ANALISA KEKERASAN DAN DIAMETER KRITIS POROS PENCACAH PADA MESIN PENGOLAH SAMPAH DAUN DI POLITEKNIK SUGAR GROUP COMPANIES

Indra Surya[1], Dian Rizki Fauzi[2]

[1]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : indra.surya@ubl.ac.id

[2]Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : dianrizkifauzi@yahoo.co.id

Abstrak

Kesadaran masyarakat terhadap sampah khususnya di lingkungan sekitar semakin berkurang, terkadang mereka membiarkan sampah-sampah tersebut menumpuk begitu saja sebelum dilakukan proses pembakaran. Apabila sampah tersebut dibakar begitu saja makan akan menimbulkan polusi udara yang dapat mengganggu kesehatan. Melihat fenomena tersebut, saya memiliki ide untuk meminimalisir sampah dengan cara menciptakan mesin pengolah sampah daun. Mesin tersebut berfungsi untuk membantu mempercepat proses decomposing. Sebelum mesin ini dibuat, maka saya menganalisa kekerasan dan diameter poros pencacah pada mesin pengolah sampah daun sehingga dapat dipergunakan dan dimaksimalkan penggunaannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemilihan bahan poros yang sesuai yaitu material S45C, cara pembuatan poros dan mengetahui diameter serta nilai kekerasannya dengan menggunakan alat Mitutoyo Rockwell Hardness Testing Machine.

Kata kunci : Poros, Material S45C, Mitutoyo Rockwell Hardness Testing Machine

Latar Belakang Masalah

Pembuatan shaft atau poros utama (pencacah) pada mesin ini melalui beberapa proses yaitu proses desain, pemotongan bahan, proses pembubutan dan milling serta perakitan. Semua proses pada pembuatan shaft atau poros harus dilakukan dengan teliti dan seksama serta harus sesuai dengan gambar kerja. Hal ini betujuan agar benda yang dihasilkan dapat memberikan fungsi kerja sesuai yang diharapkan. Sehingga mesin pengolah sampah daun ini diharapkan dapat meningkatkan dunia industri atau usaha dalam pembuatan pupuk kompos. Kemajuan bidang perindustrian tidak dapat dipisahkan dari perkembangan industri logam. Studi pengelolaan logam menjadi sangat penting untuk menghasilkan logam yang berkualitas baik. Perlakuan panas (heat treatment) suatu logam atau paduannya adalah proses pemanasan logam padat dan paduannya sampai temperatur tertentu (heating). Setelah dilakukan proses pemanasan diperlukan proses pendinginan (quenching) dengan media pendingin air colant, air garam, dan oli SAE 40 dengan rasio 1 liter untuk masing-masing media quenching.

Tujuan dari perlakuan panas adalah untuk memperoleh kondisi, sifat-sifat mekanik antara lain pengujian kekerasan, keausan, lengkung suatu logam dan paduannya sesuai yang dihendaki. Proses quenching menjadi salah satu jalan alternatif yang bisa digunakan untuk memperkuat sifatsifat mekanik dari baja, dengan acuan diagram fasa Fe3C yang ada, agar proses quenching berjalan dengan lancar dalam diagram fasa untuk karbon (C) 0 - 1,0% terletak pada suhu 875°C.

Tujuan

Maksud serta tujuan dari pembuatan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pemilihan bahan poros agar sesuai dengan identifikasi kebutuhan.
2. Mengetahui proses atau cara membuat shaft atau poros agar menghasilkan ukuran presisi dan kelurusan sumbu dengan baik.
3. Mengetahui ukuran diameter shaft atau poros pada mesin pengolah sampah daun.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana pemilihan bahan agar sesuai dengan identifikasi kebutuhan?
2. Berapa diameter shaft atau poros pada mesin pengolah sampah daun?
3. Bagaimana proses atau cara membuat shaft atau poros untuk menghasilkan ukuran presisi dengan kelurusan sumbu yang baik?

