

Pengaruh Kecepatan Pemotongan Dan Ketebalan Plat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pemotongan Baja Aisi 1041 Dengan CNC Plasma Cutting

M.Syahrul Fudhola¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

Email: mfudhola@gmail.com, priyagung@unisma.ac.id, ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses pemotongan plat baja AISI 1041 dengan mesin CNC Plasma Cutting. Metode penelitian yang digunakan ialah metode kuantitatif eksperimental. Data yang diperoleh berupa hasil pengujian kekasaran material baja AISI 1041. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji statistik ANOVA *Two factors with Replication*, Uji T dan Uji Regresi. Hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa ketebalan plat, kecepatan pemotongan, serta interaksi antara keduanya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan pada proses pemotongan baja AISI 1041 menggunakan CNC Plasma Cutting. Hal ini dibuktikan dengan nilai Fhitung yang lebih besar dibandingkan Ftabel pada semua faktor, serta P-value yang lebih kecil dari 0,05, yang menunjukkan bahwa masing-masing variabel serta interaksinya memberikan dampak nyata terhadap hasil pemotongan.

Kata kunci : Pemotongan, Ketebalan, Kekasaran, Baja AISI 1041, CNC Plasma Cutting.

PENDAHULUAN

Memotong pelat baja adalah salah satu tugas produksi yang paling penting serta umum dilakukan, terutama dalam hal memproses material plat baja. Biasanya, teknik seperti mesin pemotong gas, pemotongan laser, serta pemotongan plasma digunakan untuk memotong pelat lembaran baja. Setiap proses pemotongan memiliki sejumlah karakteristik yang berdampak signifikan pada produk akhir. Beberapa parameter yang memengaruhi secara signifikan antara lain: jarak antara busur api dan benda kerja, kecepatan pemotongan, serta besar busur api (jika menggunakan pemotongan gas) (Susilo & Arliansyah, 2024)

Dalam dunia industri manufaktur, kualitas hasil pemotongan material merupakan faktor krusial yang berdampak langsung pada performa dan efisiensi

produk akhir (Saputra et al., 2015). Sejumlah indeks dapat digunakan untuk menilai kualitas hasil pemotongan. Yaitu "lebar pemotongan (*kerf*), kekasaran, *bevel angle*, *dross* dan *Heat Affected Zone* (HAZ)" (Siahaan et al., 2024).

Telah banyak dilakukan penelitian-penelitian yang membahas tentang pemerolehan kualitas hasil pemotongan yang akurat dengan mengatur parameter pemotongan menggunakan *plasma cutting* (Rahmawati et al., 2019). *Plasma cutting* ialah metode yang menggunakan obor plasma untuk memotong baja serta logam lain dengan berbagai ketebalan (ataupun terkadang bahan lainnya) (Saputra et al., 2015).

Pemotongan *plasma* merupakan proses yang digunakan untuk memotong bahan dengan menggunakan *plasma*. dalam

prosedur ini, udara terkompresi diledakkan dari *nozzle* dengan kecepatan tinggi sementara busur listrik terbentuk melalui gas saat bergerak dari *nozzle* ke permukaan yang dipotong, mengubah sebagian gas ke plasma (Malik, 2021). *Plasma cutting* ialah pemotongan plasma, salah satu teknik pemotongan yang paling terjangkau dan banyak digunakan, dapat memotong berbagai jenis logam yang berat dan tebal secara lebih akurat. Dibandingkan dengan memakai *Oxyacetylene Torch*, pemotongan plasma menghasilkan hasil pemotongan yang lebih berkualitas dengan lebih cepat, halus, serta efisien (Afandhi & Basuki, 2022).

Kerataan, kelurusan, peleburan sisi atas, material yang harus dibuang, dan kekasaran permukaan adalah beberapa karakteristik yang menunjukkan kualitas pemotongan logam dengan plasma cutting CNC (Rahmawati et al., 2019). Faktor yang menentukan mutu dari menghasilkan benda kerja ataupun suku cadang mesin ialah kekasaran permukaan yang dihasilkan. terdapat beberapa macam cara yang dapat dilakukan guna menyatakan sebuah kekasaran pada permukaan, dan hal yang menjadi sangat krusial dalam proses pengerjaan ditentukan oleh penentuan parameter untuk mencapai kekasaran permukaan yang diinginkan. Analisis parameter secara menyeluruh jelas diperlukan untuk menentukan kekasaran permukaan komponen mesin ataupun benda kerja, yang sangat penting untuk menjamin performa serta kualitas produk yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan sehingga menghasilkan suatu produk yang bermutu serta efisien (Wibowo, 2023).

