

PERANCANGAN MESIN *FINISHING* UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PERMUKAAN BODI PISAU PADA PENGRAJIN PANDE BESI DI BANYUMAS

Agung Kaswadi¹⁾, Fajar Tri Anggoro¹⁾, Iman Muttaqin¹⁾

1) Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra

E-mail: imanmuttaqin0406@gmail.com

Abstrak

Kelompok usaha mikro kecil menengah pengrajin pade besi Banyumas merupakan kelompok UMKM yang bergerak pada bidang Manufaktur, khususnya pembuatan produk alat-alat keperluan rumah tangga, pertanian, dan pertukangan. Produk keperluan rumah tangga meliputi pisau dapur saat ini dan pisau set sebagai pisau pengembangan UMKM. Proses pembuatan pisau set pada kelompok pengrajin pade besi ini tergolong masih sangat sederhana, dengan menggunakan alat-alat manual seperti palu tangan, kikir, tungku tradisional dan gerinda tangan. Proses finishing dengan menggunakan gerinda tangan dan pemolesan tangan, menimbulkan goresan pada permukaan produk. Sehingga mengurangi daya tarik visual pada produk. Maka diperlukan mesin belt grinding sebagai alat bantu Finishing untuk meningkatkan kualitas permukaan bodi pisau. Proses perancangan mesin menggunakan panduan VDI 2221 yaitu, dimulai dari tahap merencanakan, membuat konsep, merancang dan tahap akhir yaitu tahap penyelesaian. Hasil dari perancangan berdasarkan perhitungan bahwa mesin mesin belt grinding menggunakan motor listrik sebagai penggerak yang memiliki putaran 2850 rpm, dengan menggunakan pulley berdiameter 85 MM. Secara perhitungan belt Grinding yang dirancang memiliki kecepatan potong 12,45 m/s dengan jumlah rotasi 46,8 rotasi/detik

Kata Kunci: finishing, VDI 2221, Belt Grinding

Pendahuluan

Yayasan Dharma Bakti Astra (YDBA) merupakan lembaga yang dibentuk oleh William Soeryadjaya pada tahun 1980 dengan prinsip “Memberikan kail, bukan ikan”. Yayasan ini hadir sebagai implementasi dari Catur Dharma poin pertama, yaitu menjadi organisasi yang memberi manfaat bagi bangsa dan negara. YDBA berada di bawah PT Astra International Tbk. dan berfokus pada pembinaan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Program pembinaannya mencakup beberapa sektor, antara lain manufaktur, bengkel, kerajinan/kuliner, serta pertanian dan perikanan.

Salah satu UMKM yang dibina YDBA adalah kelompok pengrajin pade besi, yaitu pelaku usaha kecil yang bergerak dalam industri logam. Produk yang dihasilkan meliputi peralatan rumah tangga seperti pisau dapur dan golok sembelih, serta alat pertanian seperti cangkul, arit, kudi, garpu tanah, dan lainnya. Proses produksi masih dilakukan secara manual menggunakan alat-alat sederhana seperti palu tangan, kikir, tungku tradisional, dan gerinda manual untuk tahap akhir (*finishing*).

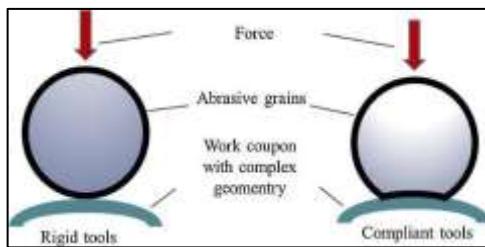
Tahap *finishing* yang dilakukan menggunakan gerinda tangan dan pemolesan manual menimbulkan bekas goresan pada permukaan produk sehingga mengurangi nilai estetika. Untuk meningkatkan mutu produk, diperlukan alat bantu *finishing*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang mesin belt grinding yang dapat diterapkan pada kelompok pengrajin pade besi di Banyumas dalam rangka mendukung proses *finishing* produk mereka.

