

Analisis Pengaruh Variabel Permesinan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Amplitudo Getaran pada Pembubutan Baja AISI 1045 Menggunakan Metode Taguchi

Angga Asteriasti Aji^{*1}, Fachrizal Cesar Putra¹, Mardis Darwis², Raja Agung Hasudungan Simanjuntak²

¹Program Studi Teknologi Metalurgi Industri Logam, Politeknik Tridaya Virtu Morosi
Desa Morosi, Kecamatan Morosi, Kabupaten Konawe 93456

²Program Studi Teknologi Sipil, Politeknik Tridaya Virtu Morosi
Desa Morosi, Kecamatan Morosi, Kabupaten Konawe 93456

*Email: anggaasteriastiaji@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.112024.01

Abstrak

Perkembangan Industri manufaktur yang berkembang sangat pesat sehingga hasil Produk dari industri manufaktur harus memiliki kualitas yang tinggi, terutama produk hasil permesinan seperti produk pembubutan. Baja AISI 1045 adalah salah satu jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon sebesar 0,43 hingga 0,50%. Itu sering digunakan di pasar karena banyak keunggulannya dan harganya yang murah. Getaran yang terjadi selama proses pembubutan dapat menyebabkan efek yang tidak dikehendaki, seperti kebisingan, pengukuran yang salah, dan hasil pembubutan yang tidak optimal. Penelitian ini menyelidiki pengaruh dari parameter pembubutan yaitu feed dan putaran spindel terhadap kekasaran permukaan dan amplitudo getaran pembubutan baja AISI 1045 dengan menggunakan pahat karbida. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan menggunakan Microscope OLS4100 dan amplitudo getaran diukur menggunakan vibxpert II. Analisis yang dilakukan dari hasil pengukuran menggunakan perangkat lunak Minitab Statistical Software 22. Dari hasil analisis yang dilakukan, faktor feed merupakan faktor yang paling signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan maupun amplitudo getaran. Parameter permesinan yang paling optimal terhadap kekasaran permukaan yaitu adalah feed 0.1 mm/put (lvl 1), kecepatan spindle 400 rpm (lvl4) dengan nilai kekasaran permukaan 4.757 μm . Parameter permesinan yang paling optimal terhadap Amplitudo getaran yaitu feed 0.1 mm/put (lvl 1) dan kecepatan spindle 100 rpm (lvl 1) dengan nilai amplitudo getaran adalah 0.11 m/s.

Abstract

Analysis of the Influence of Machining Variables on Surface Roughness and Vibration Amplitude in Turning of AISI 1045 Steel Using the Taguchi Method. The development of the manufacturing industry is growing very rapidly so that the products of the manufacturing industry must have high quality, especially machining products such as turning products. AISI 1045 steel is a type of low carbon steel with a carbon content of 0.43 to 0.50%. It is often used in the market because of its many advantages and low price. Vibrations that occur during the turning process can cause undesirable effects, such as noise, incorrect measurements, and non-optimal turning results. This research investigates the effect of turning parameters, namely feed and spindle rotation on surface roughness and vibration amplitude of turning AISI 1045 steel using carbide tools. Surface roughness measurements were taken using an OLS4100 Microscope and vibration amplitude was measured using a Vibxpert II. From the results of the analysis conducted, the feed factor is the most significant factor on the results of surface roughness and vibration amplitude. The most optimal machining parameters for surface roughness are feed 0.1 mm/put (lvl 1), spindle speed 400 rpm (lvl4) with a surface roughness value of 4.757 μm . The most optimal machining parameters for vibration amplitude are feed 0.1 mm/put (lvl 1) and spindle speed 100 rpm (lvl 1) with a vibration amplitude value of 0.11 m/s.

Kata Kunci: Kekasaran permukaan, getaran, vibxpert ii, microscope ols4100, minitab statistical software 22

1. Pendahuluan

Permesinan merupakan salah satu proses manufaktur yang paling banyak ditemukan dalam dunia industri. Pada saat ini industri membutuhkan permesinan yang berkualitas, keamanan produksi yang tinggi, biaya produksi yang rendah dan waktu permesinan yang singkat.