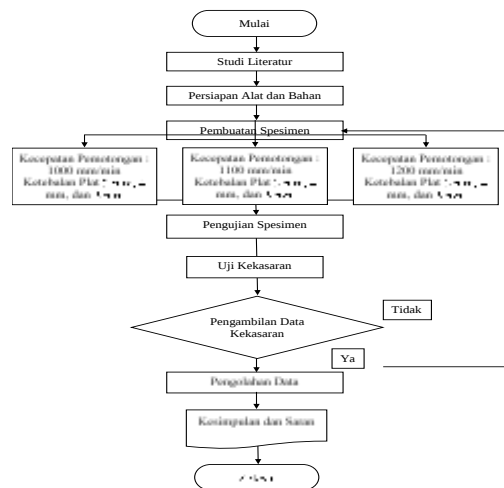
Dalam proses pemesinan, kualitas permukaan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kinerja suatu komponen. Sebagian besar, sekitar 70%, dari proses produksi industri menggunakan pemesinan karena kemampuannya menghasilkan produk dengan dimensi yang akurat dan permukaan yang lebih halus dibandingkan metode lain seperti pembentukan. Kualitas hasil pemesinan bergantung pada sejauh mana spesifikasi produk, termasuk dimensi geometri, kekasaran permukaan, dan reflektif geometri, sesuai dengan standar yang ditetapkan. (Anshori dkk., 2019).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penting untuk peneliti melanjutkan pada penelitian secara mendalam agar mendapatkan hasil kekasaran pada permukaan baja yang sesuai. Oleh karena itu, studi berikut dilaksanakan guna mengetahui "Pengaruh Kecepatan Pemotongan Dan Ketebalan Plat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pemotongan Baja Aisi 1041 Dengan CNC *Plasma Cutting*." Proses pengujian dilakukan dengan cara mengambil sampel dengan variasi kecepatan pemotongan dan ketebalan plat menggunakan mesin *plasma cutting*. Sampel-sampel yang telah melalui proses pemotongan tersebut lalu diuji kekasaran permukaan padanya bagian pemotongannya untuk mengetahui nilai permukaan tersebut

METODOLOGI PENELITIAN

Studi berikut memakai metode kuantitatif sebab data yang didapatkan berbentuk angka. Metode eksperimen merupakan sebuah metodologi penelitian yang mencoba mengendalikan efek dari variabel lain untuk mengungkap hubungan sebab-akibat antara dua ataupun lebih variabel.

Tujuan dari studi berikut ialah guna menganalisis dampak variasi kecepatan pemotongan, yaitu 1000 mm/menit, 1100 mm/menit, serta 1200 mm/menit, serta variasi ketebalan plat, yaitu 3 mm, 4 mm, serta 5 mm, terhadap baja AISI 1041 yang diproses menggunakan mesin CNC Plasma Cutting.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Teknik analisis data dalam studi berikut memakai ANOVA Uji F *Two-Factors with Replication*. Uji ini digunakan karena penelitian melibatkan dua variabel independen, yaitu kecepatan pemotongan (1000 mm/min, 1100 mm/min, dan 1200 mm/min) dan ketebalan plat (3 mm, 4 mm, serta 5 mm), serta pengukuran dilaksanakan lebih dari satu kali (*replication*) pada setiap kombinasi perlakuan. Analisis ANOVA merupakan metode statistik yang digunakan untuk memeriksa dan membandingkan apakah rata-rata dari 3 kelompok ataupun lebih berbeda secara signifikan satu sama lain. Metode berikut dapat diaplikasikan guna mengetahui apakah terdapat perbedaan pada dimensi akhir pemotongan dan kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh variasi tinggi nozzle.

