

MINI GRINDING MACHINE FOR RE-SHARPENING TURNING TOOL

Rahmat Tri Hartanto^{1*}, Hans Ben Oni Pinis², Imanuel Robert Paurima Selanno³, Suryo Harnowo⁴, Vincentius Margyan Meindratama⁵, Yohanes Alfonsus Bramastya Herlambang Adi⁶

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: rahmat.tri@atmi.ac.id

Abstrak

Mini Grinding Machine For Re-Sharpenting Turning Tool adalah sebuah mesin gerinda pahat bubut dengan ukuran compact yang mempermudah dan menghemat waktu dalam proses setting pada saat pengasahan pahat bubut. Pahat yang diasah berjenis pahat bubut dari material carbide dan pahat bubut undercut, pahat bubut ulir, pahat bubut radius, pahat bubut rata kanan dan kiri yang terbuat dari material HSS. Mesin ini menggunakan Motor DC 24V yang memiliki daya 450 watt. Batu Gerinda yang dipakai ada 2 jenis batu gerinda yaitu batu gerinda Diamond cup dengan ukuran 100mm x 35mm x 20mm dan grit size 120, batu gerinda Aluminium Oxide cup dengan ukuran 100mm x 50mm x 31.75mm dan grit size 80. Pahat bubut dicekam dengan sistem seperti pencekaman pahat pada proses pembubutan. Untuk membentuk geometri yang diinginkan mesin ini sudah dilengkapi dengan sumbu putar dan ada 3 sumbu putar yang akan digunakan untuk membentuk geometri pahat bubut pada proses pengasahan. Pada mesin ini terdiri dari 3 slider yaitu Vertical slider, Top slider dan Bottom slider. Vertical slider digunakan untuk setting center antara pahat bubut dan batu gerinda, Top slider digunakan untuk pergerakan saat proses pengasahan setelah panjang langkah pemakanan diatur dengan stopper, dan Bottom slider digunakan untuk penambahan depth of cut (doc). Pengasahan dapat dimulai dengan memutar switch ke posisi ON dan menggerakkan Top Slider. Mesin ini mempunyai ukuran 500mm x 470mm x 420mm dan dibuat agar tidak memakan banyak tempat.

Kata kunci: Mesin Gerinda, Pahat Bubut, Penggerindaan

1. PENDAHULUAN

Dunia manufaktur terdapat berbagai proses pemesinan yang memerlukan alat potong dengan kualitas baik agar proses penyayatan dapat berjalan dengan optimal. Alat potong yang digunakan dalam kurun waktu tertentu akan aus. Keausan adalah kondisi sudut potong yang menjadi tumpul. Keausan alat potong dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis dan kekerasan material, ketepatan dalam penentuan kecepatan potong, ketepatan dalam penentuan putaran per menit, serta posisi setting pahat bubut. Alat potong yang aus akan berpengaruh pada kualitas permukaan benda kerja. Oleh karena itu alat potong perlu diasah kembali agar dapat menyayat dengan baik.

Banyaknya alat potong yang aus menyebabkan kinerja dari proses pemesinan menjadi tidak optimal. Mesin yang tersedia saat ini dapat digunakan untuk mengasah pahat yang aus, akan tetapi ukuran dari mesin tersebut relatif besar dan membutuhkan waktu yang lama serta cukup rumit dalam proses *setting*. Dalam mengatasi permasalahan yang ada, diperlukan mesin yang lebih *compact* dan mudah dalam pengoperasiannya, sehingga dapat mengatasi banyaknya alat potong yang aus dengan lebih cepat agar mencukupi kebutuhan alat potong dalam proses pemesinan.

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam perancangan mesin *Mini Grinding Machine for Re-Sharpening Turning Tool* ini dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan scoring pada morfologi desain, dan perhitungan dilakukan untuk menentukan dimensi, kekuatan, dan besarnya gaya yang terjadi serta kemampuan teknis lainnya, sehingga dapat diperoleh komponen-komponen yang sesuai dari syarat-syarat yang ditentukan.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

2.2.1. Pemilihan Alat dan Bahan

- 1.) Motor listrik YALU DC 450 watt 24V transmisi langsung.
- 2.) Base dengan material St.60.
- 3.) Batu gerinda yang digunakan, batu gerinda *Diamond Cup* dan *Alumunium Oxide Cup*.
- 4.) Jenis ulir eretan menggunakan ulir trapesium.
- 5.) Linear Guide digunakan sebagai slider dan ball bearing sebagai bantalan.



