

PENGARUH PARAMETER ARUS LISTRIK PADA PROSES PLASMA ARC CUTTING TERHADAP KEKASARAN DAN TOPOGRAFI STRUKTUR MIKRO MENGGUNAKAN BAJA ST 37

Ardian Feby Aryaza, Bambang Waluyo Febriantoko
Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisa pengaruh variasi kuat arus 45 ampere, 47 ampere dan 49 ampere pada proses pemotongan logam baja st 37 dengan mesin *cnc plasma cutting*. Pada penelitian akan dilakukan beberapa pengujian yaitu Pengujian Kekasaran Permukaan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* MITUTOYO SJ210 dan Pengujian Topografi Permukaan menggunakan alat SEM kemudian melakukan perbandingan kekasaran pada variasi 45 ampere dan 49 ampere. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan paling kasar didapatkan pada variasi arus listrik 45 ampere dengan nilai kekasaran $2,746\mu\text{m}$ menunjukkan kelas kekasaran N8, sedangkan hasil pengujian kekasaran paling halus didapatkan pada variasi arus listrik 49 ampere dengan nilai kekasaran $1,743\mu\text{m}$ menunjukkan kelas kekasaran N7. Hasil perbandingan pengujian kekasaran pada variasi arus listrik 45 ampere didapatkan hasil penyimpangan nilai kekasaran 6,97%, sedangkan perbandingan kekasaran pada variasi arus listrik 49 ampere didapatkan penyimpangan nilai kekasaran 6,79%. Hasil pengujian topografi permukaan didapati variasi kuat arus 45 ampere memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan variasi lain dibuktikan dengan pengamatan gambar topografi dapat dilihat dari hasil warna dan tekstur permukaan yaitu semakin banyak tekstur lekukan pada permukaan

Kata Kunci: *plasma cutting*, kuat arus, kekasaran permukaan, topografi permukaan, baja st 37

ABSTRACT

This research aims to analyze the effect of variations in current strength of 45 amperes, 47 amperes and 49 amperes on the process of cutting ST 37 steel metal with a CNC plasma cutting machine. In the research, several tests will be carried out, namely Surface Roughness Testing using the MITUTOYO SJ210 Surface Roughness Tester and Surface Topography Testing using an SEM tool and then comparing the roughness at variations of 45 amperes and 49 amperes. The method used in this research is experimental. The roughest surface roughness test results were obtained at an electric current variation of 45 amperes with a roughness value of $2.746\mu\text{m}$ indicating a roughness class of N8, while the smoothest roughness test results were obtained at an electric current variation of 49 amperes with a roughness value of $1.743\mu\text{m}$ indicating a roughness class of N7. Comparative results of roughness testing at variations An electric current of 45 amperes resulted in a roughness value deviation of 6.97%, while a roughness comparison with variations in an electric current of 49 amperes resulted in a roughness value deviation of 6.79%. The results of surface topography testing showed that variations in current strength of 45 amperes had a rougher surface compared to other variations, as evidenced by observing topographic images which can be seen from the results of the color and surface texture, namely the more grooves on the surface.

Keywords: plasma cutting, current strength, surface roughness, surface topography, st 37 stell

1. PENDAHULUAN

Teknologi yang digunakan oleh manusia selalu mengalami perubahan seiring dengan perkembangan zaman, pekerjaan yang dilakukan secara manual seiring perkembangan zaman banyak dilakukan secara otomatis, salah satunya adalah mesin CNC plasma cutting. Dalam proses pemesinan dikenal 2 jenis proses pemesinan, yaitu pemesinan konvensional dan nonkonvensional, plasma arc cutting adalah proses pemesinan nonkonvensional yang memanfaatkan gas yang terionisasi menjadi penghantar listrik dan dialirkan menuju busur/nozel dengan suhu yang tinggi dan digunakan untuk memotong material yang terbuat dari material logam. Proses pemotongan adalah proses yang sangat penting karena akan menentukan kualitas bahan yang akan dipotong. Mesin yang digunakan untuk proses pemotongan ini adalah mesin plasma cutting (Sunaryo, Heri. 2008).

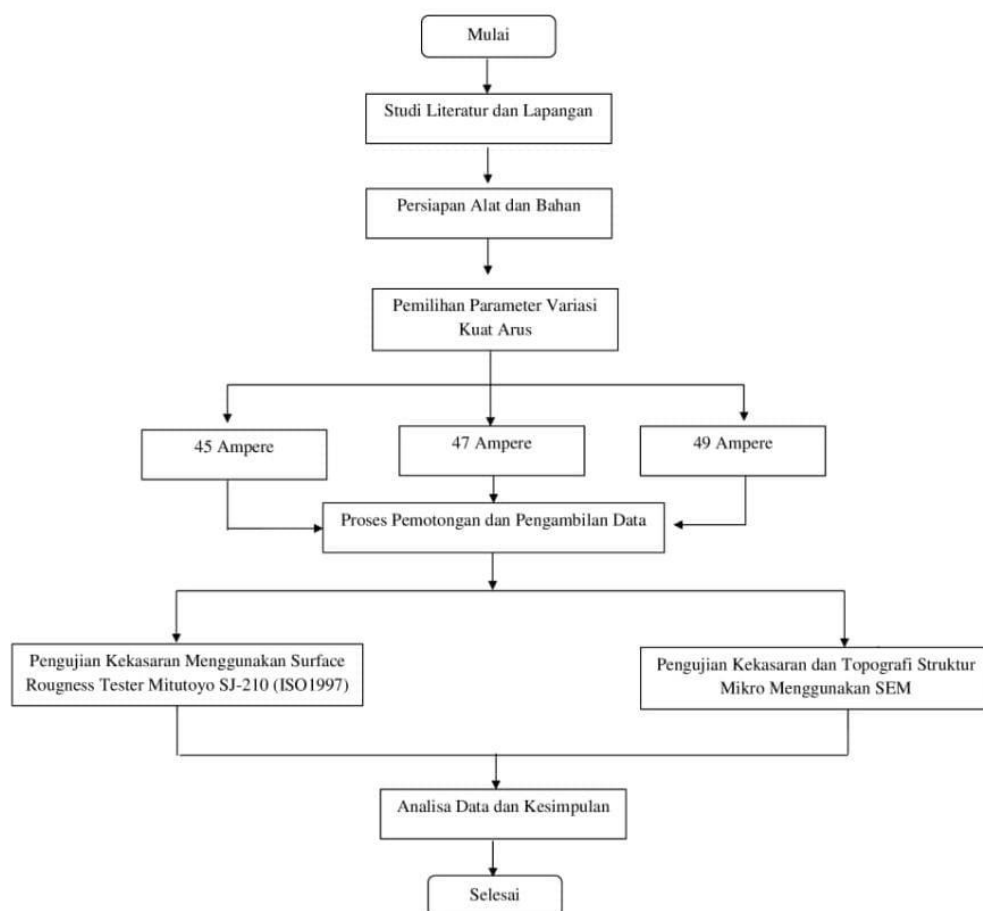
Salah satu proses pemotongan yang memberikan efisiensi waktu dalam pengerjaan adalah proses pemotongan logam dengan menggunakan busur plasma atau plasma arc cutting. Proses pemotongan menggunakan plasma arc cutting tidak membutuhkan waktu pemanasan awal sehingga menjadikan proses pemotongan menjadi lebih cepat. Waktu merupakan hal yang diperhitungkan di dalam dunia kerja. Menurut Suwasono dalam Hamid et al, (2018: 13). Pemotongan busur plasma merupakan proses yang banyak digunakan untuk pemotongan logam. Proses pemotongan tersebut menggunakan gas yang terionisasi atau biasa disebut dengan plasma yang ditekan keluar dengan kecepatan tinggi menggunakan torch plasma (Singh, 2011). Proses pemotongan busur plasma dapat digunakan untuk melakukan pemotongan logam yang memiliki konduktivitas listrik. Salah satu jenis material logam yang memiliki konduktivitas listrik ialah baja karbon sedang.

