



Produksi Perangkat Penepat Mata Bor Diameter 12 mm pada Pengasahan Gerinda Manual, Kapasitas 0,125 Unit/Jam

Wirahadi Yudha Juanda¹, Syamsul Hadi^{2*}, Alexander Theo Saputra³, Fahmi Idris⁴,
Abel Chelsea Pratama⁵

^{1,3,4,5}Program Studi Diploma IV, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Program Studi Doktor Terapan, Optimasi Desain Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: alexandertheo11@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id^{2*}, Wwirahadi87@gmail.com³,
fhmidriz12@gmail.com⁴, cpabel883@gmail.com⁵

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com

Abstract. Sharpening steel drill bits using a manual grinding machine often results in an incorrect angle that affects machining performance as a problem encountered. The production objective is to obtain a jig for grinding bit movement on the abrasion surface of the drill bit tip with a diameter between 6 mm and 16 mm until sharp. The production method includes: design of a jig with a feed thickness adjustment device from 0.1 mm to 0.3 mm, a movement angle adjustment from 0° to 33°, and a radius movement adjustment from 30 mm to 40 mm; selection of jig materials; 3D printing of ABS material for a jig for sharpening the cutting edge of the drill bit; testing of a jig for sharpening the cutting edge of the drill bit; performance analysis; and inspection of product quality and dimensions. The production results are in the form of a manual grinder for sharpening drill bits with a diameter between 6 mm and 16 mm with a total production cost of IDR 230,000/unit, and a process duration of 8 hours/unit, which implies that sharpening the blunt end of drill bits with a diameter between 6 mm and 16 mm can be carried out more quickly than manually.

Keywords: 3D Printing; ABS Material; Aligning Tool; Grinding; Steel Drill Bit.

Abstrak. Pengasahan mata bor baja menggunakan mesin gerinda manual sering kali menghasilkan sudut yang tidak tepat yang mempengaruhi kinerja pemesinan sebagai permasalahan yang dihadapi. Tujuan produksi untuk memperoleh perangkat penepat (*jig*) gerakan mata gerinda pada bidang kikis ujung mata bor diameter antara 6 mm dan 16 mm hingga tajam. Metode produksi meliputi: desain alat penepat dengan perangkat pengaturan tebal pemakanan dari 0,1 mm ke 0,3 mm, pengaturan sudut gerakan 0° ke 33°, dan pengaturan gerakan radius 30 mm ke 40 mm; pemilihan bahan-bahan perangkat penepat; cetak 3D bahan ABS perangkat penepat pengasah sisi tajam mata bor; uji coba perangkat penepat pengasah sisi tajam mata bor; analisis kinerja; dan pemeriksaan mutu dan dimensi produk. Hasil produksi berupa perangkat penepat pada gerinda manual pengasah mata bor diameter antara 6 mm dan 16 mm dengan total biaya produksi Rp 230.000,-/unit, dan durasi proses 8 jam/unit yang berimplikasi bahwa pengasahan ujung tumpul mata bor diameter antara 6 mm dan 16 mm dapat dilaksanakan secara lebih cepat daripada secara manual.

Kata Kunci: Bahan ABS; Cetak 3D; Mata Bor Baja; Penggerindaan; Perangkat Penepat.

1. LATAR BELAKANG

Tumpulnya mata bor baja tidak selalu diasah, melainkan ada yang membeli baru, yang mana hal tersebut merupakan pemborosan yang disebabkan tidak mampunya membuat perangkat sendiri. Pengasahan menggunakan mesin gerinda manual acapkali menghasilkan sudut yang tidak tepat yang berdampak pada kinerja pemesinan.

Pengasahan mata bor merupakan satu di antara tahapan penting dalam kegiatan permesinan karena sangat berpengaruh terhadap mutu hasil pengeboran. Mata bor dengan sudut potong yang sesuai standar yang menghasilkan pemotongan yang lebih presisi (Rana, 2023). Ketepatan sudut pengasahan sangat menentukan mutu proses pengeboran.

Pada bengkel skala kecil dan menengah, proses pengasahan umumnya masih dilakukan menggunakan gerinda manual tanpa perangkat khusus (Zulfikar, 2022). Kondisi tersebut menyebabkan hasil pengasahan sangat bergantung pada keterampilan operator.