Operator mesin sering kali diharapkan untuk memanfaatkan pengalaman dan panduan bengkel untuk menentukan parameter permesinan yang tepat untuk mendapatkan hasil produksi yang paling optimal. Perkembangan industri manufaktur yang sangat pesat juga mengakibatkan perubahan ekonomi masyarakat,

lingkungan dan sosial mulai dari pemanasan global hingga limbah B3 yang dihasilkan [1].

Mesin-mesin konvensional biasanya dikontrol dengan roda tangan atau tuas. Mesin-mesin ini membutuhkan lebih banyak waktu untuk membuat sebuah komponen dan membutuhkan manusia sebagai pengendali. Hal ini membuat produk yang diproduksi sangat mahal serta kualitas produk bervariasi sesuai dengan keahlian manusia mengoperasikan mesin tersebut. Upaya yang signifikan telah dikemukakan oleh beberapa peneliti dalam memahami dan memodelkan kualitas permukaan, laju pembuangan material yang merupakan faktor yang mempengaruhi waktu dan biaya permesinan, perkembangan keausan pahat dan pengembangan model pahat dalam pemotongan logam [2].

Kekasaran permukaan merupakan salah satu aspek penting dalam desain mekanis seperti ketahanan aus, korosi, kekuatan fatik dan kemampuan mengantarkan panas. Getaran yang dihasilkan pada proses pembubutan menghasilkan gaya potong yang besar sehingga dapat merusak mesin, alat potong dan benda kerja [3], [4].

Penggunaan baja karbon pada dunia industri sangat banyak digunakan karena memiliki siklus yang berkelanjutan dan 100% dapat didaur ulang, baja karbon juga merupakan salah satu bahan yang paling banyak diteliti dalam rumpun ilmu manufaktur selama lebih dari setengah abad terakhir. Baja Aisi 1045 merupakan baja yang paling umum digunakan karena harga yang relatif murah dan memiliki kekuatan Tarik yang rendah sehingga mudah diolah dan diaplikasikan dalam banyak hal seperti poros, roda gigi dan batang penghubung piston [5].

Sebagian besar penelitian tentang permesinan menunjukkan bahwa kinerja permesinan yang paling banyak dipertimbangkan oleh para peneliti adalah kekasaran permukaan, umur pahat, temperatur pemotongan dan laju pembuangan material yang mempengaruhi biaya produksi [6]. Fokus dari penelitian ini adalah mengembangkan model statistik untuk menggunakan parameter pemotongan utama yaitu kecepatan potong dan gerak makan pada benda kerja Baja AISI 1045.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja AISI 1045. Baja ini dapat didaur ulang dan hampir memiliki siklus hidup yang tidak terbatas. Baja AISI 1045 merupakan baja yang banyak digunakan di berbagai industri seperti konstruksi, transportasi, desain struktural, otomotif listrik dll. Laju pembuangan material merupakan fungsi dari produktivitas diharapkan selama proses permesinan [7]. Sebanyak 12 percobaan akan dilakukan sesuai dengan desain eksperimental. Panjang pemotongan untuk setiap proses adalah 60 mm, 10 mm clearance dan dengan panjang 30 mm disediakan untuk menjepit benda kerja ke dalam chuck mesin bubut. Setiap benda kerja memiliki panjang 100 mm dan diameter 25,4 mm. Benda kerja dipotong dengan kedalaman 0.5 mm untuk menghilangkan karat atau lapisan yang mengeras dari permukaan dan untuk meminimalkan efek ketidakhomogenan pada hasil eksperimen. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin bubut HMT dengan pahat karbida. Komposisi kimia dan sifat mekanik dari benda kerja yang digunakan di uji di laboratorium Metalurgi Fisik yang ditunjukkan pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 1. Komposisi kimia baja AISI 1045

Unsur	Persentase (%)
Carbon	0.45
Mangan	0.75
Fosfor	0.04
Belerang	0.05
Silikon	0.16

Tabel 2. Sifat mekanik baja AISI 1045

Sifat Mekanik	Nilai
Density	7.8 kg/m ³
Elastic Modulus	205 Gpa
Yield Strength	505 Mpa
Tensile Strength	585 Mpa
Hardness	170 HB

2.1. Alat Mesin

Pembubutan dilakukan dengan menggunakan mesin bubut HMT Centre Lathe. Benda kerja dipegang dengan chuck dan tailstock seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin bubut HMT

2.2. Pahat Karbida

Pahat karbida merupakan alat potong yang digunakan pada penelitian ini. Sisipan yang digunakan sesuai dengan ISO TNMG yang memiliki radius hidung 0,4mm dipasang pada holder [8]. Sisipan karbida yang dipasang pada holder ditunjukkan di bawah ini pada Gambar 2.



