

PENINGKATAN KEMAMPUAN MESIN BUBUT UNTUK PEMESINAN PROSES FREIS DENGAN MENAMBAHKAN ALAT BANTU CEKAM

Dimas Wicaksono⁽¹⁾, Muhammad Yanis^(1*) dan M. A. Ade Saputra⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

^(*)E-mail *Corresponding Author* : yanis@unsri.ac.id

Abstrak

Alat bantu cekam dibuat dan dirancang khusus guna membantu proses manufaktur. Fungsi alat bantu ini untuk menghemat biaya, menjamin kualitas produk teliti, mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan hasil produksi. Pada penelitian ini dilakukan upaya peningkatan kemampuan produktivitas mesin bubut dengan penambahan alat bantu cekam. Alat tersebut untuk melakukan pemesinan proses *face milling* dan gurdi pada benda kerja permukaan rata. Peralatan tambahan ini dipasang pada mesin bubut menggantikan *toolpost* dan fungsinya untuk mencekam benda kerja yang akan dimesin. Pahat dicekam pada spindle mesin bubut secara langsung maupun menggunakan poros khusus. Dengan kondisi ini dimana benda kerja mengalami gerak pemakanan dan sementara itu gerak pemotongan oleh pahat maka prosesnya seperti halnya pada mesin freis. Alat bantu cekam yang dibuat sesuai yang diharapkan, dimana berdasarkan pengujian ketelitian dan uji jalan menunjukkan hasil kesalahan pemesinan dan penyimpangan berada dalam *range* yang distandarkan 0,4 s.d 25 μm .

Kata Kunci: Alat bantu cekam, proses bubut, proses freis, peningkatan produktivitas.

Abstract

Fixtures are made and designed specifically to help the manufacturing process. The function of this fixture is to save costs, ensure thorough product quality, reduce waiting time and increase production results. In this research, efforts were made to increase the productivity capabilities of lathe machines by adding a fixture. This fixture is used to carry out face milling and drilling processes on flat surface workpieces. This additional equipment is installed on the lathe to replace the tool post and its function is to grip the workpiece to be machined. The cutting tool is held on the lathe spindle directly or using a special spindle shaft. With this condition, where the workpiece experiences a feed motion and meanwhile a cutting motion by the cutting tool, the process is the same as on a milling machine. The fixture made is as expected, which based on accuracy testing and running tests shows that machining errors and deviations are within the standardized range of 0.4 to 25 μm .

Keywords: Clamp tool, lathe process, freis process, increased productivity

1 PENDAHULUAN

Salah satu cara meningkatkan kemampuan pemesinan suatu mesin perkakas adalah dengan menambahkan alat bantu tuntun (*Jig*) ataupun alat bantu cekam (*Fixture*) [1]. *Jig & Fixture* merupakan peralatan yang dirancang khusus untuk perangkat penahan kerja (*work holding device*), sebagai penunpuh (*support*) dan penempatan (*locating*) benda kerja, ataupun sebagai pengarah (*guide*) pahat untuk pemesinan tertentu [2][3]. Peralatan tambahan ini bertujuan menghemat biaya, menjamin kualitas produk teliti, mengurangi waktu tunggu serta meningkatkan hasil produksi[4][5][6].

Mesin perkakas mempunyai kemampuan pemesinan tertentu dan memiliki peralatan tertentu pula dalam membuat suatu komponen. Dengan perkembangan konsep manufaktur inovatif pada

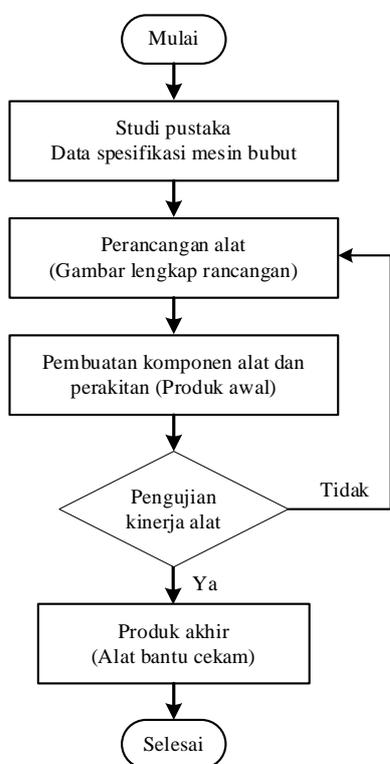
suatu mesin perkakas dapat menopang pemesinan yang selama ini tidak mampu dilakukannya yaitu membuat peralatan bantu khusus. Peralatan bantu ini sudah tentu disesuaikan dengan kebutuhan dan sistem kerja mesin perkakas yang akan digunakan [7][8]. Perkakas bantu dibuat untuk menyelesaikan suatu rancangan ataupun perakitan dan untuk peningkatan kemampuan atau produktifitas suatu mesin [9][10].