Gambar 2. Konsep perancangan pandangan *isometric*

2.2.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan didasarkan pada kebutuhan yang menjadi dasar dari rancangan suatu *design*. Pemilihan alat dan bahan menjadi pertimbangan perancangan *design* mesin gerinda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dilakukan untuk menentukan dimensi, kekuatan, dan besarnya gaya yang terjadi serta kemampuan teknis lainnya, sehingga dapat diperoleh komponen-komponen yang sesuai dari syarat-syarat yang ditentukan.

3.1. Perhitungan Daya Motor

Berdasarkan batu gerinda yang digunakan memiliki tipe yang sama yaitu batu gerinda dengan tipe mangkuk miring maka digunakan batu gerinda *Aluminium Oxide* sebagai referensi perhitungan. D (*diameter*) = 100 mm, W (lebar) = 6 mm, H (*hole*) = 35 mm.

Material yang diasah *carbide* dan HSS, diketahui kecepatan putar batu gerinda yang digunakan $n = 3150$ rpm. Diameter batu gerinda $D = 100$ mm = 3,94in, lebar batu gerinda $w = 6$ mm = 0,24in dan kedalaman pemotongan direncanakan $doc = 0,05$ mm = 0,00197in. *Feeding* dapat dihitung dengan $V =$ kecepatan keliling benda x pergeseran batu gerinda.

$$V = 12 \times \frac{1}{3} = 4 \text{ m/min} = 157.48 \text{ in/min}$$

Kecepatan penghasilan geram (*Material Removal Rate*),

$$\begin{aligned} MRR &= doc \times w \times v \\ &= 0.00197 \times 0.24 \times 157.48 = 0.07 \text{ in}^3/\text{min} \end{aligned}$$

Menentukan daya motor, Daya motor $P = u \times MRR$ Dimana u adalah energi spesifik, dari tabel 3.2 maka didapatkan energi, spesifiknya 6.5 Hpmin/in^3 , (*Manufacturing Engineering and technology, Kalpakjian*).

$$P = 6.5 \times 0.07 = 0.455 \text{ Hp} = 339.29 \text{ watt}$$

Maka motor yang akan digunakan adalah motor DC 450 watt 24V dengan torsi 1.3 Nm, karena dilihat dari kebutuhan pada mesin yang memiliki ukuran *compact* dan daya yang tinggi maka dipilih motor DC dengan spesifikasi sesuai dengan rancangan mesin ini.

3.2. Perhitungan Gaya Pengerindaan

Menentukan gaya normal dapat dihitung dengan rumus torsi :

$$T = F \times \frac{D}{2} \gg F = \frac{T \times 2}{D} \gg F = \frac{1300 \times 2}{100} = 26 \text{ N}$$

Untuk mengetahui proses penggerindaan yang terjadi saat pemotongan batu gerinda dengan benda kerja maka dihitung dengan teori gaya gesek.

$$F_g = \mu_k \times F_n$$

$$F_g = 0.8 \times 26 = 20.8 \text{ N}$$

Dimana $F \geq F_g$ supaya benda bisa bergerak

Untuk menentukan gaya gesek maksimal yang harus diterima oleh batu gerinda F_t = Gaya tangensial dari batu gerinda, F_n = Gaya tekan (N), μ_k = Koefisien gesek *kinetic*, F_g = Gaya gesek (N), P = Daya (watt)

$$F_t = \frac{P}{V_s} \gg V_s = \frac{\pi \times d \times n}{60000} \gg V_s = \frac{\pi \times 100 \times 3150}{60000} = 16.49 \text{ m/s}$$

Maka gaya maksimal yang diterima batu gerinda

$$F_t = \frac{P}{V_s} \gg F_t = \frac{450}{16.49} = 27.289 \text{ N}$$

Dimana $F_t \geq F_g$ supaya batu gerinda tetap berputar.