Batasan Masalah

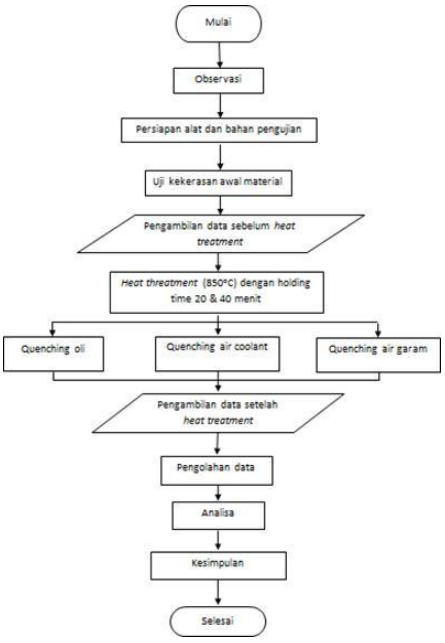
Pembahasan pada penelitian ini dibatasi pada :

1. Analisa perhitungan poros.
2. Pemilihan bahan poros yang sesuai kebutuhan pada sistem mesin.
3. Analisa kekerasan material.

Metodologi Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung dan pencarian data sesuai dengan kebutuhan. Selain itu untuk mendapatkan data yang mendukung dari penelitian ini, maka saya melakukan analisa keseluruhan terhadap data. Pada penelitian ini memakai metode penelitian kuantitatif yaitu jenis penelitian dengan hasil penemuan yang bisa didapat melalui prosedur statistik atau cara yang lain dari kuantifikasi (pengukuran). Jenis penelitian ini memakai metode pengambilan data di Politeknik SGC. Waktu dan Lokasi Penelitian Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Februari 2021 sampai dengan bulan Agustus bertempat di Sugar Group Companies, Politeknik SGC.

Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.17. Diagram Alur Penelitian

Alat dan Bahan

1. Mesin Oven Nabertherm



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

2. *Rockwell Hardness Tester*



Gambar 3.2. Mesin Hardness Rockwell Tester

3. Material S45C



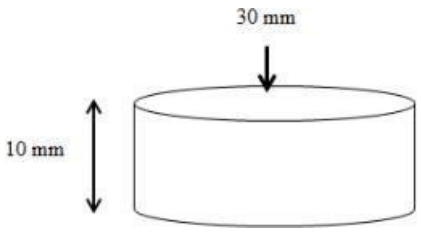
Gambar 3.12. Raw Material Dan Sampel Uji Kekerasan

4. Oli SAE 40
5. Air coolant
6. Air garam

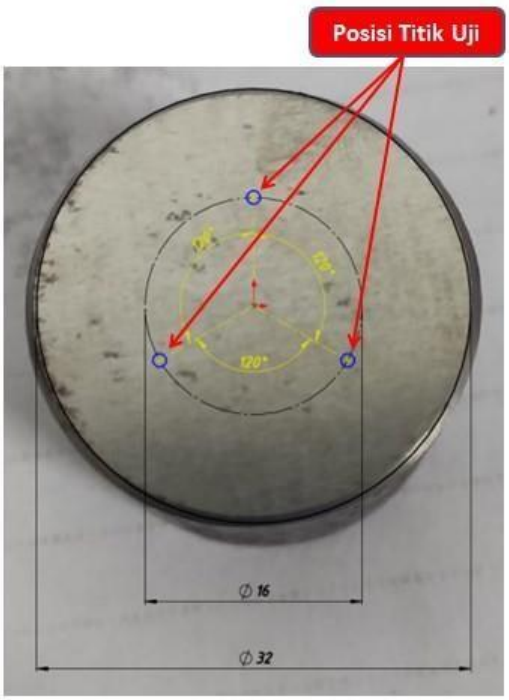
Tabel Komposisi Kimia S45C

UNSUR	SAMPEL UJI	
	250/21-S698 (%)	Standart Deviasi
C	0,478	0,0099
Si	0,302	0,010
Mn	0,761	0,022
P	0,054	0,029
S	0,053	0,036
Cr	0,368	0,0056
Mo	0,011	0,0024
Ni	0,013	0,0015
Cu	0,026	0,0003
Al	0,013	0,0005
Co	0,0039	0,0018
Nb	0,0062	0,0019
Ti	0,0032	0,0005
V	<0,0030	0,0005
W	<0,020	0,015
B	0,0012	0,0021
Sn	0,0061	0,0014
Fe	97,88	0,088

