

ANALISIS VARIAN PARAMETER PEMESINAN BUBUT TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN BENDA KERJA DAN KARAKTERISTIK GERAM TERPOTONG

ANALYSIS VARIANCE OF LATHE MACHINING PARAMETERS ON THE QUALITY OF THE WORKPIECE SURFACE AND CHARACTERISTICS OF CHIPPED CHIP

Arifin Jannuar⁽¹⁾, Rifelino⁽²⁾, Budi Syahri⁽³⁾, Zainal Abadi⁽⁴⁾

(1), (2), (3), (4) Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

arifinjannuar@student.unp.ac.id

rifelino@ft.unp.ac.id

budisyahri.90@gmail.com

zainalabadi@ft.unp.ac.id

Abstrak

Dalam dunia industri, pemesinan merupakan proses paling banyak dipakai untuk membuat komponen mesin pada bahan logam, baik itu yang berbentuk kotak maupun silindris. Perkembangan didalam dunia permesinan sangat menuntut kualitas yang baik dalam tingkat kualitas permukaan benda. Mesin bubut merupakan satu dari beberapa mesin yang memproduksi komponen mesin. Tingkat kekasaran permukaan benda sangat berpengaruh kepada fungsi dari produk tersebut oleh karena itu, pada setiap pengerjaan mesin bubut terdapat level kekasaran yang harus tercapai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi dari parameter yang menciptakan kekasaran permukaan dengan angka yang kecil dan hubungannya pada karakteristik geram yang dihasilkan. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu eksperimen dimana percobaan yang dilakukan berjumlah 8 spesimen uji. Parameter permesinan yang paling berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan benda adalah kecepatan potong yaitu 73,07%, lalu diikuti oleh pemakanan yaitu 13,26%, dan yang paling kecil pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan benda adalah kedalaman pemotongan yaitu 0,60%. Berdasarkan hasil dari pengukuran kekasaran permukaan didapatkan tingkat kekasaran paling rendah pada 1.69 μm dan level kekasaran N7 dengan kombinasi kecepatan potong (Vc) 120 m/menit, pemakanan(f) 0.08 m/rot dan kedalaman pemotongan (a) 1.5 mm. Geram yang dihasilkan berbentuk *continous* dengan panjang ± 35 cm. Dari hasil yang didapatkan dapat disimpulkan karakteristik geram yang dihasilkan pada proses pembubutan berbanding terbalik dengan nilai kekasaran permukaan benda.

Kata Kunci : Mesin Bubut, Geram, Kekasaran Permukaan, Parameter Permesinan, *Ductile*.

Abstract

In the industrial environment, machining is the most widely used process for making machine components on metal materials, both box and cylindrical. Developments in the world of machining is very demanding of good quality in the level of surface quality of objects. lathe is one of several hardware devices that produce machines. level of surface roughness of objects greatly affects function of product, therefore, in every machining process, there is a level of roughness to be achieved. The purpose of this research for combination of parameters that create surface roughness with a small number and their relationship to the characteristics of the resulting chip. Method tused in this research is an experiment where the experiment carried out amounted to 8 test specimens. The most weigh machining parameter on the surface roughness of the object is the cutting speed, which is 73.07%, followed by feeding, which is 13.26%, and the smallest effect on the surface roughness of the object is depth of cut, which is 0.60%. Based on surface roughness measurements, the lowest roughness level was 1.69 μm and N7 roughness level with a combination of cutting speed (Vc) 120 m/min, feeding (f) 0.08 m/rot and depth of cut (a) 1,5mm. resulting growl is continuous with a length of ± 35 cm. From the results obtained, it can be concluded that characteristics of the chip produced in the turning process are inversely proportional to the surface roughness value of the object.

