

PERANCANGAN PAHAT ULIR KORTIKAL MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*

Gusri Akhyar Ibrahim^{1*}, Dedy Nanda Radigo Putra¹, Yanuar Burhanuddin¹, Arinal Hamni¹, Suryadiwansa Harun¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jln. Prof.SumantriBrojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721)3555519, Fax. (0721)704947

ABSTRAK

Pahat potong merupakan komponen penting untuk proses pemesinan, terutama untuk pengerjaan material titanium sebagai *implant*. Pembuatan baut ulir kortikal biasa diproduksi menggunakan proses *whirling*, akan tetapi ketersediaan mesin tidak banyak tersedia. Cara lain membuat ulir kortikal adalah menggunakan mesin bubut konvensional dengan pahat khusus, yang mana peralatan ini juga tidak tersedia. Mengatasi persoalan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang pahat ulir kortikal yang dipasangkan pada mesin bubut menggunakan *Reverse Engineering Method*. Perancangan dilakukan dengan cara mendapatkan data hasil pembuatan ulir kortikal secara *trial and error*, sehingga didapatkan bentuk ulir yang diinginkan. Selanjutnya pahat yang sudah ditentukan dirancang dengan membuat gambar yang menyerupainya. *Software Autodesk* digunakan untuk membuat gambar 2D dan 3D. Proses desain pahat ini mengacu pada data standar ISO 5835 ulir kortikal sehingga didapatkan parametrik desainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa disain pahat bubut ulir menggunakan *Reverse Engineering Method* berhasil dilakukan dengan mengacu data pengujian lapangan secara uji coba, melalui tahapan penggambaran *sketching* menggunakan 2D. Perbedaan ukuran parameter model 3D pahat bubut ulir kortikal dengan parameter kritis dari pengukuran secara langsung relatif kecil, sehingga dapat dinyatakan bahwa hasil pemodelan 3D sama dengan ukuran yang sebenarnya.

Kata kunci : *bubut; kortikal; pahat; reverse engineering; ulir.*

ABSTRACT

Cutting tools are an essential component of machining, especially for machining titanium material as implants. Cortical threaded bolts are usually produced using the whirling method, but machines are not widely available. Another way to make cortical threads is to use a conventional lathe with a unique tool, for which this equipment is also unavailable. Overcoming this problem, this research was conducted to design cortical threaded chisels mounted on a lathe using the Reverse Engineering Method. The design is carried out by obtaining data on the results of cortical threading by trial and error so that the desired screw shape is obtained. Next, the specified chisel is designed by creating an image that resembles it. Autodesk software is used to create 2D and 3D images. This tool design process refers to the ISO 5835 standard data for cortical threads to obtain a parametric design. The results showed that the screw lathe design using the Reverse Engineering Method was successfully carried out by referring to field test data by trial through the sketching stages using 2D. The difference in size parameters of the cortical screw lathe 3D model with the critical parameters from direct measurements is relatively tiny, so it can be stated that the 3D modeling results are the same as the actual sizes.

Keywords : *cortical screw; cutting tool; reverse engineering; turning.*

* Penulis korespondensi
Email: gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

PENDAHULUAN

Pahat merupakan salah-satu alat yang mendapat perhatian karena mempengaruhi efisiensi proses produksi, dan kriterianya adalah umur. Pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu agar dapat digunakan nantinya untuk membuat produk yang berkualitas (ukuran yang benar) dan ekonomis (perlu waktu singkat). Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar (*spindle speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Menurut fungsinya pahat bubut dibagi menjadi enam yaitu pahat ulir, pahat sisi/ muka, pahat bubut rata, pahat potong, pahat alur dan *champer*. Jenis-jenis pahat tersebut tentunya memiliki fungsi masing-masing sesuai kebutuhan yang diperlukan (Afriany, dkk., 2018, Apriansyah, dkk., 2020).

Pahat ulir merupakan jenis pahat yang digunakan untuk membuat ulir pada benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar ataupun ulir tunggal maupun ganda. Geometri dari pahat ulir ini sendiri haruslah memiliki kesesuaian dengan bantuk ulir yang ingin dibuat dikarenakan agar ulir yang telah jadi nantinya mempunyai bentuk yang sama seperti pahat yang digunakan. Pahat ulir tidak mempunyai sudut tatal, permukaannya rata dengan ujung beradius sesuai radius kaki ulir yang besarnya tergantung besar kisar ulirnya. Pahat ulir terdiri dari beberapa jenis pahat yang salah satunya adalah pahat ulir kortikal (Apriansyah, dkk., 2020).

