

PENGARUH VARIASI KECEPATAN PEMOTONGAN TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN PADA PEMOTONGAN PLAT BAJA ST 37 MENGGUNAKAN PROSES CNC GAS CUTTING

**Dandi Setya Budi; Ir. Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter kecepatan pemotongan pada proses pemotongan baja ST37 dengan metode *Gas Cutting* terhadap kekasaran permukaan dan *topografi* permukaan. Parameter variasi kecepatan pemotongan yang digunakan adalah 250 mm/min, 300 mm/min, dan 350 mm/min. Proses Penelitian yang akan dilakukan meliputi beberapa pengujian yaitu dengan pengujian kekasaran permukaan dan pengujian *topografi* permukaan. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan menggunakan alat Mitutoyo SJ-210 Surface Roughness Tester dan *topografi* permukaan menggunakan alat Scanning Electron Microscope (SEM). Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan variasi 250 mm/min menghasilkan nilai kekasaran terkecil, diikuti dengan variasi yang lain. Hasil *topografi* permukaan menunjukkan variasi 250 mm/min memiliki warna *topografi* yang lebih rata dibandingkan variasi 350 mm/min yang memiliki perbedaan warna yang lebih signifikan.

Kata Kunci : *CNC Gas Cutting*, Baja ST37, Kecepatan Pemotongan.

Abstract

This research aims to determine the effect of cutting speed parameters in the ST37 steel cutting process using the Gas Cutting method on surface roughness and surface topography. The cutting speed variation parameters used are 250 mm/min, 300 mm/min, and 350 mm/min. The research process that will be carried out includes several tests, namely surface roughness testing and surface topography testing. Surface roughness testing was carried out using a Mitutoyo SJ-210 Surface Roughness Tester and surface topography using a Scanning Electron Microscope (SEM). The surface roughness test results show that a variation of 250 mm/min produces the smallest roughness value, followed by other variations. The surface topography results show that the 250 mm/min variation has a more even topographic color compared to the 350 mm/min variation which has a more significant color difference.

Keywords: CNC Gas Cutting, ST37 Steel, Cutting Speed.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman maka teknologi yang digunakan oleh manusia semakin canggih dan semakin komplis. Bahan baku logam maupun non-logam baru dapat digunakan oleh perusahaan setelah mengalami berbagai pengolahan seperti : pengecoran, pencetakan, pengelasan, peleburan,

perlakuan permukaan, pengerjaan panas, pengerjaan dingin, pemotongan dan perakitan. Pemotongan merupakan salah satu proses pengolahan material di Industri.

Proses pemotongan yang biasa dilakukan pada kebanyakan industri yaitu non konvensional, pemotongan non konvensional menggunakan teknologi canggih seperti : *Computer Numeric Control* (CNC), *Laser Beam Machining* (LBM), *Plasma Arc Machining* (PAM), *Abrasive Jet Machining* (ABM), *Ultrasonic Machining*, *Chemical Machining*, *Electro Chemical Machining*, *Electro Discharge Machining*, dan lain-lain. (Al Antoni Akhmad, 2009). Proses pemotongan plat baja lembaran merupakan pekerjaan wajib dan paling banyak dilakukan dalam suatu proses manufaktur terutama berkaitan dengan pengerjaan material plat baja. Pemotongan plat baja lembaran biasanya dilakukan dengan menggunakan laser plasma cutting, gas cutting machine dan lain lain. Hasil akhir dari setiap proses pemotongan plat sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter dari proses pemotongan itu sendiri, adapun parameter yang sangat berpengaruh yaitu : jarak busur api dengan benda kerja, besar busur api (Jika menggunakan gas cutting), dan laju kecepatan potong. (Riyadi, E. S., & Pratama, D.P. 2019).

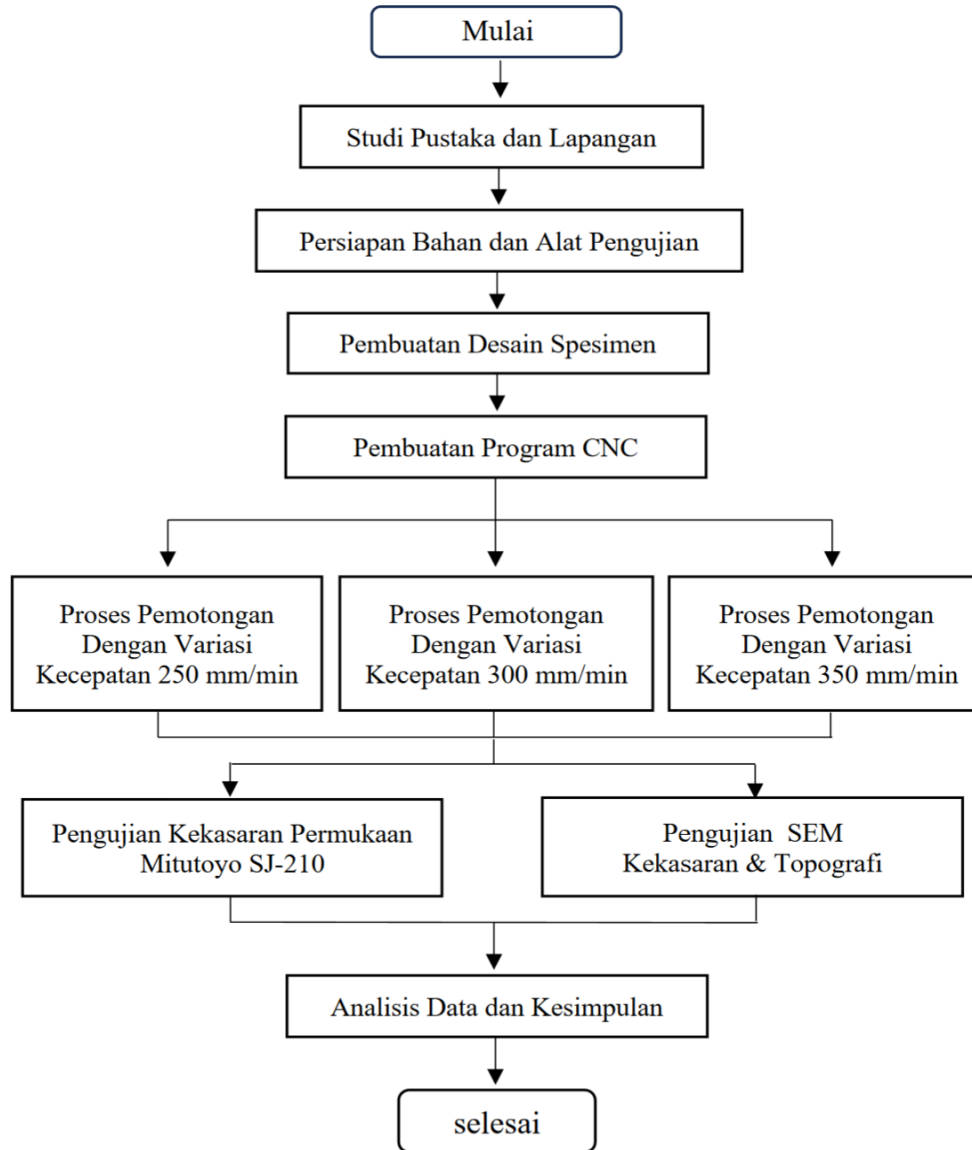
Kecepatan *Torch* yang digunakan dalam pemotongan plat baja menggunakan *CNC gas cutting* dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan dan struktur mikro pada plat baja yang dipotong. Variasi Kecepatan pemotongan dapat mempengaruhi kondisi pemotongan, seperti tekanan oksigen, dan pembentukan cacat pada permukaan potongan.