Keywords : Lathe, Chips, Surface Roughness, Machining Parameters, *Ductile*

I. Pendahuluan

Proses pemesinan adalah suatu proses menghilangkan sebagian material pada benda balok atau bulat dengan tujuan untuk menciptakan suatu produk yang telah ditentukan (Romiyadi, 2016). Proses pemesinan adalah proses yang dominan digunakan untuk membuat bahan jadi dalam bentuk logam, lebih dari 60% pembuatan produk komponen mesin dibuat dengan proses permesinan (Fitriyah & Sakti, 2014).Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas dalam pemesinan, yang digunakan untuk memotong benda yang sedang berputar (Hindom et al., 2014). prinsip kerja dari mesin bubut adalah menyentuhkan alat potong kepada benda kerja yang sedang berputar sehinga terjadi proses penyayatan, benda kerja yang sedang berputar ialah gerak potong relatif sedangkan gerak translasi pada pahat disebut gerak umpan (Poeng & Rauf, 2015). Mesin bubut biasa digunakan pada proses permesinan yang berguna untuk membuat benda kerja yang berbentuk silindris, dalam proses pengerjaannya terdapat sisa – sisa penyayatan yang disebut dengan geram. Proses terbentuknya geram terjadi sebab gerak potong dan gerak umpan pada mesin bubut yang mana pada saat proses pengerjaan pahat yang telah dipasangkan akan bergerak secara perlahan mengenai benda kerja yang berputar dengan kecepatan tertentu sehingga terdapat dalamnya pemotongan dan lapisan terluar dari benda kerja akan terpotong dan munculnya permukaan baru pada benda kerja (Lepar et al., 2015).Geram terbentuk karena pada ujung mata potong pahat dan benda kerja mengalami tegangan, yangmana jika tegangan pada benda kerja lebih besar daripada kemampuan benda kerja itu sendiri maka akan terjadi perubahan bentuk atau bisa juga disebut deformasi plastis oleh ujung mata pahat tersebut (Setiyana et al., 2005). *Piispanen analogy* adalah analogi yang menjelaskan bahwa proses terbentuknya geram seperti tumpukan kartu yang disusun secara vertikal, apabila didorong oleh papan maka kartu yang didorong akan naik ke atas kartu yang disebelahnya dan pergerakan kartu tersebut berlangsung secara berkelanjutan (rochim, 1993).

Jenis geram terbagi kedalam menjadi tiga macam.

1. Discontinuous

Adalah jenis geram yang berbentuk seperti serpihan kecil dan cenderung berbentuk seperti serbuk. Geram ini biasanya terbentuk dari material yang rapuh atau getas.(Mudjijanto et al., 2019)

2. Continous











Adalah jenis geram yang berbentuk memanjang dan berkelanjutan, biasanya pada saat pembubutan seringkali membahayakan operator. Geram continous terbentuk pada benda kerja yang ulet. (Mudjijanto et al., 2019)

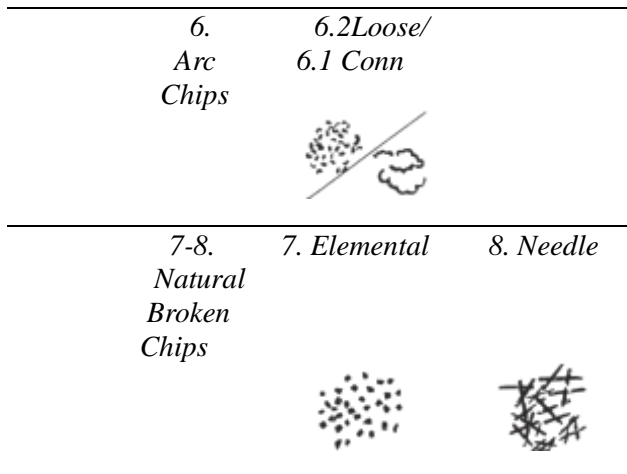
3. Continous with BUE (built up edge)

BUE adalah sisa pemotongan benda kerja yang

menempel pada ujung pahat dan membentuk mata potong baru, sehingga pahat tidak berfungsi dengan baik. (Herda agus et al., 2011)

Tabel 1. 1 Bentuk Geram berdasarkan Jenisnya

<i>Cutting</i>	<i>favourable</i>	<i>Non favourable</i>
<i>Straight Ribbon Chips</i>	1. 1.2 Short	1.1 Long/ 1.3 Snarled
		
<i>Mainly Up Curling Chips</i>	2. 2.2 Short	2.1 long 2.3 Snarled
		
<i>Spiral Chips</i>	3.	3.1 Flat/ 3.2 Conical
		
<i>Mainly Side Curling Chips</i>	4. 4.2 Short	4.1 Long 4.3 Snarled
		
		
<i>Up and Side Curling Chips</i>	5. 5.2 Short	5.1 Long 5.3 Snarled
		



(Sumber : Segreto et al., 2012)