Pada bengkel mesin perkakas sebagian besar memiliki mesin bubut. Hal ini terutama pada bengkel industri kecil mesin perkakas [11]. Mesin bubut sebagaimana diketahui berfungsi untuk menghasilkan komponen dengan profil silindris, konis dan lubang. Mesin bubut dapat dimanfaatkan untuk pemesinan lainnya seperti proses freis, dengan menambahkan alat bantu cekam [12].

Untuk meningkatkan produktivitas mesin bubut sehingga mampu juga melakukan pemesinan freis maka dirancang dan dibuat alat bantu tambahan (*fixture*). Alat tambahan ini dirancang berdasarkan mesin bubut yang ada di Laboratorium Produksi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Namun struktur tumpuhannya pada mesin dibuat fleksibel, sehingga bila alat ini diterapkan pada mesin bubut lainnya seperti di bengkel industri kecil mesin perkakas dapat dengan mudah disesuaikan. Jenis proses yang dapat dikerjakan adalah proses freis muka (*face milling*) terutama untuk komponen yang berukuran tidak terlalu besar.

2 METODOLOGI

Langkah perancangan dan pembuatan alat bantu pada mesin bubut untuk pemesinan freis mengikuti prosedur seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

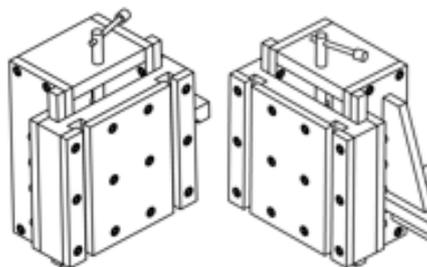


Gambar 1 Prosedur perancangan, pembuatan dan pengujian alat bantu cekam

Pembuatan alat bantu cekam harus memiliki kriteria, yaitu konstruksi sederhana, mudah dalam pengoperasian dan perawatan, serta dapat menghasilkan produk yang teliti. Rancangan gambar menggunakan perangkat lunak *solidwork*. Langkah awal pembuatan perkakas bantu cekam ini adalah mengukur ruang gerak pemesinan pada mesin bubut yang digunakan. Berdasarkan data tersebut dan kondisi kerja serta posisi dari pemegang rumah pahat, maka mulai dibuat konsep perkakas bantu. Pemesinan yang dilakukan adalah proses freis, ini berarti ruang gerak berada pada tiga arah sumbu koordinat. Kalau

pada mesin bubut hanya terdapat dua arah gerakan yaitu arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle. Dan arah kedua gerakan melintang yaitu posisi ke arah depan dan ke belakang mesin. Dengan demikian berarti perlu satu sumbu lagi untuk menyamai gerakan pada proses atau mesin freis, yaitu gerakan naik dan turun. Pada alat bantu yang dibuat gerakan naik-turun ini dilakukan pada alat bantu yang dibuat menggunakan transmisi ulir daya.

Fungsi alat bantu yang dibuat untuk mencekam benda kerja. Prinsip pencekamannya ini baik langsung ditumpuh dan diikat menggunakan baut atau menggunakan ragum tambahan. Sementara itu spindle mesin bubut sebagai tumpuhan pahat. Pahat ini dapat langsung dicekam pada ragum (*chuck*) pada spindle ataupun menggunakan poros pencekam pahat yang dibuat khusus lalu poros tersebut dicekam pada ragum. Mesin bubut yang dibuat alat bantu cekam ini adalah *Bench lathe* JET BD-1336T. Skematik alat bantu cekam yang dibuat serta poros untuk dudukan pahat freis (*freis* rata dan *endmilling*) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



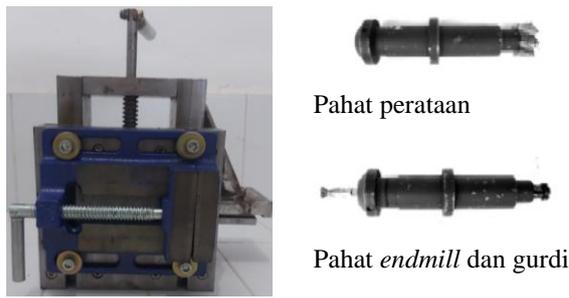
Gambar 2 Skematik alat bantu cekam yang dibuat

Alat bantu dibuat menggunakan komponen yang tidak standar yaitu dibuat khusus seperti pelat landasan benda kerja. Kedua adalah komponen standar yang langsung dibeli di pasaran seperti baut ulir daya, ragum, *bearing* dan baut pengikat lainnya. Material komponen dari alat bantu dibuat dari baja karbon lunak. Pengujian kemampuan alat bantu yang dibuat terdiri dari uji ke sejajaran, ketegaklurusan gerak, kerataan, kehalusan permukaan serta uji pembuatan benda profil.