Pengoptimalan hasil pemotongan panas dibagi atas beberapa jenis yaitu: persamaan dan toleransi sudut, rata-rata kedalaman lembah dan puncak Pengoptimalan hasil pemotongan panas dibagi atas beberapa jenis yaitu: persamaan dan toleransi sudut, rata-rata kedalaman lembah dan puncak permukaan, kekasaran permukaan, arah pemotongan, radius tepi atas yang meleleh, lelehan logam (*dross*) pada bagian tepi bawah pemotongan, dan lebar pemotongan. (Fathony Nada Saputro & Wirawan Sumbodo, 2019).

Maka dari itu, pada penelitian ini penulis melakukan pengujian hasil pemotongan plat baja menggunakan mesin gas cutting untuk mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan pada proses gas cutting pada nilai kekasaran material, dimana material yang akan digunakan berupa plat baja ST 37 dengan variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min, 300 mm/min, dan 350 mm/min.

2. METODE

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan, diperlukan beberapa tahapan dalam melakukan penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan cara mengikuti alur yang telah direncanakan. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2.1 :

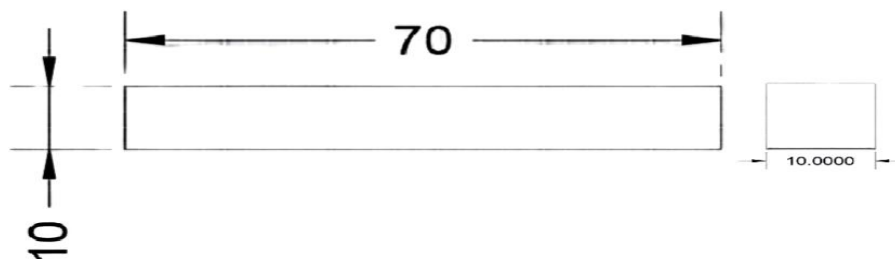


Gambar 2.1 Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemotongan benda uji dilakukan menggunakan mesin *CNC Gas Cutting* dengan dimensi 10 mm x 70 mm dengan tiga variasi parameter kecepatan pemotongan yaitu 250 mm/min, 300 mm/min, dan 350 mm/min. Pada penelitian ini spesimen yang akan digunakan untuk pengujian berjumlah 5 spesimen pada setiap variasi parameter yang digunakan.

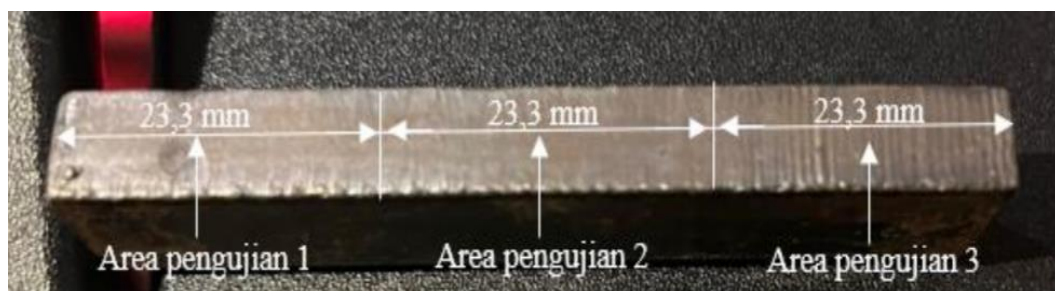
Pada penelitian ini menggunakan alat uji kekasaran mesin *Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ210* dengan standar pengujian menggunakan ISO 1997. Setelah didapatkan data nilai kekasaran menggunakan mesin *Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ210*, dipilih 2 specimen dengan nilai rata-rata kekasaran (R_a) terendah dan tertinggi dan kemudian dilakukan pengujian *3D Roughness* menggunakan mesin *SEM* untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Selanjutnya kedua data dari 2 mesin tersebut dibandingkan untuk mengetahui variasi kecepatan pemotongan yang paling optimal untuk memotong plat baja *ST 37* dengan ketebalan 10 mm. Benda uji memiliki dimensi 10 mm x 70 mm x 10 mm, kemudian dilakukan pengukuran pada tiga titik benda uji, dengan ukuran 23,33 mm per titik untuk mendapatkan nilai rata-rata kekasaran.



Gambar 3.1 Spesimen Pengujian

3.1 Pengujian Kekasaran Spesimen Dengan Kecepatan Pemotongan 250mm/min

a. Pengujian Kekasaran Spesimen A250



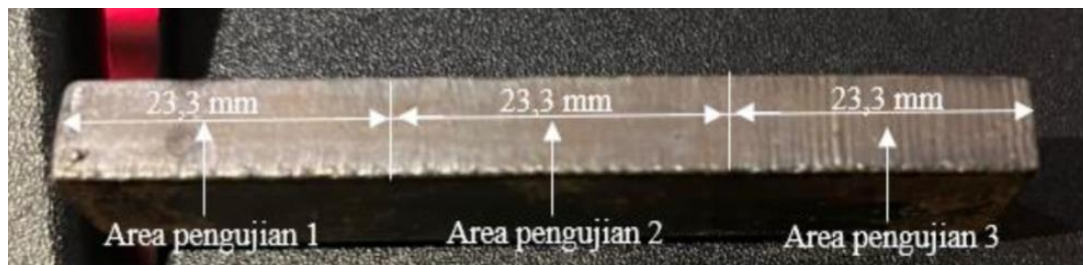
Gambar 3.2 Benda Uji Kekerasan Spesimen A250

Tabel 3.1 Pengujian Kekerasan Spesimen A250

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,332	2,827	10,996
2	2,049	2,383	9,178
3	2,048	2,427	9,343
Rerata	2,143	2,546	9,839

Berdasarkan Tabel 3.1 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 2,546 μm , nilai Rz sebesar 9,839 μm , dan Ra sebesar 2,143 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N7 dengan spesifikasi 1,2 – 2,4 (standar ISO 1997).