Studi Pustaka

Teori Abrasive Belt Grinding

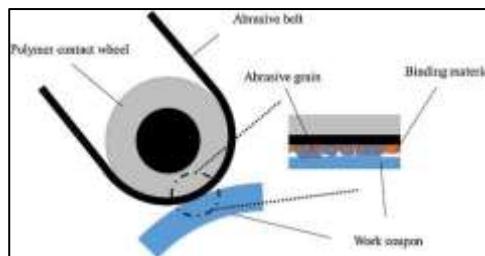
Menurut (Pandiyan et al., 2018), jenis alat abrasif berlapis seperti disk, roda datar, maupun belt banyak dimanfaatkan dalam proses finishing tingkat akhir di industri. Hal penting yang menjadi perhatian adalah bahwa alat abrasif tersebut mampu menyesuaikan bentuknya dengan permukaan benda kerja karena adanya material polimer sebagai penopang ketika bersentuhan, tanpa mengubah bentuk produk. Selain itu, alat ini dapat menghasilkan tingkat

kehalusan permukaan sesuai kebutuhan. Hal ini dapat dilihat pada ilustrasi berikut.



Gambar 1. Perbandingan karakteristik kontak alat yang kaku dan sesuai

Proses *abrasive belt grinding* merupakan pengembangan dari metode penggerindaan konvensional yang kini banyak digunakan sebagai teknik finishing pada permukaan benda dengan bentuk serta kontur yang kompleks. (Pandiyan et al., 2017) juga menjelaskan bahwa *abrasive belt grinding* termasuk proses pemolesan tingkat akhir yang memiliki karakteristik tepi pemotongan tidak pasti secara geometris dan melibatkan sejumlah butiran abrasif.



Gambar 2. Prinsip proses *belt grinding*

Menurut (Jain et al., 1999), *abrasive flow machining* (AFM) merupakan metode *finishing* non-tradisional yang digunakan untuk proses seperti menghilangkan gerinda tajam, memoles permukaan, membuat radius sudut, membersihkan lapisan recast, serta menghasilkan tegangan sisa tekan, bahkan pada bagian yang sulit dijangkau. Teknik ini banyak diaplikasikan pada penyelesaian komponen-komponen presisi di bidang kedokteran dan kedirgantaraan, pembuatan cetakan, serta produksi massal komponen elektronik dan otomotif.

Berbagai material, mulai dari aluminium yang lunak hingga paduan nikel yang keras, keramik, dan karbida dapat dikerjakan secara mikro menggunakan proses AFM. Kemampuan media AFM untuk meratakan area kompleks, mengikuti bentuk yang rumit, serta bekerja pada banyak sisi dan permukaan secara bersamaan menjadikan proses ini lebih *fleksibel* dibandingkan teknik *finishing* lainnya.

Hasil dan Pembahasan

Data Desain

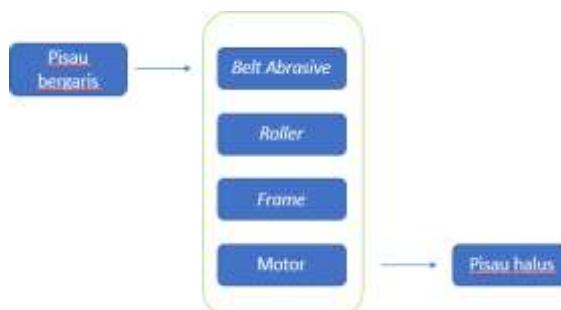
Dari hasil observasi di lapangan, diperoleh desain yang diharapkan oleh kelompok perajin pande besi sebagai dasar perancangan mesin *belt grinding*. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Desain yang diharapkan oleh Kelompok Perajin

No	Aspek	D/W	Keterangan
1	Fungsi	D	Mesin dapat melakukannya <i>finishing</i> berbagai posisi.
2	<i>Safety</i>	D	Terdapat penahanan pada saat <i>finishing</i>
3	Geometri	W	Mesin tidak memiliki dimensi melebihi <i>space area</i> yaitu 1 meter
		W	Tinggi mesin sesuai dengan tinggi manusia
4	Proses Manufaktur	W	Biaya perakitan murah

Konsep Desain

Setelah dilakukan observasi, identifikasi permasalahan, serta diperoleh data pendukung yang sesuai dengan kebutuhan belt grinding, tahap berikutnya adalah merumuskan konsep komponen-komponen belt grinding berdasarkan black box perancangan.



Gambar 3 . Black box diagram

Mengacu pada gambar 9, konsep kerja belt grinding dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada proses pengasahan pisau, media *finishing* yang digunakan adalah belt abrasive. Belt abrasive harus bergerak berputar agar mampu mengikis permukaan material. Untuk dapat berputar, belt abrasive memerlukan roller sebagai titik tumpunya, dan roller tersebut didukung oleh sebuah frame sebagai rangkanya. Sumber energi penggerak berasal dari motor listrik.