Proses pemotongan diawali dengan terbentuknya busur api antara elektroda dan benda kerja dari hasil reaksi ionisasi listrik terhadap gas potong. Gas tersebut dipanaskan oleh busur api sehingga suhunya meningkat dan kemudian gas akan terionisasi menjadi penghantar listrik. Gas yang terionisasi dalam kondisi ini disebut plasma. Plasma dialirkan melalui nozzle untuk memotong benda kerja (Akhmad, 2009). Parameter yang mempengaruhi kualitas hasil pemotongan material dan waktu pengerjaan menggunakan busur plasma adalah kecepatan pemotongan, kuat arus, ketinggian torch terhadap permukaan potong, tekanan gas dan aliran gas plasma (Salonitis & Vatousianos, 2012). Salah satu parameter yang berpengaruh pada pemotongan dengan menggunakan plasma arc cutting adalah kuat arus. Kuat arus merupakan parameter yang secara langsung mempengaruhi penetrasi dan kecepatan pencairan logam. Apabila kuat arus yang digunakan semakin tinggi maka suhu pada busur plasma meningkat yang membuat proses pemotongan akan

menjadi lebih cepat (Jeffus, 2012: 539). Energi panas yang sangat terfokus pada saat pemotongan logam dengan menggunakan plasma arc cutting dapat meningkatkan nilai dari lebar pemotongan dan terjadinya perubahan pada kekerasan material logam. Pengaruh lebar pemotongan dan kekerasan pada proses pemotongan dengan menggunakan plasma arc cutting memberikan kerugian karena, apabila lebar pemotongan terlalu besar maka material yang terbuang akan meningkat. Peningkatan material terbuang menyebabkan ketelitian ukuran hasil pemotongan menurun sehingga hasil pemotongan menjadi tidak sesuai dengan desain atau gambar. Perubahan kekerasan pada material hasil potong akan menyebabkan lamanya proses untuk dilakukan langkah kerja selanjutnya. Apabila salah satu proses produksi terhambat maka akan menyebabkan menurunnya hasil produksi yang akan menyebabkan kerugian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar variasi kuat arus memberikan pengaruh terhadap kualitas hasil permukaan pada proses pemotongan baja karbon sedang dengan menggunakan CNC Plasma Arc Cutting

2. METODE



Gambar 1. Diagram alir

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada pemotongan baja ST 37 menggunakan CNC plasma arc cutting. Pada penelitian ini Material pengujian yang digunakan adalah baja karbon rendah Baja ST 37 dengan ukuran panjang 100 mm x 500 mm dan ukuran tebal 2mm. Penelitian ini hanya memvariasi Kuat arus yaitu 45 Ampere, 47 ampere, 49 ampere, dan untuk parameter yang lain seperti kecepatan pemakanan, tekanan gas, diameter nozzle, ketinggian torch, dilakukan sebanyak 5 kali setiap variasi arus, hal ini bertujuan agar mendapatkan parameter yang baik untuk pemotongan.

Pada tahap ini akan dilakukan pembahasan dari hasil pengumpulan data dari hasil uji kekasaran permukaan dan juga uji SEM yang telah dilakukan. Kemudian hasil tersebut akan dilakukan analisis untuk mengetahui dari variasi pengujian yang telah dilakukan, maka besar nilai kuat arus mana yang paling optimal diaplikasikan pada proses pemotongan dengan menggunakan mesin plasma cutting.

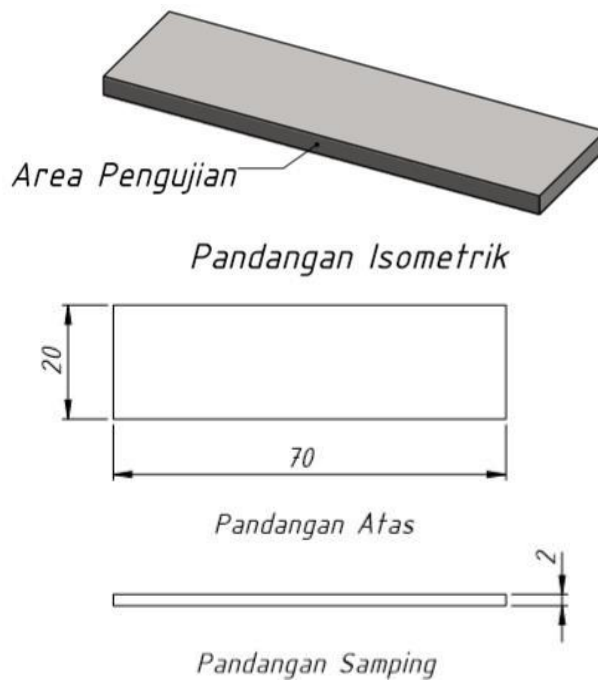
Rancangan analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami dan dipresentasikan sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan (*surface roughness*) pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta, yaitu untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan pada permukaan hasil potongan setelah dilakukan pemotongan dengan CNC *plasma cutting* dengan variasi kuat arus yaitu 45 ampere, 47 ampere dan 49 ampere