Desain Pengujian



Gambar 3.18. Desain Spesimen Uji Kekerasan



Gambar 3.19. Potongan Material Shaft dan Posisi Titik Uji

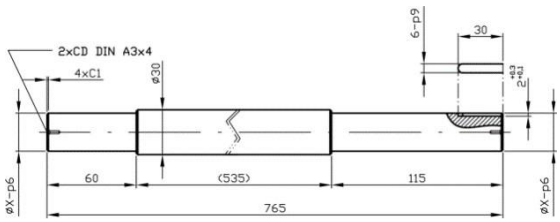
Proses Pengujian Kekerasan

Adapun tahapan proses *treatment* serta pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengujian komposisi awal guna mengetahui komposisi unsur kimia yang terkandung pada benda uji.
2. Memotong bahan sesuai dengan standar pengujian.
3. Melakukan hardening dengan menggunakan temperatur 850ºC.
4. *Holding time* atau waktu penahanan selama 20 dan 40 menit.
5. Setelah melewati proses *hardening* dan penahanan untuk proses selanjutnya benda uji dicelupkan ke dalam variabel pendinginan berupa oli SAE 40, air coolant dan air garam.
6. Melakukan pengujian berupa uji kekerasan.
7. Sampel benda uji berjumlah 18 buah.

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Proses pembuatan poros untuk menghasilkan ukuran yang presisi dengan kelurusan sumbu yang baik.

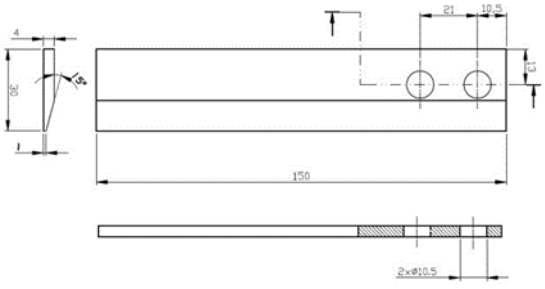


Gambar 4.1. Gambar 2D Poros

Tabel 4.1. Tabel Waktu Pengerjaan Pembuatan Poros.

No.	Langkah Pembuatan Poros Pencacah	Waktu Pengerjaan (menit)
1.	Persiapan alat dan material	-
2.	Setting awal	-
3.	Facing awal	10
4.	Pengeboran senter awal, CD DIN A3 x 4	12
5.	Pembubutan memanjang ukuran ø25,4-p6 mm sepanjang 60 mm	20
6.	Champer ukuran 1 x 45°	5
7.	Balik BK, facing, buat CD DIN A3 x 4	8
8.	Pembubutan memanjang ukuran ø30 mm sepanjang maksimal 650 mm	10
9.	Pembubutan memanjang ukuran ø25,4-p6 mm sepanjang 115 mm	25
10.	Champer 1 x 45°	5
11.	Buat slot dengan kedalaman 4 $^{+0,3+0,1}$ mm, lebar 6-p6 mm sepanjang 30 mm	25
12.	Base 0,3 x 45°	5
13.	Cek BK	0
	Total Waktu Pengerjaan	**125**

Gaya Potong Pisau



$F = \tau d \; x \; A$

Keterangan :

F : Gaya potong pisau

τd : Tegangan geser

A : Luas permukaan yang mencacah

$A = p\ x\ t'$

Keterangan :

p : Panjang Pisau

t' : Tebal permukaan yang mencacah

$A = p\ x\ t'$

$= 150\ mm\ x\ 1\ mm$

$= 150\ mm^2$

$F = \tau d\ x\ A$

$F = 0{,}05\ \frac{kg}{mm^2}\ x\ 150\ mm^2$

$= 7.5\ kg$

$= 75\ N$

Maka momen puntirnya adalah :