Prinsip Solusi

Setelah menyusun struktur fungsi utama beserta sub-fungsinya, langkah berikutnya adalah menetapkan prinsip-prinsip solusi untuk memenuhi setiap sub-fungsi tersebut. Penentuan prinsip solusi dilakukan menggunakan metode kombinasi, di mana alternatif solusi disusun dalam bentuk tabel. Tabel 4 menampilkan kombinasi solusi untuk masing-masing sub-fungsi berdasarkan konsep desain pada gambar 9.

Pemilihan konsep dilakukan melalui penggabungan berbagai prinsip solusi, meliputi komponen penggerak, roller, rangka (frame), serta abrasive belt. Setiap opsi dipilih dengan merujuk pada tabel varian solusi yang mempertimbangkan fungsi utama, aspek keselamatan,

ketersediaan komponen, biaya, serta kemudahan proses manufakturnya.

Tabel 2. Varian Prinsip Solusi

No	Bagian	Varian prinsip		
		1	2	3
A	Penggerak	Motor induksi	Motor DC <i>brushed</i>	<i>Hand Grinding</i>
B	<i>Roller</i>	<i>Alumun ium steel</i>	<i>Nylon</i>	
C	<i>Frame</i>	Plate	<i>Hollow square</i>	
D	Amplas belt	Amplas belt	Amplas meteran	

Pembuatan Varian Konsep

Langkah berikutnya dalam proses perancangan adalah menyusun beberapa alternatif konsep berdasarkan data desain dan komponen utama belt grinding. Dari tahap ini diperoleh sejumlah varian konsep yang berpotensi untuk diterapkan, dengan mempertimbangkan sub-fungsi seperti kemampuan melakukan finishing pada berbagai sudut serta kemudahan dalam pengoperasian. Adapun beberapa varian konsep tersebut dijabarkan sebagai berikut.

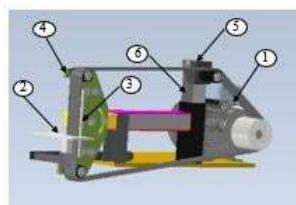
Varian Pertama



Gambar 4. Varian pertama

Pada varian pertama, belt grinding digerakkan menggunakan motor yang ditunjukkan oleh nomor 1 pada gambar 10. Konsep ini memiliki satu shaft yang dapat diatur posisinya (adjustable) dan berfungsi untuk mengencangkan belt abrasive, ditunjukkan oleh nomor 2. Selain itu, terdapat satu pulley dan satu roller yang juga dapat disesuaikan untuk menjaga kestabilan pergerakan belt abrasive, sebagaimana ditunjukkan pada nomor 3. Varian ini tidak hanya dapat digunakan untuk finishing permukaan datar, tetapi juga mampu diaplikasikan pada berbagai bentuk kontur.

Varian Kedua

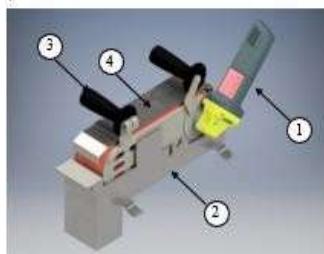


Gambar 5 . Varian kedua

Varian ke 2 belt grinding penggerak menggunakan motor yang ditunjuk no.1 pada gambar 11. Varian ini terdapat meja yang berfungsi sebagai tempat benda kerja pada saat proses finishing ditunjuk oleh no.2. Sebagai penahan belt supaya tetap tegak terdapat belt supporting plate yang ditunjuk oleh no.3. Terdapat D-backing pada bagian ini berfungsi untuk menyesuaikan sudut ditunjuk oleh no.4. Pada varian ini menggunakan 3 roller dan 1 pulley yang

langsung terhubung dengan motor untuk mennggerakan belt abrasive. Pada varian ini untuk untuk mengencangkan belt dengan cara mengedjastable D- backing kedepan atau kebelakang. Selain mengujastable D-backing dapat mengudjastable shaft stasioner yang ditunjuk oleh bagian no.6 serta untuk menstabilkan posisi belt dapat mengudjastable hinge pada stasioner yang ditunjuk oleh no.5.

