

Polishing Machine Manufacturing Process Using Double Plates for the Metallography Process

[Proses Manufaktur Mesin Poles Menggunakan Piringan Ganda Untuk Proses Metalografi]

Diky Prastia Imawan¹⁾, Mulyadi ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *A metallographic polishing machine is a tool used for the metallographic process. The metallographic process includes grinding and polishing, then it can be observed using a microscope. The samples to be tested have mechanical properties of metals and alloys that can be observed, one way is by analyzing the microstructure of the material. To carry out material microstructure analysis, the sample surface must be completely smooth. Therefore, the process of working on metallographic testing samples always involves a polishing machine. Because the metallographic process polishing machine is very expensive, a polishing machine will be made. The formulation of the problem in the process of making a polishing machine is "the polishing machine manufacturing process and the time required for the process of working on the polishing machine, and how much it costs to make the polishing machine and the HPP (Sales Production Price)". The components of the polishing machine include the frame, AC motor, bearings, disks, pulleys, bearings, Vbelt. Meanwhile, the tools and machines used for the manufacturing process are electric welding tools, hand drills, lathes, hand grinders and bench grinders.*

Keywords – polishing machine, manufacturing, HPP

Abstrak. *Mesin poles metalografi adalah suatu alat yang digunakan untuk proses metalografi. Proses metalografi tersebut meliputi grinding dan polish, kemudian dapat diobservasi menggunakan mikroskop. Sampel yang akan diuji memiliki sifat mekanik suatu logam dan paduan yang dapat diamati, salah satunya adalah dengan menganalisis struktur mikro material. Untuk melakukan analisis struktur mikro material, permukaan sampel harus benar-benar halus. Maka dari itu proses pengerjaan sampel pengujian metalografi selalu melibatkan mesin poles. Dikarenakan mesin poles proses metalografi sangat mahal, maka akan dilakukan pembuatan mesin poles. Perumusan masalah dalam proses pembuatan mesin poles ini adalah "proses manufaktur mesin poles serta waktu yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan mesin poles, dan berapa biaya pembuatan mesin poles serta HPP (harga Produksi Penjualan)". Komponen pada mesin poles meliputi dari rangka, motor AC, bantalan, piringan, pulley, bearing, Vbelt. Sedangkan alat dan mesin yang digunakan untuk proses manufaktur adalah alat las listrik, bor tangan, mesin bubut, gerinda tangan, dan gerinda duduk.*

Kata Kunci - mesin poles, manufaktur, HPP

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini menghasilkan dampak yang begitu *massive* untuk dunia industri, terutama industri dibidang otomotif dan permesinan. Dimana saat ini industri otomotif merupakan industri utama di Indonesia[1]. Dalam industri, rekayasa material merupakan hal yang utama ketika melakukan perancangan dari pemesinan maupun otomotif[2]. Dalam rekayasa, pengamatan objek atau sampel hasil rekayasa mutlak diperlukan untuk melihat struktur mikro yang berbentuk. Sehingga diperlukan proses yang dinamakan metalografi[3].

Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan, untuk dapat dilakukan pengamatan dengan mikroskop optik maka permukaan sampel harus benar-benar halus serta rata[4]. Maka dari itu ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan yang harus dilakukan mempersiapkan sampel uji dengan cara mounting, grinding, polishing, etching dan setelah itu baru observasi menggunakan mikroskop untuk mendapatkan struktur mikro logam[5].

Tahapan proses penting pada uji metalografi adalah proses grinding dan polishing yang akan menghasilkan permukaan sampel uji menjadi benar-benar halus bebas goresan dan mengkilat seperti kaca. Proses ini juga menghilangkan ketidakteraturan sampel hingga orde 0,01 μm setelah itu dapat dilakukan pengamatan dengan mikroskop optik setelah terlebih dahulu dilakukan proses etsa (etching)[6]. Dari ke empat proses tersebut, proses grinding dan polishing merupakan proses yang sangat penting untuk mendapatkan permukaan sampel bahan menjadi benar-benar halus agar dapat dilakukan observasi[7].

Setelah melihat permasalahan yang ada pada laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, tidak adanya mesin poles untuk digunakan pratikum. Hal ini yang menjadi pertimbangan untuk membuat mesin poles untuk alat bantu pratikum metalografi di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Mesin poles ini mempunyai dua piringan berputar untuk memoles sampel dengan kecepatan yang dapat diatur. Penggunaan dua piringan putar berfungsi sebagai ampelas (grinding) dan pemolesan (polishing) yang akan mempercepat proses pengujian.

Mesin polishing sangat dibutuhkan untuk membantu proses pengujian metalografi. Hal ini disebabkan tidak adanya mesin polishing di laboratorium teknik mesin. Sehingga mahasiswa tidak dapat memaksimalkan pratikum metalografi, dikarenakan proses pemolesan dilakukan secara manual dan cukup memakan banyak waktu. Jadi dengan adanya mesin polishing ini, diharapkan mahasiswa mampu memaksimalkan pratikum metalografi dengan sebaik-baiknya.