3.3. Perhitungan Linear Shaft

1. Linear shaft atas

Menentukan *shaft* yang menerima beban paling kritis.

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ &= R_A + R_B - 84.196 \end{aligned}$$

$$R_A = -R_B + 84.196$$

$$\begin{aligned} \sum M_A &= (84.196 \times 23.76) - R_B \times 86 = 0 \\ (84.196 \times 23.76) &= R_B \times 86 \end{aligned}$$

$$R_A = -R_B + 84.196$$

$$R_A = -23.26 + 84.196 = 60.936 \text{ N}$$

$$R_A = R_B = \frac{F}{2} \gg R_A = R_B = \frac{60.936}{2} = 30.468 \text{ N}$$

$$Mb_{\max} = RA \times \frac{L}{2} \gg Mb_{\max} = 30,468 \times \frac{200}{2} = 3046,8 Nmm$$

$$\sigma_{B\text{ sem}} = \frac{\sigma_{bw}}{V(2,5-3,0)} = \frac{410}{2,5} = 164 N/mm^2$$

$$d_{\text{sem}} = \sqrt[3]{\frac{mv}{0.1 \times \sigma_{B\text{sem}}}} = \sqrt[3]{\frac{3046,8}{0.1 \times 164}} = 5,71 mm$$

Tegangan bengkok ijin sebenarnya

$$\sigma_B = \frac{\sigma_{bw} \times b_1 \times b_2}{\beta k \times v} = \frac{410 \times 0,95 \times 1}{1,55 \times 1,5} = 167,526 N/mm^2$$

Diameter inti

$$dk = \sqrt[3]{\frac{mv}{0.1 \times \sigma_B}} = \sqrt[3]{\frac{3046,8}{0.1 \times 167,526}} = 5,665 mm \gg \text{dipilih } 8 mm (\text{aman})$$

2. Linear shaft bawah

Material yang digunakan SUS 304 dan Poros pembebanan tekuk ganti $\sigma_{bw} = \sigma_m = 410 N/mm^2$

$$RA = RB = \frac{F}{2} \gg RA = RB = \frac{114}{2} = 57 N$$

$$Mb_{\max} = RA \times \frac{L}{2} \gg Mb_{\max} = 57 \times \frac{200}{2} = 5700 Nmm$$

$$\sigma_{B\text{ sem}} = \frac{\sigma_{bw}}{V(2,5-3,0)} = \frac{410}{2,5} = 164 N/mm^2$$

$$d_{\text{sem}} = \sqrt[3]{\frac{mv}{0.1 \times \sigma_{B\text{sem}}}} = \sqrt[3]{\frac{5700}{0.1 \times 164}} = 7,03 mm$$

Tegangan bengkok ijin sebenarnya

$$\sigma_B = \frac{\sigma_{bw} \times b_1 \times b_2}{\beta k \times v} = \frac{410 \times 0,95 \times 1}{1,55 \times 1,5} = 167,526 N/mm^2$$

Diameter inti

$$dk = \sqrt[3]{\frac{mv}{0.1 \times \sigma_B}} = \sqrt[3]{\frac{5700}{0.1 \times 167,526}} = 6,98 mm \gg \text{dipilih } 8 mm (\text{aman})$$

Diameter desain = 8 mm

Jadi diameter yang dipilih memenuhi karena lebih besar diameter yang diharuskan.

Tegangan bengkok ijin sebenarnya dari menentukan *shaft* yang paling kritis maka dapat diketahui diameter pada poros dari *linear guide*.

3.4. Perhitungan Poros

1. Poros sumbu tengah

Ukuran poros ditentukan berdasarkan beban dan gaya yang diterima, karena berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi.