Gambar 2. Pahat Karbida

2.3. Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 merupakan bahan yang digunakan pada penelitian ini. Baja yang digunakan berukuran panjang 100 mm dan diameter 25,4 mm ditunjukkan dibawah ini pada Gambar 3.



Gambar 3. Baja AISI 1045

2.4. Desain Eksperimental

Ekperimen dilakukan menggunakan mesin bubut HMT. Bahan yang digunakan pada penelitian adalah Baja AISI 1045 sehingga Pahat yang tepat digunakan untuk memotong baja ialah

pahat karbida. Kecepatan potong (V_c) dan gerak mekan(f) merupakan parameter input yang dipilih untuk penelitian ini. Kekasaran permukaan (R_a) dan Amplitudo getaran merupakan karakteristik yang di nilai untuk mengetahui pengaruh parameter permesinan yang dihasilkan. Adapun parameter permesinan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Parameter permesinan

Level	Spindle Speed (rpm)	Feed Rate (mm/rev)
1	100	0.1
2	200	0.22
3	300	0.35
4	400	0.44

Variabel pembubutan pada penelitian ini beradasar dari parameter permesinan yang telah ditentukan. Adapun variabel pembubutan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Variabel pembubutan

NO	Feed (mm/put)	a (mm)	n(rpm)
1	0.1	1	100
2	0.1	1	200
3	0.1	1	300
4	0.1	1	400
5	0.22	1	100
6	0.22	1	200
7	0.22	1	300
8	0.22	1	400
9	0.35	1	100
10	0.35	1	200
11	0.35	1	300
12	0.35	1	400
13	0.44	1	100
14	0.44	1	200
15	0.44	1	300
16	0.44	1	400

2.5. Penentuan Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan pada hasil pembubutan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas dan juga menjadi menjadi faktor terjadinya retakan dan korosi pada sebuah produk. Kekasaran permukaan (R_a) merupakan variabel terikat dan diukur menggunakan Microscope OLS4100. Kekasaran permukaan di ukur pada tiga titik yang berbeda pada setiap benda kerja.

2.5. Penentuan Amplitudo Getaran

Getaran yang terjadi pada proses pembubutan dapat menciptakan gaya potong yang besar yang dapat menimbulkan kerusakan pada mesin, pahat, kualitas produk hingga dapat menimbulkan kebisingan yang mengganggu lingkungan. Getaran juga menjadi variabel terikat pada penelitian ini dan diukur menggunakan *Vibxpert II*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan hasil pembubutan diukur pada tiap 3 permukaan sampel menggunakan Laser 3D Measuring Laser Microscope OLS4100, selanjutnya tiap 3 hasil pengukuran per sampel dirata-ratakan. Hasil pengukuran kekasaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kekasaran permukaan

NO	Kekasaran Permukaan (μm)			
	T1	T2	T3	rata-rata
1	6.612	6.672	6.741	6.675
2	6.101	6.025	6.014	6.047
3	5.418	5.481	5.461	5.453
4	4.761	4.729	4.781	4.757
5	7.781	7.735	7.791	7.769
6	7.082	7.145	7.125	7.117
7	6.471	6.41	6.491	6.457
8	5.871	5.916	5.891	5.893
9	8.917	8.951	8.928	8.932
10	8.341	8.329	8.361	8.344
11	7.743	7.685	7.782	7.737
12	6.929	6.946	6.918	6.931
13	9.892	9.916	9.871	9.893
14	9.273	9.291	9.259	9.274
15	8.581	8.571	8.613	8.588
16	7.927	7.951	7.893	7.924

3.2. Amplitudo Getaran

Amplitudo Getaran diukur menggunakan *Vibxpert II*, sensor ditempelkan pada pahat kemudian data yang diolah menggunakan aplikasi OMNITREND. Hasil pengolahan data amplitudo getaran dapat dilihat pada Tabel 6.