Varian Ketiga



Gambar 6 . Varian ketiga

Varian ketiga merupakan jenis belt grinding yang digerakkan menggunakan hand grinding, seperti ditunjukkan oleh nomor 1 pada gambar 12. Varian ini dapat dioperasikan dengan dua metode. Metode pertama adalah menempatkannya pada sebuah stand yang berfungsi sebagai dudukan belt grinding, dilengkapi dengan meja kecil sebagai alas benda kerja saat proses penggerindaan, ditunjukkan oleh nomor 2. Metode kedua adalah dengan mengangkat alat seperti saat menggunakan hand grinder pada umumnya, sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.7, dengan memegang handle yang ditunjukkan oleh nomor 3. Selain itu, terdapat frame pada bagian kanan, kiri, dan atas yang berfungsi sebagai pelindung sekaligus penahan belt agar tidak terlepas, juga ditunjukkan oleh nomor 3. Setelah varian konsep dan kriteria penilaian ditetapkan, dilakukan penyusunan tabel evaluasi untuk menentukan varian mana yang akan dipilih. Kriteria evaluasi varian tersebut disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 3. Tabel Penilaian

No	Kriteria	Bobot (A)	Varian 1		Varian 2		Varian 3	
			B	AxB	B	AxB	B	AxB
1	Mampu melakukan finishing dengan posisi tertentu	0,3	6	1,8	8	2,4	6	1,8
2	Tidak memiliki dimensi melebihii space yang telah di sediakan	0,25	8	2,00	8	2,00	8	2,00
3	Tinggi mesin sesuai dengan tinggi orang	0,25	8	2,00	8	2,00	8	2,00
4	Biaya perakitan murah	0,2	8	1,6	7	1,4	9	1,8
Jumlah			7,4		7,8		7,6	

Konsep terbaik berdasarkan matriks seleksi adalah kombinasi A1+B2+C1+D1, yaitu motor induksi, roller nylon, rangka hollow square, dan abrasive belt ceramic alumina. Kombinasi ini dipilih karena memenuhi tuntutan desain dan mampu menyesuaikan dimensi area produksi (100 cm x 100 cm).

Perhitungan Part

Putaran Roller

Kecepatan putaran pada roller yang dimaksud adalah jumlah putaran roller dalam satuan menit, maka dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$n = V / S$ Keterangan :

n = putaran roller (rpm)

V potong = kecepatan potong (m/s) S = keliling roller (mm)

Sebelum menentukan putaran roller, maka harus menentukan kecepatan potong dan keliling terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Keliling Roller

$$S = \pi \cdot d \quad (1)$$

$$= 3,14 \cdot 85 \text{ mm}$$

$$= 266,9 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling roller 266,9 mm atau 0,266 m

Kecepatan Makan

$$V = d \cdot \pi \cdot n / 60000 \quad (2)$$

$$= 85 \text{ mm} \cdot 3,14 \cdot 2800 / 60000$$

$$= 12,45 \text{ m/s}$$

Maka didapatkan kecepatan makan 12,45 m/s

Maka putaran roller dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = V / S \quad (3)$$

$$= (12,45 \text{ m/s}) / (0,266 \text{ m})$$

$$= 47,6 \text{ rotasi/detik}$$

$$48 \text{ rotasi/detik (dibulatkan)}$$

$$n = 48 \text{ rotasi/detik}$$

$$= 48 \text{ rotasi/detik} \cdot 60 \text{ detik}$$

$$= 2.880 \text{ rpm}$$

Karena kecepatan putar motor dengan rotasi/menit, maka harus dikalikan dengan 60 detik. Jadi kecepatan putaran pada roller 2.820 rpm

Daya Motor

Daya yang dimaksud ialah daya yang dibutuhkan mesin untuk dapat memutar pulley. Besarnya daya yang dibutuhkan dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut.

$T = f_{\text{total}} \cdot r$ Keterangan :

T = Torsi (kg.mm)

$F_{\text{total}} = \text{Gaya yang dibutuhkan (kg)} \quad r = \text{Jari-jari pada pulley}$

Maka diperoleh

$$T = f_{\text{total}} \cdot r \quad (4) \quad T = 0,349 \text{ kg} \cdot 0,0425 \text{ m}$$

$$T = 0,0148 \text{ kgm}$$

Maka torsi yang diperlukan untuk memutar pulley sebesar 0,0148 kgm.