Pahat ulir terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah pahat ulir kortikal. Pembuatan ulir kortikal tidaklah sama dengan pembuatan ulir matriks yang mana proses pembuatan ulir kortikal ini dilakukan dengan proses *whirling*. Pada proses *whirling*, pahat berputar sambil melakukan proses pemotongan benda kerja pada tingkat tertentu sepanjang *longitudinal* untuk menghasilkan bentuk heliks. Akan tetapi pembuatan pahat ulir kortikal menggunakan proses *whirling* seringkali menghadapi kendala. Hal ini dikarenakan ketersediaan mesin *whirling* tidak banyak tersedia.

Metode *Reverse Engineering* dikenalkan dalam pembuatan atau peniruan suatu komponen dengan tingkat kesamaan yang tinggi. Keuntungan proses ini adalah pengurangan tahap produksi, yaitu dengan memangkas tahap gambar konvensional pada awal tahapan. Perancangan ulang dengan metode *Reverse Engineering* ini di

lakukan untuk mengetahui ukuran dan dimensi secara pasti dari pahat ulir kortikal yang telah dibuat sebelumnya sehingga dapat memudahkan untuk menduplikasinya (Basso, dkk., 2015).

Pembuatan pahat ulir kortikal perlu mengikuti suatu standar sehingga produk yang dihasilkan sesuai. Standar ISO 5835 ulir kortikal adalah satu standar untuk membuat pahat bubut ulir, menggunakan proses pemesinan bubut konvensional. Selain itu, walaupun pahat untuk membuat baut kortikal sudah dibuat, akan tetapi tanpa melalui desain yang sistematis, pahat dibuat dengan metode *trial and error* hingga mendapatkan ukuran yang tepat. Metode ini memakan waktu yang cukup lama dan hasil yang tidak pasti (Gusri, dkk., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain pahat ulir kortikal yang digunakan untuk membuat baut ulir menggunakan mesin bubut. Desain yang sudah dibuat memenuhi kriteria standar pahat ulir dan sesuai dengan standar penggunaannya. Dengan demikian, pengujian dapat dilakukan untuk pembuatan pahat ulir kortikal secara langsung menggunakan mesin bubut konvensional (Gusri & Arinal, 2019). Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mempermudah desain ulang pahat bubut ulir kortikal dengan geometri yang sama dan dimensi yang berbeda. Pembuatan baut ulir dengan diameter yang lebih besar dan dimensi yang berbeda dapat digunakan, dikarenakan kebutuhan terhadap ukuran pahat ulir yang berbeda parametriknya (Gusri, dkk., 2019, Hendra, dkk., 2013). Selanjutnya memungkinkan untuk mendesain pahat dan baut ulir dengan berbagai dimensi yang berbeda.

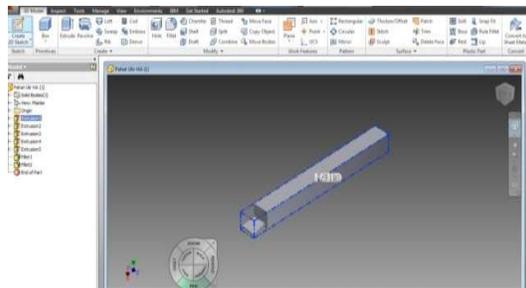
METODE PENELITIAN

Pahat bubut yang dirancang pada penelitian ini merupakan pahat jenis kortikal yang biasa digunakan untuk membuat baut ulir penyambung tulang patah. Pembuatan pahat kortikal ini mengacu pada standar ulir kortikal ISO 5835. Proses desain pahat bubut ulir kortikal ini menggunakan metode *Reverse Engineering*, dimana proses pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara langsung terhadap benda kerja yang sudah ada. Setelah dilakukan pengukuran secara langsung, data diinput ke dalam aplikasi inventor untuk menjadi acuan membuat pahat bubut ulir kortikal.