$T = Fx\ r$

Keterangan :

T : Momen Puntir

F : Gaya Potong Pisau

R : Jari -jari tabung pencacah

$T = F\ x\ r$

$= 75$ N x $0{,}15\ m$

$= 11{,}25\ Nm$

Gaya Berat Pisau

$V = p\ x\ l\ x\ t$

Keterangan :

V : Volume pisau

p : Panjang pisau

l : Lebar pisau

t : Tebal pisau

$V = p\ x\ l\ x\ t$

$= 150\ mm\ x\ 30\ mm\ x\ 4\ mm$

$= 18.000\ mm^3$

$= 18\ cm^3$

$m = \rho\ x\ V$

Keterangan :

M : Massa pisau

ρ : Massa jenis

V : Volume pisau

$m = \rho\ x\ V$

$= 7{,}85\ \frac{gr}{cm^3}\ x\ 18\ cm^3$

$= 141{,}3\ gr$

$= 0{,}141\ kg$

Karena jumlah pisau ada 30 buah, maka :

$m = 30\ x\ 0{,}141\ kg$

$= 4{,}23\ kg$

$= 42{,}3\ N$

$T = F\ x\ r$

$= 42{,}3$ N x $0{,}15\ m$

$= 6{,}345\ Nm$

Jadi torsi totalnya adalah :

$T_{tot} = 11{,}25\ Nm + 6{,}345\ Nm$

$= 17{,}595\ Nm$

Kecepatan Sudut Putaran Poros

$$\omega = \frac{2\ x\ \pi\ x\ n}{60}$$

Keterangan :

ω : Kecepatan sudut putaran poros

N : Nilai putaran motor (rpm)

$$\omega = \frac{2\ x\ \pi\ x\ n}{60}$$

$$= \frac{2\ x\ 3.14\ x\ 1000}{60}$$

$= 104{,}719\ rad/s$

Daya Untuk Memutar Poros

$P = T_{tot}\ x\ \omega$

P : Daya Poros

T_{tot} : Torsi total

ω : Kecepatan sudut putaran poros

$P = T_{tot} \; x \; \omega$
= 17,595 Nm *x* 104,719 *rad/s*
= 1842,530 *Watt*
= 1,842 *kW*

Efisiensi Motor Dengan Perencanaan Daya

$Pd = Fc \; x \; P$

Keterangan :
Pd : Daya rencana
Fc : Faktor koreksi keamanan
P : Daya poros

$Pd = Fc \; x \; P$
= 1,2 *x* 1,842 *kW*
= 2,210 *kW* ~ 2,5 *kW*

Maka, motor listrik yang di gunakan dengan daya 2,5 kW aman untuk di gunakan.

Perhitungan Diameter Poros Pencacah

P = 1,842 *kW*
n_1 = 1000 *rpm*
Fc =1,2 (*Faktor koreksi keamanan terendah)*
$Pd = Fc \; x \; P$
= 1,2 *x* 1,842 *kW*
= 2,210 *kW*

$T = 9{,}74 \; x \; 10^5 \; x \; \frac{Pd}{n}$
$= 9{,}74 \; x \; 10^5 \; x \; \frac{2{,}210 \; kw}{1000 \; rpm}$
= 2152,54 *kg.mm*

Bahan poros S45C, $\tau_B = 58 \; kg \; / mm^2$ (kekuatan tarik) berdasarkan buku Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin Sularso, Kiyokatsu Suga, Halaman 3.