Ketidakkonsistenan sudut pengasahan dapat menurunkan mutu pengeboran dan mempercepat keausan mata bor (Wang dkk., 2024) yang menyebabkan kinerja pemotongan menjadi kurang optimal.

Ketidaktepatan sudut pengasahan dapat menimbulkan gaya potong yang tidak seimbang, sehingga mempercepat kerusakan mata bor (Pandit, 2017). Kestabilan proses pengasahan menjadi faktor penting dalam menjaga umur pakai alat potong.

Penggunaan penepat (*jig*) dalam proses manufaktur mampu meningkatkan akurasi dan konsistensi kerja karena dapat meminimalkan kesalahan manusia (Abdulhamid dkk., 2020). Penggunaan perangkat membantu menghasilkan proses kerja yang lebih stabil.

Penepat berfungsi sebagai perangkat untuk memosisikan dan menahan benda kerja secara presisi sehingga proses dapat dilakukan secara berulang dengan hasil yang konsisten (Nur dkk., 2020). Keberadaan penepat membantu operator mempertahankan posisi pengasahan dengan lebih baik.

Pengembangan penepat pada proses pengeboran dan pemotongan telah banyak dilakukan, namun penerapan penepat untuk pengasahan mata bor pada gerinda manual masih terbatas (Akmal & Yuhas, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan masih terbukanya peluang pengembangan perangkat pengasahan.

Kebutuhan perangkat yang sederhana, ekonomis, dan mudah digunakan sangat diperlukan pada lingkungan bengkel skala kecil (Faizin & Pratama, 2024). Desain alat perlu mempertimbangkan efisiensi biaya dan kemudahan penggunaan.

Konsep perangkat sederhana dengan biaya produksi rendah juga dinilai lebih mudah diterapkan pada bengkel pendidikan dan industri kecil (Newaz dkk., 2025). Penggunaan alat sederhana dapat membantu meningkatkan efisiensi kerja tanpa biaya tinggi.

Pengembangan sistem penepat pada proses pemesinan juga terbukti mampu meningkatkan mutu hasil kerja dan mengurangi penyimpangan dimensi produk (Ferdian dkk., 2024). Penggunaan mekanisme penepat membantu menghasilkan proses kerja yang lebih presisi yang bertujuan untuk memperoleh mekanisme penepat pada gerinda manual untuk pengasahan mata bor diameter 12 mm dengan kapasitas 15 unit/jam.

2. KAJIAN TEORITIS

Penggunaan penepat dalam industri manufaktur sangat berkontribusi terhadap peningkatan ketepatan, konsistensi, dan efisiensi luaran produksi (Haider dkk., 2024). Perangkat memainkan peranan vital dalam menjaga mutu hasil pemesinan.

Dengan memanfaatkan penepat, kemungkinan terjadinya kesalahan yang disebabkan oleh manusia dapat diminimalkan, sekaligus meningkatkan produktivitas tenaga kerja operator (Shinde dkk., 2020). Operator dapat melaksanakan tugasnya dengan lebih optimal karena pergerakan menjadi lebih terarah.

Penempatan penepat dalam proses penggerindaan juga mampu memperbaiki stabilitas pemotongan dan meningkatkan keselamatan bagi operator (Riyadi & Kusumawati, 2022). Penggunaan penepat berperan dalam membuat lingkungan kerja yang lebih selamat.

Implementasi mekanisme tambahan dalam proses pemesinan dapat membantu meningkatkan produktivitas sekaligus standarisasi luaran kerja operator (Nugrahanto & Fretes, 2018). Standarisasi proses berkontribusi pada peningkatan mutu produk yang lebih konsisten.

Pengembangan bahan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) pada elemen-elemen manufaktur mulai dilakukan karena memiliki bobot yang ringan dan proses pembentukan yang relatif lebih mudah (Zielinski dkk., 2024). Bahan yang ringan tersebut mempermudah dalam pemasangan komponen.