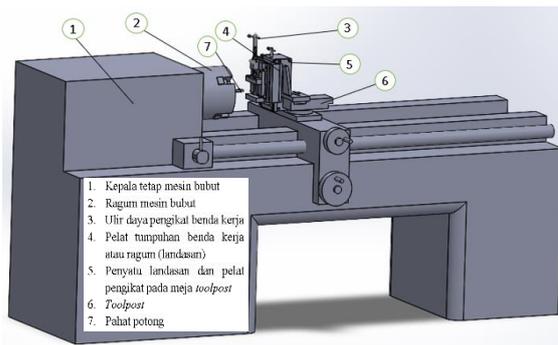
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan dan perakitan alat bantu cekam yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini. Pemasangannya di mesin bubut dilakukan dengan menggantikan komponen pemegang pahat (*tool post*) dan dikatkan (*holding*) dudukan pahat (*carriage*). Pahat dicekamkan pada spindle baik secara langsung maupun menggunakan poros yang dibuat khusus terutama untuk pahat perataan. Pada seperti ini layaknya mesin freis vertikal yang dapat melakukan proses freis muka (*surface milling*), dimana benda kerja dicekam pada alat bantu cekam dan putaran spindle oleh pahat. Pahat yang digunakan dapat berupa pahat perataan, *endmill*, dan pahat gurdi.

Untuk mengetahui alat bantu yang dibuat berfungsi dengan baik maka dilakukan pengujian geometri dan uji jalan (*running*). Pengujian kekasaran permukaan dan ketelitian geometri pada landasan benda kerja.



(a)



(b)

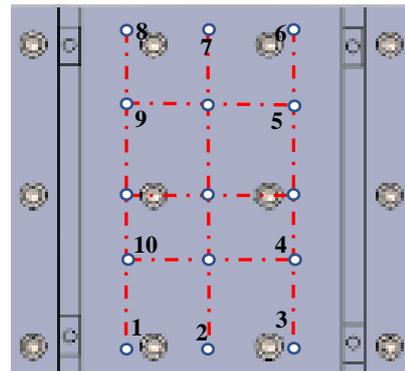
Gambar 3 Alat bantu cekam yang dibuat (a) dan pemasangannya di mesin bubut (b)

Ketelitian geometri yang dilakukan adalah ketegaklurusan permukaan landasan (penunpuh) benda kerja terhadap lintasan lurus (*guide ways*) mesin bubut seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Pengujian ketegaklurusan dilakukan setelah alat bantu cekam di *setting* pada kedudukan pahat. Alat ukur *dial stand* sebagai pemegang *dial indicator* ditumpuhkan pada lintasan lurus. Posisi yang diukur seperti di tunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4 Set-up alat bantu cekam pada kedudukan pahat di mesin bubut yang digunakan

Pengukuran pada pengujian ketegaklurusan landasan dilakukan pada beberapa posisi yang ditandai garis putus-putus (posisi 1 s.d 4) seperti ditunjukkan Gambar 5. Pengujian ketegaklurusan ini mengacu pada standar ISO 1701 (pengujian mesin freis). Berdasarkan standar tersebut penyimpangan maksimum diperbolehkan adalah 25 μm . Uji ketegaklurusan pada posisi 1, 3, 6 dan 8 didapatkan nilai sebagai berikut, posisi-1 = 0 μm (titik referensi kiri), posisi-3 = 0 μm (titik referensi kanan), posisi-6 = -0.050 μm dan posisi-8 = 0.15 μm . Dari hasil ini menunjukkan bahwa nilai ketelitian geometri yang diuji masih berada dalam *range* yang distandarkan yaitu dibawah 25 μm .