S_{f1} = 6,0 (Faktor keamanan poros)
S_{f1} = 2,0 (Faktor pengaruh lain) → terdapat pasak (1,3 – 3,0)

$$\tau_a = \frac{\tau_B}{S_{f1} \; x \; S_{f2}}$$
= 4,83 *kg/mm²*
(Tegangan geser yang di izinkan)

k_t = 3 (Faktor koreksi momen puntir karena beban kejut atau tumbukan besar)
k_t = 2 (Faktor lenturan)

$$ds = \sqrt[3]{\frac{5{,}1}{\tau_a}} \; x \; k_t \; x \; C_b \; x \; T$$

$$= \sqrt[3]{\frac{5{,}1}{4{,}83 \frac{kg}{mm^2}}} \; x \; 3 \; x \; 2 \; x \; 2152{,}54 kg.mm$$

= 23,891 *mm* ≈ 25 *mm*

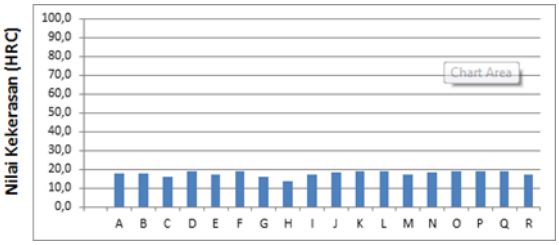
Maka, diameter poros dengan ukuran 25 mm aman untuk di gunakan.

Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

Setelah dilakukan pengujian kekerasan awal pada material poros S45C didapatkan hasil pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2. Tabel Pengujian Kekerasan Awal

No	Sampel	Sebelum Hardening (HRC)			Rata-Rata (HRC)	Rata-Rata (HRC)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3		
1	A	16,0	18,0	19,0	17,7	17,1
2	B	17,0	18,0	18,0	17,7	
3	C	13,0	17,0	18,0	16,0	
4	D	19,0	19,0	19,0	19,0	18,3
5	E	17,0	17,0	18,0	17,3	
6	F	19,0	19,0	18,0	18,7	
7	G	13,0	16,0	19,0	16,0	15,6
8	H	13,0	14,0	14,0	13,7	
9	I	16,0	19,0	16,0	17,0	
10	J	17,0	19,0	18,0	18,0	18,4
11	K	19,0	18,0	19,0	18,7	
12	L	17,0	19,0	20,0	18,7	
13	M	15,0	19,0	18,0	17,3	18,2
14	N	19,0	17,0	19,0	18,3	
15	O	19,0	19,0	19,0	19,0	
16	P	20,0	18,0	19,0	19,0	18,3
17	Q	19,0	18,0	19,0	18,7	
18	R	16,0	17,0	19,0	17,3	



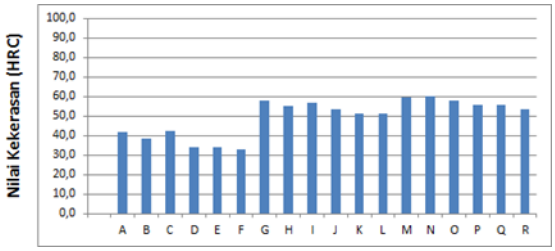
Gambar 4.2. Diagram Pengujian Kekerasan Awal

Pada proses ini dilakukan dengan media pendingin yaitu, oli SAE 40, air coolant, dan air garam. Perlakuan panas ini dilakukan pada temperatur 850 oC dengan holding time selama 20 dan 40 menit. Hasil pengujian kekerasan material pada proses ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Tabel Pengujian Setelah Proses Quenching

No	Media Quenching	Holding Time	Sampel	Sesudah Hardening (HRC)			Rata-Rata (HRC)	Rata-Rata (HRC)
				Titik 1	Titik 2	Titik 3		
1	Oli SAE 40	20 Menit	A	36,0	49,5	40,5	42,0	41,1
2			B	36,5	38,0	41,5	38,7	
3			C	41,0	44,0	42,5	42,5	
4		40 Menit	D	32,0	34,0	36,0	34,0	33,6
5			E	33,0	37,0	31,5	33,8	
6			F	37,5	30,5	31,0	33,0	
7	Air Coolant	20 Menit	G	58,5	59,0	56,0	57,8	56,4
8			H	51,0	54,5	59,0	54,8	
9			I	54,0	57,5	58,0	56,5	
10		40 Menit	J	49,5	53,5	58,0	53,7	51,9
11			K	49,0	50,0	54,5	51,2	
12			L	41,5	60,5	51,0	51,0	
13	Air Garam	20 Menit	M	57,5	59,0	62,5	59,7	59,3
14			N	59,5	59,5	61,5	60,2	
15			O	55,0	60,0	59,0	58,0	
16		40 Menit	P	52,5	56,5	58,0	55,7	54,9
17			Q	52,0	57,0	58,5	55,8	
18			R	51,5	54,0	54,5	53,3	