Bahan ABS juga menunjukkan ketahanan terhadap benturan dan kekakuan yang memadai untuk aplikasi penepat yang ringan (Gong dkk., 2022). Ciri-ciri tersebut menunjukkan bahwa ABS memiliki potensi untuk diterapkan pada komponen yang tidak struktural.

3. METODE PENELITIAN

Metode produksi meliputi tahapan desain penepat, pemilihan bahan, proses manufaktur, dan pengujian kinerja alat.

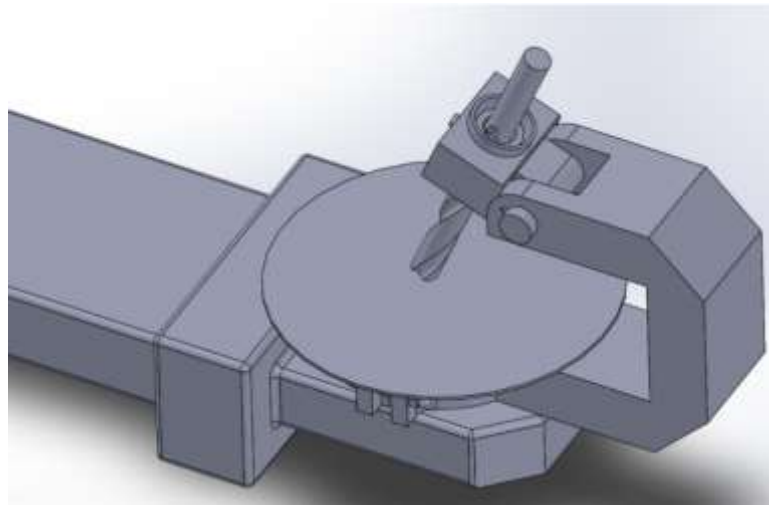
Pemilihan bahan dilakukan berdasarkan kekuatan bahan dan ketahanan terhadap getaran selama proses penggerindaan (Siva dkk., 2017). Sifat mekanik bahan sangat mempengaruhi kestabilan konstruksi penepat.

Proses manufaktur meliputi pemotongan, pembubutan, pengeboran, pengefraisan, dan perakitan komponen penepat (Pratomo dkk., 2022). Tahapan proses dilakukan secara sistematis sesuai kebutuhan desain.

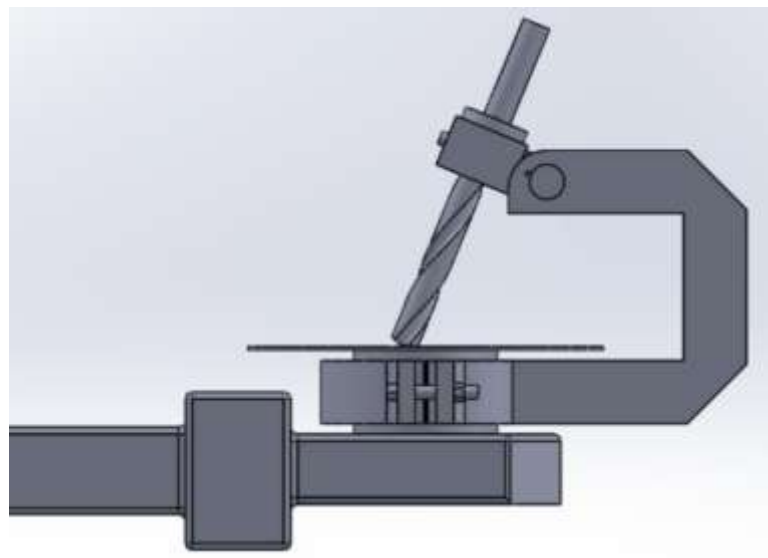
Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sudut pengasahan dan kapasitas produksi yang dihasilkan (Kurniawan dkk., 2024). Pengujian bertujuan memastikan alat bekerja sesuai target desain.

Pembuatan dan pengujian penepat pada proses pengeboran juga menunjukkan bahwa penggunaan perangkat mampu meningkatkan ketelitian proses kerja (Saputra, 2021). Ketelitian proses sangat mempengaruhi mutu hasil pemesinan.