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan menggunakan mesin Surface Roughness Tester SJ 210 menggunakan standart ISO 1997. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 70 mm x 20 mm x 2 mm, kemudian dilakukan pengukuran pada tiga titik benda uji (1, 2, 3) dengan panjang area pengujian sebesar 23,3 mm setiap titik untuk mendapatkan nilai rata-rata kekasaran



Gambar 2. Spesimen Pengujian Kekasaran

3.2 Pengujian Kekasaran Specimen dengan Arus 45 Ampere

3.2.1 Pengujian Kekasaran Specimen A45



Gambar 3. Specimen A45 Uji Kekasaran

Tabel 1. Data Pengujian Kekasaran Specimen A45

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3.411	4.308	20.562
2	4.179	5.026	23.053
3	2.284	2.783	12.492
Rata-rata	3.291	4.039	18.702

Berdasarkan tabel 1 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 4.179\mu\text{m}$, $R_q = 5.026\mu\text{m}$, $R_z = 23.053\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 2.284\mu\text{m}$, $R_q = 2,783\mu\text{m}$, dan $R_z = 12.492\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 3.291\mu\text{m}$, $R_q = 4.039\mu\text{m}$, dan $R_z = 18.702\mu\text{m}$.

3.2.2 Pengujian Kekasaran Specimen B45



Gambar 4. Specimen B45 Uji Kekasaran

Tabel 2. Data Pengujian Kekasaran Specimen B45

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,283	2,988	14.488
2	1.623	1.99	9.431
3	1.543	2.071	10.532
Rata-rata	1.816	2.35	11.484

Berdasarkan tabel 2 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 2.283\mu\text{m}$, $R_q = 2.988\mu\text{m}$, $R_z = 14.488\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1.543\mu\text{m}$, $R_q = 1.99\mu\text{m}$, dan $R_z = 9.431\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 1.816\mu\text{m}$, $R_q = 2.35\mu\text{m}$, dan $R_z = 11.484\mu\text{m}$.

3.2.3 Pengujian Kekasaran Specimen C45



Gambar 5. Specimen C45 Uji Kekasaran

Tabel 3. Data Pengujian Kekasaran Specimen C45

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2.087	2.703	13.227
2	4.231	5.504	26.345
3	1.897	2.326	10.642
Rata-rata	2.738	3.511	16.738

Berdasarkan tabel 3 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 4.231\mu\text{m}$, $R_q = 5.504\mu\text{m}$, $R_z = 26.345\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1.897\mu\text{m}$, $R_q = 2.703\mu\text{m}$, dan $R_z = 10.642\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 2.738\mu\text{m}$, $R_q = 3.511\mu\text{m}$, dan $R_z = 16.738\mu\text{m}$.

3.2.4 Pengujian Kekasaran Specimen D45



Gambar 6. Specimen D45 Uji Kekasaran

Tabel 4. Data Pengujian Kekasaran Specimen D45

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3.755	4.703	20.06
2	2.06	2.619	13.34
3	2.932	3.67	15.654
Rata-rata	2.916	3.664	16.351

Berdasarkan tabel 4 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 3.755\mu\text{m}$, $R_q = 4.703\mu\text{m}$, $R_z = 20.06\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 2.06\mu\text{m}$, $R_q = 2,619\mu\text{m}$, dan $R_z = 13,34\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 2,916\mu\text{m}$, $R_q = 3,664\mu\text{m}$, dan $R_z = 16,351\mu\text{m}$.

3.2.5 Pengujian Kekasaran Specimen E45



Gambar 7. Specimen E45 Uji Kekasaran

Tabel 5. Data Pengujian Kekasaran Specimen E45

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	$R_a (\mu\text{m})$	$R_q (\mu\text{m})$	$R_z (\mu\text{m})$
1	1,883	2,308	11,958
2	1,865	2,269	10,501
3	2,207	2,69	12,303
Rata-rata	1,985	2,422	11,587

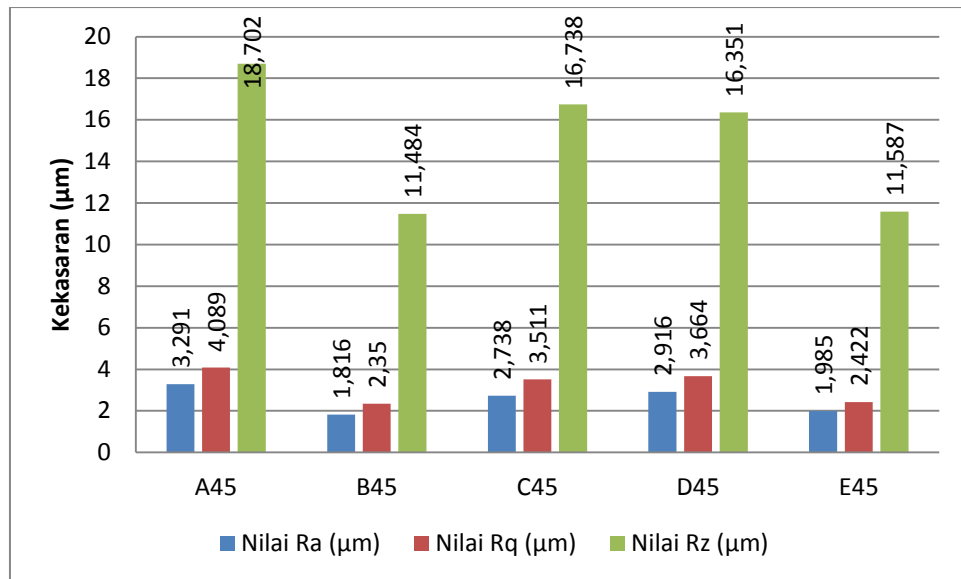
Berdasarkan tabel 5 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 2,207\mu\text{m}$, $R_q = 2,69\mu\text{m}$, $R_z = 12,303\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1,883\mu\text{m}$, $R_q = 2,308\mu\text{m}$, dan $R_z = 10,501\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 1,985\mu\text{m}$, $R_q = 2,422\mu\text{m}$, dan $R_z = 11,587\mu\text{m}$.