Berdasarkan tabel pengujian diatas, diperoleh data rata-rata hasil media *quenching* menggunakan oli SAE 40 dengan *holding time* selama 20 menit dan 40 menit sebesar 41,1 HRC dan 33,6 HRC. Sedangkan media *quenching* air coolant sebesar 56,4 HRC dan 51,9 HRC serta media *quenching* air garam sebesar 59,3 HRC dan 54,9 HRC.

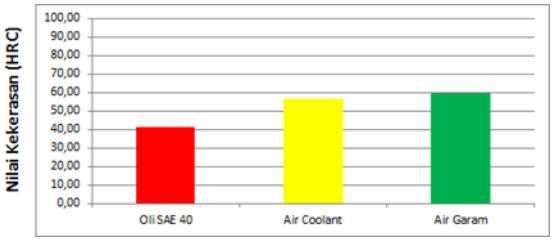


Gambar 4.3. Diagram Pengujian Setelah Proses *Quenching*

Berdasarkan gambar diagram diatas menunjukkan nilai masing-masing sampel percobaan setelah proses *quenching* dengan menggunakan media oli SAE 40, air coolant, dan air garam sebanyak 18 sampel. Pada percobaan tersebut menunjukkan hasil media *quenching* oli SAE 40 dengan holding time selama 20 menit yaitu sebesar 42,0 HRC, 38,7 HRC dan 42,5 HRC. Selanjutnya hasil media *qenching* oli SAE 40 dengan holding time selama 40 menit yaitu sebesar 34,0 HRC, 33,8 HRC dan 33,0 HRC.

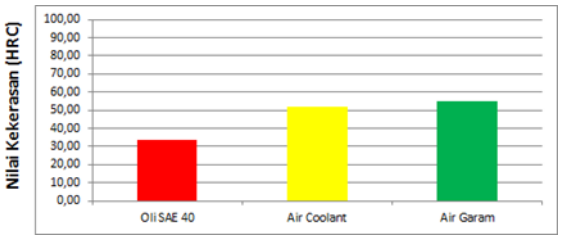
Kemudian pada percobaan selanjutnya yaitu menggunakan media air coolant dengan holding time selama 20 menit sebesar 57,8 HRC, 54,8 HRC dan 56,5 HRC. Sedangkan hasil media air coolant dengan holding time selama 40 menit mendapatkan nilai kekerasan sebesar 53,7 HRC, 51,2 HRC dan 51,0 HRC.

Pada percobaan terakhir menggunakan media air garam dengan holding time 20 menit sebesar 59,7 HRC, 60,2 HRC dan 58,0 HRC. Serta media quenching air garam dengan holding time 40 menit sebesar 55,7 HRC, 55,8 HRC dan 53,3 HRC.



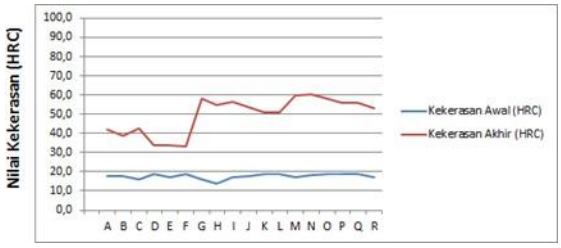
Gambar 4.4. Diagram Hasil Pengujian Rata-Rata Dengan Holding Time 20 Menit

Gambar diatas tersebut menunjukkan nilai pengujian rata-rata sampel dengan holding time selama 20 menit. Nilai kekerasan rata-rata media quenching olie SAE 40 sebesar 41,1 HRC, media quenching air coolant sebesar 56,4 HRC. Dari grafik diatas terlihat media *quenching* air garam menunjukkan nilai yang tertinggi dengan rata-rata sebesar 59,3 HRC.