Pada proses permesinan yang dilakukan di mesin bubut, kekasaran permukaan sangat penting karena bisa berpengaruh terhadap fungsi produk yang dibuat. Oleh karena itu pada saat pengerjaan terdapat tingkat kekasaran yang harus dipenuhi agar produk yang dibuat tersebut bisa berfungsi dengan maksimal (Yufrizal et al., 2019). Suatu produk yang dibuat di mesin bubut sangat dipengaruhi oleh kualitas dari permukaan tersebut, karena biasanya produk tersebut sering mengalami gesekan, pelumasan, kelelahan, keausan dan lain sebagainya. Dan alat potong juga berperan penting karena pergeseran sedikit saja akan berpengaruh pada kualitas permukaan (Syafa'at et al., 2016). Kekasaran terdiri dari dua bentuk ialah permukaan kasar (*rough*) dan bergelombang (*wave*). Permukaan yang kasar seperti gelombang-gelombang kecil yang tersusun rapat biasanya terjadi karena getaran pada saat pengerjaan, sedangkan permukaan bergelombang adalah perbedaan ketinggian pada permukaan benda, biasanya terjadi akibat senter pahat yang kurang, pemakanan yang tidak lurus dan sebagainya. Dan kualitas permukaan tersebut sangat berpengaruh pada kinerja benda yang akan dioperasikan (Yanuar et al., 2014). Pada saat proses pemotongan dilakukan getaran sangat berpengaruh kepada kekasaran permukaan benda kerja, karena terjadinya gaya pemotongan oleh pahat. Getaran yang terjadi membuat gerakan pahat tidak stabil sehingga terbentuk permukaan benda baru pada benda kerja (Bernaldo et al., 2021). Ada beberapa jenis yang bisa digolongkan menjadi kekasaran permukaan yaitu:

1. Kekasaran Aritmatik (R_a)

Kekasaran yang diambil dari rata-rata luas permukaan benda

2. Kekasaran Total (R_t)

Kekasaran yang dihitung dari puncak tertinggi dari sebuah profil benda hingga ke yang terendah.

3. Kekasaran Perataan (R_p)

Jarak *Mean* antara profil referensi dengan profil

terukur (Abbas et al., 2013).

Ada banyak faktor yang berpengaruh pada profil geram dan kekasaran permukaan pada benda kerja yaitu jenis dan bentuk pahat, dan parameter permesinan yaitu kecepatan potong, pemakanan, dan kedalaman pemotongan (Aditia & Sakti, 2013). Kombinasi dari parameter permesinan yang tidak sesuai bisa berakibat kepada umur pahat yang digunakan (Putra et al., 2022). Faktor lain yang mempengaruhi kekasaran permukaan adalah jenis pengerjaan yang dilakukan, mesin yang digunakan, dan juga jenis material yang digunakan (Syam et al., 2021).

II. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan adalah eksperimen, yaitu salah satu jenis penelitian dengan membuktikan kemungkinan pada penelitian dengan menggunakan variabel khusus yang dilakukan secara berulang dengan mengambil rata-rata dari nilai tersebut. Definisi lain dari eksperimen ialah penelitian yang dipakai untuk mengetahui dampak dari variabel perlakuan kepada variabel respon (Jaedun, 2011). *Goals* pada penelitian ini ialah mengetahui karakteristik geram pada proses bubut pada material S 45C dan membandingkannya dengan hasil analisis data kekasaran permukaan pada benda kerja.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – September 2022. Dimulai saat awal pengajuan proposal, pembuatan specimen, pengujian, sampai ke pembuatan laporan. Penelitian ini dilaksanakan di workshop pemesinan dan Laboratorium Metalurgi dan Metrologi departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

C. Objek Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan mendapatkan nilai dari kekasaran permukaan benda kerja proses bubut dengan parameter dengan kombinasi *full factorial* dan membandingkannya dengan geram yang dihasilkan pada proses tersebut

Tabel 2. 1 Parameter Pemesinan yang dilakukan pada Penelitian

Parameter	Level 1	Level 2
Kecepatan potong (m/menit)	80	120
Pemakanan (mm/rot)	0.08	0.12
Kedalam pemotongan (mm)	0.5	1.5

D. Jenis dan Sumber Data

Yang dipakai pada *research* ini adalah data utama yaitu diperoleh dengan observasi atau pengukuran langsung yang diambil dari proses pengukuran

spesimen. Data yang diperoleh selanjutnya akan dilakukan pengolahan. Sumber data dari penelitian ini diperoleh dengan cara observasi yaitu pengukuran langsung terhadap kekasaran permukaan benda yang akan dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi dan metrologi dan pengambilang geram pada proses bubut dilakukan di workshop pemesinan departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