Diketahui :

Material yang digunakan (St.60) σ_b (600 - 720 N/mm²) σ_{bijin} (300 N/mm²)

F = 68,67 N b1 = 0,96 (kekasaran N6) b2 = 1 (karena diameter < 10 mm)

Beban maksimal 50% maka v = 1,5 Poros penyangga diam pembebanan ganti = σ_{bw}

= σ_m = 300 N/mm

$$RA = RB = \frac{F}{2} \gg RA = RB = \frac{68,67}{2} = 34,335 N$$

$$Mb_{\max} = RA \times \frac{L}{2} \gg Mb_{\max} = 34,335 \times \frac{80}{2} = 1373,4 Nmm$$

$$\sigma_{b\text{ sem}} = \frac{\sigma_{bw}}{V(2,5 - 3,0)} = \frac{300}{2,8} = 107,142 N/mm^2$$

$$d_{\text{ sem}} = \sqrt[3]{\frac{mv}{0,1 \times \sigma_{b\text{ sem}}}} = \sqrt[3]{\frac{1373,4}{0,1 \times 107,142}} = 5,04 mm$$

Tegangan bengkok ijin sebenarnya

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{bw} \times b1 \times b2}{\beta k \times v} = \frac{300 \times 0,96 \times 1}{2 \times 1,5} = 96 N/mm^2$$

Diameter inti

$$dk = \sqrt[3]{\frac{mv}{0,1 \times \sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{1373,4}{0,1 \times 96}} = 5,23 mm$$

Diameter desain = 8 mm

Jadi diameter yang dipilih memenuhi karena lebih besar diameter yang diharuskan.

2. Poros sumbu atas

Poros pada sumbu tengah berfungsi sebagai penyangga. Ukuran poros ditentukan berdasarkan beban dan gaya yang diterima, karena berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi. Material yang digunakan St.60. σ_b = 600 - 720 N/mm², F = 42,183 N, b1 = 0,87 (kekasaran N7), b2 = 1 (karena diameter < 10 mm)

Poros penyangga diam pembebanan ganti = σ_{bw} = σ_m = 300 N/mm

Beban maksimal 50% maka v = 1,5

$$RA = -16 N$$

$$\Sigma M = 16 \times 80 = 1280 Nmm$$

Menghitung diameter poros :

$$\sigma_{b \text{ sem}} = \frac{\sigma_{bw}}{V(2,5 - 3,0)} = \frac{300}{2,8} = 107,142 \text{ N/mm}^2$$

$$d_{\text{sem}} = \sqrt[3]{\frac{mv}{0,1 \times \sigma_{b \text{ sem}}}} = \sqrt[3]{\frac{1280}{0,1 \times 107,142}} = 4,925 \text{ mm}$$

Tegangan bengkok ijin sebenarnya

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{bw} \times b_1 \times b_2}{\beta k \times v} = \frac{300 \times 0,87 \times 1}{2 \times 1,5} = 87 \text{ N/mm}^2$$

Diameter inti

$$dk = \sqrt[3]{\frac{mv}{0,1 \times \sigma_b}} = \sqrt[3]{\frac{1280}{0,1 \times 87}} = 5,279 \text{ mm}$$

Diameter desain = 10 mm

Jadi diameter yang dipilih memenuhi karena lebih besar diameter yang diharuskan.

3. Poros spindle

Data yang diketahui dari motor yang telah ditentukan yaitu: Putaran (n) = 3150 Rpm, Daya (P) = 450 watt = 0,45 kW, Torsi (T) = 1.3 Nm = 132,528 Kg.mm. Maka untuk meneruskan daya dan putaran ini terlebih dahulu dihitung daya perencanaannya (Pd). dimana : Pd = daya perencanaan (kW); fc = faktor koreksi; P = daya masukan (kW). Untuk perancangan poros ini diambil daya maksimum sebagai daya rencana dengan faktor koreksi sebesar fc = 1,2. Harga ini diambil dengan pertimbangan bahwa daya yang direncanakan akan lebih besar dari daya maksimum sehingga poros yang akan direncanakan semakin aman terhadap kegagalan akibat momen puntir yang terlalu besar.

$$Pd = f_c \times P = 1,2 \times 0,45 \text{ kW} = 0,54 \text{ kW}$$

Tegangan geser yang diijinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma}{Sf_1 \times Sf_2} = \frac{58}{6 \times 2} = 4 \text{ Kg/mm}^2$$