3.2.6 Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 45 Ampere

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 45 Ampere

Spesimen	Kekasaran permukaan		
	$R_a (\mu\text{m})$	$R_q (\mu\text{m})$	$R_z (\mu\text{m})$
A45	3,291	4,089	18,702
B45	1,816	2,35	11,484
C45	2,738	3,511	16,738
D45	2,916	3,664	16,351
E45	1,985	2,422	11,587
Rata-rata	2,549	3,197	14,972

Berdasarkan tabel 6 didapatkan nilai kekasaran rata rata dari 5 spesimen dengan R_a sebesar $2,549\mu\text{m}$, nilai R_q sebesar $3,197\mu\text{m}$, dan R_z sebesar $14,976\mu\text{m}$



Gambar 8. Diagram Ra, Rq dan Rz pada Kuat Arus 45 Ampere

3.3 Pengujian Kekasaran Specimen dengan Arus 47 Ampere

3.3.1 Pengujian Kekasaran Specimen A47



Gambar 9. Specimen A47 Uji Kekasaran

Tabel 7. Data Pengujian Kekasaran Specimen A47

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (µm)	Rq (µm)	Rz (µm)
1	1,356	1,681	7,167
2	1,277	1,619	7,602
3	1,454	1,771	7,691
Rata-rata	1,362	1,690	7,486

Berdasarkan tabel 7 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 1,454\mu m$, $Rq = 1,771\mu m$, $Rz = 7,691\mu m$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,277\mu m$, $Rq = 1,619\mu m$, dan $Rz = 7,167\mu m$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,362\mu m$, $Rq = 1,690\mu m$, dan $Rz = 7,486\mu m$.

3.3.2 Pengujian Kekasaran Specimen B47



Gambar 10. Specimen B47 Uji Kekasaran

Tabel 8. Data Pengujian Kekasaran Specimen B47

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,394	1,761	7,953
2	2,855	4,126	20,790
3	1,497	1,854	8,119
Rata-rata	1,909	2,580	12.287

Berdasarkan tabel 8. diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 2,855\mu\text{m}$, $R_q = 4,126\mu\text{m}$, $R_z = 20,790\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1,394\mu\text{m}$, $R_q = 1,761\mu\text{m}$, dan $R_z = 20,790\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 1,915\mu\text{m}$, $R_q = 2,580\mu\text{m}$, dan $R_z = 12,287\mu\text{m}$.

3.3.3 Pengujian Kekasaran Specimen C47



Gambar 11. Specimen C47 Uji Kekasaran

Tabel 9. Data Pengujian Kekasaran Specimen C47

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,501	3,073	11,455
2	1,606	2,084	10,932
3	2,067	2,742	13,140
Rata-rata	2,053	2,633	11,842

Berdasarkan tabel 9 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 2,501\mu\text{m}$, $R_q = 3,073\mu\text{m}$, $R_z = 13,140\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1,606\mu\text{m}$, $R_q = 2,084\mu\text{m}$, dan $R_z = 10,932\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 2,053\mu\text{m}$, $R_q = 2,633\mu\text{m}$, dan $R_z = 11,842\mu\text{m}$.

3.3.4 Pengujian Kekasaran Specimen D47



Gambar 12 Specimen C47 Uji Kekasaran

Tabel 10 Data Pengujian Kekasaran Specimen D47

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,522	1,916	9,492
2	2,070	2,800	12,841
3	2,029	2,499	11,766
Rata-rata	1,873	2,405	11,366

Berdasarkan tabel 10 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 2,070\mu\text{m}$, $Rq = 2,800\mu\text{m}$, $Rz = 12,841\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,522\mu\text{m}$, $Rq = 1,916\mu\text{m}$, dan $Rz = 9,492\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,873\mu\text{m}$, $Rq = 2,405\mu\text{m}$, dan $Rz = 11,366\mu\text{m}$.

3.3.5 Pengujian Kekasaran Specimen E47



Gambar 13. Specimen E47 Uji Kekasaran

Tabel 11. Data Pengujian Kekasaran Specimen E47

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,587	1,895	7,548
2	1,809	2,190	9,164
3	1,613	2,014	8,512
Rata-rata	1,669	2,033	8,406

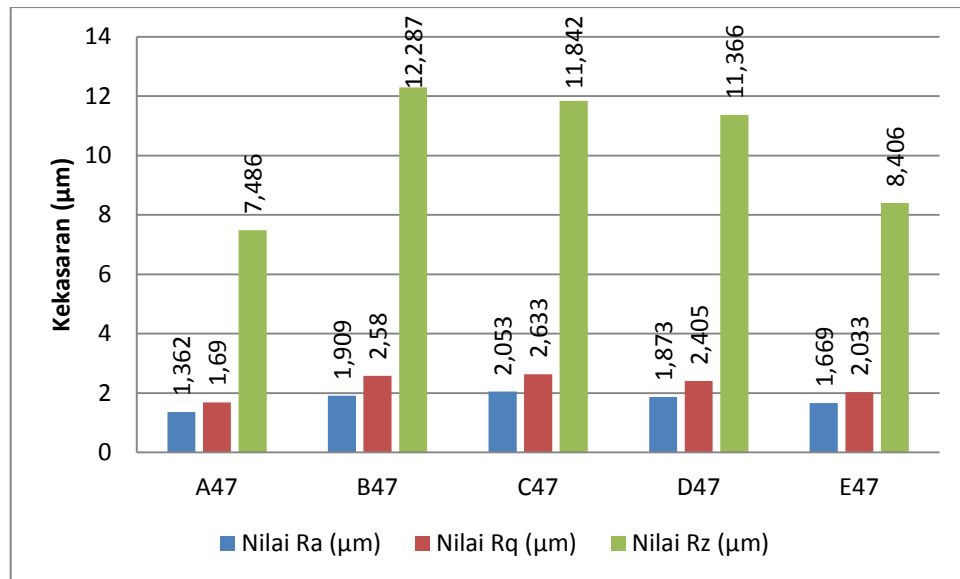
Berdasarkan tabel 11 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 1,809\mu\text{m}$, $Rq = 2,190\mu\text{m}$, $Rz = 9,164\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,587\mu\text{m}$, $Rq = 1,895\mu\text{m}$, dan $Rz = 9,164\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,669\mu\text{m}$, $Rq = 2,033\mu\text{m}$, dan $Rz = 8,406\mu\text{m}$.

3.3.6 Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 47 Ampere

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 47 Ampere

Spesimen	Kekasaran permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
A47	1,362	1,690	7,486
B47	1,909	2,580	12.287
C47	2,053	2,633	11,842
D47	1,873	2,405	11,366
E47	1,669	2,033	8,406
Rata-rata	1.773	2.268	10.277

Berdasarkan tabel 12 didapatkan nilai kekasaran rata rata dari 5 spesimen dengan Ra sebesar $1,773\mu\text{m}$, nilai Rq sebesar $2,268\mu\text{m}$ dan nilai Rz sebesar $10.277\mu\text{m}$.