b. Pengujian Kekerasan Spesimen B250



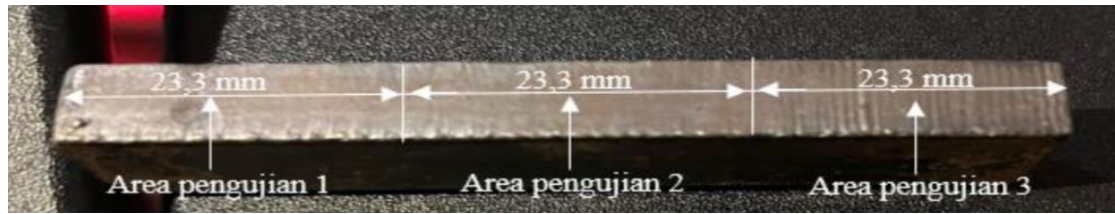
Gambar 3.3 Benda Uji Pengujian Kekerasan Spesimen B250

Tabel 3.2 Pengujian Kekerasan Spesimen B250

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,581	3,001	12,016
2	2,714	3,325	13,825
3	2,529	3,084	12,735
Rerata	2,608	3,137	12,859

c. Pengujian kekerasan Spesimen C250

Berdasarkan Tabel 3.2 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,137 μm , nilai Rz sebesar 12,859 μm , dan Ra sebesar 2,608 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).



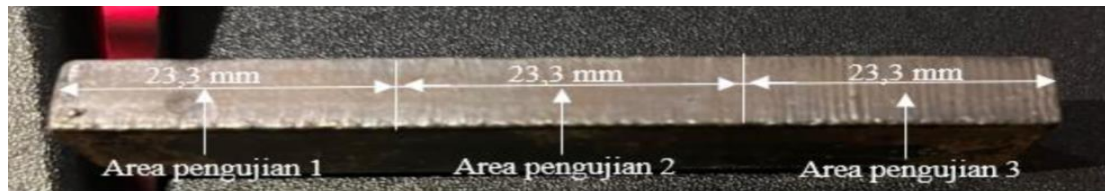
Gambar 3.4 Benda Uji Pengujian Kekerasan Spesimen C250

Tabel 3.3 Pengujian Kekerasan Spesimen C250

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,457	3,100	12,638
2	2,557	3,014	12,145
3	2,825	3,369	13,643
Rerata	2,613	3,161	12,809

Berdasarkan Tabel 3.3 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,161 μm , nilai Rz sebesar 12,809 μm , dan Ra sebesar 2,613 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

d. Pengujian Kekerasan Spesimen D250



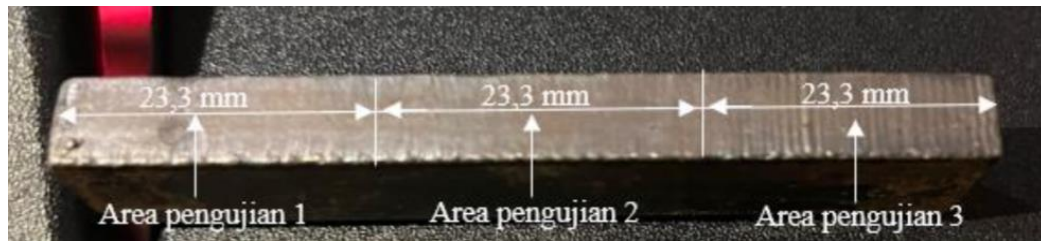
Gambar 3.5 Benda Uji Kekerasan Spesimen D250

Tabel 3.4 Benda Pengujian Kekerasan E250

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,191	2,687	10,193
2	2,607	3,083	11,822
3	2,777	3,334	12,765
Rerata	2,525	3,035	11,593

Berdasarkan Tabel 3.4 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,035 μm , nilai Rz sebesar 11,593 μm , dan Ra sebesar 2,525 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

e. Pengujian Kekerasan Spesimen E250



Gambar 3.6 Benda Uji Pengujian Kekerasan Spesimen E250

Tabel 3.5 Pengujian Kekerasan Spesimen E250

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3,158	3,946	18,352
2	2,691	3,443	15,756
3	2,285	2,785	12,420
Rerata	2,711	3,391	15,509

Berdasarkan Tabel 3.5 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,391 μm , nilai Rz sebesar 15,509 μm , dan Ra sebesar 2,711 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

f. Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Dengan Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

Tabel 3. 6 Rekapitulasi Rata-Rata Kekerasan Spesimen

Pengujian Ke-	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
A250	2,143	2,546	9,839
B250	2,608	3,137	12,859
C250	2,613	3,161	12,809
D250	2,525	3,035	11,593
E250	2,711	3,391	15,509
Rerata	2,520	3,054	12,521

Berdasarkan Tabel 3.6 didapatkan nilai kekasaran optimum Rq sebesar 3,054 μm , nilai Rz sebesar 12,521 μm , dan Ra sebesar 2,520, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk ke dalam kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

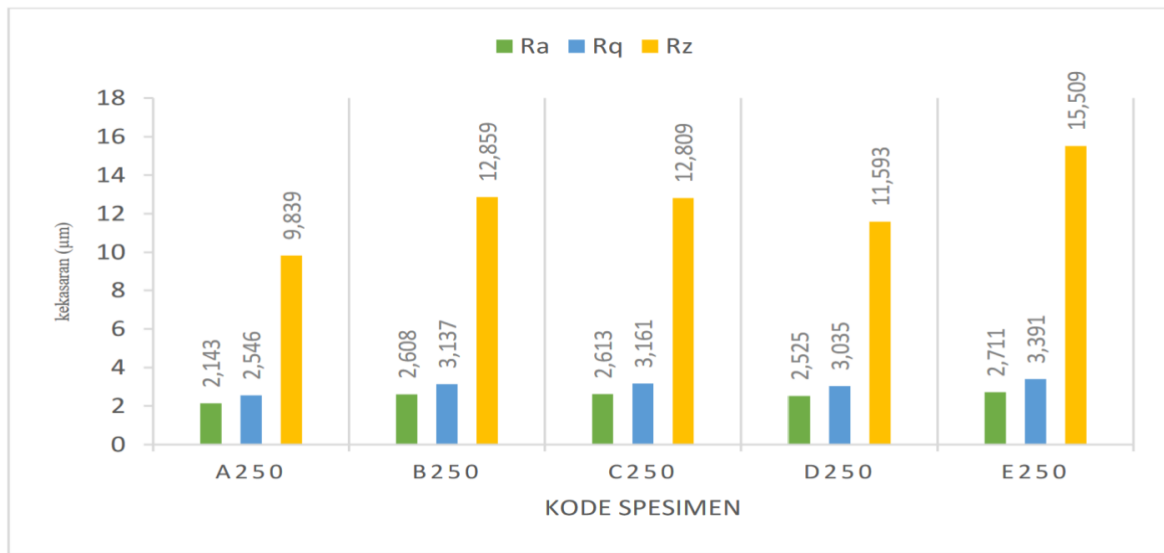
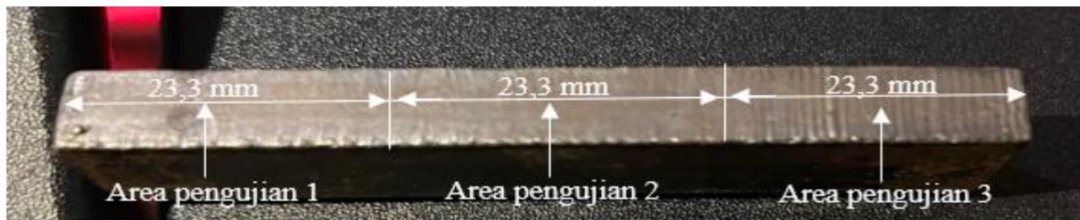