Alat-alat yang dipakai pada studi berikut ialah :

1. Meja Kerja/Bad Plasma Cutting



Gambar 2. Meja Kerja/Bad Plasma Cutting

2. Cutting Plasma. Digunakan untuk memotong material logam dengan menggunakan busur plasma berenergi tinggi.



Gambar 3. Cutting Plasma Cut 40 Redbo

3. Surface Roughness Tester. Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan suatu material.



Gambar 4. Surface Roughness Tester

4. Baja Aisi 1041



Gambar 5. Baja AISI 1041

5. Sarung Tangan



Gambar 6. Sarung Tangan

6. Kacamata Safety



Gambar 7. Kacamata Safety

Prosedur Pemotongan pada studi berikut, dilaksanakan langkah-langkahnya:

- Menyiapkan benda kerja yakni Baja Aisi 1041
- Menyalakan mesin CNC *Plasma Cutting*
- Memotong benda kerja yakni baja Aisi 1041 sesuai parameter yang ditentukan dan berlandaskan variabel yang dipakai
- memberikan penandaan pada benda yang telah melalui proses pemotongan
- Pengulangan proses pada langkah 3 dan 4
- Megukur kekasaran permukaan pada tiap-tiap spesimen
- Menganalisa, mengolah data serta pembahasan yang dikomparasikan dengan kajian pustaka sebagai temuan penelitian
- Menarik kesimpulan dari temuan studi yang diperoleh

Prosedur dalam menguji Kekasaran permukaan sebagai proses pengambilan

data kekasaran dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- Mengeluarka *surface roughness tester* dari tempatnya.
- Memeriksa bagian-bagian pada alat ukur dan kelengkapannya.
- Drive unit* pada *surface roughness tester* dipasangkan pada *height gauge*.
- Menaikkan serta menurunkan *height gauge*, *stylus* diposisikan pada permukaan objek pengukuran sampai indikator *surface roughness* menampilkan titik tengah.
- Menentukan jarak yang dikaji di layar "*surface roughness tester*."
- Tekan tombol *start*.
- Mencatat nilai-nilai yang terbaca.
- Mengulang langkah ke 4 sampau 7 untuk variabel yang telah ditentukan
- Meletakkan kembali "*surface roughness tester*" ke lokasi awal dengan rapi apabila semua prosedur telah selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel berikut ini menunjukkan hasil temuan dari mesin cutting plasma CNC yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan baja AISI 1041 selama proses pemotongan, dengan variasi kecepatan potong serta ketebalan pelat.

Tabel 1. Hasil Kekasaran Baja AISI 1041

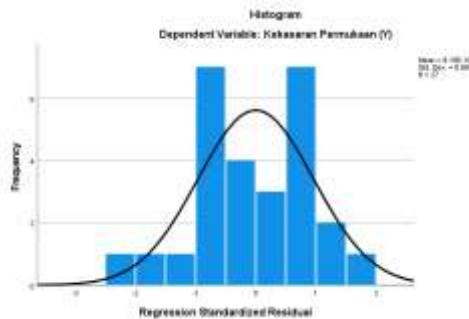
Kecepatan (v)	Ketebalan Plat (t)		
	3 mm	4 mm	5mm
1000 mm/menit	8,99	6,91	4,98
	9,78	6,68	5,28
	9,65	6,89	5,21
1100 mm/menit	7,76	6,47	4,95
	8,39	6,35	4,84
	7,90	5,27	4,78
1200 mm/menit	6,93	5,91	3,92
	6,72	5,82	3,55
	7,69	5,75	2,63

Tabel 2. Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekasaran Permukaan (Y)	.101	27	.200 ^a	.982	27	.

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Gambar 8.** Grafik *Regression Standardized Residual*.

Berdasarkan hasil histogram uji normalitas, distribusi data kekasaran permukaan (Y) menunjukkan pola yang mendekati kurva normal, meskipun terdapat sedikit ketidak seimbangan pada beberapa bagian. Hal ini mengindikasikan bahwa data cenderung berdistribusi normal, meskipun tidak sepenuhnya sempurna. Namun, karena bentuknya masih menyerupai distribusi normal, serta didukung oleh uji statistik Shapiro-Wilk yang menunjukkan $p\text{-value} > 0.05$, setelah itu, data dapat diperiksa lebih jauh dengan memakai teknik statistik parametrik karena dianggap memenuhi asumsi normalitas.