Setelah mendapatkan torsi yang dibutuhkan, maka dapat menentukan daya yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut : $N = (T \cdot n) / 716,2$

Keterangan

N = Daya (Hp) T = Torsi (kgm)

n = Putaran roller (rpm) Diketahui :

$n = 2.880 \text{ rpm}$ $T = 0,0148 \text{ kgm}$

Diperoleh :

$$\begin{aligned}
 N &= (T \cdot n)/716,2 & (5) \\
 &= (0,0148 \text{kgm} \cdot 2.880 \text{ rpm})/716,2 \\
 &= 0,059 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Mempertimbangkan efisien dan keamanan pada mesin, maka perlunya daya rencana, daya rencana dapat di peroleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 N_p &= N \times \text{eff} \times f_c & (6) \\
 &= 0,059 \times 0,7 \times 2 \\
 &= 0,083 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Maka untuk memutar pulley pada belt grinding diperlukan daya 0,081 Hp dengan mempertimbangkan efisiensi dan keamanan pada mesin.

Evaluasi

Berdasarkan berbagai hasil evaluasi yang telah dipaparkan, disusunlah tabel evaluasi perancangan mesin finishing untuk mempermudah proses analisis apakah desain yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan dan kriteria desain yang ditetapkan.

Tabel 4. Evaluasi Perancangan

No	Aspek	D/W	Keterangan	Hasil
1	Fungsi	D	Mesin dapat melakukukan <i>finishing</i> berbagai posisi.	Mesin yang dirancang terdapat <i>D-backing</i> yang mampu di <i>adjustable</i> sehingga posisi proses dapat disesuaikan operator
2	<i>Safety</i>	D	Terdapat penahan pada saat <i>finishing</i>	Terdapat <i>belt supporting plat</i> pada mesin sehingga benda kerja dapat tertahan
3	Geometri	W	Mesin tidak memiliki dimensi melebihi <i>space</i> area yaitu 1 meter	Ukuran mesin tidak melebihi <i>space</i> yang disediakan
		W	Tinggi mesin sesuai dengan tinggi manusia	Tinggi mesin tidak melebihi manusia
4	Proses Manufaktur	W	Biaya perakitan murah	Mesin yang dibutuhkan untuk membuat alat bantu <i>finishing</i> terdapat di Politeknik Astra sehingga proses manufaktur akan dilakukan di Politeknik Astra

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penerapan pedoman perancangan VDI 2221 dalam proses pengembangan belt grinding, diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Sistem penggerak utama pada mesin belt grinding menggunakan motor listrik dengan kecepatan putaran 2850 rpm serta pulley berdiameter 85 mm. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin yang dirancang memiliki kecepatan potong sebesar 12,45 m/s dengan jumlah putaran sekitar 46,8 rotasi per detik.

Saran

1. Untuk meningkatkan kecepatan pemakanan pada proses finishing, diameter pulley yang digunakan dapat diperbesar.
2. Disarankan menambahkan motor dengan daya lebih besar serta Variable Frequency Drive (VFD) agar kecepatan motor dapat diatur sesuai kebutuhan.
3. Pada penelitian berikutnya, diharapkan dapat dilakukan pembahasan mengenai jig khusus untuk proses penajaman ulang sisi tajam.

Daftar Pustaka

- [1] Jain, R. K., Jain, V. K., & Dixit, P. M. (1999). Modeling of material removal and surface roughness in abrasive flow machining process. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 39(12), 1903–1923. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(99\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(99)00038-3)
- [2] Lee, A., Wu, S., & Aouad, G. (2006). Constructing the future: nD modelling. In *Constructing the Future: nD Modelling*. <https://doi.org/10.4324/978020396746> 1
- [3] Pandiyan, V., Caesarendra, W., Tjahjowidodo, T., & Praveen, G. (2017). Predictive modelling and analysis of process parameters on material removal characteristics in Abrasive Belt Grinding process. *Applied Sciences (Switzerland)*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/app7040363>
- [4] Pandiyan, V., Caesarendra, W., Tjahjowidodo, T., & Tan, H. H. (2018). In-process tool condition monitoring in compliant abrasive belt grinding process using support vector machine and genetic algorithm. *Journal of Manufacturing Processes*, 31, 199–213. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2017.11.014>