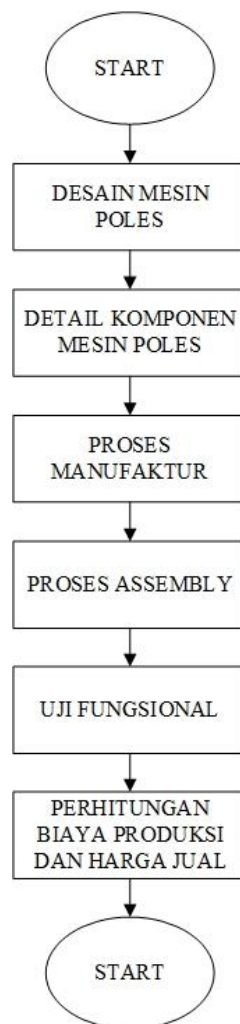
II. METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian proses manufaktur mesin poles untuk proses uji metalografi ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Diagram Alir Penelitian

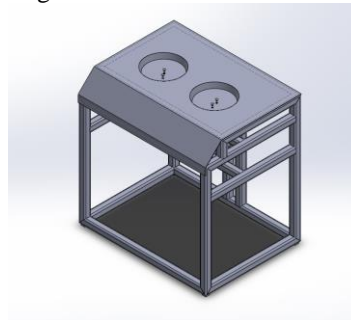
Metode proses manufaktur yang dilakukan merupakan langkah awal dalam perancangan dan membangun sebuah alat. Adapun tahapan perancangan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowcart Diagram Alir Penelitian

C. Desain

Desain dari mesin poles dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Desain Mesin Poles

Pada gambar diatas akan dijelaskan bagian-bagian dari mesin poles yang meliputi :

1. Motor listrik sebagai sumber energi untuk memutar poros
2. Poros berfungsi sebagai alat penghubung sumber energi dari motor
3. Rangka berfungsi sebagai penahan semua komponen alat
4. Bearing/bantalan berfungsi penahan poros
5. Puli berfungsi mentransmisikan daya dari putaran motor ke piringan
6. Belt sebagai penghubung putaran dari puli satu ke puli 2

D. Proses Manufaktur

Manufaktur ialah suatu kegiatan pengolahan bahan mentah untuk menjadi barang jadi yang memerlukan sumber daya lain seperti tenaga manusia, mesin-mesin, dan peralatan pendukung, yang dimana dilakukan pembuatan barang dalam skala besar dengan tujuan untuk dijual ke masyarakat luas sehingga mendapat keuntungan[8] Dalam proses manufaktur mesin poles ini juga memerlukan sumber daya yang telah disebutkan, namun tidak dibuat dalam skala besar hanya digunakan untuk pratikum metalografi. Proses manufaktur mesin poles ini meliputi :

1. Proses Pembubutan



Gambar 3. Mesin Bubut

Proses pembubutan merupakan proses yang dimana proses merubah bentuk benda dan ukuran benda kerja dengan menggunakan pahat untuk menyayatnya[9]. Benda kerja yang berputar dipasang pada cekam mesin bubut dan pahat melakukan penyayatan memanjang, melintang, atau kombinasi keduanya [10]. Dalam proses pembuatan poros dan piringan membutuhkan mesin bubut, poros dan piringan di bubut sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan dalam desain. Pembubutan poros dan piringan menggunakan memerlukan pembubutan facing (pembubutan muka) ; pahat bubut dihantarkan secara radial ke benda kerja yang berputar sehingga mendapatkan permukaan piringan dan poros yang rata.

2. Proses Pengelasan



Gambar 4. Mesin Las SMAW

Pengelasan yakni proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas [11]. Pada proses penyambungan logam, sering sekali dilakukan dengan posisi tertentu untuk mengikuti perencanaan serta perancangan konstruksi yang akan dilas. Posisi pengelasan tersebut secara garis besar digolongkan pada posisi mendatar/*horizontal*, tegak/*vertikal*, dan di atas kepala/*overhead* [12]. Pada proses pengelasan mesin poles ini menggunakan posisi pengelasan *horizontal* dan *vertikal*.

3. Mesin Frais/*Milling*



Gambar 5. Mesin Frais (*Milling*)

Proses *milling* adalah suatu proses pemesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar (bidang datar ini terbentuk karena pergerakan dari meja mesin) dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong (*cutter*) yang berputar pada *spindel* dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin [13]. Mesin ini biasanya digunakan untuk membentuk dan meratakan permukaan, membuat alur (*splines*), membuat ulir dan roda gigi, dan bahkan untuk mengebor dan meluaskan lubang [14]. Pada proses pembuatan mesin poles, membutuhkan mesin frais untuk membuat lubang dan ulir pada piringan mesin poles.

E. *Assembly*

Proses *assembly* atau bisa disebut proses perakitan, proses ini dilakukan setelah proses pembuatan (Manufaktur) selesai [15]. Sehingga akan membentuk suatu alat mesin poles, proses-prosesnya meliputi dari sub *assembly* motor, sub *assembly* cover, dan proses yang terakhir adalah proses *assembly* akhir, urutan proses *assembly* dapat dilihat dibawah ini :

- Sub *Assembly* Motor
 1. Motor pulley ganda
 2. Ring baut pengunci motor
 3. Baut pengunci motor
 4. Mur baut pengunci motor
- Sub *Assembly* Cover
 1. Cover
 2. Switch ON/OFF
 3. Dimmer
 4. Head dimmer
- *Assembly* Akhir

1. Rangka	6. Pulley A	11. Sub <i>assembly</i> Cover	16. Mur baut pengunci motor
2. Bearing	7. Belt A	12. Baut pengunci cover	

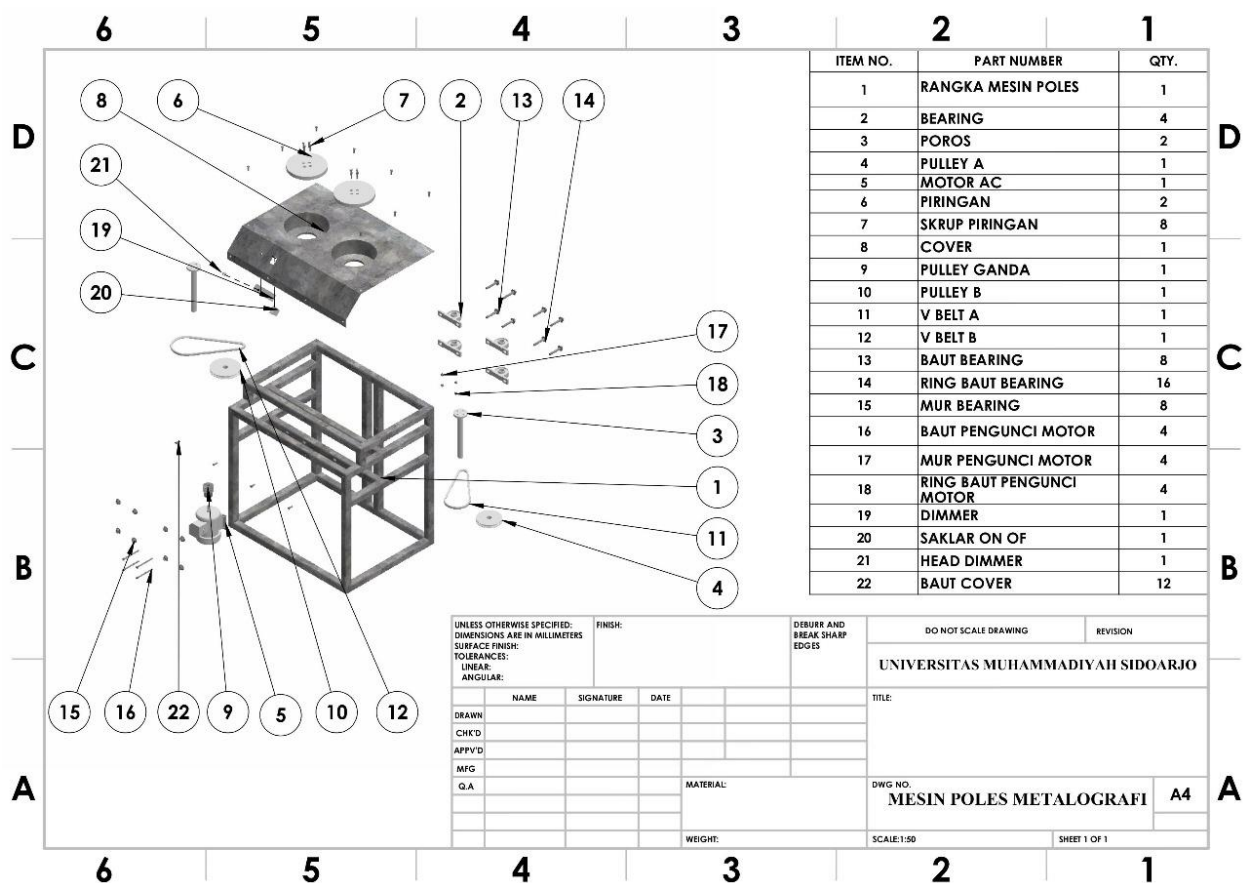
- 3. Baut bearing 8. Poros B 13. Pringan
- 4. Mur bearing 9. Pulley B 14. Baut piringan
- 5. Poros A 10. Belt B 15. Sub assembly motor

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan ini membahas manufaktur mesin poles yang meliputi dari desain mesin, detail komponen, proses manufaktur, perhitungan waktu pembuatan mesin poles, proses perakitan setiap komponen mesin poles (*Assembly*). Dalam pembahasan ini juga membahas biaya pembuatan mesin poles dan harga jual mesin poles yang telah dibuat.

A. Manufaktur Mesin Poles

A. Desain Mesin




Gambar 6. Detail Desain Mesin Poles



B. Detail Komponen

Dalam pembuatan mesin poles terdapat bagian-bagian pada mesin poles, bagian mesin poles dibagi menjadi 2 macam komponen yaitu komponen yang dibuat dan komponen yang dibeli. Pada tabel 1 dapat dilihat bagian mesin poles yang termasuk dari komponen yang dibuat, dan tabel 2 dapat dilihat bagian mesin poles yang termasuk dari komponen yang dibeli.

Tabel 1. Komponen Yang Dibuat

Nama Komponen	Komponen Yang Dibuat
Rangka	
Poros Dan Bantalan Piringan	
Cover Rangka Mesin Poles	

Tabel 2. Komponen Yang Dibeli

Nama Komponen	Komponen Yang Dibeli
Bearing	
Belt	
Pulley ganda	
Pulley tunggal 7 inc	
Pulley tunggal 5 inc	
Piringan nilon	
Motor listrik	
Dimmer	

Saklar on/off



C. Proses manufaktur

Untuk proses-proses yang dibutuhkan untuk proses manufaktur dan perhitungan waktu dalam pembuatan mesin poles dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Waktu Pembuatan Mesin Poles

No	Komponen	Proses Manufaktur	Waktu Pengerjaan (Menit)
1	Rangka	Membaca gambar/desain	15
		Mempersiapkan alat	10
		Proses pengukuran benda	80
		Proses pemotongan benda	45
		Proses pengelasan	60
		Proses pengeboran rangka	20
		Proses pemolesan (finishing)	20
		Lost time	45
		Total Waktu Pengerjaan	295
		2	Poros, Bantalan, Piringan
Mempersiapkan alat	10		
Proses pengukuran benda	15		
Proses pemotongan piringan	20		
Proses pembubutan	200		
Proses pengelasan	60		
Proses miling	80		
Proses pemolesan (finishing)	20		
Lost time	45		
Total Waktu Pengerjaan	460		
3	Cover/Penutup Mesin	Membaca gambar/desain	10
		Mempersiapkan alat	10
		Proses pengukuran benda	25
		Proses pemotongan plat	50
		Proses pengelasan plat cover	30
		Proses pengeboran plat cover	10
		Proses pemolesan (finishing)	15
Lost time	45		
Total Waktu Pengerjaan	195		

Waktu yang diperlukan untuk membuat komponen utama pada mesin poles yaitu :

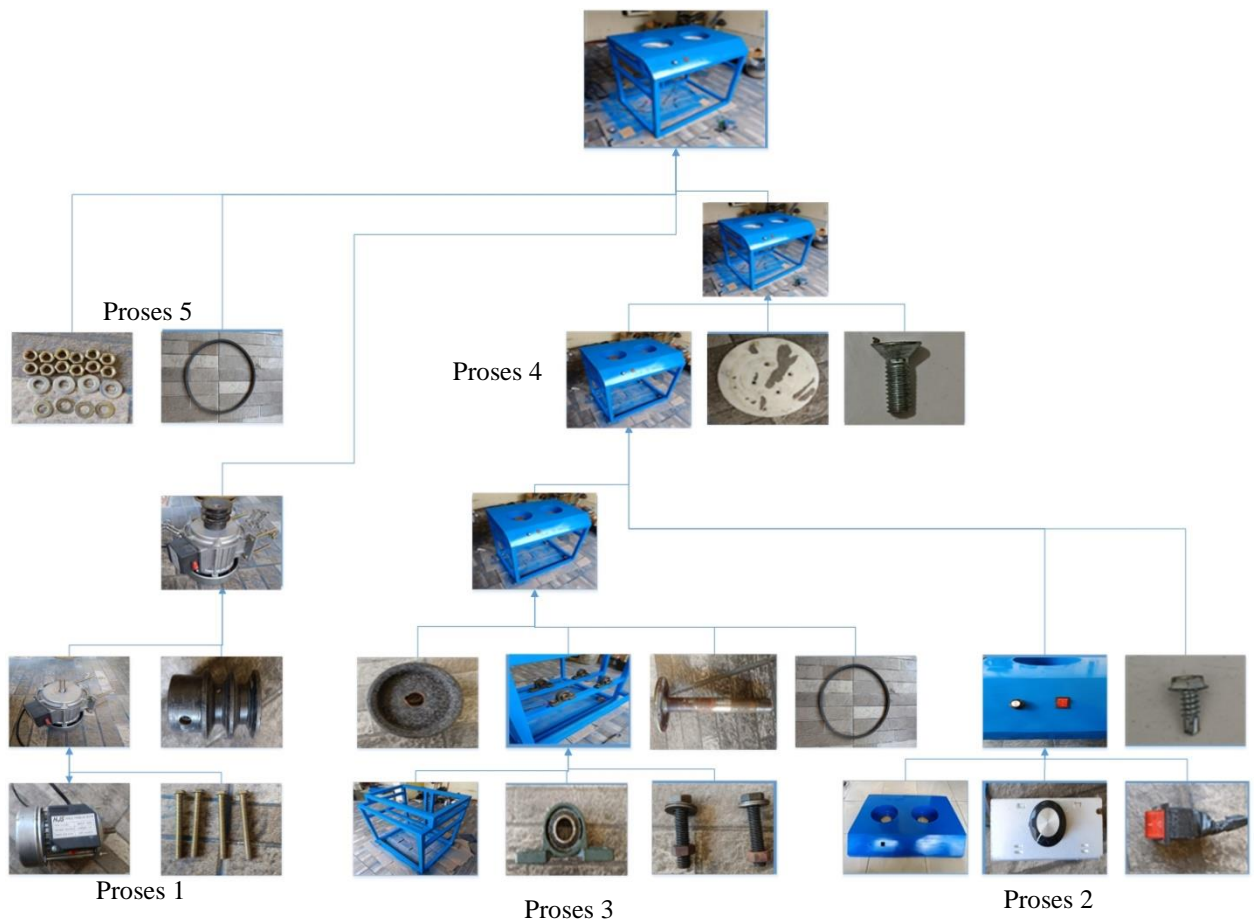
Rangka = 295 menit
 Poros, bantalan, piringan = 460 menit
 Cover/penutup mesin = 195 menit
 = 295 + 460 + 195
 = 950 menit

Dari tabel 1 waktu yang diperlukan dalam pembuatan mesin poles yaitu 950 menit, jika dikoversikan dari menit ke jam, berarti membutuhkan waktu kurang lebih 16 jam. Di asumsikan biaya pekerja 33.000/jam dengan dikerjakan oleh 1 orang. Waktu jam kerja dalam sehari adalah 7 jam, jadi biaya karyawan dalam satu hari

- Biaya pekerja = 7 x 33.000
 = Rp. 231.000,-

B. Proses Assembly

A. Flowcart Proses *Assembly* dapat dilihat pada flowcart gambar 7 dan hasil dari assembly mesin poles dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Flowcart assembly

Keterangan Proses *Assembly* :

1. Proses Assembly Pertama
 - B. Memasang baut adjusment ke motor
 - C. Memasang pulley ganda ke poros motor
 2. Proses Assembly Kedua
 - a. Memasang dimer dan saklar ke cover rangka
- Proses Assembly Ketiga

- a. Memasang bearing ke rangka kemudian memasang baut bearing
- b. Mengencangkan baut bearing
- c. Memasang poros ke pulley, bearing, dan sekaligus memasang belt pada pulley, namun belt masih dalam keadaan menggantung, belum terpasang sepenuhnya ke pulley
3. Proses Assembly Keempat
 - a. Memasang cover ke rangka yang telah terpasang dimmer dan saklar
 - b. Setelah proses pertama, kedua, ketiga selesai dan cover telah terpasang. Kemudian memasang piringan ke bantalan poros
 - c. Kemudian mengencangkan baut piringan
4. Proses Assembly Kelima
 - a. Semua proses selesai, proses ke lima proses memasang sepenuhnya belt ke pulley poros dan pulley motor
 - b. Memasang baut pengencang motor untuk mengatur kekencangan pada belt.



Gambar 8. Mesin poles

C. Perhitungan waktu actual dan teoritis dari proses *assembly*

Dapat dilihat untuk hasil perhitungan waktu actual dari proses assembly pada tabel 4 untuk perhitungan waktu actual assembly motor, tabel 5 perhitungan waktu actual assembly cover, dimmer dan saklar, tabel 6 perhitungan actual assembly rangka akhir, gabungan dan assembly 1 dan 2.

Tabel 4. Assemby motor

<i>Total time</i>	<i>Min. Part</i>	<i>Items name</i>
1.85	1	Motor
5.21	0	Ring baut pengunci motor
10.95	1	Baut pengunci motor
-	-	Membalikkan posisi motor
32.87	1	Mur pengunci motor a
-	-	Memutar 90° posisi motor
3.23	1	Pulley ganda
8.83	1	Baut penahan pulley

Tabel 5. Assembly cover, dimmer dan saklar

<i>Total time</i>	<i>Min. Part</i>	<i>Items name</i>
7.4	1	Cover atas
	-	Membalikkan posisi cover
37.59	1	Dimmer
20.28	1	Saklar on/off
	-	Putar cover ke posisi awal
3.57	0	Handle dimmer

Tabel 6. Assembly rangka akhir, gabungan dari assembly 1 dan 2

<i>Total time</i>	<i>Min. Part</i>	<i>Items name</i>
10.3	1	Rangka
15.7	1	Bearing
11.2	0	Ring baut pengunci bearing
36.7	1	Baut pengunci bearing
12.1	0	Ring mur pengunci bearing
72.5	1	Mur pengunci bearing
5.8	1	Poros a
7.64	1	Pulley a
4.3	1	V belt a
4.49	1	Poros b
5.3	1	Pulley b
4.63	1	V belt b
13.39	-	Menggabungkan sub assembly 2 ke rakitan akhir
55	1	Baut pengunci cover
5.28	0	Piringan
103.68	1	Skrup pengunci piringan
14.51	-	Menggabungkan sub assembly 1 ke rakitan akhir
6.14	-	V belt a
7.22	-	V belt b
28.81	1	Mur pengunci motor
79.65	-	Ajusting belt pulley a
76.93	-	Ajusting belt pulley b
712.95	21	Design efficiency
T_m		$\frac{3 X N M}{T M} = 0,0884$

Pada tabel 7 perbandingan waktu teoritis dan aktual dari proses assembly mesin poles

Tabel 7. Perbandingan waktu teoritis dan aktual

Kriteria	Analisa teoritis	Analisa aktual
Jumlah part	21	21
Selisih jumlah part aktual dengan jumlah part minimum teoritis (nm)	21	21
Total waktu perakitan (tm)	0.1069	712.95
Design efficiency (e)	0.1059 (10.59%)	0.0884 (8,84%)

D. Uji Fungsional

Pada uji fungsional ini menguji mesin apakah dapat digunakan atau perlu perbaikan, pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian, yang pertama pengujian berapa rpm yang di dapat pada putaran piringan 1 dan 2 menggunakan alat tachometer, dapat dilihat pada gambar 7 dan 8, dan kemudian dilakukan pengujian pomelesan pada sampel aluminium, dan tahap terakhir uji kekasaran sampel untuk melihat berapa kekasaran yang di dapat setiap sampel.

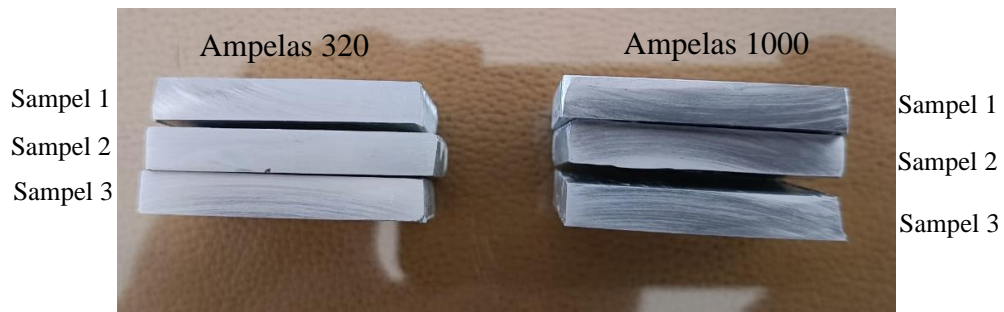


Gambar 9. Rpm piringan 1



Gambar 10. Rpm piringan 2

Hasil yang didapat dalam pengujian rpm menggunakan alat tachometer pada piringan 1 mendapatkan hasil kecepatan putaran piringan 804 rpm dan piringan 2 1004 rpm. Setelah mendapatkan berapa rpm setiap piringan, dilanjutkan tahap pomelesan sampel. Pada tahap ini bertujuan untuk mencari kekasaran pada permukaan sampel yang telah melewati uji poles, pengujian menggunakan 6 sampel material plat aluminium dengan tebal 10mm yang dipoles menggunakan kertas ampelas dengan kekasaran 320 untuk grinding pada piringan 1 dan 1000 untuk finishing pada piringan 2. Hasil dari pengujian poles dapat dilihat pada gambar 10.

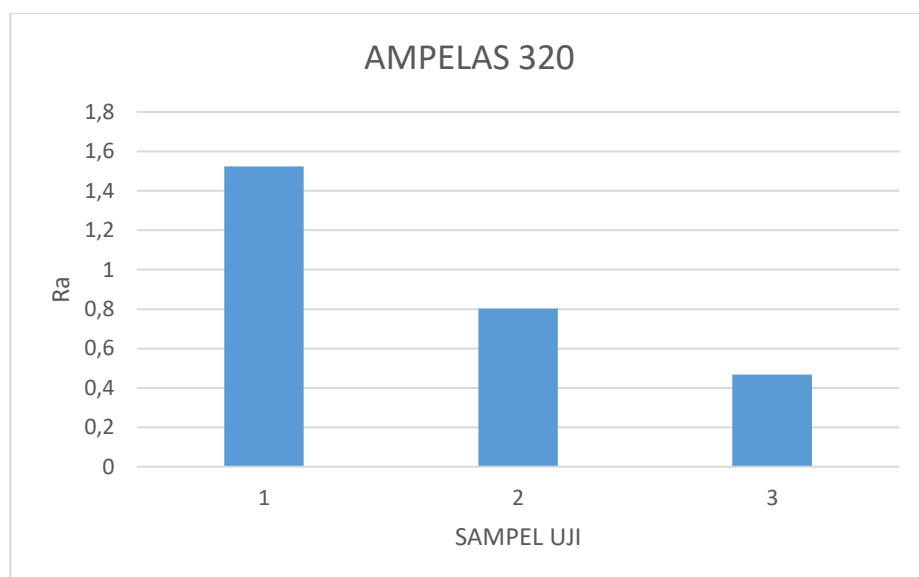


Gambar 11. Hasil sampel poles

Setelah proses pemolesan selesai dilanjutkan uji terakhir yaitu uji kekasaran pada permukaan sampel yang telah di poles. Pengujian ini menggunakan alat *SURFACE ROUGHNESS TESTER*. Dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9

Tabel 8. Proses polishing dengan kertas amepelas kekasaran 320

sampel	rpm	waktu pemolesan	Ra
1	804 rpm	1 menit	1,524 μm
2	804 rpm	2 menit	0,803 μm
3	804 rpm	3 menit	0,468 μm



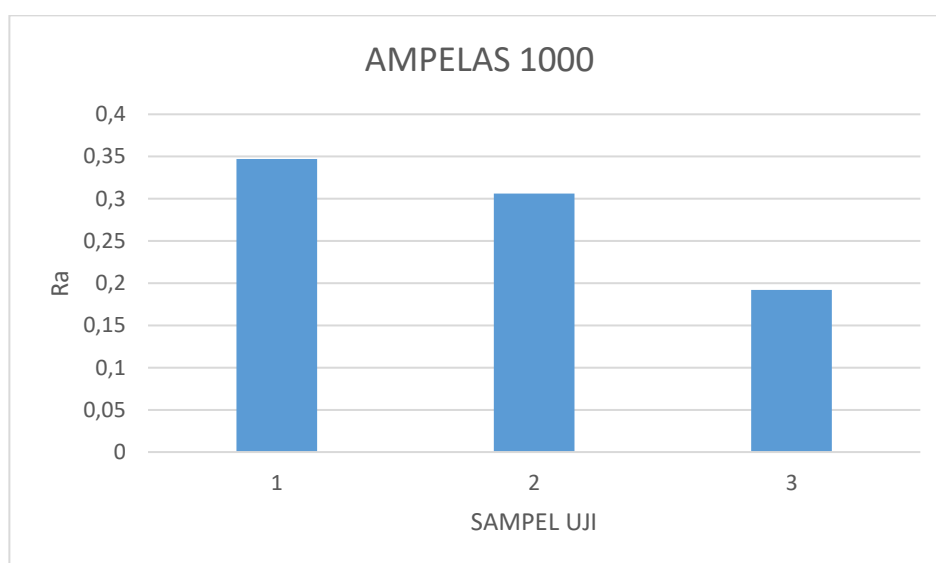
Gambar 12. Diagram uji kekasaran sampel menggunakan ampelas 320

Pada hasil uji kekasaran menggunakan alat *Surface roughness Tester*, saat pemolesan menggunakan ampelas dengan kekasaran 320 menghasilkan diagram diatas yang dimana :

1. Waktu pemolesan sampel 1 1 menit menghasilkan kekasaran permukaan 1,524 μm
2. Waktu pemolesan sampel 2 2 menit menghasilkan kekasaran permukaan 0,803 μm
3. Waktu pemolesan sampel 3 3 menit menghasilkan kekasaran permukaan 0,468 μm

Tabel 9. Proses polishing dengan kertas ampelas kekasaran 1000

sampel	rpm	waktu pemolesan	Ra
1	1004	1 menit	0,347 μm
2	1004	2 menit	0,306 μm
3	1004	3 menit	0,192 μm

**Gambar 13.** Diagram uji kekasaran sampel menggunakan ampelas 1000

Pada hasil uji kekasaran menggunakan alat *Surface roughness Tester*, sebelum pemolesan dengan ampelas kekasaran 1000, sampel dipoles menggunakan ampelas 320 dengan waktu yang sama, dan berikut hasil dari uji kekasaran setelah pemolesan :

1. Waktu pemolesan sampel 1 1 menit menghasilkan kekasaran permukaan 0,347 μm
2. Waktu pemolesan sampel 2 2 menit menghasilkan kekasaran permukaan 0,306 μm
3. Waktu pemolesan sampel 3 3 menit menghasilkan kekasaran permukaan 0,192 μm

E. Perhitungan Biaya Produksi Dan Harga Jual

1. Berikut hasil anggaran produksi untuk pembuatan mesin poles. Data anggaran dari biaya bahan baku mesin poles dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Anggaran biaya bahan baku.

No	Bahan	Harga satuan (Rp)	Panjang (MM)	Jumlah	Harga (Rp)
1	Besi hollow galvanis	130.000	6000	3	390.000
2	Besi ST 37	100.000	3000	2	200.000
3	Besi astm A36	50.000	-	2	100.000
4	Plat Stainles Steel 0,8 mm	100.000	1200 x 800	2	200.000
5	Nilon	65.000	200x200x10	2	170.000
6	Motor	200.000	-	1	200.000

7	Puli ganda	30.000	-	1	30.000
8	Puli	50.000	-	2	100.000
9	Bearing	30.000	-	4	120.000
10	Belt	25.000	-	3	75.000
Total					1.855.000

Dapat dilihat pada tabel 11 untuk anggaran biaya perlengkapan

Tabel 11. Anggaran Biaya perlengkapan

No	Bahan	Harga satuan (Rp)	Jumlah	Harga (Rp)
1	Elektroda	100.000	1	100.000
2	Baut, ring, mur 19mm	2.000	8	16.000
3	Baut, ring, mur 12mm	1.500	4	6.000
4	Baut skrup 8 mm	100	14	1.400
5	Baut skrup	200	8	1.600
6	Pisau gerinda potong	6.000	3	18.000
7	Pisau gerinda ampelas	6.000	1	6.000
8	Cat	15.000	2	30.000
9	Kertas ampelas	4.000	4	16.000
10	Kabel	5.000	2	10.000
11	Saklar on/off	5.000	1	5.000
12	Dimmer	45.000	1	45.000
Total				255.000

Maka semua biaya dari bahan baku dan perlengkapan :

= Rp. 1.855.000 + 255.000

= Rp. 2.140.000,-

2. Harga Jual

Pada tabel 12 terdapat biaya listrik pemakaian alat yang digunakan untuk pembuatan mesin poles

Tabel 12. Biaya alat listrik

Alat	Watt	Lama pemakaian (jam)/hari	Total (watt)	Kwh	1 kwh (Rp)	Biaya/hari	Biaya/bulan
Mesin bubut	550	4	2.200	2,2	1.500	3.300	99.000
Mesin las	450	4	1.800	1,8	1.500	2.700	81.000
Mesin milling	550	4	2.200	2,2	1.500	3.300	99.000
Gerinda tangan	580	5	2.900	2,9	1.500	4.350	130.500

Untuk menentukan harga penjualan dibutuhkan total biaya alat listrik perhari. Total dari biaya alat listrik perhari yaitu

= 3.300 + 2.700 + 3.300 + 4.250

= Rp. 13.650

Setelah harga listrik perhari sudah ditentukan, selanjutnya membuat tabel harga penjualan serta berapa persen untuk mengambil keuntungan, dapat dilihat pada table 13.

Tabel 13. Harga pokok penjualan (HPP)

Biaya Produksi	Harga Pokok Produksi	
1. Biaya Bahan Baku	Rp	1.885.000,00
2. Biaya Perlengkapan	Rp	255.000,00
Total Harga Pokok Produksi	Rp	2.140.000,00
Beban Operasional		
1. Gaji Karyawan	Rp	231.000,00
2. Listrik	Rp	13.650
3. Transport	Rp	20.000
Total Beban Operasional	Rp	264.650,00
Harga Pokok Penjualan	Rp	2.404.650,00
Harga Jual		
Keuntungan (%)		30%
Total Harga Penjualan	Rp	3.126.045,00

Total semua biaya pembuatan mesin poles mulai dari bahan baku, perlengkapan, gaji karyawan, listrik, transport telah terinci pada tabel 7. Dalam penjualan mengambil keuntungan 30% dari harga modal, jadi total harga penjualan mendapatkan harga jual Rp. 3.126.045,-

VII. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses manufaktur mesin poles menggunakan piringan ganda untuk proses metalografi ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses-proses dalam pembuatan mesin poles meliputi : desain gambar, komponen mesin poles yang dibuat dan dibeli, proses manufaktur mesin poles serta waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan mesin poles, proses perakitan (*Assembly*), dan menentukan harga jual mesin poles yang telah dibuat.
2. Perbedaan nilai efisiensi perakitan secara teoritis dengan nilai perakitan secara aktual yaitu 1,75% yang dimana nilai perakitan efisiensi secara teoritis yaitu 10,59% sedangkan nilai perakitan efisiensi secara aktual yaitu 8,84%.
3. Rpm yang di dapat pada piringan 1 untuk grinding 804 rpm sedangkan piringan 2 untuk finishing 1004 rpm
4. Pada uji kekasaran sampel, pada ampelas 320 sampel 1 waktu pemolesan selama 1 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 1.524 μm , sampel 2 waktu pemolesan 2 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 0,803 μm , sampel 3 waktu pemolesan 3 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 0,468 μm . Dilanjutkan pomelasan menggunakan ampelas dengan kekasaran 1000, sampel 1 waktu pemolesan 1 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 0,347 μm , sampel 2 waktu pemolesan 2 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 0,306 μm , sampel 3 waktu pemolesan 3 menit kekasaran permukaan yang dihasilkan 0,192 μm . jadi semakin lama waktu pemolesan dan semakin banyak tahapan pemolesan dalam kekasaran kertas ampelas akan menghasilkan kekasaran permukaan paling rendah, jadi bisa dikatan sangat halus.
5. Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan mesin poles piringan ganda ini sebesar 2.140.000,-
6. Mesin poles dengan piringan ganda jika di jual dengan mengambil keuntungan 30% adalah sebesar 3.126.045,-

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada prodi Teknik Mesin Univeristas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab dan juga teman teman yang telah membantu saya untuk penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Suhandi, L. Anggraini, and L. Anggraini, "Analisa Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Pada Copper-Iron Melalui Proses Mechanical Milling Dan Continuous Sintering," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 2, no. 02, pp. 88–99, 2017, doi: 10.33021/jmem.v2i02.327.
- [2] F. B. Susetyo, M. Muslih, M. A. Febrianto, and B. Basori, "Rancang Bangun Mesin Poles Piringan Tunggal (Single Disc) Untuk Proses Metalografi," *J. Ilm. Giga*, vol. 24, no. 1, p. 17, 2021, doi: 10.47313/jig.v24i1.1070.
- [3] M. Mandala, E. Siradj, and S. Djamil, "STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS ALUMINIUM (Al-Si) PADA PROSES PENGECORAN MENGGUNAKAN CETAKAN LOGAM, CETAKAN PASIR DAN CETAKAN CASTABLE," *Poros*, vol. 14, no. 2, p. 88, 2017, doi: 10.24912/poros.v14i2.841.
- [4] Windarta and D. Setiawan, "Optimasi Balancing Putaran pada Mesin Poles Piringan Ganda Untuk Pengujian Metalografi," *J. Univ. Muhamadiyah Jakarta*, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- [5] D. Sebagai, S. Satu, S. Untuk, and M. Gelar, "Skripsi Perancangan Mesin Polish Sederhana Untuk Proses Metalografi," 2020.
- [6] I. Fadhilah, "Analisis Struktur Mikro (Metalografi)," *J. Ilm.*, p. 1, 2018.
- [7] L. Teori, "Rancang Bangun Mesin Ampelas Dan Poles".
- [8] K. A. PUSTAKA Kajian Teori, "BAB II."
- [9] M. M. Rozaq and I. Iswanto, "Analisa Pengaruh Gerak Makan Dan Putaran Spindel Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 2, no. 1, p. 13, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.842.
- [10] Dirgantara, "Mesin Penambangan," pp. 4–21, 2017.
- [11] I. D. Kurniati *et al.*, *Buku Ajar*. 2015.
- [12] B. A. Hanggara and M. R. Harahap, "Pengaruh Posisi Pengelasan SMAW Dengan Variasi Posisi Elektroda E3086 Terhadap Kekuatan Impak Pada Stainless Steel AISI 304," *Piston*, vol. 4, no. 1, pp. 22–28, 2019.
- [13] I. Prakoso, "Analisa Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Draw Bar Mesin Milling Aciera Dengan Proses Cnc Turning," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 3, p. 1, 2017, doi: 10.22441/jtm.v3i3.1022.
- [14] A. I. G. Kerja and B. I. Bahan, "Bab ii," pp. 7–51.
- [15] U. Jember, F. T. Pertanian, and T. Pertanian, "Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember," 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.