Gambar 14. Diagram Ra, Rq, dan Rz Kuat Arus 47 Ampere

3.4 Pengujian Kekasaran Specimen dengan Arus 49 Ampere

3.4.1 Pengujian Kekasaran Specimen A49



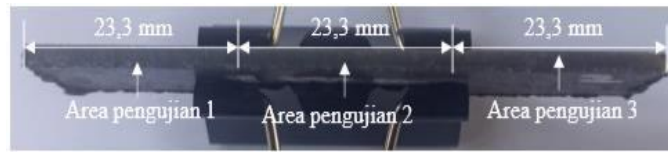
Gambar 15. Specimen A49 Uji Kekasaran

Tabel 4.1 Data Pengujian Kekasaran Specimen A49

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (µm)	Rq (µm)	Rz (µm)
1	1,646	2,073	9,843
2	1,266	1,496	7,474
3	1,587	2,005	9,636
Rata-rata	1,466	1,858	8,984

Berdasarkan tabel 13 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 1,646\mu\text{m}$, $Rq = 2,073\mu\text{m}$, $Rz = 9,843\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,266\mu\text{m}$, $Rq = 1,496\mu\text{m}$, dan $Rz = 7,474\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,466\mu\text{m}$, $Rq = 1,858\mu\text{m}$, dan $Rz = 8,984\mu\text{m}$.

3.4.2 Pengujian Kekasaran Specimen B49



Gambar 16. Specimen B49 Uji Kekasaran

Tabel 14. Data Pengujian Kekasaran Specimen B49

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,213	2,762	12,741
2	1,837	2,463	11,406
3	3,014	4,360	23,405
Rata-rata	2,354	3,195	15,850

Berdasarkan tabel 14 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 3,014\mu\text{m}$, $R_q = 4,360\mu\text{m}$, $R_z = 23,405\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1,837\mu\text{m}$, $R_q = 2,463\mu\text{m}$, dan $R_z = 11,406\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 2,354\mu\text{m}$, $R_q = 3,195\mu\text{m}$, dan $R_z = 15,850\mu\text{m}$.

3.4.3 Pengujian Kekasaran Specimen C49



Gambar 17. Specimen C49 Uji Kekasaran

Tabel 15. Data Pengujian Kekasaran Specimen C49

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,467	1,776	7,719
2	1,487	1,830	8,395
3	1,671	2,072	10,360
Rata-rata	1,541	1,892	8,942

Berdasarkan tabel 15 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $R_a = 1,671\mu\text{m}$, $R_q = 2,072\mu\text{m}$, $R_z = 10,360\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $R_a = 1,467\mu\text{m}$, $R_q = 1,776\mu\text{m}$, dan $R_z = 10,360\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $R_a = 1,541\mu\text{m}$, $R_q = 1,759\mu\text{m}$, dan $R_z = 8,942\mu\text{m}$.

3.4.4 Pengujian Kekasaran Specimen D49



Gambar 18. Specimen D49 Uji Kekasaran

Tabel 16. Data Pengujian Kekasaran Specimen D49

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,491	1,867	8,550
2	1,501	1,886	8,749
3	1,528	1,872	8,515
Rata-rata	1,506	1,632	8,604

Berdasarkan tabel 16 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 1,528\mu\text{m}$, $Rq = 1,886\mu\text{m}$, $Rz = 8,749\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,491\mu\text{m}$, $Rq = 1,867\mu\text{m}$, dan $Rz = 8,515\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,506\mu\text{m}$, $Rq = 1,637\mu\text{m}$, dan $Rz = 8,604\mu\text{m}$.

3.4.5 Pengujian Kekasaran Specimen E49



Gambar 19. Specimen E49 Uji Kekasaran

Tabel 17. Data Pengujian Kekasaran Specimen E49

Area Pengujian	Kekasaran Permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,805	2,393	11,236
2	1,878	2,373	11,813
3	1,873	2,274	9,358
Rata-rata	1,852	2,346	10,802

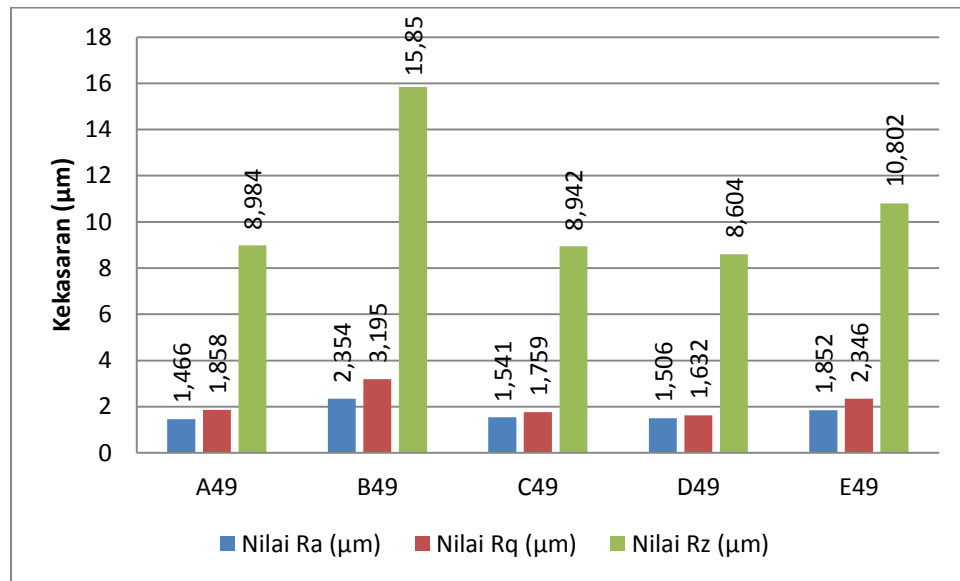
Berdasarkan tabel 4.17 diatas didapatkan nilai kekasaran yang paling tinggi sebesar $Ra = 1,878\mu\text{m}$, $Rq = 2,393\mu\text{m}$, $Rz = 11,813\mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling rendah sebesar $Ra = 1,805\mu\text{m}$, $Rq = 2,274\mu\text{m}$, dan $Rz = 9,358\mu\text{m}$. Dan nilai rata-rata $Ra = 1,852\mu\text{m}$, $Rq = 2,346\mu\text{m}$, dan $Rz = 10.802\mu\text{m}$.