Konstruksi peralatan penepat pada desain sebagai perangkat pada gerinda manual yang berfungsi untuk memegang, menjepit, dan mengarahkan posisi mata bor selama pengasahan berlangsung sebagaimana Gambar 1.



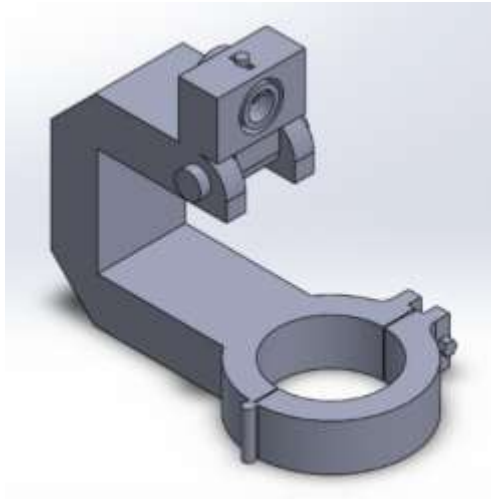
(a)



(b)

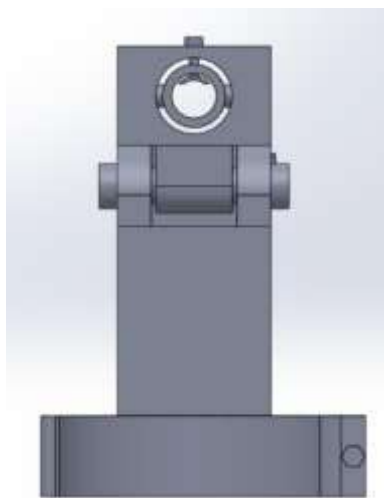
Gambar 1. Konstruksi Peralatan Penepat pada Gerinda Manual untuk Memegang, Menjepit, dan Mengarahkan Posisi Mata Bor: (a) Isometris, dan (b) Tampak Samping.

Tiang perangkat pada gerinda manual pengasah mata bor sebelum dipasang pada dudukan dengan lubang sebelah atas digunakan untuk menjepit mata bor yang diasah, yang dapat diarahkan dengan sudut tertentu dengan memutar pada pena mendatar sebagaimana Gambar 2. Lubang besar di sebelah bawah untuk memegang peralatan penepat pada suatu batang silindris, bisa berupa batang pejal atau berupa pipa dan dikunci menggunakan baut-mur bantuan sepasang kunci pas/ring atau kunci pas-kunci Inggris atau kunci ring-kunci Inggris hingga kokoh.



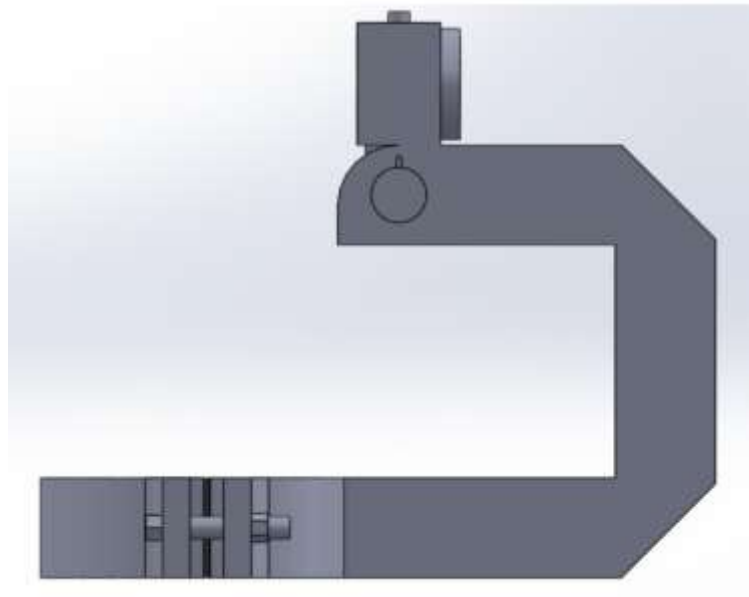
Gambar 2. Tiang Peralatan Penepat pada Gerinda Manual Pengasah Mata Bor Sebelum Dipasang pada Dudukan.