3.3. Analisis Taguchi

Analisis taguchi dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab Statistical Software 22. Pada Tabel 7, dapat dilihat bahwa parameter

pembubutan yang paling berpengaruh pada nilai kekasaran permukaan pembubutan adalah feed (gerak makan).

Tabel 6. Parameter permesinan

NO	rms	FFT (mm/s)
1	0.68	0.11
2	1.62	1.14
3	1.82	0.54
4	2.24	1.52
5	0.99	0.41
6	2.04	1.14
7	2.88	1.93
8	3.97	9.8
9	0.85	0.36
10	1.71	0.34
11	2.44	1.05
12	1.14	0.57
13	0.85	0.19
14	1.41	0.57
15	2.49	1.4
16	0.59	0.065

Tabel 7. Response table for signal to noise ratios (surface roughness)

Level	rpm	Feed
1	-18.31	-15.1
2	-17.61	-16.62
3	-16.85	-18.01
4	-15.94	-18.98
Delta	2.37	3.88
Rank	2	1

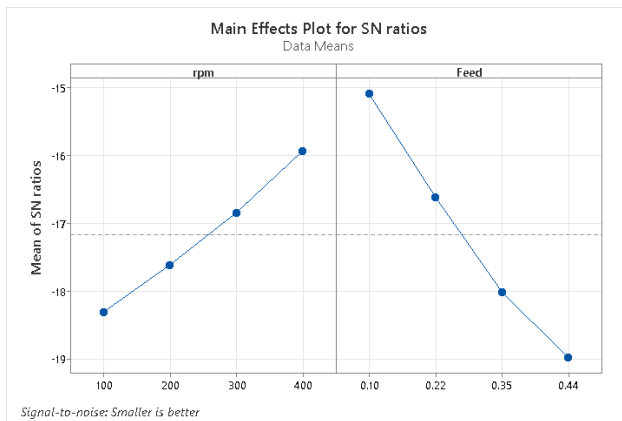
Pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa parameter pembubutan yang paling berpengaruh pada nilai Amplitudo getaran pembubutan adalah feed (gerak makan).

Tabel 8. Response table for signal to noise ratios (vibration amplitude)

Level	rpm	Feed
1	12.5538	4.9373
2	2.9942	-4.7324
3	-0.9263	5.6758
4	1.2907	10.0317
Delta	13.4802	14.764
Rank	2	1

Plot efek rasio signal to noise (S/N Ratio) seperti yang tunjukkan pada Gambar 4 dan 5 digunakan untuk menentukan nilai optimal untuk

setiap parameter selama porses pembubutan untuk kekerasan permukaan dan amplitudo getaran.



Gambar 4 . Main effects plot for SN ratios (surface roughness)



Gambar 5 . Main effects plot for SN ratios (vibration amplitude)

Karakteristik yang lebih rendah lebih baik (Smaller is better) dipilih untuk kekasaran permukaan maupun amplitudo getaran. Parameter pembubutan yang optimal untuk nilai kekasaran permukaan pada Gambar 4 adalah feed 0.1 mm/put (lvl 1), kecepatan spindle 400 rpm (lvl4), sedangkan untuk amplitudo getaran pada Gambar 5 adalah feed 0.1 mm/put (lvl 1) dan kecepatan spindle 100 rpm (lvl 1).

Dari Tabel 7 dan dapat disimpulkan bahwa factor feed (gerak makan) memiliki pengaruh terbesar terhadap nilai kekasaran permukaan dari hasil pembubutan dengan peringkat 1. Dari rata-rata tiap faktor dipilih nilai peringkat paling kecil disarankan sebagai rancangan usulan karena karakteristik mutu pada kasus ini adalah (Smaller is better)

3.4. Analisis ANOVA

Analisis ANOVA juga dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab Statistical Software 22. Statistik ANOVA yang ditunjukkan pada Tabel 9 dan 10 digunakan untuk mengetahui pengaruh parameter input pada kekasaran permukaan dan amplitudo getaran.