3.4.6 Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 49 Ampere

Tabel 18. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kekasaran Variasi Kuat Arus 49 Ampere

Spesimen	Kekasaran permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
A49	1,466	1,858	8,984
B49	2,354	3,195	15,850
C49	1,541	1,759	8,942
D49	1,506	1,632	8,604
E49	1,852	2,346	10,802
Rata-rata	1,743	2,158	10.636

Berdasarkan tabel 18 didapatkan nilai kekasaran rata rata dari 5 spesimen dengan Ra sebesar 1,743 μm , nilai Rq sebesar 2,158 μm dan nilai Rz sebesar 10,636 μm

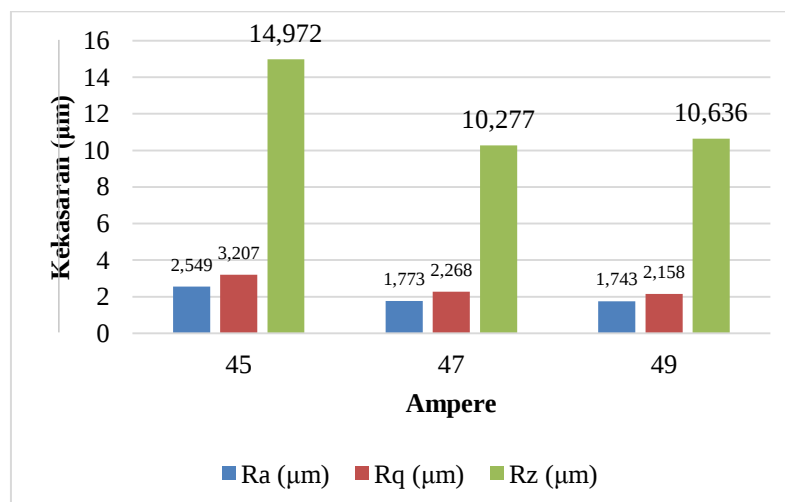


Gambar 20. Diagram Ra, Rq dan Rz pada Kuat Arus 49 Ampere

3.5 Rekapitulasi Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan

Tabel 19. Rekapitulasi Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan

Variasi Kuat Arus	Kekasaran permukaan		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
45	2,549	3,207	14,942
47	1,773	2,268	10,277
49	1,743	2,158	10,636



Gambar 21. Diagram Perbandingan Rata-rata Kekasaran Permukaan

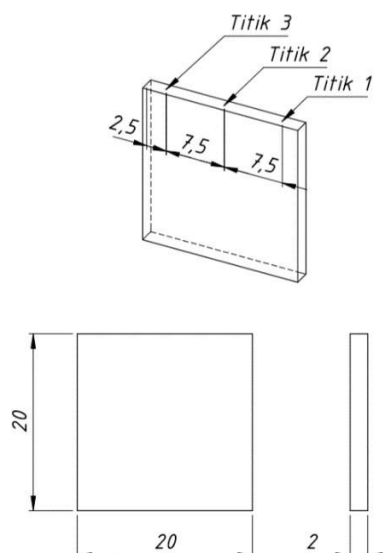
Berdasarkan tabel 19 dan gambar 20 dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran permukaan yang paling baik didapatkan pada variasi kuat arus 49 ampere dengan hasil Ra sebesar 1,743 μm , Rq sebesar 2,158 μm dan Rz sebesar 10,636 μm . Sedangkan nilai kekasaran permukaan

yang paling kasar didapatkan pada variasi kuat arus 45 ampere dengan hasil Ra sebesar 2,549 μm , Rq sebesar 3,207 μm dan Rz sebesar 14,972 μm .

3.6 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Menggunakan SEM

Pengujian kekasaran permukaan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan alat uji *Scanning Electron Microscopy*, yaitu untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan yang lebih detail pada permukaan hasil potongan setelah dilakukan pemotongan dengan CNC *plasma cutting* dengan mengambil nilai Ra yang paling rendah dan tinggi dari pengujian Surface Roughness Tester yaitu variasi kuat arus 45 ampere dan 49 ampere.

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan menggunakan mesin *Scanning Electron Microscopy*. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 20 mm x 20 mm x 2 mm, kemudian dilakukan pengukuran pada tiga titik benda uji (1, 2 dan 3) dengan besar area pengujian sebesar 530 μm setiap titik untuk mendapatkan nilai rata-rata kekasaran.



Gambar 22. Spesimen Pengujian Kekasaran Permukaan

3.7 Pengujian Kekasaran Permukaan Variasi Kuat Arus 45 Ampere Dengan SEM

Pengujian kekasaran permukaan akan dilakukan dengan melakukan pengamatan pada tiga titik spesimen (area 1, area 2 dan area 3), dari ketiga titik tersebut akan ditarik masing masing 3 garis mendatar untuk menghitung kekasaran permukaan menggunakan mesin SEM.

Tabel 20. Tabel Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan Variasi 45 Ampere

Titik	Garis	Ra (μm)
1	1	2,48
	2	1,5
	3	3,97
2	1	3,77
	2	2,02

	3	2,37
3	1	3,07
	2	2,17
	3	3,37
Rata-rata		2,746667

Berdasarkan tabel 20, maka didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan untuk hasil potongan spesimen dengan variasi kuat arus 45 ampere sebesar 2,746 μ m

3.8 Pengujian Kekasaran Permukaan Variasi Kuat Arus 49 Ampere Dengan SEM

Tabel 21. Tabel Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan Variasi 49 Ampere

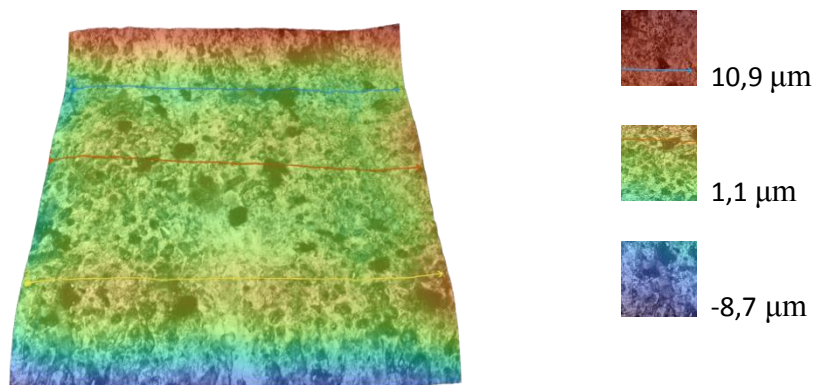
Titik	Garis	Ra (μ m)
1	1	2,93
	2	1,23
	3	2,2
2	1	2,16
	2	1,87
	3	1,03
3	1	1,46
	2	2,51
	3	1,52
Rata-rata		1,878889

Berdasarkan tabel 21, maka didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan untuk hasil potongan spesimen dengan variasi kuat arus 49 ampere sebesar 1,878 μ m

3.9 Analisa Pengujian Topografi Permukaan

Pengujian topografi permukaan dilakukan menggunakan mesin *Scanning Electron Microscopy*. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 20 mm x 20 mmx 2 mm, akan diambil bentuk topografi permukaan yang ditunjukkan dengan gambar *heatmap* yang akan dianalisa warnanya untuk menentukan variasi yang menghasilkan bentuk topografi permukaan paling baik