Tiang perangkat pada gerinda manual pengasah mata bor sebelum dipasang pada dudukan tampak depan yang menunjukkan lubang untuk penjepit mata bor yang akan diasah dengan batu gerinda berputar sebagaimana Gambar 3.



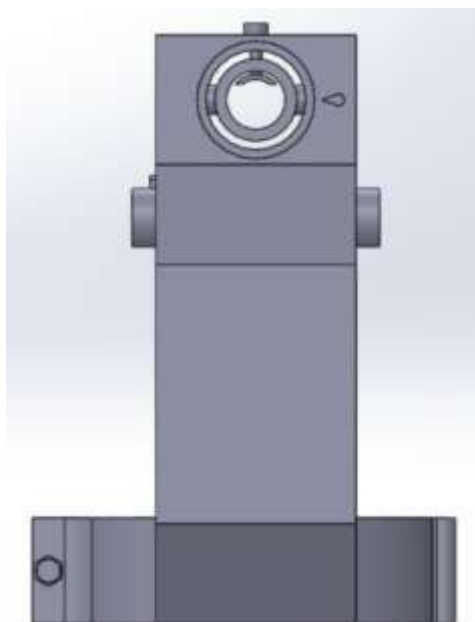
Gambar 3. Tiang Peralatan Penepat pada Gerinda Manual Pengasah Mata Bor, Gambar Proyeksi Tampak Depan dengan Lubang Penjepit Mata Bor.

Peralatan penepat tampak samping yang menunjukkan posisi lubang untuk penjepit mata bor sumbunya sedang mendatar dan kedudukan sudut sumbu mata bor dapat diatur diinginkan berapa derajat dengan mengendorkan-mengencangkan mur yang menggerakkan batang pendorong penjepit mata bor sebagaimana Gambar 4.



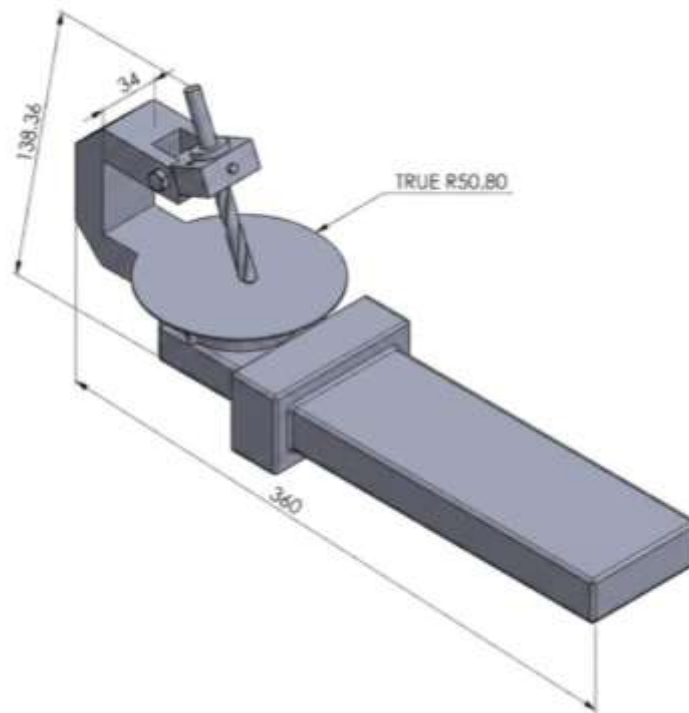
Gambar 4. Peralatan Penepat Tampak Samping yang Menunjukkan Posisi Lubang untuk Penjepit Mata Bor yang Sumbunya Sedang Mendatar.

Peralatan penepat tampak belakang yang menunjukkan posisi lubang untuk penjepit mata bor sumbunya sedang tegak lurus terhadap mata pembaca sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Peralatan Penepat Tampak Belakang yang Menunjukkan Posisi Lubang untuk Penjepit Mata Bor Sumbunya Sedang Tegak Lurus Terhadap Mata Pembaca.

Ukuran perangkat penepat mata bor pada pengasah gerinda manual sebagaimana Gambar 6. Panjang total perangkat adalah 360 mm, tinggi posisi mata bor terpasang adalah 138,36 mm, dan batu gerinda pengasah terpasang adalah 50,80 mm.