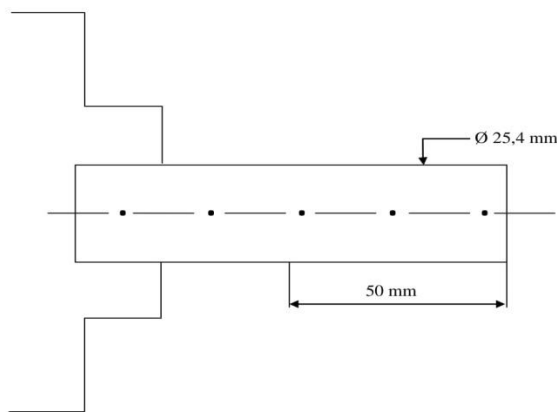
E. Alat dan Bahan

1. Alat untuk Pengujian

- a. Mesin bubut KENT USA 1340 BV
- b. Pahat bubut *insert carbide* TNMG 160408 dengan *holder* bubut MTJNR16H16.
- c. *Surface roughness tester* MITUTOYO SJ-201 P.
- d. *Software Minitab* 18 untuk olah data hasil kekasaran permukaan.

2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu Material As S 45C diameter 25 mm



Gambar 2. 1 Benda kerja yang dijepit pada mesin bubut

poros berukuran diameter 25 mm dengan panjang 10 cm akan dibubut dengan parameter yang telah ditentukan sepanjang 5 cm.

Tabel 2. 2 Kombinasi Parameter dengan Full Factorial

Eksperimen	Parameter		
	Vc	f	a
1	80	0.08	0.5
2	80	0.08	1.5
3	80	0.12	0.5
4	80	0.12	1.5
5	120	0.08	0.5
6	120	0.08	1.5
7	120	0.12	0.5
8	120	0.12	1.5

Full factorial adalah penelitian yang mengkombinasikan seluruh level dan faktor yang ada, pada penelitian ini menggunakan 2 level dan 3 faktor jadi penelitian yang dilakukan berjumlah 8 kali.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Hasil yang didapatkan berjumlah 2 buah data, yaitu hasil analisis kekasaran permukaan menggunakan teknik anova dan karakteristik geram yang dihasilkan pada spesimen uji.

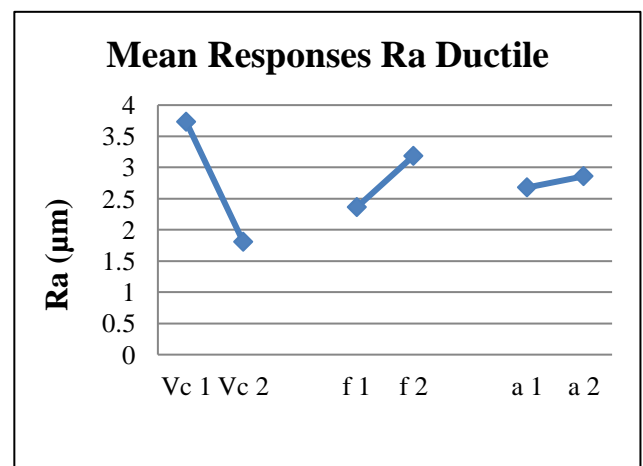
Tabel 3. 1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

Eksperimen	Nilai Ra (µm)			Level Kekasaran
	Ra ₁	Ra ₂	Ra (avg)	
1	3.26	2.81	3.04	N7
2	2.85	2.89	2.87	N7
3	4.28	4.02	4.15	N8
4	4.79	4.93	4.86	N8
5	1.90	1.76	1.83	N7
6	1.62	1.75	1.69	N7
7	1.82	1.58	1.70	N7
8	1.98	2.02	2.00	N7

Tabel diatas merupakan data pengukuran kekasaran permukaan pada material S 45C. Data yang diambil 2 kali pada masing masing specimen dan diambil rata-rata pada nilai tersebut, pada tabel juga dijelaskan bahwa pada specimen uji memiliki level kekasaran pada N7-N8, akan tetapi level yang dominan pada N7.

B. Grafik Mean Responses

Grafik *mean responses* adalah Grafik yang terdiri dari rata-rata nilai kekasaran permukaan berdasarkan setiap parameter dan level.