Keterangan :

$$\sigma_b = S45C = 58 \text{ Kg/mm}^2$$

Sf1 = (Faktor keamanan tergantung jenis bahan S-C) dipilih 6

Sf2 = (Faktor keamanan tergantung jenis poros) dipilih 2

Kt = Faktor koreksi karena puntiran dan tumbukan ringan (3,0)

Cb = Faktor koreksi karena beban dengan tumbukan ringan (2,3)

Diameter Poros

$$d = [Kt \times Cb \times T]^{1/3}$$

$$d = [3 \times 2,3 \times 132,528]^{1/3} = 9,7 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Jadi diameter pada poros yang digunakan pada motor sudah aman karena diameter yang digunakan yaitu diameter 10mm, sama seperti spesifikasi pada motor.

3.5. Perhitungan Ulir

1. Menghitung ulir pada penggerak *vertical slider* dengan data diketahui : Tinggi mur (m) = 18 mm; Diameter ulir = 12 mm; Pitch (s) = 3; F = 98

$$\text{Jumlah ulir (i)} = \frac{m}{s} = \frac{18}{3} = 6$$

$$\begin{aligned} \text{Aproyeksi untuk ulir} &= \pi \cdot d_2 \cdot H_i \cdot i \\ &= \pi \times 10,5 \times 1,5 \times 6 = 296,89 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka tekanan yang akan terjadi pada ulir dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A_{\text{Proy}}} = \frac{98}{296,89} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_b}{Sf1 \times Sf2} = \frac{34,65}{6 \times 2} = 2,89 \text{ kg/mm}^2 = 28,35 \text{ N/mm}^2$$

Jadi untuk ulir pada *vertical slider* digunakan aman karena tekanan bidang < tekanan bidang ijin. Tekanan bidang = 0,33N/mm² dan tekanan bidang ijin sebesar 28,35 N/mm².

2. Menghitung ulir eretan bawah

Tinggi mur (m) = 18 mm, Diameter ulir = 12 mm, Pitch (s) = 1, F = 114

$$\text{Jumlah ulir (i)} = \frac{m}{s} = 18$$

$$\begin{aligned} \text{Aproyeksi untuk ulir} &= \pi \cdot d_2 \cdot H_i \cdot i \\ &= \pi \times 10,7 \times 0,541 \times 18 = 327,34 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka tekanan yang akan terjadi pada ulir dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A_{\text{Proy}}} = \frac{114}{327,34} = 0,348 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_b}{Sf1 \times Sf2} = \frac{34,65}{6 \times 2} = 2,89 \text{ kg/mm}^2 = 28,35 \text{ N/mm}^2$$

Jadi untuk ulir pada *vertical slider* digunakan aman karena tekanan bidang < tekanan bidang ijin. Tekanan bidang = 0,348N/mm² dan tekanan bidang ijin sebesar N/mm².

3.6. Perhitungan Umur Bearing

Perhitungan digunakan untuk mencari umur pakai dan kesesuaian dengan poros yang bersangkutan.

1. *Linear bearing* atas

Menghitung beban ekuivalen (P), Bearing yang digunakan LM8UU, C (274 N), Co (392 N), Fr (88,29 N), $F_a = m \times g \times \mu = 9 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,4 = 35,316 \text{ N}$, $n = 331/3 \text{ rpm} = 11 \text{ rpm}$

Ditanyakan, P = ?

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{35,316}{392} = 0,09 \text{ maka } e \text{ yang digunakan } 0,31$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{35,316}{88,29} = 0,4$$

Dari hasil F_a maka $x = 0,56$ dan $y = 1,4$

$$P = x \cdot F_r + y \cdot F_a = (0,56 \times 88,29) + (1,4 \times 35,316) = 98,88 \text{ N}$$

Mencari umur pakai bearing

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^q = \frac{L_h \times n \times 60}{10^6}$$

$$L = \left(\frac{274}{98,88} \right)^3 = 21,27 \times 10^6 \text{ Putaran}$$

$$L_h = \frac{21,27 \times 10^6 \times 11 \times 60}{10^6} = 14038 \text{ jam}$$

Jadi *bearing* dapat digunakan 14038 jam dan jika pemakain satu hari 8 jam maka bearing dapat digunakan 4,5 tahun.