Gambar 6. Ukuran Total Perangkat Penepat Mata Bor pada Pengasah Gerinda Manual .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem mekanisme dibuat agar sudut pengasahan dapat dipertahankan secara stabil, sehingga proses penggerindaan menghasilkan ketajaman dan keseragaman sudut potong yang sesuai dengan kebutuhan. Pengembangan *tooling* berbasis bahan polimer juga menunjukkan kestabilan yang cukup baik pada *grinding* (Gong dkk., 2022). Penggunaan bahan polimer pada beberapa komponen penepat didesain untuk mengurangi massa total alat, sehingga konstruksi menjadi lebih ringan dan mudah dipindahkan. Penerapan bahan tersebut juga mendukung kemudahan proses fabrikasi pada komponen tertentu tanpa mengurangi fungsi utama dari mekanisme penepat.

Kesesuaian antar komponen sangat penting untuk menjaga kestabilan gerak dan ketelitian proses pengasahan (Widodo & Prasetyo, 2025). Ketelitian proses perakitan pada desain penepat dilakukan untuk memastikan setiap komponen terpasang sesuai posisi dan toleransi yang telah ditentukan. Ketepatan perakitan berpengaruh langsung terhadap kestabilan gerak mekanisme dan mutu hasil pengasahan mata bor agar diperoleh hasil yang lebih presisi dan seragam.

Perakitan dan penyetelan dilakukan agar seluruh komponen dapat bergerak sesuai fungsi desain (Ferysyah dkk., 2022). Sistem penyetelan pada penepat didesain untuk meningkatkan kestabilan mekanisme selama proses pengasahan berlangsung sehingga getaran dan pergeseran dapat diminimalkan.

Tahap *finishing* dilakukan melalui penghalusan permukaan dan pengecatan untuk mencegah korosi (Ferysyah, 2022). *Finishing* diterapkan pada komponen alat untuk meningkatkan ketahanan permukaan dan memperpanjang umur pakai penepat.

Penggunaan bahan ABS pada komponen manufaktur juga memiliki ketahanan bentur dan kekakuan yang cukup baik untuk aplikasi penepat ringan (Gong dkk., 2022). Karakteristik bahan ABS dimanfaatkan pada komponen non-struktural karena memiliki bobot ringan, mudah dibentuk, dan sesuai untuk mendukung fungsi penepat pada desain.

Penggunaan pengecam (*fixture*) pada proses pengasahan terbukti efektif dalam mempertahankan sudut mata bor agar tetap stabil saat re-grinding. Dengan sudut yang stabil, mutu mata bor yang dihasilkan pun menjadi lebih konsisten.

Pengembangan penepat dan pengecam portabel untuk proses pengeboran dan penggerindaan terbukti meningkatkan fleksibilitas penggunaan alat, terutama di lingkungan kerja berskala kecil (Kurniawan dkk., 2024). Dengan fleksibilitas yang tinggi, alat menjadi lebih mudah dipindah dan dioperasikan.

Analisis biaya dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari produksi mekanisme penepat pengasah mata bor berbahan ABS yang dibuat dengan metode 3D printing. Rincian biaya dan waktu yang dibutuhkan pada setiap tahapan produksi/unit sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi Biaya dan Waktu Produksi Penepat Pengasah Mata Bor.

No.	Tahapan Proses	Biaya Produksi (Rp)	Durasi Proses (Menit)
1	Desain alat penepat dengan perangkat pengaturan tebal pemakanan dari 0,1 mm ke 0,3 mm, pengaturan sudut gerakan 0° ke 33°, dan pengaturan gerakan radius 30 mm ke 40 mm	60.000	120
2	Pemilihan bahan-bahan perangkat penepat	20.000	30
3	Cetak 3D bahan ABS perangkat penepat pengasah sisi tajam mata bor	90.000	240
4	Uji coba perangkat penepat pengasah sisi tajam mata bor	25.000	40
5	Analisis kinerja	20.000	30
6	Pemeriksaan mutu dan dimensi produk	15.000	20
	Jumlah	230.000	480
	Pajak 10%	23.000	
	Laba 15%	34.500	
	Total/Harga jual/unit	287,500	