Gambar 5 Pengujian kekasaran permukaan dan ketegaklurusan permukaan terhadap landasan penunpuh benda kerja

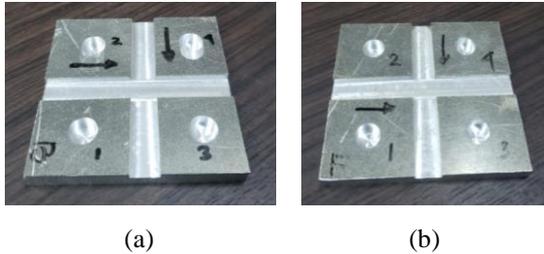
Pengujian kekasaran permukaan (R_a) dilakukan pada posisi-1 sampai dengan posisi-10 Hasilnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 1. Hasil menunjukkan bahwa kekasaran permukaan landasan rata-rata 1,882 μm . Berdasarkan Hasil ini menunjukkan kekasaran pada permukaan landasan berada pada kondisi baik [13].

Tabel 1. Hasil uji kekasaran permukaan pada landasan alat bantu cekam

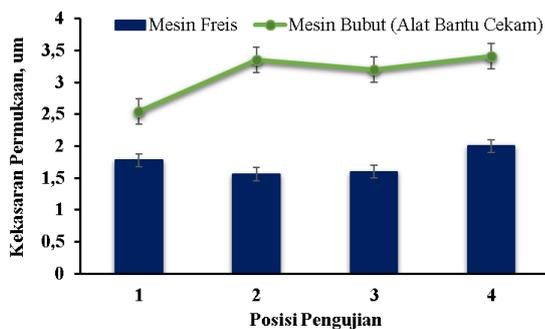
Posisi	Nilai R_a	Posisi	Nilai R_a
	Rata-Rata (μm)		Rata-Rata (μm)
1	2,00	6	2,30
2	1,92	7	2,15
3	1,67	8	2,00
4	1,76	9	1,55
5	1,87	10	1,60

Pengujian lain yang dilakukan adalah uji jalan melakukan proses freis. Pemesinan yang dilakukan adalah freis permukaan (*face milling*) menggunakan pahat *endmill* dan proses pembuatan lubang (*gurdi*) dengan diameter pahat adalah 10 mm. Pemesinan ini

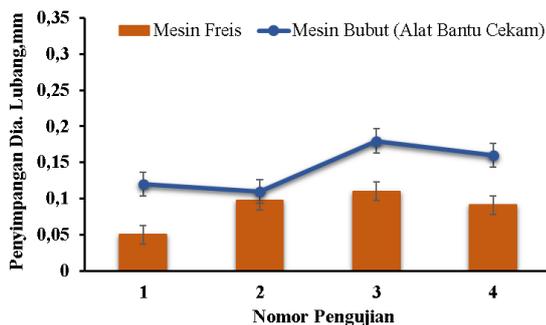
dilakukan menggunakan alat bantu yang dibuat dan menggunakan mesin freis vertikal sebagai pembanding hasil pengujian. Profil Hasil pemesinan yang dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Nilai kekasaran permukaan *end milling* yang didapat dari kedua jenis pengujian ditunjukkan dalam Gambar 7. Untuk prose gurdi, penyimpangan diameter lubang bagi kedua proses di tunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6 Pengujian proses *face milling* dan pembuatan lubang menggunakan mesin bubut yang dibantu alat cekam (a) dan pemesinan di mesin freis vertikal (b)



Gambar 7 Nilai kekasaran permukaan proses *face milling* menggunakan mesin bubut yang dibantu alat cekam dan pemesinan di mesin freis vertikal



Gambar 8 Penyimpangan diameter lubang dari proses gurdi menggunakan mesin bubut yang dibantu alat cekam dan pemesinan di mesin freis vertikal

Hasil kinerja uji jalan menunjukkan bahwa proses *end milling* dan pembuatan lubang yang dilakukan di mesin bubut menggunakan alat bantu cekam ketidak telitian lebih besar daripada pembuatan di mesin freis. Hal ini wajar terjadi karena kekakuan komponen

pencekaman dari masing-masing proses. Posisi dan kondisi pemesinan di mesin bubut, pencekaman ditumpuh pada dudukan pahat (*carriage*) dan diikat oleh dua baut diameter 12 m. Selain itu posisi alat bantu cekam juga pada keadaan vertikal seperti tumpuan jepit-bebas (*kantilever*) bila ada gaya dari pahat bekerja. Hal ini menyebabkan kurangnya kekakuan pada struktur. Berbeda bila pemesinan pada mesin freis vertikal, dimana benda kerja dicekam pada ragam yang ditumpuh pada meja (*bad*) dan kondisi strukturnya jauh lebih kaku dari kondisi yang pertama.