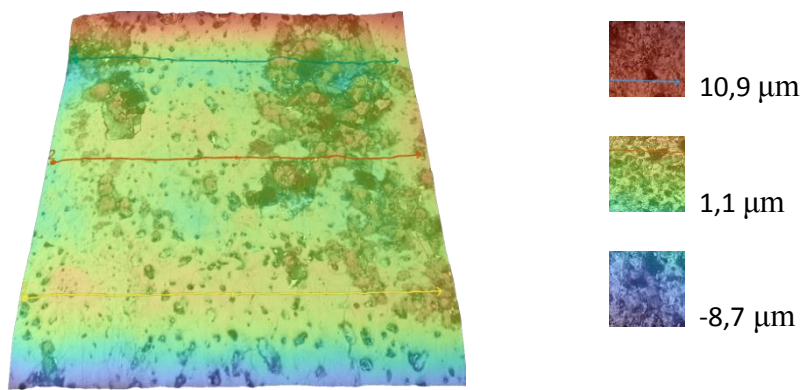
3.9.1 Hasil pengujian Topografi Permukaan Pada Variasi Kuat Arus 45 Ampere



Gambar 23. Topografi Permukaan Spesimen Variasi Kuat Arus 45 Ampere

Berdasarkan Gambar 23 di atas, topografi permukaan specimen variasi kuat arus 45 ampere didominasi warna hijau dengan beberapa bercak merah. Di ujung atas area uji terdapat daerah dengan warna merah pekat yang menunjukkan daerah tertinggi dari area pengujian tersebut, sedangkan dibagian bawah terdapat area berwarna biru tua yang menunjukkan daerah terendah dari permukaan spesimen. Perbedaan warna yang sangat signifikan ini menunjukkan perbedaan ketinggian yang sangat mencolok dari area tersebut. Perbedaan warna topografi permukaan di bagian atas dan bawah ini lah yang membuat nilai kekasaran permukaan dari specimen variasi kuat arus 45 ampere ini memiliki nilai kekasaran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi kuat arus yang lain.

3.9.2 Hasil pengujian Topografi Permukaan Pada Variasi Kuat Arus 49 Ampere



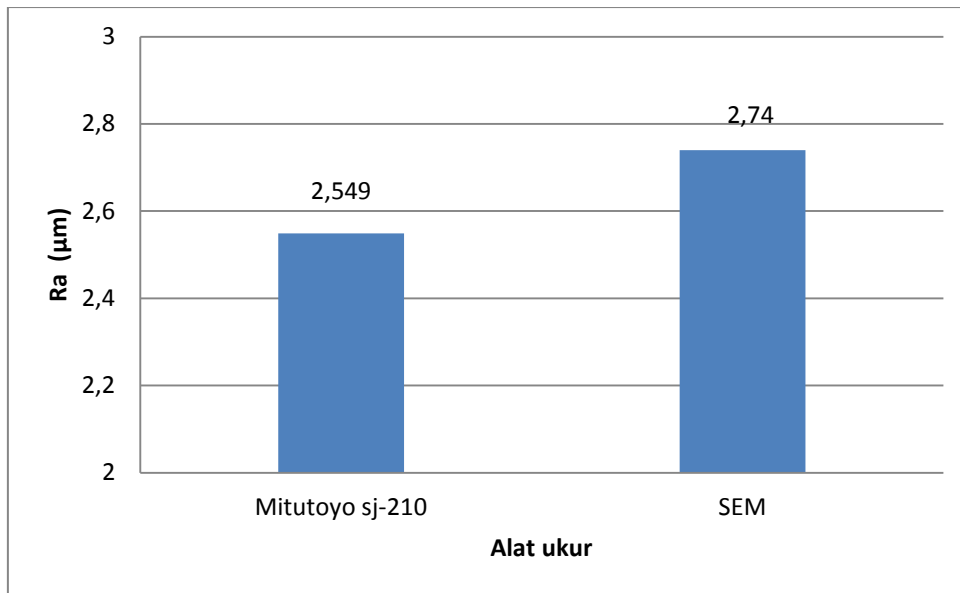
Gambar 24. Topografi Permukaan Spesimen Variasi Kuat Arus 49 Ampere

Berdasarkan Gambar 24, spesimen dengan variasi kuat arus 49 ampere memiliki topografi permukaan yang didominasi oleh warna hijau muda. Bercak warna merah juga terdapat di beberapa titik pada area pengujian tersebut menunjukkan area tersebut memiliki ketinggian permukaan yang lebih tinggi dari area lainnya. Di bagian bawah area pengujian terdapat warna biru muda yang menunjukkan daerah terendah dari area pengujian. Hasil topografi tidak memiliki warna merah tua dan biru tua yang menunjukkan perbedaan ketinggian yang tidak terlalu signifikan dari seluruh area pengujian. Sehingga dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa spesimen memiliki topografi permukaan halus dan rata

3.10 Perbandingan Nilai Kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 dan Alat SEM

Tabel 21. Perbandingan Nilai Kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 dan Alat SEM pada Variasi 45 Ampere

Variasi	Alat	Kekasaran (ra)(μm)	Penyimpangan nilai kekasaran (%)
45 A	Mitutoyo sj-210	2,549	6,97%
	SEM	2,74	

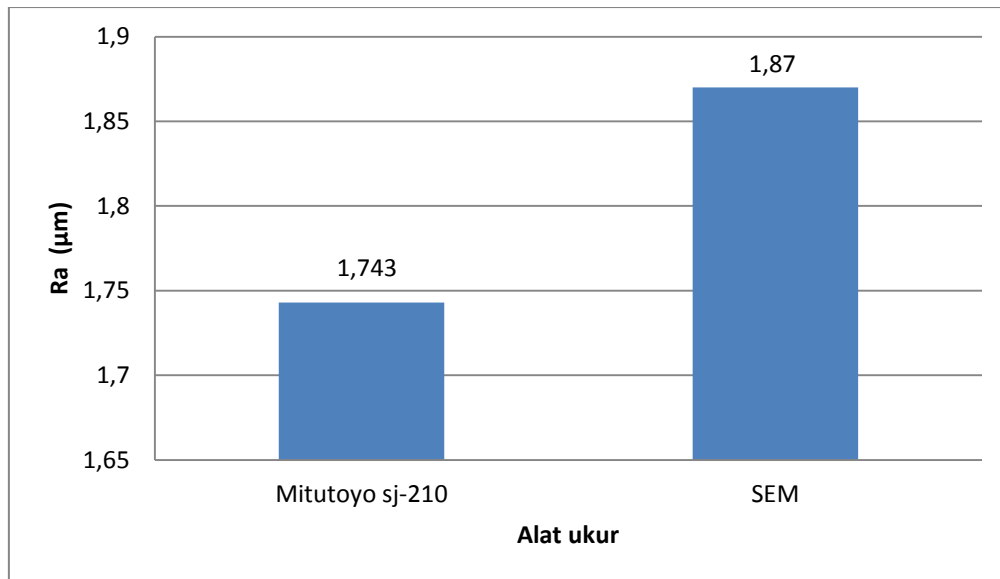


Gambar 25. Diagram Perbandingan Kekasaran Mitutoyo SJ-210 dan SEM pada Variasi Kuat Arus 45 Ampere