Pada data Tabel 1, biaya produksi mekanisme perangkat penepat berbahan ABS mencapai Rp 230.000,-/unit dengan waktu proses 480 menit/unit atau 8 jam/unit. Dengan kapasitas produksi 15 unit/jam, penepat tersebut dinilai ekonomis dan memiliki daya saing terhadap produk serupa di pasaran. Selain itu, penggunaan metode *3D printing* mempercepat proses manufaktur dan membuat produksi lebih praktis untuk diterapkan di bengkel skala kecil maupun menengah.

Penggunaan penepat telah terbukti mampu meningkatkan efektivitas kerja para operator, karena proses pengasahan menjadi lebih sederhana dan tidak terlalu bergantung pada kemampuan masing-masing individu. Penepat dapat memperbaiki konsistensi sudut potong, sehingga masa pakai mata bor menjadi lebih lama dan hasil pengeboran menjadi lebih akurat.

Penerapan sistem penepat memberikan peningkatan yang signifikan pada mutu dan produktivitas proses pengasahan. Secara keseluruhan, penggunaan mekanisme penepat dalam gerinda manual mampu meningkatkan mutu hasil pengasahan, efektivitas kerja operator, dan konsistensi dalam proses produksi, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan pada bengkel yang berskala kecil maupun menengah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil produksi perangkat penepat pada gerinda manual pengasah mata bor diameter antara 6 mm dan 16 mm dengan total biaya produksi Rp 230.000, -/unit, dan durasi proses 480 menit/unit atau 8 jam/unit yang berimplikasi bahwa pengasahan ujung tumpul mata bor diameter antara 6 mm dan 16 mm dapat dilaksanakan secara lebih cepat daripada secara manual.

Saran tindak lanjut atas simpulan adalah perlu desain yang lebih ergonomis dikembangkan, ditambahkan sistem pengaturan sudut yang lebih akurat dengan perangkat digital, dan rentang pengasahan ditingkatkan hingga diameter 30 mm.

DAFTAR REFERENSI

- Abdulhamid, A., Sumaila, M., Yawas, D. S., Kaisan, M. U. & Shaaba, M. M. (2020). Design and Construction of Drilling Jig for Drilling Operations. *Journal of Science Technology and Education*, 8(1), 329-336. <https://www.researchgate.net/publication/340417986>
- Akmal, I. N. & Yuhas, D. (2022). Perancangan Drilling Jig dengan Adjustable V-Block untuk Pengeboran Tangkai Drill Chuck Mesin Bor Koordinat 22 STA. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(1), 26-33. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i1.4546>