Tahapan mendesain ulang pahat bubut ulir kortikal ini yaitu dengan membuat gambar 2D, menentukan kriteria desain, melakukan penerapan metode *Reverse Engineering* pahat ulir kortikal dengan menggunakan *software autodeks inventor* (Ibrahim & Yanuar, 2020). Selanjutnya melakukan pembuatan pahat bubut ulir kortikal menggunakan mesin bubut konvensional dan yang terakhir adalah pengujian produk pahat bubut ulir kortikal tersebut apakah sudah sesuai atau tidak dengan yang sudah dibuat sebelumnya (Lin, dkk., 2018).

Proses Desain

Pengolahan data dilakukan setelah hasil gambar 2D selesai dikerjakan secara langsung. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah pertama membuat *sketch* pada *toolbar*. Setelah itu melakukan pilihan salah satu *plane* yang ada, yaitu *XZ plane* kemudian klik *rectangle* untuk membuat segiempat. Langkah selanjutnya yaitu memasukan nilai dimensi dari *rectangle* sebesar 10 x 10 mm kemudian memberi ketebalan dengan cara *extrude* sepanjang 100 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses *sketch*

Selanjutnya *sketch* dibuat di sisi depan dengan cara klik "*create 2D sketch*" lalu klik sisi depan pahat serta klik "*line*" untuk membuat garis yang membentuk persegi lalu klik *extrude* ke arah alam sebesar 10 mm.

Tahapan berikutnya adalah membuat segitiga kerah di samping sesuai dengan derajat yang akan dibuat yaitu sebesar 12°. Setelah segitiga dibuat lalu tekan huruf E untuk proses *Extrude*. Langkah selanjutnya adalah memilih profil dari segitiga yang sudah dibuat. Untuk pilihan *extrude* pilih *cut* dengan *distance* sesuai angka yang akan dibuat arah ke belakang. Apabila telah di *extrude cut*. Lalu buat *sketch*

pilih sisi samping kiri.membuat *sketch 2D* dengan menggunakan *Line*.

Pembuatan sudut yang sesuai dengan apa yang telah diukur sebelumnya kemudian *extrude Cut* dengan pilihan *Extends "ALL"*. Langkah selanjutnya yaitu membuat *sketch 2D* segitiga di bagian depan dengan dimensi sebesar 8° kemudian pilih *extrude CUT* untuk menghilangkan bagian depan agar tidak menghalangi pandangan. Langkah selanjutnya yaitu buat *sketch 2D* di ujung mata pahat sebesar 35° kemudian *extrude CUT* ke arah dalam. Langkah selanjutnya yaitu memberi lengkungan di bagian depan pahat dengan menggunakan perintah "*FILLET*" untuk bagian-bagian tertentu agar tampilannya seperti bekas batu gerinda.

Desain Parameter

Desain parameter dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1, dimana masing-masing parameter yang digunakan mengacu pada rancangan awal. Standar yang digunakan jenis ulir kortikal dengan bentuk ulir kortikal dan panjang ulir 20 mm.

Tabel 1. Desain parameter

NO	Desain	r ₄	r ₅	α	β	γ	Diameter
1		0,3	0,1	35°	3°	12° 8°	HA 1,5

Desain parameter ini dibuat bertujuan untuk mempermudah pembuatan desain ulang dari pahat bubut ulir kortikal ini jika nantinya ingin membuat pahat bubut ulir kortikal dengan dimensi yang berbeda. Masing-masing parameter dihitung berdasarkan nilai diameter mayor dan minor yang ditentukan pada awal perencanaan.

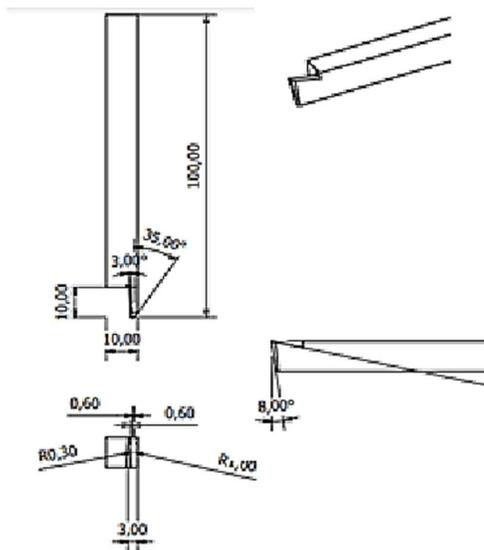
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar *Skeching 2D*