Diagram perbandingan diatas menunjukkan perbedaan nilai kekasaran permukaan dari spesimen hasil potongan plasma pada variasi kuat arus 45 ampere setelah diuji dengan 2 alat ukur yang berbeda yaitu Mitutoyo SJ-210 dan SEM. Hasil dari alat ukur mitutoyo SJ-210 menunjukkan kekasaran rata-rata sebesar 2,54 μm sedangkan alat SEM menunjukkan nilai kekasaran rata rata sebesar 2,74 μm ,penyimpangan dari kedua hasil tersebut adalah 0,2 μm atau sebesar 6,97 %

Tabel 22. Perbandingan Nilai Kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 dan Alat SEM pada Variasi 49 Ampere

Variasi	Alat	Kekasaran (ra)(μm)	penyimpangan nilai kekasaran (%)
49 A	Mitutoyo sj-210	1,743	6,79%
	SEM	1,87	



Gambar 26. Diagram Perbandingan Kekasaran Mitutoyo SJ-210 dan SEM pada Variasi Kuat Arus 49 Ampere

Diagram perbandingan diatas menunjukkan perbedaan nilai kekasaran permukaan dari spesimen hasil potongan plasma pada variasi kuat arus 49 ampere setelah diuji dengan 2 alat ukur yang berbeda yaitu Mitutoyo SJ-210 dan SEM. Hasil dari alat ukur mitutoyo SJ-210 menunjukkan kekasaran rata-rata sebesar $1,74\mu\text{m}$ sedangkan alat SEM menunjukkan nilai kekasaran rata rata sebesar $1,87\mu\text{m}$,penyimpangan dari kedua hasil tersebut adalah $0,13\mu\text{m}$ atau sebesar 6,79 %.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran permukaan menggunakan mesin Mitutoyo SJ-210 pada hasil potongan plat baja ST37 dengan proses pemesian CNC plasma cutting kekasaran nilai paling kecil didapatkan pada variasi kuat arus 49 ampere dengan hasil Ra $1,743\mu\text{m}$ dengan kelas nilai kekasaran N7 yang berarti permukaan yang paling halus ,sedangkan nilai kekasaran yang paling besar didapati pada variasi kuat arus 45 ampere dengan hasil Ra $2,746\mu\text{m}$ dengan kelas kekasaran N8 yang berarti permukaan yang paling kasar Dapat disimpulkan bahwa semakin semakin besar arus didapati hasil permukaan yang lebih halus dengan nilai kekasaran Ra $1,743$ menunjukan nilai kelas kekasaran N7

Berdasarkan hasil pengujian topografi permukaan menggunakan mesin SEM didapati variasi kuat arus 45 ampere memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan permukaan variasi kuat arus 49 ampere dibuktikan dengan pengamatan gambar topografi dapat dilihat dari hasil warna dan tekstur permukaan yaitu semakin banyak tekstur lekukan pada permukaan maka semakin tinggi nilai kekasaran

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian kekasaran permukaan mitutoyo SJ-210 dan pengujian kekasaran menggunakan SEM didapati hasil pada variasi kuat arus 45 ampere menunjukkan penyimpangan nilai kekasaran 6,97% sedangkan perbandingan nilai pada variasi kuat arus 49 ampere menunjukkan penyimpangan nilai kekasaran 6,79%

4.2 Saran

Menggunakan pengujian uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui ketahanan dan kekuatan material hasil terkena perlakuan panas. Penambahan variasi lain pada saat proses pemotongan CNC Plasma Cutting untuk mendapatkan hasil kualitas hasil potongan yang beragam. Pengujian yang berbeda dapat diterapkan pada material baja ST37 setelah dipotong menggunakan mesin CNC Plasma Cutting.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnitias, R. S., & Rusiyanto, R. (2019). Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Lebar Pemotongan dan Kekerasan pada Baja Karbon Sedang dengan CNC Plasma Arc Cutting. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(2), 99-104.
- Akhmad, A.A. 2009. "Pemesinan non konvensional plasma arc cutting". *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(2), 51-56.
- Ambiyar, & Putra, Z.A. 2007 Pengaruh temperatur ICA dan Temper Terhadap Baja Karbon Sedang. Padang : Perpustakaan Universitas Negeri Padang.
- Hamid, A. 2014. "Variasi Kuat Arus dan Gas Flow Rate terhadap Lebar Kerf pada Pemotongan Aluminium 5083 Menggunakan Cutting Plasma". Fakultas Teknik. Universitas Negeri Malang.
- Hamid, A., Oyong N., Teguh D.W. 2018. "Optimasi Proses Parameter Pemotongan Plasma Arc Cutting pada Logam Aluminium Menggunakan Metode Taguchi" *Prosiding SNST 9*. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim. Semarang. 13-18
- Irvan, Saiful. 2019. *Perancangan Cnc Plasma Cutting Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015*. Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya. Malang
- Jeffus, Larry. 2012. *Welding And Metal Fabrication*. 1nd ed. England: Cengage Learning.
- Komang Bagiasna, Sigit Yoewono, Proses-Proses Non Konvensional, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Mesin ITB, 1985
- Petropoulos, G., Kechagias, J., Akis, V.I., dan Maropoulos, S. 2009. *Surface Roughness Investigation of a Reinforced Polymer Composite. International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems*.
- Salonitis, K., & Vatousianos, S. 2012. "Experimental investigation of the plasma arc cutting process". *Procedia CIRP* Vol. 3(1) : 287-292.

- Samlawi, A. K., & Siswanto, R. (2016). Diktat Bahan Kuliah Material Teknik. Universitas Lambung Mangkurat, 3, 8, 56–59
- Singh, Vivek. 2011. “Analysis of Process Parameters of Plasma Arc Cutting using Design of Experiment”. *Departemen of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Rourkela*. Thesis.
- Sunaryo, H. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan