material lainnya dengan nilai shear strength setara maupun dibawah 207 Mpa seperti yang tertera pada tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 5 Nilai Yield Strength dan Sear Strength pada material

No.	Material	Yield Strength	Shear Strength
		Mpa	
1	ABS Plastic	20	29,6
2	Acetal Resin	68,21	68,21
3	Acrylic	48,9	79,8
4	Lead	8,96	18
5	Magnesium	115	180
6	PC Plastic	54,4	54,4
7	Plastic	30	40

Didapat ukuran rata-rata dari pembubutan menggunakan Turning Attachment lalu hasil tersebut di bandingkan dengan mal yang ingin dibuat, diketahui besar sudut dari mal yang di rencanakan yaitu 29°. Didapatkan hasil pengerjaan lebih cepat 25% dibandingkan dengan pengerjaan menggunakan toolpost bawaan.

Akan tetapi, berdasarkan hasil tersebut terjadi penyimpangan sudut sebesar 0.51°, penyimpangan tersebut diluar ekspektasi dari hasil yang diinginkan yaitu 0.1, maka dapat disimpulkan alat ini tidak berhasil memenuhi nilai toleransi yang diinginkan, namun nilai selisih dari pemakanan menggunakan Turning Attachment ini tidak lebih dari 0.1. sehingga setelah dilakukan analisa kegagalan Attachment ini karena faktor berikut :

1. Proses machining yang kurang presisi sehingga terjadi pergerakan yang berlebih pada dovetail sliding, selain itu kurangnya ke presisian ini menyebabkan pergerakan komponen plat atas yang menyebabkan dovetail sliding tidak dapat bergerak mengikuti kontur sudut dengan kemiringan diatas 39°, ketidakpresisian dari dovetail sliding juga berpengaruh pada hasil pembubutan menggunakan turning Attachment sehingga hasil pembubutan tidak sesuai dengan yang diharapkan.
2. Adanya kesalahan pada operator pada saat penyettingan mesin bubut pada saat proses pembubutan menggunakan toolpost bawaan, sehingga sudut yang di hasilkan tidak sesuai dengan apa yang di harapkan.
3. Laju pemakanan tidak konstan dikarenakan untuk menggerakkan eretan pada saat proses pemakanan masih dilakukan secara manual, yaitu dengan cara memutar eretan menggunakan tangan sehingga permukaan material benda kerja kurang halus.

3.17 Biaya Pembuatan Attachment

Pada bagian biaya ini membahas berapa biaya yang dibutuhkan untuk membuat alat Turning Attachment ini, mulai dari harga material hingga jasa pembuatan alat sampai menjadi Turning Attachment untuk proses duplikat benda kerja ini.

Total Biaya = Biaya Bahan Baku + Biaya Jasa Pembuatan

Total Biaya = 2.050.000,00 + 680.000,00 + 414.000,00

Total Biaya = 3.144.000,00

Setelah dilakukan perhitungan biaya dari proses pembuatan dari Turning Attachment ini didapatkan nilai sebesar Rp. 3.144.000,00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan dan pengujian Turning Attachment yang telah di lakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan Turning Attachment menggunakan metode Ulrich dipilih konsep 3 sebagai desain terbaik dengan nilai absolut 4.1 dan relatif 28%.
2. Proses manufaktur meliputi, proses cutting, proses milling, proses grinding, wirecut, proses tapping, proses welding dan drilling. Harga pokok produksi atau biaya yang dibutuhkan dalam membuat Turning Attachment ini sebesar Rp. 3.144.000,00. Hasil analisa pembebanan pada komponen cekam pahat Turning Attachment dengan material ASTM A36 didapat nilai analisa stress berada pada kondisi aman.
3. Cara kerja pada Attachment ini memanfaatkan sistem dovetail sliding dengan bantuan spring tarik, untuk menjaga pergerakan pahat bubut agar mengikuti kontur dari mal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua, saudara, dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan semangat, doa, materi, perhatian dan dukungan.
2. Bapak Ir. Eko Juliyanto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal
4. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur.
5. Bapak Farizi Rachman, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur.
6. Bayu Wiro Karuniawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang tidak pernah lelah dan senantiasa memberikan arahan, nasihat, petunjuk dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan lancar.
7. Dhika Aditya Purnomo, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang tidak pernah lelah dan senantiasa memberikan arahan, nasihat, petunjuk dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan lancar.