Tabel 3. Analisis Anova 2 Arah Varian Kecepatan Pemotongan dan Ketebalan Plat terhadap Kekasaran Permukaan (μm) Baja menggunakan *Microsoft Excel*

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	13,27697	2	6,638483	40,27231	2,26E-07	3,554557
Columns	63,08485	2	31,54242	191,3519	7,45E-13	3,554557
Interaction	2,442447	4	0,610612	3,704272	0,022751	2,927744
Within	2,967118	18	0,16484			
Total	81,77138	26				

Berdasarkan temuan analisis ANOVA dua faktor yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa baik ketebalan plat, kecepatan pemotongan, maupun interaksi antara keduanya memiliki

pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan pada proses pemotongan baja AISI 1041 menggunakan **CNC Plasma Cutting**. Dari hasil perhitungan, nilai Fhitung untuk faktor ketebalan plat adalah 40,27231, yang melebihi 3,554557, skor Ftabel, dengan P-value sebesar 2,26E-07 lebih kecil daripada Tingkat signifikansi 0,05. Berikut membuktikan bahwasannya ketebalan plat berdampak signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Selanjutnya, pada faktor kecepatan pemotongan, didapatkan skor Fhitung sejumlah 191,3519, yang jauh lebih besar dibandingkan dengan Ftabel sejumlah 3,554557, dengan P-value sebesar 7,45E-13. Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kecepatan pemotongan juga memiliki dampak yang signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Selain itu, interaksi antara ketebalan plat serta kecepatan pemotongan menunjukkan skor Fhitung sejumlah 3,704272, yang lebih besar dari Ftabel sejumlah 2,927744, serta P-value sejumlah 0,022751, lebih kecil dari 0,05. Hal tersebut membuktikan bahwasannya ada interaksi diantara ketebalan plat dan kecepatan pemotongan yang secara signifikan mempengaruhi kekasaran permukaan.

Tabel 4. Tabel Analisis Regresi Linier

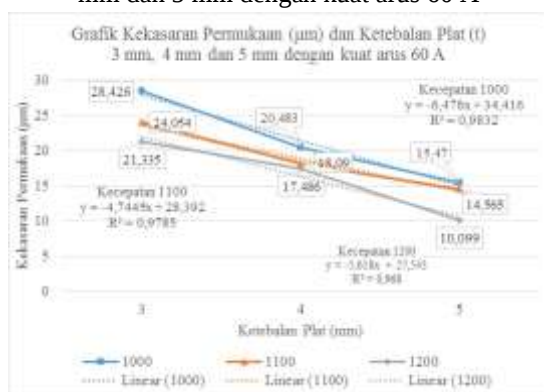
Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	11.757	.331		35.484	.000
Kecepatan Potong (X1)	-.859	.113	-.403	-7.631	.000
Ketebalan Plat (X2)	-1.871	.113	-.878	-16.626	.000

a. Dependent Variable: Kekasaran Permukaan (Y)

Uji signifikansi yang dilakukan menunjukkan bahwa kedua variabel independen memiliki skor signifikansi ($p\text{-value}$) sejumlah $0.000 < 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwasannya kecepatan

potong serta ketebalan plat berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan pada tingkat kepercayaan 95%. Selain itu, berdasarkan nilai koefisien Beta standar, ketebalan plat memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap kekasaran permukaan dibandingkan dengan kecepatan potong, karena nilai Beta untuk ketebalan plat (-0.878) lebih besar dibandingkan nilai Beta untuk kecepatan potong (-0.403).

Gambar 9. Grafik Hubungan Kekasaran Permukaan (μm) dan Ketebalan Plat (t) 3 mm, 4 mm dan 5 mm dengan kuat arus 60 A



Hasil grafik ini mengindikasikan bahwa baik peningkatan ketebalan plat maupun kecepatan pemotongan berkontribusi terhadap penurunan kekasaran permukaan. Persamaan garis regresi yang ditampilkan juga menunjukkan bahwa laju penurunan kekasaran permukaan lebih tinggi pada kecepatan pemotongan yang lebih rendah. Dengan kata lain, pemotongan pada kecepatan yang lebih tinggi dan ketebalan plat yang lebih besar cenderung memberikan hasil kualitas permukaan yang lebih baik.



Hasil ini membuktikan bahwa semakin tinggi *cutting speed* (kecepatan potong), maka akan menghasilkan permukaan yang semakin halus, terutama pada plat yang lebih tebal. Persamaan regresi menunjukkan bahwa laju penurunan kekasaran permukaan lebih tinggi pada plat yang lebih tipis, seperti yang terlihat pada ketebalan 3 mm dibandingkan dengan ketebalan 4 mm dan 5 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk mendapatkan kualitas permukaan yang lebih baik, kecepatan potong yang lebih tinggi lebih efektif, terutama untuk plat yang lebih tebal.

Penurunan tersebut terjadi karena meningkatnya kecepatan potong menyebabkan banyaknya daya yang digunakan guna melelehkan benda kerja yang akan dipotong (Firmansyah, 2018). Oleh karena itu, pada kecepatan potong yang lebih tinggi, proses pelelehan berlangsung lebih optimal, sehingga hasil permukaan yang diperoleh lebih halus dan menurunkan rata-rata nilai kekasaran yang diamati. Sebaliknya, pada kecepatan pemotongan yang cenderung rendah, pelelehan baja yang digunakan tidak terjadi secara maksimal, sehingga menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berlandaskan dari temuan dari penjelasan ini, maka simpulannya:

1. Ketebalan plat, kecepatan pemotongan, serta interaksi antara keduanya mempunyai dampak yang signifikan pada kekasaran permukaan pada proses pemotongan baja AISI 1041 menggunakan CNC Plasma Cutting.
2. Berdasarkan hasil analisis regresi linear, diperoleh persamaan regresi dengan konstanta 11,757, koefisien kecepatan pemotongan (X1) sebesar -0,859, dan koefisien ketebalan plat (X2) sebesar -1,871. Nilai t-hitung untuk kedua variabel independen menunjukkan signifikansi ($p\text{-value} = 0,000 < 0,05$), yang berarti kecepatan pemotongan dan ketebalan plat berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan. Koefisien negatif pada kedua variabel menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan pemotongan dan ketebalan plat akan menurunkan nilai kekasaran permukaan, sehingga semakin tinggi kecepatan pemotongan dan semakin tebal plat, hasil pemotongan akan semakin halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, M. R., & Basuki, M. (2022). ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PERBEDAAN KUAT ARUS PADA PROSES PEMOTONGAN PELAT MENGGUNAKAN CNC PLASMA CUTTING. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITSAN)*, 1(1), 214–220. <https://doi.org/10.31284/j.semitan.2022.3253>
- Firmansyah, D. (2018). *Pengaruh Cutting Speed Plasma Arc Cutting Terhadap Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Spesimen Stainless Steel 316L* [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Malik, I. (2021). ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMOTONGAN PADA BAJA SS400 MENGGUNAKAN MESIN CNC PLASMA CUTTING DENGAN PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN KETINGGIAN TORCH.
- Rahmawati, A. R., Anis, S., & Rusiyanto, R. (2019). Pengaruh Kecepatan Pemotongan dan Ketebalan Bahan Terhadap Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045 Menggunakan CNC Plasma Arc Cutting. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(2), 93–98. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v4i2.27390>
- Saputra, W., Rahmad, S., & Ramadhan, F. (2015). *Permesinan Non Konvensional (Edisi Pemula)*.
- Siahaan, Y. K., Muhyi, A., Paundra, F., Manalu, A. P. J., & Yusman, F. G. S. (2024). ANALISIS PENGARUH PENGATURAN PARAMETER POTONG TERHADAP HASIL PEMOTONGAN BAJA AISI 1042 MENGGUNAKAN MESIN CNC PLASMA ARC CUTTING.
- Susilo, T., & Arliansyah, M. F. (2024). ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PEMOTONGAN MESIN CNC CUTTING PLASMA TERHADAP DIMENSI AKHIR DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA BAJA AH36. 5(30).
- Wibowo, M. A. (2023). ANALISIS PENGARUH VARIASI KEDALAMAN POTONG DAN SIDE CUTTING ANGLE TERHADAP KEKASARAN

*PERMUKAAN HASIL BUBUT
RATA KANAN BAJA ST 42*
[Skripsi]. Universitas Nahdlatu

Anshori, M., Hartono, P., & Lesmanah, U.
(2019). Analisis Perbandingan

Kekasaran Permukaan Pada Proses
Turning. *Jurnal Teknik Mesin*.
<http://unisma.ac.id>