

Rancang Bangun Mesin Poles Magnetik Portabel Dengan Menggunakan Media Pemoles Jarum Magnetik

Ilham Rofiqul Alam¹, Diah Wulandari^{2*}, Andita Nataria Fitri Ganda³, Arya Mahendra Sakti⁴,

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: diahwulandari@unesa.ac.id

Abstrak: Mesin poles magnetik adalah salah satu metode *finishing* yang bisa digunakan untuk menghaluskan permukaan material. Pada umumnya mesin poles magnetik yang ada memiliki ukuran besar dengan skala industri. Penelitian ini bertujuan untuk rancang bangun mesin poles magnetik portabel dengan menggunakan motor 1/4 HP dengan media pemoles jarum magnetik untuk proses *finishing* pada material. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan *Research and Development* (R&D), yang meliputi perancangan, perhitungan teknis komponen, pembuatan mesin, pengujian serta evaluasi pada mesin poles magnetik portabel. Dengan mempertimbangkan variabel seperti kecepatan putaran mesin 1400rpm dan waktu 2 menit, serta perbandingan material uji dengan jarum magnetik. Medan magnet dibuat dengan menggunakan magnet jenis neodymium dengan tingkat kekuatan magnet N52. Hasil penelitian ini adalah mesin poles magnetik portabel ini dapat menurunkan kekasaran permukaan pada material uji. Penurunan kekasaran tertinggi terjadi pada material plat besi 50mm x 50mm dengan persentase 31,95%. Sedangkan pada mur dan baut serta pipa logam Ø50mm x 50mm menunjukkan persentase yang lebih rendah.

Kata kunci: Mesin Poles Magnetik, Jarum Magnetik, Kekasaran Permukaan.

Abstract: Magnetic polishing machine is one of the finishing methods that can be used to smooth the surface of the material. In general, existing magnetic polishing machines are large in size with industrial scale. This study aims to design a portable magnetic polishing machine using a 1/4 HP motor with a magnetic needle polishing media for the finishing process on the material. This study uses the Research and Development (R&D) approach method, which includes design, technical calculation of components, machine manufacturing, testing and evaluation on a portable magnetic polishing machine. By considering variables such as engine rotation speed of 1400rpm and time of 2 minutes, as well as a comparison of test materials with magnetic needles. The magnetic field is created using a neodymium magnet with a magnetic strength level of N52. The results of this study are that this portable magnetic polishing machine can reduce the surface roughness of the test material. The highest reduction in roughness occurred in 50mm x 50mm iron plate material with a percentage of 31.95%. While the nuts and bolts and metal pipes Ø50mm x 50mm showed a lower percentage.

Keywords: Magnetic Polishing Machine, Magnetic Needle, Surface Roughness.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada awal abad 20 berkembang semakin pesat, hal tersebut melahirkan teknologi informasi dan proses produksi yang bisa dikendalikan secara otomatis. Saat ini, Indonesia menghadapi revolusi industri yang mendorong terciptanya inovasi teknologi yang memberikan perubahan fundamental terhadap kehidupan masyarakat [1]. Karena pengembangan teknologi produksi memainkan peranan yang sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk. Salah satu aspek kunci pada proses produksi adalah proses *finishing*.

Proses *finishing* adalah urutan terakhir dari urutan proses produksi yang memiliki peran untuk memastikan bahwa produk yang diproduksi dalam keadaan yang baik dan sempurna dari segi mutu,

penampilan dan kesesuaian dengan spesifikasi [2]. Salah satu dari sekian banyak proses *finishing* adalah metode *polishing* atau poles.

Poles atau *polishing* merupakan proses untuk mengikis atau meratakan permukaan produk[3]. Proses poles sendiri berfungsi untuk menghilangkan cacat-cacat pada permukaan serta menghaluskan permukaan suatu produk. Secara umum proses pemolesan bertujuan memperbaiki benda kerja agar tampak mengkilap, halus, menghilangkan oksidasi, serta mengurangi karat/korosi pada material logam seperti pipa, plat dan yang lainnya.

Pada umum mesin poles yang diketahui oleh masyarakat selama ini terbatas pada satu fungsi / kegunaan untuk satu mesin. Dipasaran mesin poles dengan berbagai fungsi dan kegunaan cukup sulit dijumpai. Adapun beberapa proses pemolesan

memerlukan waktu yang cukup lama, hal tersebut dipengaruhi oleh ukuran dan kerumitan bentuk suatu produk [4].

Seiring kemajuan teknologi yang terus berkembang, semakin banyak pula mesin poles yang diciptakan sesuai dengan berbagai kebutuhan di berbagai industri dan penggunaannya. Banyak industri manufaktur yang terus berusaha agar meningkatnya produktifitas produksi dengan mesin poles. Oleh karena itu, inovasi dalam desain dan teknologi mesin poles menjadi sangat penting pada industri [5].