8. Bapak Nelson Ariadi Martinus selaku pembimbing OJT yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan pengetahuan, informasi serta data sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini.
9. Tim dosen penguji yang telah menguji dan memberi saran dan masukan yang bermanfaat dalam penuntasan Tugas Akhir yang baik.
10. Teman-teman senasib seperjuangan Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2016 yang saling berbagi pengalaman dan kenangan, serta selalu memberikan semangat, bantuan, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Abdul Lathif selaku pemilik CV. Sinar Terang Manufaktur yang secara langsung atau tidak langsung membantu dan mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Bpk. Adi Selaku Teknisi Bengkel Perkakas PPNS yang senantiasa meluangkan waktunya untuk mengawasi saya dalam melakukan trial di bengkel perkakas PPNS.
13. Bu Tari sebagai pengontrol asupan gizi selama pengerjaan tugas akhir ini.
14. Kemala Diaz Maharani. Yang selalu ada menemani disaat susah dan senang.

6. PUSTAKA

- [1] Arifin, A. (2018). Jenis - jenis Mesin Bubut. Retrieved from <http://achmadarifin.com/jenis-mesin-bubut-berdasarkan-fungsinya>
- [2] Aziz Akbar. (2012). Jenis-jenis pegas. **Tugas Elemen Mesin**.
- [3] Batan, I. (2012). Desain Produk. Surabaya: Inti Karya Guna.
- [4] Deny Andrianto. (2011). MESIN BUBUT KAYU DUPLIKAT (BAGIAN DINAMIS) MESIN BUBUT KAYU DUPLIKAT. **Undergraduated Thesis** of Universitas Jember.
- [5] Harrison. (1982). **Harrison M 250 Manual Book**.
- [6] Jim Flowers. (2019). Feed Rates and Maximum Depths of Cut Recommended by Light Machines Corporation for the ProLight 3000. Retrieved from <http://techweb.bsu.edu/jcflowers1/rlo/cncturing.htm>
- [7] Kasman, T. (2017). Tatakelola Pelaksanaan Teaching Factory.
- [8] Knic.co.id. (2019). Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia. Retrieved from <https://www.knic.co.id/id/perkembangan-industri-manufaktur-indonesia>
- [9] Kurniawan, F. (2008). STUDY TENTANG CUTTING FORCE MESIN BUBUT (DESAIN DYNAMOMETER SEDERHANA) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. **Undergraduated Thesis** of Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [10] PPNS. (2018). Pengembangan Modul Ajar, Persiapan Jelang Teaching Factory. Retrieved from <https://ppns.ac.id/pengembangan-modul-ajar-persiapan-jelang-teaching-factory/>.
- [11] RK International machine Tools Ltd. (2016). Harrison Model M250 Straight Bed Centre Lathe. Retrieved from <https://www.rk-int.com/machine/harrison-m250-2529663051/>
- [12] Rochim, T. (1993). **Proses Permesinan**. Jakarta: Erlangga.
- [13] Rochim, T. (2007). **Proses Permesinan Buku4: Proses Gerinda**. Jakarta: Erlangga.
- [14] Rockler. (2003). Rockler lathe duplicator. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- [15] Sidi, P., & Wahyudi, M. (2013). Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc. *Rekayasa Mesin*, 4(2), pp.101-108.
- [16] Suhartono, R. (2016). Geometri Pahat Bubut Hss Pada Proses Membubut Muka Poros Baja Karbon Rendah Dari Hasil Pemotongan Menggunakan Las Oxy-Acetylen. *Ppkm I*, 1, 45–48.
- [17] Supaedi, D. (2011). RANCANG BANGUN MESIN BUBUT KAYU DUPLIKAT (BAGIAN STATIS). **Undergraduated Thesis** of Universitas Jember.
- [18] Tim PPPPTK. (2015). Teknik Pemesinan Bubut 2. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [19] Ulrich, K., & Eppinge, S. (2001). **Product Design and Development**. Singapore: Mc Grawhill.