Gambar 3. 1 Grafik Mean Respon Ra Ductile

Dari Gambar grafik diatas dapat diambil informasi

bahwa, pada parameter kecepatan potong rata-rata nilai kekasaran level 1 yaitu 80 lebih besar daripada level 2 yaitu 120. Sedangkan pada parameter pemakanan nilai kekasaran pada level 2 yaitu 0.12 lebih besar daripada level 1 yaitu 0.08, begitu juga dengan parameter kedalaman pemotongan level 2 yaitu 1.5 lebih besar daripada level 1 yaitu 0.5. jadi untuk mendapatkan rata-rata kekasaran permukaan yang optimal maka bias dilakukan kombinasi kecepatan potong yang besar, serta pemakanan dan kedalaman pemotongan yang kecil

C. Analisis Varians (ANOVA)

ANOVA dipakai untuk menganalisa data yang sudah disusun di dalam desain dengan cara statistik. Anova biasa digunakan untuk memperkirakan kontribusi setiap faktor secara kuantitatif. Prosedur ini menjelaskan bagaimana pengaruh masing-masing faktor kontrol signifikan terhadap nilai respon. (Rifelino et al., 2021).

Tabel 3. 2 Hasil Analisis Varians (ANOVA)

Sumber Variasi	DF	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	Persen Kontribusi (%)
VC	1	7.41125	7.41125	73.07
f	1	1.34480	1.34480	13.26
A	1	0.06125	0.06125	0.60
Error	4	1.32585	0.33146	13.07
Total	7	1.32585	0.33146	100


Pada tabel diatas dapat diambil informasi bahwa kecepatan pokotong memiliki nilai tertinggi daripada parameter yang lainnya. Dimana pada persen kontribusi dapat dilihat bahwa kecepatan potong mendapat nilai 73,07% kontribusi, selanjutnya diikuti oleh pemakanan dengan 13,26% dan yang paling kecil adalah kedalaman pemotongan dengan 0,60%.








Hal ini berarti bahwa kecepatan potong pada saat proses bubut sangat berpengaruh pada hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan, akan tetapi pemakanan dan kedalaman pemotongan juga perlu diperhatikan.

D. Karakteristik Geram

Data yang didapatkan adalah hasil langsung dari benda spesimen uji material S 45C

Tabel 3. 3 Karakteristik Geram

Eksperimen	Karakterisitik Geram	
	Panjang (cm)	Bentuk Geram
1	±60 cm	

2	±65 cm	
3	±120 cm	
4	±7 cm	
5	±70 cm	
6	±35 cm	
7	±10 cm	
8	±5 cm	

Pada tabel diatas dapat dijelaskan bahwa material S 45C yang bersifat *ductile* memiliki bentuk geram yang *continuous* atau memanjang. Hasil geram yang paling panjang terdapat pada eksperimen ketiga yang mana pada eksperimen ketiga terdapat kombinasi parameter pemakanan yang tinggi yaitu 0.16 akan tetapi pada kecepatan potong yang rendah yaitu 80 dan kedalaman pemotongan yang kecil yaitu 0.5. sedangkan geram dengan rata-rata paling pendek yaitu pada eksperimen kedelapan dimana pada ekperimen ini, kombinasi yang terjadi adalah pada nilai parameter yang tertinggi yaitu kecepatan potong 120, pemakanan 0.16, dan kedalaman pemotongan 1.5. geram yang dihasilkan berbentuk *continuous* akan tetapi cenderung memiliki ukuran yang pendek.

IV. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan menggunakan material S 45C pada proses bubut dengan jumlah 8 spesimen uji untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan adalah sebagai berikut: nilai kekasaran yang paling