Gambar 4.5. Diagram Hasil Pengujian Rata-Rata Dengan Holding Time 40 Menit

Gambar diatas tersebut menunjukkan nilai pengujian rata-rata sampel dengan holding time selama 40 menit. Nilai kekerasan rata-rata media quenching olie SAE 40 sebesar 33,6 HRC, media quenching air coolant sebesar 51,9 HRC. Dari grafik diatas terlihat media *quenching* air garam menunjukkan nilai yang tertinggi dengan rata-rata sebesar 54,9 HRC.



Gambar 4.6. Grafik Hasil Kekerasan Awal dan Kekerasan Akhir

Pada pengujian ini media pendingin yang digunakan adalah air garam, oli SAE 40, dan air garam dengan temperatur 850 ^{o}C dan *holding time* 20 dan 40 menit. Kekerasan maksimal dihasilkan oleh media pendingin air garam dengan *holding time* 20 menit yaitu rata-rata 59,3 HRC. Media pendingin berpengaruh pada nilai kekerasan pada baja, selain itu juga berpengaruh pada sifat mekanik dan struktur mikro pada baja.

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dari penelitian didapatkan bahwa pemilihan bahan poros menggunakan material S45C sesuai dengan fungsinya yaitu memutar pisau pencacah, poros juga sebagai perantara penggerak bahan penghubung antara motor dengan puli. Sehingga harus dibuat dari material yang cukup kuat dan mampu menahan beban yang diterima. Sifat material S45C yang dibutuhkan ini cukup keras, tahan aus, tahan beban puntir dan cukup ulet pada bagian inti.

Untuk menghasilkan ukuran yang presisi dan kelurusan sumbu dengan baik, maka proses ata cara pembuatan poros ini menggunakan live center. Proses pembuatan poros harus sesuai dengan langkah-langkah dalam pembuatan poros pencacah yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Total waktu pengerjaan yang dibutuhkan pada saat proses pembuatan poros yaitu selama 125 menit.

Selanjutnya untuk mengetahui ukuran diameter poros yang akan digunakan pada mesin pengolah sampah daun ini secara perhitungan sudah dibuktikan dengan mendapatkan hasil sebesar 23,891 mm. Jadi, jika diameter poros dengan ukuran 25 mm maka cukup aman untuk digunakan.

Daftar Pustaka

A. Suroto, Murdiyanto. *Perhitungan Dasar Konstruksi Mesin.* SETI-AJI, Surakarta, 1999.

A. Suroto, *Strength of Materials.* ATMI PRESS, Surakarta.B. Sudibyo, *Bantalan Gelinding.* ATMI PRESS, Surakarta, 1984.

B. Sudibyo, Ing. HTL, *Poros Penyangga dan Poros Transmisi Axle and Shaft. ATMI ST. MIKAEL, Surakarta.*

B. Sudibyo, *Kekuatan dan Tegangan Ijin.* ATMI PRESS, Surakarta, 1984.

Erwin Fadillah, Analisa Mata Pisau Pencacah Limbah Organik Dengan menggunakan Bahan Baja ST41, Skripsi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal, 2020.

Herri S., Gerak Rotasi. Diakses dari *(faculty.petra.ac.id/herisw/Fisika1/8-rotasi.doc), 1 Mei 2012.*

Kenneth S. Hurst. Prinsip-Prinsip Perancangan Teknik. Erlangga, 2006.

Niemen G. I., *Elemen Mesin*. Erlangga, Jakarta, 1986.

Stefanus, Hendrosudjono J.*Mekanika Teknik*. POLITEKNIK MEKANIK SWISS-ITB, Bandung, 1978.

Sularso, Suga K., *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1991.