Gambar 2 menunjukkan rancangan geometri dan dimensi disain pahat bubut ulir kortikal. Gambar perspektif pahat ulir dan pandangan dari beberapa sisi (atas, samping). Pahat bubut ulir kortikal yang dirancang mempunyai nilai jari-jari

kelengkungan r^4 sebesar 1 mm dan jari-jari elengkungan r^5 0,3. Hal ini dipilih dan ditentukan berdasar hasil pengujian bahwa r^4 dan r^5 mewakili jari-jari kelengkungan pada ulir kortikal. Nilai jari-jari kelengkungan dapat diperbesar ataupun diperkecil apabila menginginkan ukur ulir kortikal yang berbeda. Oleh karena itu, penentuan kelengkungan ukuran ulir ditentukan dengan cara mengatur kelengkungan r^4 dan r^5 pada pahat ulir.

Sementara itu, besarnya sudut α adalah 35° dan β sebesar 3° . Sudut α pada pahat ditentukan mengacu kepada pembentukan kemiringan ulir kortikal pada baut ulir yang dibuat. Kemiringan ulir pada baut ulir berfungsi untuk memberikan tekanan kepada ulir saat dilakukan pengencangan sehingga baut mengunci dengan kuat dan akan terhindar dari melonggar dengan sendirinya. Hal yang sama berlaku juga untuk sudut β , dimana sudut ini membentuk kemiringan sisi kanan ulir.



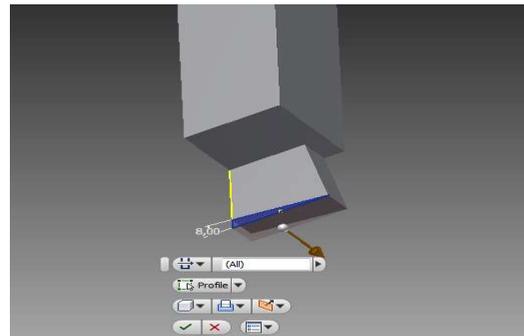
Gambar 2. Gambar 2D pahat bubut ulir kortikal

Gambar Skeching 3D

Disain 3D dirancang berdasarkan dimensi dan geometri yang sudah ada pada gambar 2D. Gambar 3 menunjukkan pandangan dan bentuk yang lebih jelas dari pahat ulir kortikal yang dirancang. Kemiringan dan kelengkungan dapat dilihat dengan jelas dan memudahkan dalam memahami gambar rancangan. Beberapa fitur digunakan untuk membuat gambar 3D,

diantaranya *extrude bos*, *extrude cut*, *filler* dan lainnya.

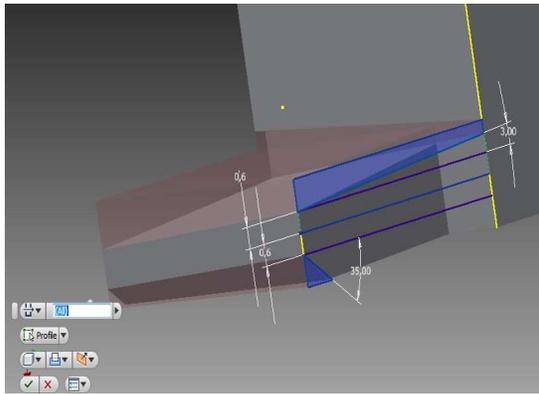
Gambar 3 menunjukkan proses pembuatan sudut, dimana sudut 12° dipilih dengan tujuan agar geram dari hasil proses pembubutannya tidak berbentuk dengan pangkal mata pahat yang bisa menyebabkan keausan pahat lebih cepat. Pembuatan sudut pada sisi depan mata pahat bubut ulir kortikal untuk membentuk kemiringan muka (*clearance*), dimana berfungsi untuk memudahkan pahat melakukan pemakanan tanpa harus bersentuhan dengan benda kerja yang ada di sisi bagian belakang mata pahat.