kecil didapatkan pada eksperimen keenam yaitu 1.69 μm dan level kekasaran N7 dengan kombinasi kecepatan potong (V_c) 120 m/menit, pemakanan(f) 0.08 m/rot dan kedalaman pemotongan (a) 1.5 mm. Geram yang dihasilkan berbentuk *continuous* dengan panjang ± 35 cm. Sedangkan nilai kekasaran yang paling besar didapatkan pada eksperimen keempat yaitu 4.86 μm dan level kekasaran N8. dengan kombinasi kecepatan potong (V_c) 80 m/menit, pemakanan(f) 0.16 m/rot dan kedalaman pemotongan (a) 1.5 mm. Geram yang dihasilkan berbentuk *continuous* dengan ukuran yang lebih kecil dan banyak dengan panjang ± 7 cm. Faktor yang sangat berpengaruh pada kekasaran yaitu kecepatan potong dengan 73,07%, diikuti oleh pemakanan 13,26%, dan kedalaman pemotongan 0,60%. Jadi karakteristik geram yang dihasilkan pada proses pembubutan berbanding terbalik dengan nilai kekasaran permukaan benda.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., Bontong, Y., & Aminya, Y. (2013). Pengaruh Parameter Pemotongan pada Operasi Pemotongan Milling terhadap Getaran dan Tingkat Kekasaran Permukaan. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Snttm Xii*, 23–24.
- Aditia, M. A., & Sakti, A. M. (2013). Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Baja ST. 60 Pada proses Bubut Konvensional. *JTM*, 1, 311–318.
- Bernaldo, A., Rifelino, Yufrizal, A., & Prasetya, F. (2021). Kombinasi Optimum Kondisi Pemotongan Bubut CNC Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *VOMEK*, 3(4), 55–61.
- Fitriyah, L., & Sakti, A. M. (2014). Pengaruh Jenis Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Spindel terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Baja ST. 41 dan ST. 60 Pada Proses Milling Konvensional. *JTM*, 02, 208–216.
- Herda agus, P., Widodo, P. J., & Nizam, M. (2011). Pengaruh Parameter Permesinan Bubut terhadap Munculnya BUILT UP EDGE (BUE) Dalam Proses Pembubutan Aluminium. *MEKANIKA*, 10(September), 41–44.
- Hindom, S. D., Poeng, R., & Lumintang, R. (2014). Pengaruh Variasi Parameter Pemesinan terhadap Gaya Potong pada Mesin Bubut KNUTH DM-1000 A. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 4, 36–48.
- Jaedun, A. (2011). Metodologi Penelitian Eksperimen. *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM)*, 0–12.
- Lepar, S., Poeng, R., & Gede, i nyoman. (2015). Analisis Rasio Ketebalan Geram pada Proses Pembubutan. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 4, 171–183.
- Mudjijanto, Sutarto, E., & sarip. (2019). Analisis Karakteristik Geram Dan Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Kecepatan Rendah Terhadap Baja Karbon. *SIMETRIS*, 13(1), 18–23.
- Poeng, R., & Rauf, F. A. (2015). Analisis Pengaruh Putaran Spindle terhadap Gaya Potong pada Mesin Bubut. *Jurnal Tekno Mesin*, 2, 6–11.
- Putra, I. R., Indrawan, E., Nurdin, H., & Syahri, B. (2022). Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 Pada Proses Finishing Mesin Bubut Konvensional. *VOMEK*, 4(2), 11–17.
- Rifelino, Rahim, B., & Indrawan, E. (2021). Optimization of CNC Turning Parameters Using Taguchi Method. *Teknomekanik*, 4(1).
- Rochim, Taufiq. (1993). Teori & Teknologi Proses Pemesinan, Jakarta: Institut Teknologi Bandung.
- Romiyadi. (2016). Pengaruh Kemiringan Benda Kerja dan Kecepatan Pemakanan terhadap Getaran Mesin Frais Universal Knuth UFM 2. *Jurnal Mechanical*, 7(September), 52–60.
- Segreto, T., Simeone, A., & Teti, R. (2012). Chip Form Classification in Carbon Steel Turning through Cutting Force Measurement and Principal Component Analysis. *ELSEVIER SciVerse ScienceDirect*, 2, 49–54.
- Setiyana, B., Rusnaldy, & Nuryanto. (2005). Pengaruh Kecepatan Potong pada Proses Pemesinan Kecepatan Tinggi terhadap Geometri dan Kekerasan Geram Untuk Beberapa Logam dengan Variasi Nilai Kekuatan Tarik. *ROTASI*, 7, 21–25.
- Syafa'at, I., Wahid, M. A., & Respati, S. M. B. (2016). Pengaruh Arah Pemakanan dan Sudut Permukaan Bidang Kerja terhadap Kekasaran Permukaan Material S 45C pada Mesin Frais CNC Menggunakan Ballnose Endmill. *MOMENTUM*, 12(1), 1–8.
- Syam, A. R., Yufrizal, A., Aziz, A., Syahri, B., & Aliafi, R. R. (2021). Perbandingan Nilai Kekasaran Permukaan Proses Frais Bahan Aluminium 6061 Menggunakan Endmill dan Fly Cutter Dengan Variasi Spindle Speed Pada Proses Finishing. *VOMEK*, 3(4), 31–38.
- Yanuar, H., Syarief, A., & Kusairi, A. (2014). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan terhadap Permukaan dengan Berbagai Media Pendingin pada Proses Frais Konvensional. *Jurnal Imiah Teknik Mesin Unlam*, 03(1), 27–33.
- Yufrizal, A., Indrawan, E., Helmi, N., Aziz, A., &

Putra, Y. amanda. (2019). Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. *INVOTEK*, 19(2).