Nilai rata-rat kekasaran permukaan pada proses *face milling* pada mesin freis adalah 1,735 μm dan menggunakan mesin bubut adalah 3,125 μm . Terjadi perbedaan kesalahan lebih besar 44,48 % hasil mesin bubut terhadap pemesinan menggunakan mesin freis. Namun kedua jenis pemesinan ini nilai kekasaran terjadi masih dalam *range* yang diperbolehkan untuk proses freis yaitu 0,4 s.d 25 μm [13]. Demikian juga pada pembuatan lubang, penyimpangan rata-rata pemesinan menggunakan mesin freis adalah 0,087 mm dan penyimpangan rata-rata menggunakan mesin bubut adalah 0,1425 mm. Penyimpangan pada pemesinan menggunakan mesin bubut adalah 38,95 % lebih besar daripada menggunakan mesin freis.

4 KESIMPULAN

Pembuatan alat bantu cekam pada mesin bubut konvensional telah dilakukan, dan dapat kesimpulan bahwa:

1. Alat bantu cekam yang dibuat dapat membuat produk yang memerlukan pengerjaan proses freis yaitu *face milling* dan proses gurdi. Keterbatasan ruang gerak pada mesin bubut yang digunakan, menyebabkan alat bantu cekam terbatas untuk pemesinan benda kerja yang berukuran kecil dan memungkinkan mendekati ukuran sedang.
2. Berdasarkan pengujian pada alat bantu cekam, didapat:
 - (a) Ketidaktelitian geometri (ketegaklurusan) antara landasan (meja) alat bantu cekam terhadap lintasan lurus sebagai lintasan pergerakan rumah pahat berada dalam range standar yaitu 25 μm . Dan kekasaran permukaan rata-rata landasan adalah 1,882 μm .
 - (b) Pada pengujian uji jalan, nilai kekasaran proses *face milling* menggunakan alat bantu cekam yang dibuat dipasang di mesin bubut menunjukkan nilai lebih kasar 44,48% daripada dibuat pada mesin freis.

Juga pada penyimpangan pada pembuatan lubang, menggunakan alat bantu cekam yang dibuat dipasang di mesin bubut lebih besar 38,95% daripada dibuat pada mesin freis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Lane, *Jig and fixture handbook*, Third Edit. St. Louis, USA: Carr Lane Manufacturing Co., 2016.
- [2] T. Mahesh, L. S. Kumar, and K. Chandra, "Design and Ansys of A Multipurpose Jig in Machine Tool," *Int. J. Res. Advent Technol.*, no. March, 2019.
- [3] R. Siva, B. Siddardha, S. Yuvaraja, and P. Karthikeyan, "Improving the productivity and tool life by fixture modification and renishaw probe technique," *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 782–787, 2020.
- [4] B. C. Tjiptady, R. Z. Rahman, R. F. Meditama, and G. Widayana, "Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 32–41, 2021.
- [5] C. Chikwendu Okpala, "The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing," *Sci. Res.*, vol. 3, no. 4, p. 213, 2015.
- [6] H. Chandrakant Pandit, "Jigs and Fixtures in Manufacturing Article in," *Harshwardhan Chandrakant Pandit. Int. J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 12, no. October, pp. 50–55, 2022.
- [7] H. C. Pandit and K. R. Pandit, "Advances in Jig Manufacturing: A Comprehensive Review of Techniques, Technologies, and Applications," *Harshwardhan Chandrakant Pandit. Int. J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 13, no. July, pp. 1–10, 2023.
- [8] E. G. Hoffman, *Jix and Fixture Design*, 1st ed., vol. 1. Clifton Park-New York: Delmar - Learning Drafting Series, 2011.
- [9] D. A. Stephenson and J. S. Agapiou, *Metal Cutting Theory and Practice*, Third Edit. New York: CRC Pres-Taylor & Francis Group, 2016.
- [10] K. Venkataraman, *Design of Jigs, Fixtures and Press Tools*, 1st ed. London, U.K.: John Wily & Sons Ltd, 2015.
- [11] M. Yanis, A. antoni Akhmad, Barlin, and A. Firdaus, "Penerapan Alat untuk Pemberian Cairan Pemotongan dengan Sistem Minimum Quantity Lubricant (MQL) untuk Pemesinan Ramah Lingkungan Di Bengkel Las dan Bubut Tris Palembang," Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sriwijaya, Palembang, 2021.
- [12] W. Grzesik, *Advanced Machining Processes of Metallic Materials - Theory, Modelling, and Applications*, Second Edi. Amsterdam: Joe Hayton, 2017.
- [13] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, no. Chapter 3. 2013.