Gambar 3. Proses pembentukan gambar 3D dan *clearance*

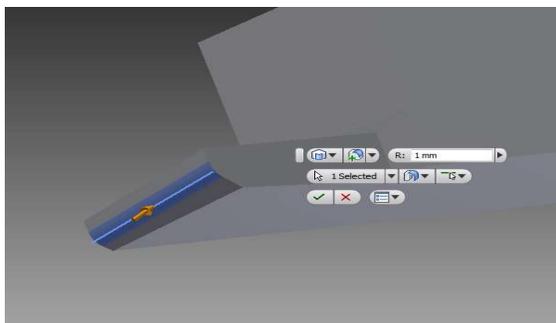
Pemilihan sudut potong 8° sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, bertujuan untuk membuat tempat pembuangan geram yang dihasilkan pada saat proses pembubutan. Ini juga bertujuan agar mata pahat bubut ulir kortikal tidak cepat aus., karena dengan memberikan laluan kepada geram dengan lancet, maka gesekan yang terjadi antara benda kerja dan pahat semakin kecil. Dengan demikian, panas yang dihasilkan semakin kecil pula, sehingga geram dapat dengan mudah meninggalkan permukaan tanpa ada bagian yang melekat.

Gambar 4. menunjukkan bagian atas mata pahat di *extrude* dengan dimensi sudut sebesar 3° . Adapun sudut 35° pada bagian ujung bawah pahat bubut kortika digunakan mengikuti sesuai standar yang telah ditetapkan oleh ISO 5835. Selain itu, dimensi 0,6 mm di atas dibuat dikarenakan lebar *face* dari mata pahat bubut ulir kortikal ini sebesar 1,2 sehingga dibuat ukuran 0,6 sebanyak dua kali. Lebar *face* yang dibuat mempengaruhi ukuran lebar puncak ulir. Pemilihan dimensi mata pahat sebesar 1,2 mm ini dikarenakan untuk mencapai dimensi lebar puncak ulir yaitu sebesar 0,1 mm.



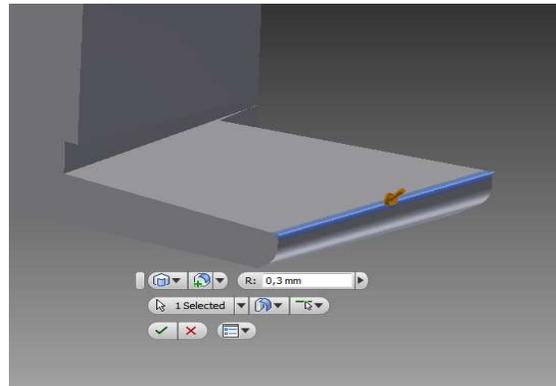
Gambar 4. Pembuatan sudut mata pahat

Jari-jari yang digunakan dalam proses *fillet* sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 5 adalah sebesar 1 mm. Pemilihan jari-jari sebesar 1 mm ini dikarenakan untuk mendapatkan jari-jari (r^4) pada lembah ulir yaitu sebesar 1 mm. Kemudian pembentukan bagian depan-atas mata pahat bubut ulir kortikal r^5 , dimana mempunyai dimensi sebesar 0,3 sesuai ketentuan standar ulir kortikal ISO 5835.



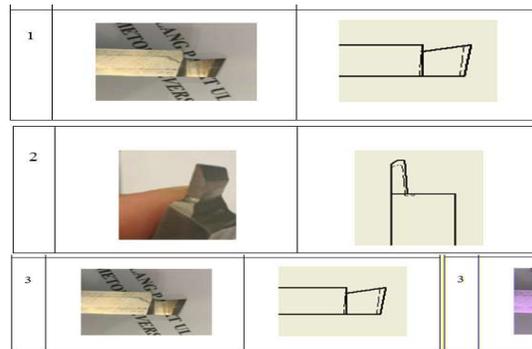
Gambar 5. Pembuatan bagian depan-tengah mata pahat bubut ulir kortikal

Gambar 6. menunjukkan pengerjaan bagian-depan atas mata pahat bubut ulir kortikal yang bertujuan untuk menyesuaikan dengan hasil dari jari-jari lembah ulir. Adapun jari-jari yang digunakan dalam proses ini yaitu sebesar 0,3 mm. Pemilihan jari-jari sebesar 0,3 mm ini dikarenakan untuk mendapatkan jari-jari r^5 pada lembah ulir yaitu sebesar 0,3 mm. Dengan demikian akan didapatkan bagian depan-atas mata pahat bubut ulir kortikal yang memiliki dimensi tepat.