Di antara berbagai jenis mesin poles, mesin poles magnetik menjadi salah satu teknologi yang menjanjikan dalam meningkatkan kualitas produksi dalam industri [6]. Mesin poles magnetik adalah mesin poles yang menggunakan gaya magnet sebagai penggerak partikel abrasif pada proses pemolesan, untuk menghilangkan kekasaran pada material. Mereka menggunakan mesin frais yang telah dimodifikasi sebagai mesin poles magnetik sehingga memiliki ukuran yang relatif besar. Partikel abrasif biasanya berjenis *silikon carbida (SiC)*, *iron particles*, *aluminium oxide magnetic abrasive*, dan masih banyak lainnya [7]. Adapun jarum magnetik dibandingkan partikel abrasif diatas memiliki keunggulan dapat bertahan selama 3-5 tahun di lingkungan yang umum.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe mesin poles magnetik dengan media jarum poles magnetik. Dalam penelitian ini, beberapa batasan telah ditetapkan untuk memfokuskan dan membatasi cakupan penelitian: (1) Penelitian ini hanya fokus pada proses rancang bangun mesin poles magnetik portabel dengan menggunakan motor listrik 1/4 HP; (2) Sempel uji menggunakan 3 material berbahan logam yaitu plat besi 50mm x 50mm, pipa logam Ø50mm x 50mm, mur dan baut dengan media jarum poles magnetik.

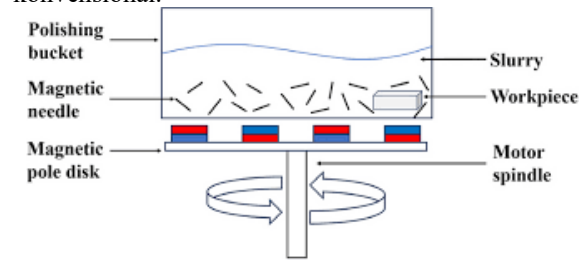
DASAR TEORI

Mesin Poles Magnetik

Mesin poles magnetik adalah salah satu perangkat yang digunakan dalam industri manufaktur untuk memoles dan menyelesaikan permukaan logam dan material lainnya dengan menggunakan prinsip medan magnet. Mesin ini melakukan pemolesan yang memberikan hasil yang halus dan presisi tanpa merusak permukaan benda kerja. Pada penggunaannya mesin poles magnetik dapat digunakan untuk menyelesaikan sebagian besar komponen mekanis dengan tanpa batasan bentuk [8].

Adapun itu mesin poles magnetik bekerja dengan memanfaatkan medan magnet untuk menggerakkan media pemoles yang biasanya berupa partikel ferromagnetik atau abrasif magnetik. Partikel-partikel ini berinteraksi dengan medan magnet, sehingga menciptakan gaya yang cukup kuat untuk mengikis atau menghaluskan permukaan benda kerja. Keunggulan utamanya adalah kemampuan untuk memoles permukaan kompleks, seperti sudut tajam dan

area kecil, yang sulit dijangkau dengan metode konvensional.



Gambar 1. Skema proses pemolesan mesin poles magnetik [9]

Jarum Poles Magnetik

Jarum poles magnetik (*magnetic polishing needle*) adalah jarum pemoles yang bergerak cepat di bawah pengaruh medan magnet yang digunakan dalam proses pemolesan. Metode ini diterapkan untuk memperhalus permukaan benda kerja, terutama pada komponen berstruktur kompleks dan berketepatan tinggi. Jarum poles magnetik bekerja dengan berputar di sekitar benda kerja, yang kemudian menghasilkan gesekan membersihkan untuk menghaluskan dan permukaan benda kerja dengan memanfaatkan medan magnet. Metode ini memiliki keunggulan karena dapat memoles area-area yang sulit dijangkau oleh teknik konvensional, seperti bagian sudut atau celah kecil pada benda yang kompleks [10].

Jarum poles magnetik memiliki beberapa tingkatan ukuran mulai dari: 0,2 x 5 mm; 0,3 x 5 mm; 0,5 x 5 mm, 0,7 x 5 mm; 1,0 x 5 mm; 1,2 x 5 mm [11]. Dikarenakan ukurannya perlu ditangani dengan hati-hati. Adapun kelebihan dari jarum poles magnetik adalah baja tahan karat bersifat permanen dan dapat bertahan selama 3-5 tahun di lingkungan yang umum.

Komponen Mesin Poles Magnetik

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik memiliki 2 bagian utama yaitu stator dan rotor. Pemilihan daya motor listrik bisa direncanakan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung torsi pada motor listrik sesuai dengan beban yang diinginkan [12]:

$$\tau = F \times r$$

Keterangan:

$$\tau = \text{torsi (Nm)}$$

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$r = \text{jari-jari (m)}$$

Setelah diketahui kekuatan torsi yang diperlukan bisa dicari daya rencana untuk pemilihan motor listrik dengan menggunakan persamaan [13]:

$$P = \tau \times \omega$$

Keterangan:

$$P = \text{daya keluaran (Watt)}$$

$$\tau = \text{torsi (Nm)}$$

$$\omega = \text{kecepatan motor (rad/s)}$$

2. Poros

Poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Sebagai elemen krusial dari mesin, poros berfungsi untuk meneruskan dan mempertahankan gerakan putaran dari motor. Peranan seperti itu dapat dilakukan oleh poros. Untuk merencanakan diameter dari poros memerlukan persamaan sebagai berikut [14]:

$$ds = \sqrt{\frac{5,1}{\tau a} \times K_t \times C_b \times T}$$

Keterangan:

- ds = diameter poros
- ta = tegangan yang diijinkan
- Cb = factor koreksi beban lentur
- Kt = factor koreksi momen punter
- T = momen rancana (kg.mm)

3. Kopling

Kopling (*clutch*) adalah bagian yang mekanis terletak di antara mesin dan transmisi. Fungsi utama kopling adalah untuk menghubungkan dan memutuskan putaran mesin ke transmisi. Untuk bisa mengetahui ukuran kopling dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [15]:

$$D_2 = 2 \times d$$

$$L = 1,5 \times d$$

Keterangan:

- D_2 = Diameter luar (mm)
- d = Diameter poros (mm)
- L = Panjang kopling (mm)

4. Base Magnet

Mesin poles magnetik bekerja dengan memanfaatkan medan magnet untuk menggerakkan media abrasif magnetik (biasanya berupa partikel ferromagnetik atau jarum magnetik). Medan magnet tersebut menciptakan gaya yang mengarahkan partikel abrasif ke permukaan benda kerja, sehingga partikel tersebut bergerak dan mengikis permukaan benda dengan lembut untuk mendapatkan hasil yang halus dan presisi.

Medan magnet biasanya dibuat dengan magnet permanen yang ditempatkan secara strategis untuk menciptakan medan magnet yang kuat dan terkonsentrasi di area tertentu. Variasi medan magnet yang dihasilkan, baik secara kekuatan maupun arah, memungkinkan kontrol yang presisi terhadap gerakan partikel abrasif. Gaya magnetik yang diberikan bisa dihitung dengan persamaan sebagai berikut [16]:

$$Fx = V \times H(\partial H / \partial z)$$

Keterangan:

- F = Gaya magnetik
- V = Volume partikel magnetik
- H = Kekuatan medan magnet
- x = Kerentanan partikel magnetik
- $\partial H / \partial z$ = Kekuatan medan magnet dalam arah z

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara wadah pemoles dengan medan magnet menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$B = \mu H = \mu_0(1 + x) H$$

Dimana:

- B = Kerapatan fluks magnetik
- H = Kekuatan medan magnet
- μ_0 = permeabilitas ruang bebas
- x = Kerentanan partikel magnetik

5. Wadah Pemoles

Wadah pemolesan dalam mesin poles magnetik berfungsi sebagai tempat di mana benda kerja dan media abrasif ditempatkan selama proses pemolesan. Desain wadah pemolesan sangat mempengaruhi efisiensi dan hasil akhir pemolesan, terutama karena medan magnet dihasilkan di sekitar atau di dalam wadah tersebut. Material wadah pemolesan biasanya terbuat dari material non-magnetik seperti *stainless steel*, plastik, atau keramik untuk memastikan medan magnet tidak terdistorsi oleh wadah itu sendiri [16]. Dalam penelitian ini, wadah pemoles dimodelkan sebagai tabung akrilik. Maka dari itu persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

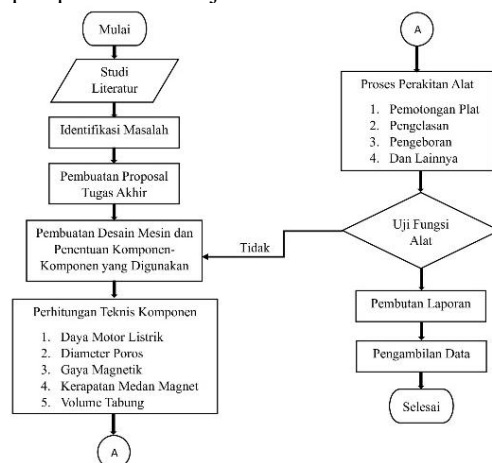
$$V = 1/4 \pi r^2 t$$

Dimana:

- V = Volume tabung
- π = 3,14 atau $\frac{22}{7}$
- r = Jari-jari lingkaran
- t = Tinggi tabung

METODE

Penelitian ini pendekatan yang dipilih adalah metode Research and Development (R&D). R&D dipilih karena bertujuan mengembangkan dan menguji mesin poles magnetik portabel untuk proses finishing pada material. Langkah-langkah penelitian meliputi perancangan, perhitungan teknis komponen, pembuatan mesin, pengujian serta evaluasi. Alur tahapan penelitian disajikan dalam flowchart berikut :



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Prosedur penelitian yang dijelaskan di bawah ini menguraikan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam rangka merancang dan membangun mesin poles magnetik portabel untuk proses *finishing* adalah:

Studi literatur: Pada tahap ini yaitu mencari referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, dan lain-lain yang relevan dengan rancang bangun mesin poles magnetik portabel untuk proses *finishing* material plat besi 50mm x 50mm, pipa logam Ø50mm x 50mm, serta mur dan baut.