- Faizin, K. & Pratama, D. (2024). Rancang Bangun Jig and Fixture Bor dan Gerinda Portable. *Technological & Mechanical Engineering Seminar*, 1, 1-8. <https://tesme.upnjatim.ac.id/index.php/tesme/article/view/28>
- Ferdian, R., Basuki, B., S, L. D. & Hendaryanto, A. (2024). Perancangan Fixture pada Proses Finishing Gerinda Tangan sebagai Peningkatan Produktivitas Produk Spindle Knuckle D40 L di PT Manggala Perkasa Engineering. *Jurnal Mekanik Terapan*, 5(1), 25-33. <https://doi.org/10.32722/jmt.v5i1.6302>
- Ferysyah, E. A. (2022). Analisa Bahan dan Biaya Jig Sliding. Politeknik Negeri Jakarta.
- Ferysyah, E. A., Hendrajaya, A., Pratomo, F. I. & Nuriskasari, I. (2022). Rancang Bangun Jig Sliding Cutting pada Permesinan Gerinda Tangan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 1930-1939.
- Gong, K., Liu, H., Huang, C., Cao, Z. & Fuenmayor, E. (2022). Hybrid Manufacturing of Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) via the Combination of Material Extrusion Additive Manufacturing and Injection Molding. *Polymers*, 14(23), 5093. <https://doi.org/10.3390/polym14235093>
- Haider, S. M., Hussain, A., Khan, S. A., Sarwar, N. & Nawaz, A. (2024). Design, Fabrication, and Analysis of a Precision Drilling Jig for Waste Reduction: A Low-cost Solution. *Jurnal Kejuruteraan*, 36(1), 259-271.
- Kurniawan, F., Atmojo, M. A. S., Lisanto, M. D. & Faizin, A. K. (2024). Desain dan Simulasi Uji Pembebanan Statis pada Jig and Fixture Bor dan Gerinda Portabel. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, 14(2), 145-151.
- Newaz, A. A. H. & Jahan, R. (2025). Design and Implementation of Fixtures for Milling, Shaping and Drilling Operations. *American Journal of Mechanical Engineering*, 13(1), 1-5. <https://doi.org/10.12691/ajme-13-1-1>
- Nugrahanto, Y. A. & Fretes, A. D. (2018). Rancang Bangun Jig Multiguna untuk Mesin Drill. *cylinder*, 4(1), 1-9. <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/cylinder/article/view/4196>
- Nur, M., Syamsuar & Sumardi (2020). Rancang Bangun Drilling Jig sebagai Alat. *Journal Sains Mesin Terapan*, 4(2), 83-90. DOI:<http://dx.doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2012>
- Pandit, G. P. (2017). Modelling and Analysis of Drilling Jig for Mounting Casing of Electric Motor. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6(02), 625-629. <https://dx.doi.org/10.17577/IJERTV6IS020373>
- Pratomo, F. I., Hendrajaya, A., Ferysyah, E. A. & Nuriskasari, I. (2022). Proses Manufaktur dan Analisa Jig Sliding Cutting pada Permesinan Gerinda Tangan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 12(2), 1546-1553. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/486>
- Rana, A. (2023). A Review on Design of Drill Jig. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 10(5), 156-164. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2023.10518>
- Riyadi, E. S. & Kusumawati, E. (2022). Rancang Bangun Sliding Cutting Jig Guna Mengoptimalkan Fungsi Kerja Mesin Gerinda Tangan sebagai Alat Potong Plat Lembaran. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(2), 82-89. <https://doi.org/10.14710/jplp.4.2.82-89>

- Saputra, E. (2021). Pembuatan dan Pengujian Drilling Jig untuk Penggurdian Pipa. *Proceeding Seminar Nasional*, 5(1), 35-39. <https://e-jurnal.pnl.ac.id/seminaspnl/article/view/2696>
- Shinde, P., Mankar, A., Sonar, D., Kardile, G. & Mahale, P. (2020). Design and Development of Pneumatic Drill Jig. *International Journal of Innovations In Engineering Research and Technology [IJIERT]*, 7(5), 68-74. <https://repo.ijiert.org/index.php/ijiert/article/view/421>
- Siva, M. M., Nadu, T., Rajesh, R. & Nadu, T. (2017). Tensile and Sem Behaviour of Stir Casting Al-2011/TiB₂ Particulate Composites. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 8(8), 830-839. <https://www.researchgate.net/publication/320058996>
- Wang, Y., Gao, M., Zhang, K., Li, Y., Li, F. & Liu, X. (2024). Effects of Rotation Speed on the Grinding Process During High-Speed Diamond Drilling by Considering the Metal Matrix Rock Chips Interface. *Discover Applied Sciences*. 6(533), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-06236-y>
- Widodo, A. & Prasetyo, J. (2025). Perancangan dan Pembuatan *Jig and Fixture* dengan Mesin Computer Numerical Control (CNC) Milling di PT Prima Anugrah Teknik. *Jurnal Inkofar*, 9(1), 21-26. DOI : 10.46846/jurnalinkofar.v9i1.416
- Zielinski, D., Deja, M. & Zator, M. (2024). A Comparative Study of Precision Surface Grinding Using Additively Fabricated Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Wheels with Continuous and Serrated Working Surfaces. *Materials*, 17(23), 5867. <https://doi.org/10.3390/ma17235867>
- Zulfikar, B. (2022). Desain *Jig* untuk Mengasah Mata Bor Diameter 13 mm. *Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*, 1-24. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/10073/1/Bab%201%20sampai%20Bab%205.pdf>