Gambar 6. Pembuatan bagian-depan atas mata pahat bubut ulir kortikal

Gambar 7 menunjukkan perbandingan antara dimensi hasil pengukuran pahat ulir kortikal dan dimensi yang dihasilkan dari desain, yang mana data tersebut mewakili dimensi tampak atas,



Gambar 7. Perbandingan dimensis pahat; data pengukuran dengan hasil pemodelan 3.

Validasi Data Hasil Disain

Proses validasi perlu dilakukan sebagai salah satu cara untuk membandingkan antara data riil dengan data hasil disain. Produk pahat bubut ulir yang dibuat dilakukan pengujian sehingga mendapatkan baut ulir kortikal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pahat bubut ulir kortikal memberikan hasil baut ulir kortikal dengan dimensi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Data hasil validasi pahat bubut ulir kortikal.

Baut ulir kortikal yang yang dirancang berdiameter sebesar 4,5 mm. Adapun dimensi hasil pembuatan pahat kortikal juga berdiameter 4,5 mm. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembuat pahat ulir kortikal yang mengaju kepada disain baut ulir yang standar berhasil dilakukan dengan ukuran yang sesuai. Bagaimanapun juga, ada kemungkinan kesalahan akan tetapi sangat kecil kecil sehingga dapat dikatakan memenuhi standar yang dibolehkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Proses disain pahat bubut ulir menggunakan *Reverse Engineering Method* berhasil dilakukan dengan mengacu pada data pengujian lapangan secara uji coba, melalui tahapan penggambaran *sketching* menggunakan 2D dan dilanjutkan dengan 3D dan *finishing*. Penentuan sudut kemiringan untuk α dan β , serta jari-jari kelengkungan r^4 dan r^5 mengacu pada kemiringan dan kelengkungan ulir pada buat ulir yang direncanakan. Perbedaan ukuran parameter model 3D pahat bubut ulir kortikal dengan parameter kritis dari pengukuran secara langsung relatif kecil, sehingga dapat dinyatakan bahwa hasil pemodelan 3D sama dengan ukuran yang sebenarnya.

REFERENSI

- Afriany, R., Ilmi, B., Asmadi, A., & Effendi, I. (2018). Pengaruh Gerak Makan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ss 316l Pada Proses Bubut. *Teknika: Jurnal Teknik*, 4(2), 185-192.
- Apriansyah, E., Widagdo, T., & Zainuddin, Z. (2020). Pengaruh Variasi Pendingin Dan

- Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Aluminium 6061. *Austenit*, 12(1), 14-20
- Basso, K., Margolin, A. A., Stolovitzky, G., Klein, U., Dalla-Favera, R., & Califano, A. (2015). Reverse Engineering Of Regulatory Networks In Human B Cells. *Nature Genetics*, 37(4), 382-390.
- Gusri, A., Yanuar, B., Didiek, E., Arinal, H. (2019). Optimasi Kepresisian Geometri Ulir Menggunakan Metode Taguchi-Grey Relation Analysis, 2019, *Jurnal Mechanical*,
- Damara, D., & Budiman, H. (2019, October). Proses Pembuatan Shaft M36 Menggunakan Mesin Bubut Di Pt. Padina Baraya Jaya. In *Seminar Teknologi Majalengka (Stima)* (Vol. 4, No. 1, Pp. 85-90).
- Gusri, A., & Arinal, H. (2019). Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Proses Bubut Ulir (Threading) Terhadap Kepresisian Geometri Ulir Magnesium Paduan Az31. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*.
- Gusri A., Alan. S, Arinal H. (2019), Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Proses Bubut Ulir (Threading) Terhadap Kepresisian Geometri Ulir Magnesium Paduan AZ31, *Jurnal: Jurnal Energi dan Manufaktur*, Volume: 12, ISSN: 2302-5255 (p) ISSN: 2541-5328,
- Hendra, H., Sutarmadi, S., Indriani, A., & Hernadewita, H. (2013). Jenis Material Pahat Potong Dan Run Out Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Silinder Pada Proses Bubut. *Mekanikal*, 4(2), 376-385.
- Ibrahim, G., & Yanuar, B. (2020). Kajian Simulasi Fem 3d: Keausan Pahat Twist Drill Pada Pemesinan Bor Mikro Material Ti-6al-4v. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 12(2), 93-101.
- Lin, Z., Jiang, X., Xu, D., & Zhang, X. (2008). Automatic Protocol Format Reverse Engineering Through Context-Aware Monitored Execution. In *Ndss* (Vol. 8, Pp. 1-15).