Tabel 9. Analysis of variance (surface roughness)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Feed	3	23.1015	7.70049	3632.4	0
rpm	3	8.3505	2.78349	1313	0
Error	9	0.0191	0.00212		
Total	15	31.471			

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9 diatas, feed memiliki kontribusi yang paling signifikan yaitu sebesar 73.4% dan putaran spindle hanya memiliki kontribusi sebesar 26.52%.

Tabel 10. Analysis of variance (vibration amplitude)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Feed	3	21.49	7.165	1.5	0.28
rpm	3	16.69	5.565	1.16	0.376
Error	9	43.04	4.782		
Total	15	81.23			

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 10 diatas, feed memiliki kontribusi yang paling signifikan yaitu sebesar 10.69% dan putaran spindle hanya memiliki kontribusi sebesar 3.51%.

4. Kesimpulan

Kekasaran permukaan dan amplitudo getaran pada proses pembubutan pada dasarnya dipengaruhi oleh feed, kecepatan spindle dan kedalaman potong. Feed merupakan parameter yang paling signifikan memberikan kontribusi.

Parameter permesinan yang paling optimal terhadap kekasaran permukaan yaitu adalah feed 0.1 mm/put (lvl 1), kecepatan spindle 400 rpm (lvl4) dengan nilai kekasaran permukaan 4.757 μm .

Parameter permesinan yang paling optimal terhadap Amplitudo getaran yaitu feed 0.1 mm/put (lvl 1) dan kecepatan spindle 100 rpm (lvl 1) dengan nilai amplitudo getaran adalah 0.11 m/s.

Referensi

- [1] O. G. Ehibor and B. N. G. Aliemeke, "Optimization of Process Parameters of Surface Roughness and Material Removal Rate in Orthogonal Turning of AISI 1045 Carbon Steel Using Taguchi Technique," *Ind. Eng. Lett.*, vol. 11, no. 1, pp. 16–25, 2021, doi: 10.7176/iel/11-1-03.
- [2] S. M. Kumar and K. K. Kumar, "Optimization Techniques in Turning Operation by using Taguchi Method," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 6, no. 6, pp. 57–64, 2017.
- [3] R. V. Aleksandrovich and G. Siamak, "The Effect of Tool Construction and Cutting Parameters on Surface Roughness and Vibration in Turning of AISI 1045 Steel Using Taguchi Method," *Mod. Mech. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 8–18, 2014, doi: 10.4236/mme.2014.41002.
- [4] K. R. Kotaiah and J. Srinivas, "Study of Tool Dynamics with a Discrete Model of Workpiece in Orthogonal Turning," *Int. J. Mach. Mach. Mater.*, vol. 10, no. 1–2, pp. 71–85, 2011, doi: 10.1504/IJMMM.2011.040855.
- [5] K. S. Sangwan, "Development of a Multi-Criteria Decision Model for Justification of Green Manufacturing Systems," *Int. J. Green Econ.*, vol. 5, no. 3, pp. 285–305, 2011, doi: 10.1504/IJGE.2011.044239.
- [6] N. Yusup, A. M. Zain, and S. Z. M. Hashim, "Evolutionary Techniques in Optimizing Machining Parameters: Review and Recent Applications (2007–2011)," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 5, pp. 9909–9927, 2012, doi: 10.1016/j.eswa.2012.02.109.
- [7] R. A. Muley, A. R. Kulkarni, and R. R. Deshmukh, "Optimization of Surface Roughness and Material Removal Rate in Turning of AISI D2," in *Proceedings of the 54th IRF International Conference*, Pune, India: Institute of Research and Journals (IRAJ), 2016, pp. 46–48.
- [8] A. Fischer and P. Eberhard, "Simulation-Based Stability Analysis of a Thin-Walled Cylinder During Turning with Improvements Using an Adaptronic Turning Chisel," *Arch. Mech. Eng.*, vol. 58, no. 4, pp. 367–391, 2011, doi: 10.2478/v10180-011-0023-5.