Identifikasi masalah: Dilakukan evaluasi mendalam terhadap kendala-kendala yang mungkin timbul selama proses pengembangan mesin poles magnetik portabel. Hal ini mencakup analisis terhadap potensi masalah teknis, keamanan, dan keandalan, serta identifikasi solusi-solusi yang mungkin diperlukan.

Rancangan dan desain: Tahap ini meliputi perancangan desain teknis mesin poles magnetik beserta seluruh komponen pendukungnya. Perancangan mencakup pemilihan motor listrik, magnet, jarum poles magnetik dan desain mesin poles magnetik, termasuk pemilihan material untuk *chamber* / wadah pada proses pemolesan.

Perhitungan Teknis Komponen: Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa komponen yang digunakan memenuhi spesifikasi, aman, efisien, dan sesuai dengan fungsinya. Perhitungannya mencakup daya motor listrik, diameter poros, gaya magnetik, kerapatan medan magnet, dan volume wadah pemoles.

Proses perakitan alat: Proses perakitan alat dilakukan setelah selesai membuat desain alat. Tahap ini dimulai dengan pembuatan komponen dari mesin poles magnetik secara terpisah. Setelah semua *part* selesai akan di *assembly* pada setiap bagian per *part* hingga menjadi mesin yang siap digunakan. Untuk proses perancangan alat meliputi proses pengelasan, pemotongan plat menggunakan gerinda, dan proses pengeboran menggunakan bor.

Pengujian dan evaluasi: Tahap ini mesin poles magnetik diuji secara untuk mengetahui dan mengevaluasi kinerjanya. Tahap ini bertujuan untuk memastikan alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang telah ditentukan. Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi potensi perbaikan dan penyempurnaan sebelum implementasi massal.

Pengambilan data: Setelah proses tahap uji fungsi alat dan mesin berjalan dengan normal akan dilakukannya pengambilan data seperti hasil dari proses pemolesan.

Pembuatan Laporan Hasil: dari penelitian, termasuk temuan, analisis, serta rekomendasi, akan didokumentasikan dalam laporan akhir. Laporan ini mencakup detail tentang proses perancangan, pembuatan, pengujian, dan evaluasi mesin poles magnetik portabel untuk proses *finishing* pada material, plat besi 50mm x 50mm, pipa logam Ø50mm x 50mm, mur dan baut.

Setiap tahapan dalam prosedur penelitian memiliki peran yang penting untuk memastikan keberhasilan mesin poles magnetik portabel yang dikembangkan. Fokus utama mencakup optimasi teknis dan keamanan, dari mesin poles magnetik portabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan menyajikan hasil dari penelitian ini mulai dari perhitungan komponen, proses perakitan alat, prosedur pengujian dan hasil uji fungsi dari mesin poles magnetik portabel.

Perhitungan Komponen

1. Perhitungan Daya Motor

Kriteria motor yang direncanakan diantaranya adalah kecepatan putaran 1400rpm, dan beban maksimal 1kg, dengan luas base magnet 12cm. Dari uraian diatas perlu diketahui terlebih dahulu torsi yang menggunakan persamaan:

$$\tau = F \times r$$

Sehingga,

$$F = m \times g$$

$$F = 1kg \times 9,81m/s^2$$

$$F = 9,81 N$$

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 9,81N \times 0,06m$$

$$\tau = 0,586Nm$$

Setelah diketahui besar torsi yang dihasilkan bisa ditentukan daya rencana dari motor menggunakan persamaan:

$$p = \tau \times \omega$$

Sehingga,

$$p = \tau \times \omega$$

$$p = 0,586Nm \times 146,6rad/s$$

$$p = 85,9 watt$$

Jadi motor yang digunakan harus memiliki daya diatas 85,9 watt (0,11hp), sehingga motor yang akan digunakan disini adalah motor listrik 1/4 HP yang mana sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

2. Perencanaan Diameter Poros

Poros yang digunakan terbuat dari baja karbon atau SC40C dengan kekuatan tarik sebesar 55 kg/mm². Untuk merencanakan diameter poros transmisi memerlukan persamaan sebagai berikut:

$$ds = \sqrt{\frac{5,1}{\tau a} \times K_t \times C_b \times T}$$

Sehingga,

$$\tau a = \frac{\sigma B}{s f 1 \times s f 2}$$

$$\tau a = \frac{55kg/mm^2}{6,0 \times 3,0}$$

$$\tau a = 3,0555 kg/mm^2$$

$$ds = \sqrt{\frac{5,1}{\tau a} \times K_t \times C_b \times T}$$

$$ds = \sqrt{\frac{5,1}{3,0555} \times 1,5 \times 1,2 \times 59,75}$$

$$ds = 13,40 mm$$

Jadi poros Jadi poros harus memiliki diameter diatas 13,4mm. Pada perencanaannya menggunakan poros berdiameter 15mm.

3. Perencanaan Perhitungan Kopling

Kopling yang akan digunakan direncanakan berjenis *sleeve coupling*. Jenis kopling ini dipilih dengan mempertimbangkan beban dari poros yang tidak terlalu besar. Untuk merencanakan ukuran kopling menggunakan persamaan:

$$D_2 = 2 \times d$$

$$L = 1,5 \times d$$

Sehingga,

$$D_2 = 2 \times d$$

$$D_2 = 2 \times 13,4\text{mm}$$

$$D_2 = 26,8\text{mm}$$

$$L = 1,5 \times d$$

$$L = 1,5 \times 13,4$$

$$L = 20,1\text{mm}$$

Jadi *sleeve coupling* yang akan digunakan diameter luarnya harus lebih dari 26,8mm dengan panjang 20,1mm. Pada perencanaannya ukuran pada kopling adalah berdiameter luar 28mm dengan panjang 20mm.

4. Perencanaan Gaya Magnetik Yang Digunakan

Magnet yang akan digunakan adalah magnet neodymium N52 dengan bentuk silinder berukuran 25mm x 5mm. Sehingga untuk menentukan jumlah magnet yang digunakan perlu menghitung gaya magnetik pada arah z dengan jarak 20cm yang ada pada mesin poles magnetik menggunakan persamaan:

$$F_z = V \times H(\partial H / \partial z)$$

Sehingga,

- a. Volume partikel magnetik

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3,14 \times 12,5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3}$$

$$V = 2,453 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

- b. Magnetisasi magnetik

$$M = \frac{B_r}{\mu_0}$$

$$M = \frac{1,45T}{4\pi \times 10^{-7}}$$

$$M = 1,154 \times 10^6 \text{ A/m}$$

- c. Kerentanan partikel magnetik

$$x = \frac{M}{H}$$

$$x = \frac{1,154 \times 10^6 \text{ A/m}}{4,13764 \times 10^7 \text{ A/m}}$$

$$x = 0,0279$$

- d. Kekuatan medan magnet dalam arah z

$$\frac{\partial H}{\partial z} = - \frac{3B_r V}{2\pi \mu_0 z^4}$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = - \frac{3 \times 1,48T \times 2,453 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{2\pi (4\pi \times 10^{-7})(0,02)^4}$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = - 8,6 \times 10^6 \text{ A/m}^2$$

- e. Gaya magnetik

$$F_z = V \times H(\partial H / \partial z)$$

$$F_z = 2,453 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 0,0279 \times 4,13764 \times 10^7 \text{ A/m}^2 (- 8,6 \times 10^6 \text{ A/m}^2)$$

$$F_z = 31N$$

Jadi gaya magnetik satu magnet neodymium N52 pada arah z dengan jarak 20mm adalah 31N. Pada arah z gaya turun drastis dengan gaya sekitar 10–20% dari nilai maksimal. Sehingga diperlukan minimal 6 buah magnet agar gaya magnetik bisa untuk menghasilkan 186N untuk menjalankan mesin poles magnetik ini. Pada penerapannya menggunakan magnet sejumlah 8.

5. Persamaan Perhitungan Flusks Medan Magnet Dengan Wadah Pemoles

Untuk menghitung kerapatan media menggunakan persamaan berikut:

$$B = \mu H = \mu_0(1 + x) H$$

Sehingga,

$$B = \mu H = \mu_0(1 + x) H$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7}(1 + 0,0284) 4,13764 \times 10^7 \text{ A/m}$$

$$B = 53,47 \text{ T}$$

6. Perencanaan Wadah Pemoles

Model tabung digunakan untuk menyederhanakan perhitungan pada proses pemolesan. Pada saat dilakukan pemolesan wadah pemoles maksimal diisi ¼ dari ukuran asli, untuk itu persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{4} \pi r^2 t$$

Sehingga,

$$V = \frac{1}{4} \pi r^2 t$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 7,5^2 \cdot 10$$

$$V = 441,56 \text{ cm}^3$$

Jadi volume maksimal dari wadah pemoles ini adalah 441,56 cm³.

Proses Pembuatan Alat

Berikut merupakan langkah-langkah dalam proses pembuatan mesin poles magnetik portabel dengan menggunakan media jarum magnetik:

- 1) Langkah pertama adalah proses pembuatan kerangka utama di mesin poles magnetik, dengan menggunakan besi siku 30mm x 30mm dengan ketebalan 2mm.
- 2) Kemudian besi siku dipotong menggunakan gerinda sesuai dengan dimensi yang sudah ditentukan. Direncanakan mesin poles ini memiliki dimensi 250mm x 250mm x 350mm.
- 3) Langkah selanjutnya adalah melakukan penyambungan kerangka utama dengan proses pengelasan.
- 4) Lalu buat dudukan sebagai tumpuan untuk motor listrik dengan menggunakan besi siku dengan posisi motor berdiri.

- 5) Langkah selanjutnya adalah potong plat besi dengan ukuran 280mm x 280mm sebanyak 2 buah yang akan digunakan sebagai tumpuan wadah pemoles ketika proses pemolesan.
- 6) Kemudian buat lubang ditengah plat dengan menggunakan bor tangan. Kedua plat besi memiliki ukuran yang berbeda yaitu, untuk plat bagian bawah memiliki ukuran $\varnothing 120\text{mm}$ dan untuk bagian atas $\varnothing 150\text{mm}$.
- 7) Lalu lakukan penyambungan plat atas dan bawah dengan rangka utama mesin poles magnetik dengan metode pengelasan.
- 8) Pada bagian samping mesin poles magnetik dibuat tempat untuk peletakan tombol power dan pengatur kecepatan putaran mesin.
- 9) Langkah selanjutnya adalah pembuatan base magnet dengan ukuran $\varnothing 120\text{mm}$. Base magnet dibuat dari plat besi, kemudian plat dilubangi sebanyak 8 buah lubang untuk dengan masing-masing lubang berjarak 30mm.
- 10) Kemudian lakukan proses pelapisan pada kerangka mesin dengan cat sebagai langkah pencegahan terhadap terjadinya korosi pada mesin.
- 11) Pasang magnet pada base magnet dengan bantuan baut agar magnet tidak lepas ketika proses pengujian.
- 12) Pasang semua komponen utama mesin poles magnetik seperti motor listrik, tombol power, poros, base magnet dan wadah pemoles pada kerangka utama sehingga mesin siap untuk diuji fungsikan.
- 13) Mesin Siap Di uji fungsi.



Gambar 3. Hasil Perakitan Mesin

Prosedur Pengujian Alat

Setelah merencanakan mesin poles magnetik portabel melalui proses perhitungan dan pembuatan alat, maka langkah selanjutnya dilakukan proses pengujian. Prosedur pengujian alat adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapkan material uji yang akan dilakukan proses pemolesan. Material uji yang digunakan

antara lain plat besi 50mm x 50mm, pipa logam $\varnothing 50\text{mm} \times 50\text{mm}$, serta mur dan baut.

- 2) Masukkan media pemoles jarum magnetik ke dalam wadah pemoles.
- 3) Kalibrasi terlebih dahulu kecepatan putaran pada mesin dengan menggunakan tachometer hingga mendapatkan kecepatan motor 1400 rpm.
- 4) Kemudian masukkan salah satu material uji ke dalam wadah pemoles, lalu pasang tutup untuk menjaga keamanan selama proses pemolesan.
- 5) Hidupkan mesin poles magnetik untuk memulai proses pemolesan.
- 6) Jalankan mesin dalam siklus dengan durasi maksimum 2 menit.
- 7) Matikan mesin untuk melihat hasil pengujian.

Hasil Pengujian Alat

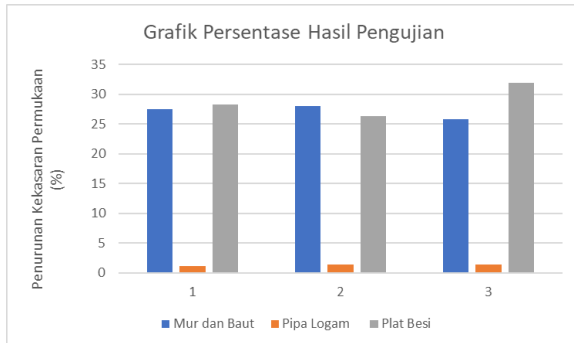
Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari mesin poles magnetik portabel berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian. Pengujian dilakukan dengan cara pemolesan dari berbagai material diantaranya adalah plat besi 50mm x 50mm, pipa logam $\varnothing 50\text{mm} \times 50\text{mm}$, serta mur dan baut. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan kecepatan putaran 1400 rpm dalam waktu 2 menit. Hasil dari pengujian adalah kekasaran permukaan dari material yang dapat dilihat dengan menggunakan surface roughness tester.

Hasil uji kemudian diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan alat *surface roughness tester*. Prosedur pengukuran dimulai dengan meletakkan benda uji secara stabil pada meja alat, kemudian stylus (jarum pengukur) alat dijalankan menyusuri permukaan benda untuk merekam kontur mikro secara linier, lalu data digital dikonversi menjadi parameter kekasaran seperti Ra (Roughness Average), Rz, dan Rt. Pengukuran dilakukan sesuai standar internasional, seperti ISO 4287. Alat uji yang digunakan adalah model profilometer Surfcom NEX001, dengan spesifikasi meliputi resolusi vertikal hingga $0.0001 \mu\text{m}$, rentang pengukuran vertikal maksimal $1000 \mu\text{m}$, dan akurasi tinggi yang cocok untuk permukaan logam hasil proses finishing. Pada penelitian ini diperoleh data kekasaran permukaan (Ra) sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Material dengan *Surface Roughness Tester*

Material Uji	Pengujian	Waktu (menit)	Putaran (Rpm)	Sebelum Pemolesan (μm)	Sesudah Pemolesan (μm)	Persentase (%)
Mur dan Baut	1	2	1400	2,6730	1,9386	27,47
	2	2	1400	2,6730	1,9251	27,98
	3	2	1400	2,6730	1,9827	25,83

pipa	1	2	1400	1,5595	1,5422	1,11
logam	2	2	1400	1,5595	1,5381	1,37
Ø50mm x	3	2	1400	1,5595	1,5376	1,40
50mm						
plat besi	1	2	1400	2,4313	1,7420	28,34
50mm x	2	2	1400	2,4313	1,7921	26,29
50mm	3	2	1400	2,4313	1,6543	31,95



Gambar 4. Grafik Persentase Hasil Pengujian

Pada tabel 1. hasil pengujian menggunakan material mur dan baut menunjukkan penurunan nilai kekasaran permukaan pada material uji. Kekasaran permukaan sebelum dilakukan pemolesan adalah 2,6730 μ m. Setelah dilakukan pemolesan penurunan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian 3 menjadi 1,9827 μ m dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 2 menjadi 1,9251 μ m, sedangkan pengujian 1 penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 1,9386 μ m. Dengan menggunakan media pemoles jarum magnetik meskipun bentuk material cukup rumit dan tidak beraturan mesin poles magnetik pertabel ini cukup baik dalam melakukan pemolesan.

Pada tabel 1. hasil pengujian menggunakan material pipa logam Ø50mm x 50mm menunjukkan penurunan nilai kekasaran permukaan yang cukup kecil pada material uji. Kekasaran permukaan sebelum dilakukan pemolesan adalah 1,5595 μ m. Setelah dilakukan pemolesan penurunan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian 1 menjadi 1,5422 μ m dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 3 menjadi 1,5376 μ m, sedangkan pengujian 2 penurunan nilai kekasaran permukaan menjadi 1,5381 μ m. Penurunan nilai kekasaran permukaan yang cukup kecil tersebut dipengaruhi bentuk pipa logam yang berbentuk silinder yang menyebabkan banyak jarum magnetik terjebak pada bagian dalam pipa logam.

Pada tabel 1. hasil pengujian menggunakan material plat besi 50mm x 50mm menunjukkan penurunan nilai kekasaran permukaan pada material uji. Kekasaran permukaan sebelum dilakukan pemolesan adalah 2.4313 μ m. Setelah dilakukan pemolesan penurunan nilai kekasaran permukaan

terendah pada pengujian 2 menjadi 1,7921 μ m dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 3 menjadi 1,6543 μ m, sedangkan pengujian 1 penurunan nilai kekasaran permukaan menjadi 1,7420 μ m. Penurunan nilai kekasaran permukaan tersebut dipengaruhi bentuk plat besi yang permukaannya rata sehingga jarum magnetik bisa melakukan proses pemolesan dengan baik.

Berdasarkan grafik persentase hasil pengujian, material mur dan baut memiliki penurunan nilai kekasaran permukaan yang hampir sama dengan material plat besi 50mm x 50mm. Penurunan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian 3 dengan nilai 25,83% dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 2 dengan nilai 27,98%, sedangkan pengujian 1 penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 27,47%. Pada material plat besi 50mm x 50mm menunjukkan penurunan nilai kekasaran permukaan yang hampir sama. Penurunan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian 2 dengan nilai 26,29% dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 3 dengan nilai 31,95%, sedangkan pengujian 1 penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 28,34%. Meskipun kedua material uji memiliki bentuk yang berbeda penurunan nilai kekasaran permukaan memiliki nilai yang relatif sama hal tersebut dikarenakan jarum magnetik bisa bergerak secara bebas tanpa terjebak pada 1 titik saja. Kemiripan hasil dapat disebabkan oleh efektivitas penetrasi media pemoles yang tinggi serta kekuatan medan magnet yang cukup besar untuk menggerakkan jarum di seluruh permukaan benda uji.

Hasil pengujian menggunakan material pipa logam Ø50mm x 50mm menunjukkan penurunan nilai kekasaran permukaan yang cukup kecil pada material uji. Penurunan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian 1 dengan nilai 1,11% dan penurunan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada pengujian 3 dengan nilai 1,40%, sedangkan pengujian 2 penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 1,37%. Penurunan kekasaran yang rendah ini dipengaruhi oleh bentuk pipa logam yang silinder dan berongga didalamnya sehingga ketika dilakukan pemolesan kebanyakan jarum magnetik akan terjebak didalamnya. interaksi gaya magnet dengan pipa logam cenderung menarik jarum ke bagian dalam, sehingga mengurangi intensitas gaya abrasif pada permukaan. Berdasarkan hasil diatas menunjukkan efektivitas pemolesan tergantung dengan bentuk geometrik material.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa proses pemolesan selama 2 menit berhasil menurunkan kekasaran permukaan sebesar <31,95%, yang

menunjukkan adanya perbaikan tekstur permukaan secara signifikan dalam waktu singkat. Meskipun nilai penurunan ini belum setinggi yang dicapai dalam standar ISO 4287 yakni berkisar antara 50% hingga 80%, pencapaian ini tetap dinilai cukup baik mengingat keterbatasan waktu proses. Dalam konteks efisiensi waktu dan proses produksi cepat, penurunan kekasaran sebesar ini dapat dianggap efektif. Namun, untuk mencapai hasil yang lebih optimal, diperlukan penelitian lanjutan dengan penyesuaian parameter proses dan lebih diperhatikan distribusi medan magnet serta desain wadah pemoles.

SIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan uji fungsi pada mesin poles magnetik portabel dengan media jarum magnetik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Mesin ini berhasil dibangun, menunjukkan bahwa seluruh proses perancangan dan perakitan telah dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Mesin mampu beroperasi dengan baik dan menjalankan fungsinya sesuai tujuan, yaitu untuk mempermudah dan meningkatkan efisiensi waktu padaproses pemolesan pada material yang telah ditentukan.
- 2) Mesin poles magnetik portabel ini dapat menurunkan kekasaran permukaan pada berbagai material, dengan persentase tertinggi mencapai 31,95%.
- 3) Efektivitas pemolesan tergantung bentuk geometri material.
- 4) Penelitian lanjutan disarankan untuk mengoptimalkan arah dari medan magnet dan desain wadah pemoles agar distribusi jarum lebih merata, terutama untuk bentuk silinder berongga.

REFERENSI

- [1] L. A. Adha, "Digitalisasi Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Ketenagakerjaan Dan Hubungan Kerja Di Indonesia," *Journal Kompilasi Hukum*, Vol. 5, No. 2, Pp. 267–298, Dec. 2020, Doi: 10.29303/Jkh.V5i2.49.
- [2] A. Rahman Syam, A. Aziz, B. Syahri, And R. Restu Aliafi, "Perbandingan Nilai Kekasaran Permukaan Proses Frais Bahan Aluminium 6061 Menggunakan Endmill Dan Fly Cutter Dengan Variasi Spindle Speed Pada Proses Finishing" Vol. 3, No. 4, 2021, [Online]. Available: [Http://Vomek.Ppj.Unp.Ac.Id](http://Vomek.Ppj.Unp.Ac.Id)
- [3] S. Anwar, D. Hermawan, And M. Ikhsan, "Perencanaan Ulang Mesin Poles Metalografi Laboratorium Jurusan Teknik Mesin" *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, Vol. 6, No. 1, 2024.
- [4] M. Ikhsan Almadani, R. Siswanto, And P. Studi Teknik Mesin, "Proses Manufaktur Mesin Poles Dan Ampelas Untuk Proses Metalografi," Vol. 2, 2020, [Online]. Available: <https://Ppjp.Ulm.Ac.Id/Journals/Index.Php/Rot>
- [5] D. A. Eka Septiyani *Et Al.*, "Journal Of Applied Mechanical Engineering And Renewable Energy (Jamere) Rancang Bangun Mesin Poles Untuk Material Logam," Vol. 4, No. 2, Pp. 67–71, 2024, [Online]. Available: <https://Journal.Isas.Or.Id/Index.Php/Jamere>
- [6] M. G. V. S. Raghuram And S. S. Joshi, "Modeling Of Polishing Mechanism In Magnetic Abrasive Polishing," 2008.
- [7] V. Nteziyaremye, Y. Wang, W. Li, A. Shih, And H. Yamaguchi, "Surface Finishing Of Needles For High-Performance Biopsy," In *Procedia Cirp*, Elsevier, 2014, Pp. 48–53. Doi: 10.1016/J.Procir.2014.03.010.
- [8] G.-W. Chang, B.-H. Yan, And R.-T. Hsu, "Study On Cylindrical Magnetic Abrasive Finishing Using Unbonded Magnetic Abrasives," *Int J Mach Tools Manuf*, Vol. 42, No. 5, Pp. 575–583, 2002, Doi: [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(01\)00153-5](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(01)00153-5).
- [9] H. Zou, J. Ying, X. Ma, Y. Chen, B. Han, And J. Zhan, "Effect Of Magnetic Needle Magnetic Particle Grinding Process On The Performance Of Metal Aluminum Plates," *Surface Science And Technology*, Vol. 2, No. 1, Jun. 2024, Doi: 10.1007/S44251-024-00046-5.
- [10] J. Zhang, H. Wang, A. Senthil Kumar, And M. Jin, "Experimental And Theoretical Study Of Internal Finishing By A Novel Magnetically Driven Polishing Tool," *Int J Mach Tools Manuf*, Vol. 153, Jun. 2020, Doi: 10.1016/J.Ijmachtools.2020.103552.
- [11] Techniksusa, "Operation Manual Magnetic Deburring & Polishing Machine," 2024. [Online]. Available: www.techniksusa.com
- [12] A. F. Purwaningsih And Abadi, "Analisis Kestabilan Model Persamaan Gerak Kincir Air," 2013.
- [13] S. Buyung, "Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik (Apre) Surianto Buyung," 2018.
- [14] O. Falikhul Ibriza, E. Wiseno, And F. T. Industri, "Perancangan Poros Pada Mesin Pengurai Limbah Kelapa Muda," Vol. 2, 2022.
- [15] B. A. A. Saputro, "Perancangan Kopling Kaku (Flens) Pada Transmisi Kapal Pandu (Pilot) Dengan Daya 231," 2020.
- [16] C. Wang, C. F. Cheung, L. T. Ho, K. L. Yung, And L. Kong, "A Novel Magnetic Field-Assisted Mass Polishing Of Freeform Surfaces," *J Mater Process Technol*, Vol. 279, May 2020, Doi: 10.1016/J.Jmatprotec.2019.116552.