2. Linear bearing atas

Menghitung beban ekuivalen (P) *Bearing* yang digunakan LM8UU, C = (274 N), Co = (392 N), Fr = (114 N) $F_a = m \times g \times \mu = 11,62 \text{ Kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,4 = 45,6 \text{ N}$

$$n = 331/3 \text{ rpm} = 11 \text{ rpm}$$

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{45,6}{392} = 0,12 \text{ maka } e \text{ yang digunakan } 0,31$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{45,6}{114} = 0,4$$

Dari hasil F_a maka $x = 0,56$ dan $y = 1,4$

$$P = x \cdot F_r + y \cdot F_a = (0,56 \times 114) + (1,4 \times 45,6) = 127,68 \text{ N}$$

Mencari umur pakai bearing

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^q = \frac{L_h \times n \times 60}{10^6} \gg L = \left(\frac{274}{127,68} \right)^3 = 9,88 \times 10^6 \text{ Putaran}$$

$$Lh = \frac{9.88 \times 10^6 \times 11 \times 60}{10^6} = 6520 \text{ jam}$$

Jadi *bearing* dapat digunakan 6520 jam dan jika pemakain satu hari 8 jam maka bearing dapat digunakan 2,26 tahun.

3.7. Anggaran Biaya

Perancangan mesin *Mini Grinding Machine for Re-Sharpening Turning Tool* membutuhkan dana kurang lebih Rp. 13.218.647,00.

4. KESIMPULAN DAN KEMUNGKINAN PENGEMBANGAN

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian perancangan *Mini Grinding Machine for Re-Sharpening Turning Tool* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sumbu putar terdapat 3 bagian yaitu sumbu putar atas dapat diputar 360°, sumbu putar tengah 90°, dan sumbu putar bawah 360°.
2. Mempunyai dimensi total 500mm x 470mm x 420 mm sehingga tidak memakan banyak tempat.
3. Unit pengaturan sudut (*compound vice*) memiliki ukuran yang kecil yaitu 180mm x 110mm x 150mm sehingga dalam proses pengaturan sudut lebih mudah dan ringan.
4. Langkah operasional *axis* dari *Mini Grinding Machine for Re-Sharpening Turning Tool* :
 - Axis X = 125 mm
 - Axis Y = 125 mm
 - Axis Z = 154 mm

4.2 KEMUNGKINAN PENGEMBANGAN

Pada proses realisasi tugas akhir ini masih banyak hal yang dapat dikembangkan mengingat semakin berkembangnya teknologi setiap harinya. Kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan antara lain :

1. Penambahan blower penghisap debu untuk meminimalisasi debu dari proses pengasahan alat potong.
2. Pengaturan sumbu yang lebih mudah (satu kali setting dapat membentuk 3 sudut yang diinginkan).

DAFTAR PUSTAKA

- Antonius Suroto. *Strength of Material*. ATMI PRESS, Surakarta.
- Albertus Bayu Aji Nugraha., dkk. Tugas Akhir "*Prototype of Helix Cutter Grinding Machine*". Surakarta, 2019.
- Benedictus Sudibyo. *Bantalan Gelinding Rolling Bearing*. ATMI PRESS, Surakarta.
- Benedictus Sudibyo. *Kekuatan dan Tegangan Ijin*. ATMI PRESS, Surakarta.
- Benedictus Sudibyo. *Poros Penyangga dan Poros Transmisi*. ATMI PRESS, Surakarta.
- Dedy Prastiawan. Skripsi "Rancangan Bangun Alat Gerinda Silindris Permukaan Luar untuk Dipasangkan Pada Mesin Bubut Konvensional". Surakarta, 2010.
- Reza Furqoni, Muhammad. 2020. Ulir. Diakses dari <https://teknikece.com/ulir/> 21 Desember 2020
- Sukma Aji P., dkk. Tugas Akhir "*Grinding Machine For Re-Sharpening Turning Tools*". Surakarta, 2018.
- Sumardiyono. *Panduan Praktek Tool Grinding 1*. ATMI PRESS, Surakarta.