Diagram 3. 1 Kekerasan Permukaan Spesimen Dengan Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

3.2 Pengujian Kekasaran Spesimen Dengan Kecepatan Pemotongan 300 mm/min

a. Pengujian Kekasaran Spesimen A300



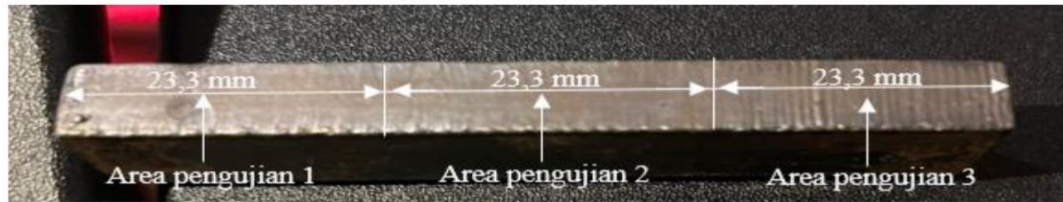
Gambar 3.7 Benda Uji Pengujian Kekerasan Spesimen A300

Tabel 3.7 Pengujian Kekerasan Spesimen A300

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (µm)	Rq (µm)	Rz (µm)
1	2,825	3,489	15,089
2	2,953	3,620	15,973
3	6,220	7,586	30,245
Rerata	3,999	4,898	20,436

Berdasarkan Tabel 3.7 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 4,898 µm, nilai Rz sebesar 20,436 µm, dan Ra sebesar 3,999 µm, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

b. Pengujian Kekerasan Spesimen B300



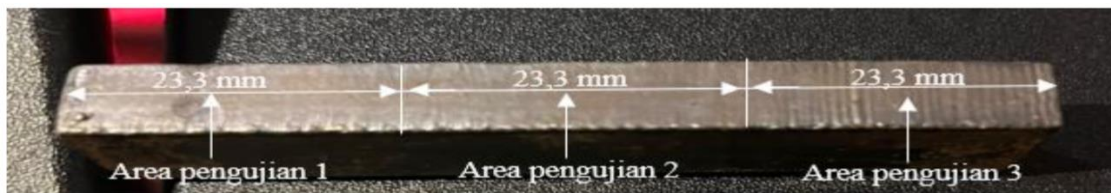
Gambar 3.8 Benda Uji Pengujian Kekerasan Spesimen B300

Tabel 3.8 Pengujian Kekerasan Spesimen B300

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3,572	4,254	15,708
2	1,904	2,302	9,593
3	2,912	3,420	12,513
Rerata	2,796	3,325	12,605

Berdasarkan Tabel 3.8 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,325 μm , nilai Rz sebesar 12,605 μm , dan Ra sebesar 2,796 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

c. Pengujian Kekasaran Spesimen C300



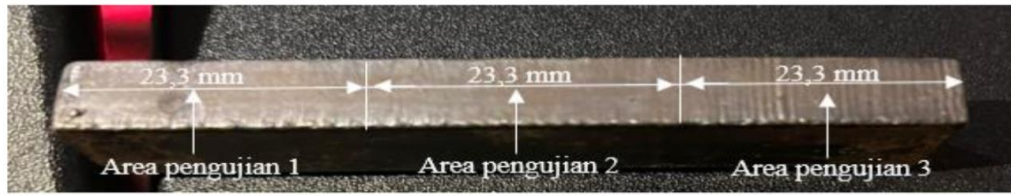
Gambar 3.9 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen C300

Tabel 3.9 Pengujian Kekasaran Spesimen C300

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,538	1,369	5,517
2	1,973	2,493	11,967
3	3,976	4,998	22,249
Rerata	2,496	2,953	13,244

Berdasarkan Tabel 3.9 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 2,953 μm , nilai Rz sebesar 13,244 μm , dan Ra sebesar 2,496 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

d. Pengujian Kekasaran Spesimen D300



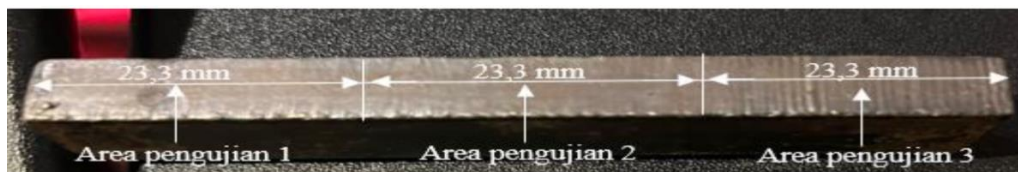
Gambar 3.10 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen D300

Tabel 3.10 Pengujian Kekasaran Spesimen D300

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3,171	3,695	13,470
2	2,132	2,667	11,021
3	2,452	3,118	13,162
Rerata	2,585	3,160	12,551

Berdasarkan Tabel 3.10 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 3,160 μm , nilai Rz sebesar 12,551 μm , dan Ra sebesar 2,585 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

e. Pengujian Kekasaran Spesimen E300



Gambar 3.11 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen E300

Tabel 3.11 Pengujian Kekerasan Spesimen E300

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,967	3,567	13,942
2	2,175	2,622	10,122
3	1,872	2,194	8,387
Rerata	2,338	2,794	10,817

Berdasarkan Tabel 3.11 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 2,794 μm , nilai Rz sebesar 10,817 μm , dan Ra sebesar 2,338 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N7 dengan spesifikasi 1,2 - 2,4 (standar ISO 1997).

f. Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Dengan Kecepatan Pemotongan 300mm/min.

Tabel 3.12 Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Dengan Kecepatan Pemotongan 300mm/min.

Pengujian Ke-	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
A300	3,999	4,898	20,436
B300	2,796	3,325	12,605
C300	2,496	2,953	13,244
D300	2,585	3,160	12,551
E300	2,338	2,794	10,817
Rerata	2,842	3,426	13,930

Berdasarkan Tabel 3.12 didapatkan nilai kekasaran optimum Rq sebesar 3,426 μm , nilai Rz sebesar 13,930 μm , dan Ra sebesar 2,842, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk ke dalam kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

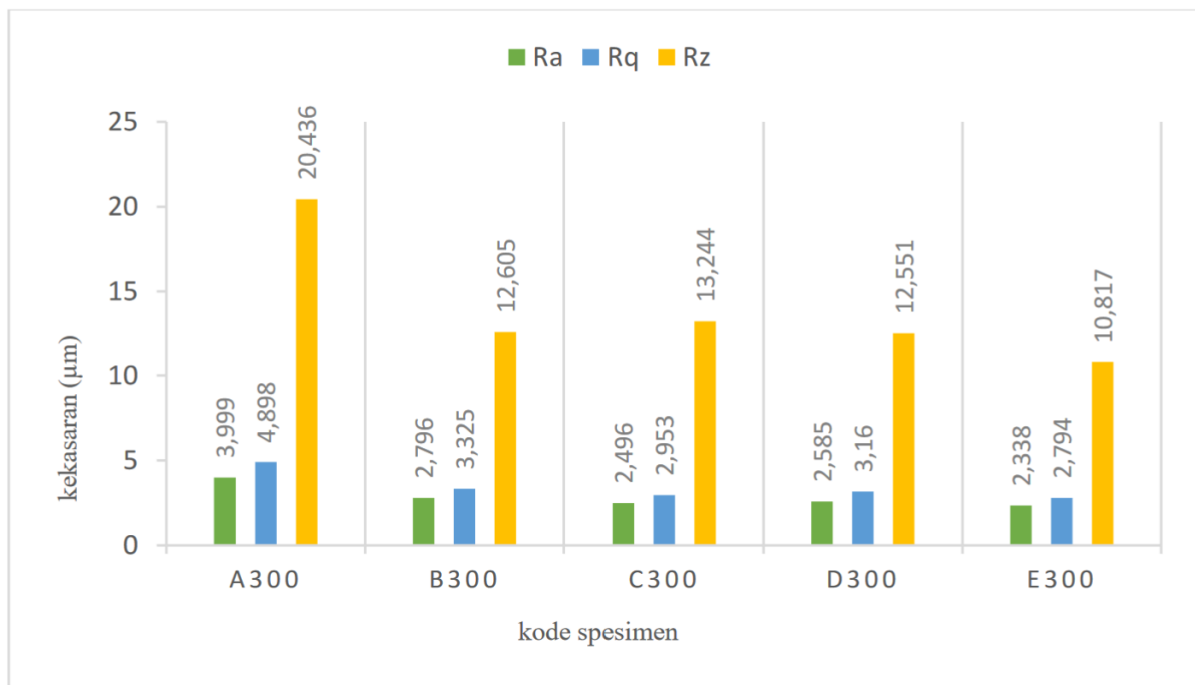
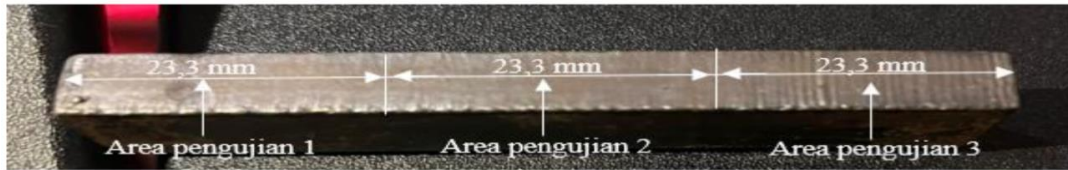


Diagram 3.2 Kekasaran Permukaan Spesimen Dengan Kecepatan Pemotongan 200 mm/min

3.3 Pengujian Kekasaran Spesimen Dengan Kecepatan Pemotongan 350 mm/min

a. Pengujian Kekasaran Spesimen A350



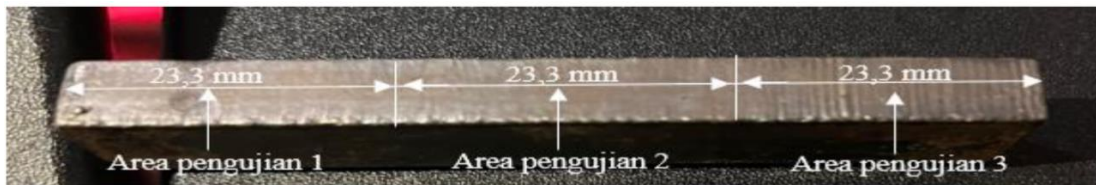
Gambar 3.12 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen A350

Tabel 3. 13 Pengujian Kekasaran Spesimen A350

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	1,952	2,318	9,205
2	2,722	3,198	11,090
3	2,144	2,502	9,240
Rerata	2,273	2,673	9,845

Berdasarkan Tabel 3.13 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 2,673 μm , nilai Rz sebesar 9,845 μm , dan Ra sebesar 2,273 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N7 dengan spesifikasi 1,2 - 2,4 (standar ISO 1997).

b. Pengujian Kekasaran Spesimen B350



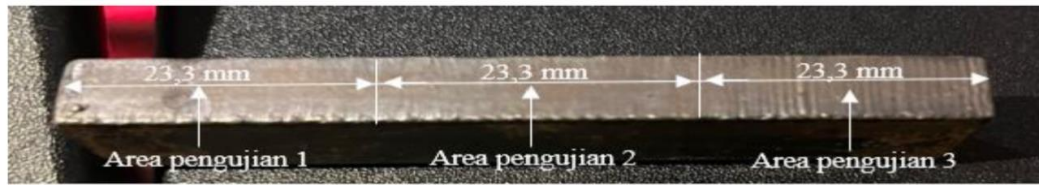
Gambar 3.13 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen B350

Tabel 3.14 Pengujian Kekasaran Spesimen B350

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3,952	4,661	17,975
2	3,744	4,365	18,300
3	4,528	5,652	18,791
Rerata	4,075	4,893	18,355

Berdasarkan Tabel 3.14 didapatkan nilai kekasaran Rq sebesar 4,893 μm , nilai Rz sebesar 18,355 μm , dan Ra sebesar 4,075, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk ke dalam kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

c. Pengujian Kekasaran Spesimen C350



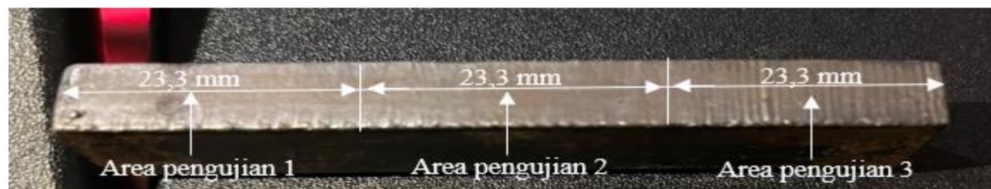
Gambar 3.14 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen C350

Tabel 3.15 Pengujian Kekasaran Spesimen C350

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	2,723	3,385	14,827
2	3,414	4,198	17,676
3	3,433	4,121	17,609
Rerata	3,190	3,901	16,704

Berdasarkan Tabel 3.15 didapatkan nilai kekasaran Rq sebesar 3,901 μm , nilai Rz sebesar 16,704 μm , dan Ra sebesar 3,190, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk ke dalam kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

d. Pengujian Kekasaran Spesimen D350



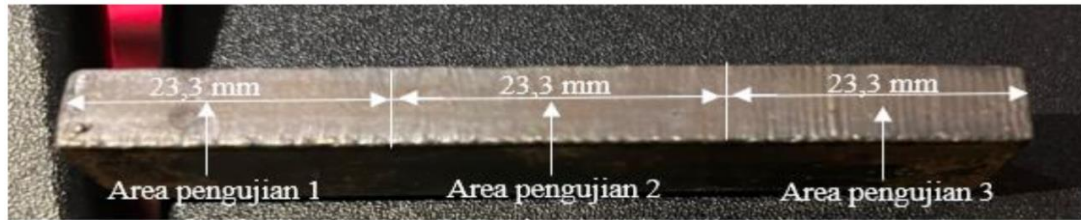
Gambar 3.15 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen D350

Tabel 3.16 Pengujian Kekasaran Spesimen D350

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	4,190	5,074	20,574
2	4,992	6,261	26,068
3	2,702	3,444	15,730
Rerata	3,961	4,926	20,791

Berdasarkan Tabel 3.16 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 4,926 μm , nilai Rz sebesar 20,791 μm , dan Ra sebesar 3,961 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

e. Pengujian Kekasaran Spesimen E350



Gambar 3.16 Benda Uji Pengujian Kekasaran Spesimen E350

Tabel 3.17 Pengujian Kekasaran Spesimen E350

Area Pengujian	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	3,295	4,131	17,314
2	2,917	3,598	16,399
3	4,411	5,405	20,379
Rerata	3,541	4,378	18,031

Berdasarkan Tabel 3.17 didapatkan nilai kekerasan Rq sebesar 4,378 μm , nilai Rz sebesar 18,031 μm , dan Ra sebesar 3,541 μm , sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997)

f. Rekapitulasi Pengujian Kekasaran Dengan Kecepatan Pemotongan 350mm/min.

Tabel 3.18 Rekapitulasi Rata-Rata Kekasaran Spesimen

Pengujian Ke-	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
A350	2,273	2,673	9,845
B350	4,075	4,893	18,355
C350	3,190	3,901	16,704
D350	3,961	4,926	20,791
E350	3,541	4,378	18,031
Rerata	3,408	4,154	16,745

Berdasarkan Tabel 3.18 didapatkan nilai kekasaran optimum Rq sebesar 4,154 μm , nilai Rz sebesar 16,745 μm , dan Ra sebesar 3,408, sehingga dapat diartikan bahwa Ra yang didapatkan masuk ke dalam kualitas N8 dengan spesifikasi 2,4 – 4,8 (standar ISO 1997).

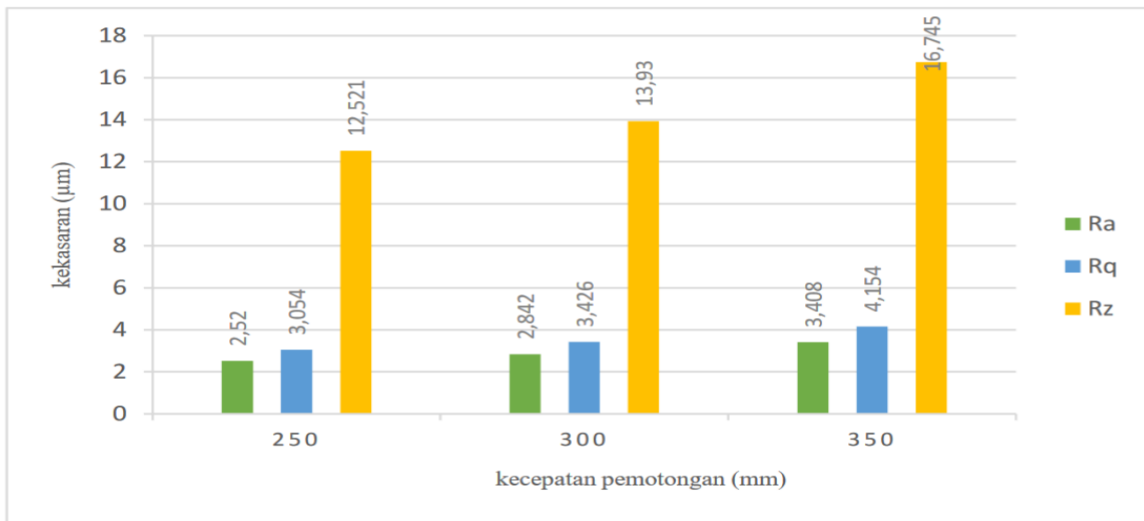


Diagram 3.3 Kekasaran Permukaan Spesimen Dengan Kecepatan

3.4 Rekapitulasi Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan Benda Uji

Tabel 3.19 Rekapitulasi Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan Benda Uji

Parameter	Nilai		
	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
250 mm/min	2,520	3,054	12,521
300 mm/min	2,842	3,426	13,930
350 mm/min	3,408	4,154	16,745

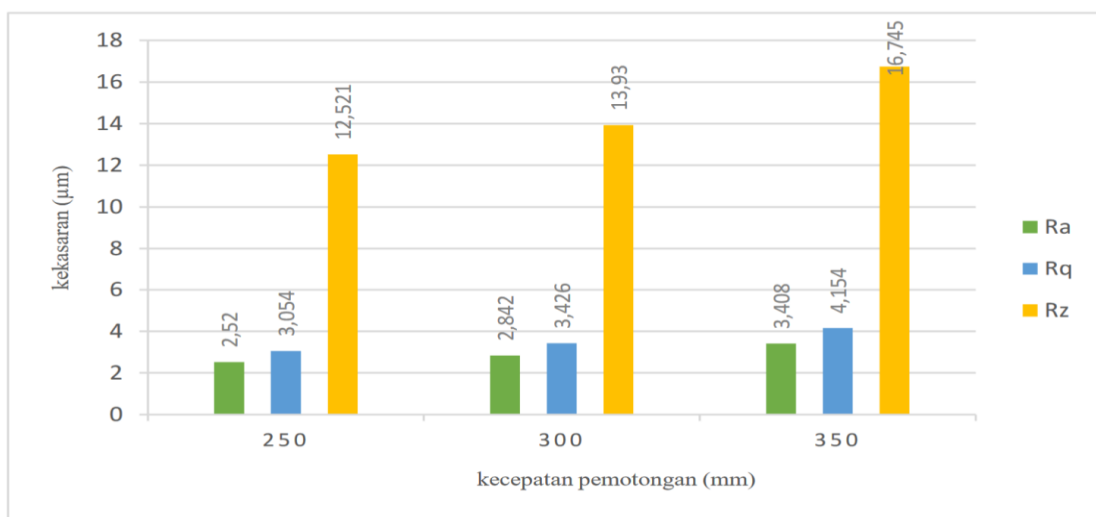


Diagram 3.4 Nilai Average Roughness

Berdasarkan Tabel 3.19 dan Diagram 3.5 dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran permukaan yang paling baik atau halus pada parameter kecepatan pemotongan 250 mm/min dengan hasil Ra sebesar 2,520 μm , Rq sebesar 3,054, dan Rz 12,521 μm . Sedangkan, nilai kekasaran permukaan yang paling kasar pada parameter kecepatan pemotongan 350 mm/min dengan hasil Ra sebesar 3,408 μm , Rq sebesar 4,154 μm , Rz sebesar 16,745 μm .

3.5 Pengujian Kekasaran Dengan Mesin SEM

Pengujian kekasaran dilakukan menggunakan mesin *Scanning Electron Microscopy*. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 20 mm x 20 mm x 10 mm, kemudian dilakukan pengujian pada tiga titik benda uji (1, 2, dan 3) untuk mendapatkan nilai rata-rata kekasaran.

- a. Pengujian 3D Roughness specimen dengan variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min. Pengujian kekasaran permukaan akan dilakukan dengan melakukan pengamatan pada tiga titik specimen (area 1, area 2, dan area 3). Dari ketiga titik tersebut akan ditarik garis masing-masing 3 garis mendatar untuk menghitung kekasaran permukaan menggunakan mesin SEM.

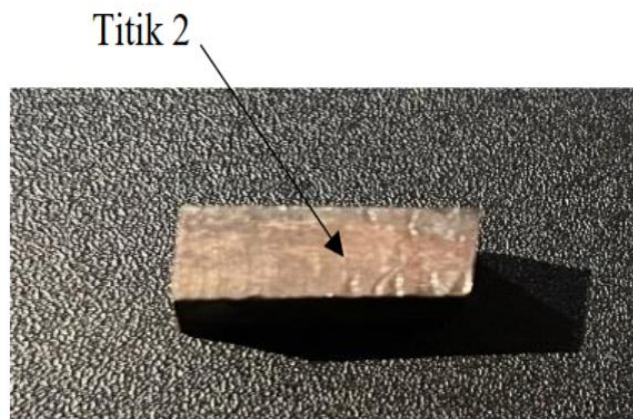


Gambar 3.17 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.20 Kekasaran Permukaan Spesimen A250 Titik 1

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	2,76	6,56
2	2,14	5,83
3	2,21	5,59

Berdasarkan Tabel 3.20 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 2,76 (μm), garis 2 sebesar 2,14 (μm), dan garis 3 sebesar 2,21 (μm).



Gambar 3.18 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.21 Kekasaran Permukaan Spesimen A250 Titik 2

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	2,35	3,14
2	2,63	4,01
3	2,43	5,14

Berdasarkan Tabel 4.21 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 2,35 (μm), garis 2 sebesar 2,63 (μm), dan garis 3 sebesar 2,43 (μm).



Gambar 3.19 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.22 Kekasaran Permukaan Spesimen A250 Titik 3

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	2,35	5,99
2	2,19	5,19
3	2,42	4,77

Berdasarkan Tabel 3.22 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 2,37 (μm), garis 2 sebesar 2,14 (μm), dan garis 3 sebesar 2,21 (μm).

Tabel 3.23 Tabel rata-rata kekasaran permukaan variasi kecepatan

Titik	Garis	Ra (μm)
1	1	2,76
	2	2,14
	3	2,21
2	1	2,35
	2	2,63
	3	2,43
3	1	2,35
	2	2,19
	3	2,42
Rata-rata		2,39

Berdasarkan tabel 3.23 maka didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan untuk hasil potongan specimen dengan variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min sebesar 2,39 μm .

b. Pengujian 3D Roughness specimen dengan variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min

Titik 1

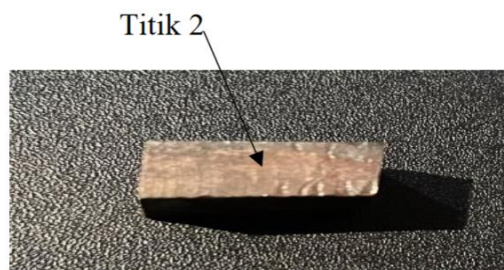


Gambar 3.20 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.24 Kekasaran Permukaan Spesimen C350 Titik 1

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	3,66	4,29
2	3,26	5,74
3	3,54	7,65

Berdasarkan Tabel 3.24 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 3,66 (μm), garis 2 sebesar 3,26 (μm), dan garis 3 sebesar 3,54 (μm).

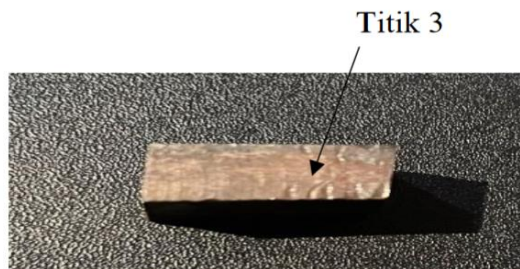


Gambar 3.21 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.25 Kekasaran Permukaan Spesimen C350 Titik 2

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	3,87	5,03
2	2,98	3,82
3	2,65	4,22

Berdasarkan Tabel 3.25 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 3,66 (μm), garis 2 sebesar 3,26(μm), dan garis 3 sebesar 3,54 (μm).



Gambar 3.22 Permukaan Spesimen variasi kecepatan pemotongan

Tabel 3.26 Kekasaran Permukaan Spesimen C350 Titik 3

Garis Profil	Nilai	
	Ra (μm)	Rz (μm)
1	3,75	7,55
2	2,88	5,35
3	2,68	6,20

Berdasarkan Tabel 3.26 didapatkan nilai kekasaran Ra pada garis 1 sebesar 3,75 (μm), garis 2 sebesar 3,88 (μm), dan garis 3 sebesar 3,68 (μm).

Tabel 3.27 Tabel rata-rata kekasaran permukaan variasi kecepatan Pemotongan 350 mm/min menggunakan SEM

Titik	Garis	Ra (μm)
1	1	3,66
	2	3,26
	3	3,54
2	1	3,87
	2	2,98
	3	2,65
3	1	3,75
	2	2,88
	3	2,68
Rata-rata		3,21

Berdasarkan tabel 3.27 maka didapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan untuk hasil potongan specimen dengan variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min sebesar 3,21 μm .

3.6 Perbandingan Nilai Kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 Dengan SEM

a. Variasi Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

Tabel 3.28 Variasi Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

Alat	Kekasaran Rata-rata	Penyimpangan Kekasaran
	(Ra)	(%)
MITUTOYO SJ 210	2,52	5,1
SEM	2,39	

Tabel 3.28 Perbandingan nilai kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 dan alat SEM pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min.

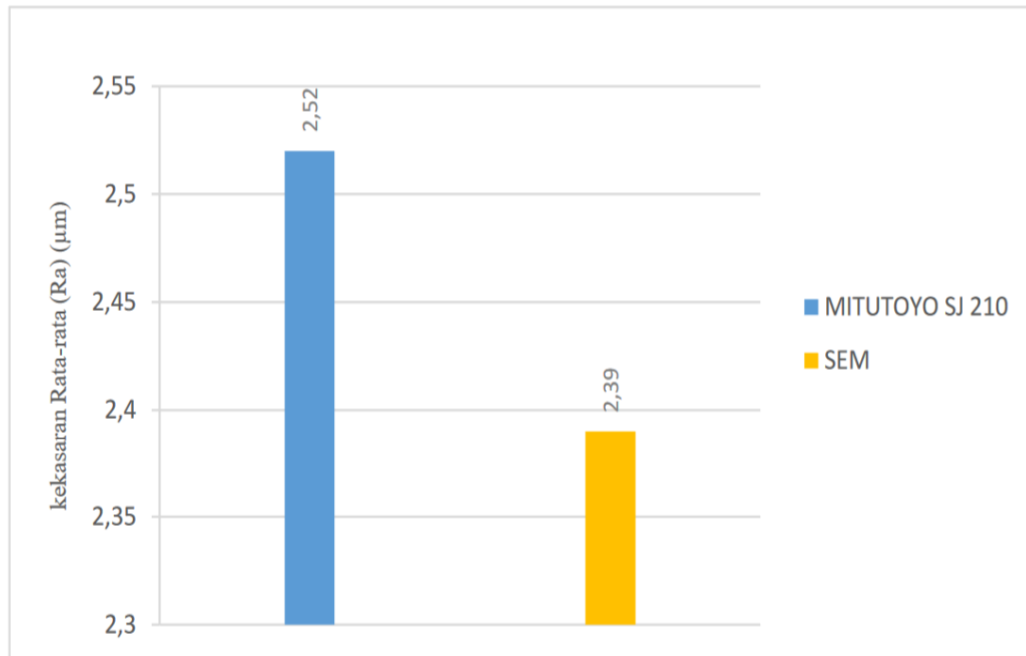


Diagram 3.5 Perbandingan Kekasaran Mitutoyo SJ-210 dan SEM

Diagram perbandingan di atas menunjukkan perbedaan nilai kekasaran permukaan dari spesimen hasil potongan gas cutting pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min 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 2,52 μm sedangkan alat SEM menunjukkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 2,39 μm . Selisih dari kedua hasil tersebut adalah 0,047 μm atau sebesar 5,1 %.

b. Variasi Kecepatan Pemotongan 350 mm/min

Tabel 3.29 Perbandingan Nilai Kekasaran (Ra) Mitutoyo SJ-210 dan alat SEM Pada Variasi Kecepatan Pemotongan 350 mm/min

Alat	Kekasaran Rata-rata	Penyimpangan Kekasaran
	(Ra)	(%)
MITUTOYO SJ 210	3,408	5,8
SEM	3,21	

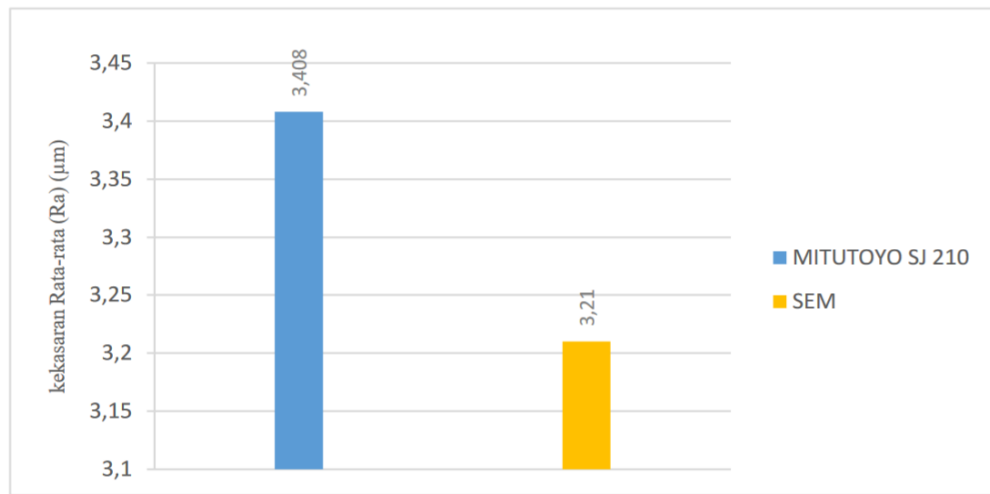
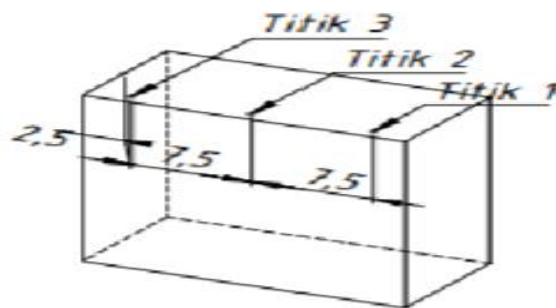


Diagram 3.6 Perbandingan Kekasaran Mitutoyo SJ-210 dan SEM Pada Variasi Kecepatan Pemotongan 350 mm/min

Diagram perbandingan di atas menunjukkan perbedaan nilai kekasaran permukaan dari spesimen hasil potongan gas cutting pada variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min 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 3,408 μm sedangkan alat SEM menunjukkan nilai kekasaran rata-rata sebesar 3,210 μm . Selisih dari kedua hasil tersebut adalah 0,047 μm atau sebesar 5,8 %.

3.7 Analisis Pengaruh Kecepatan Pemotongan Terhadap Topografi Permukaan dengan SEM

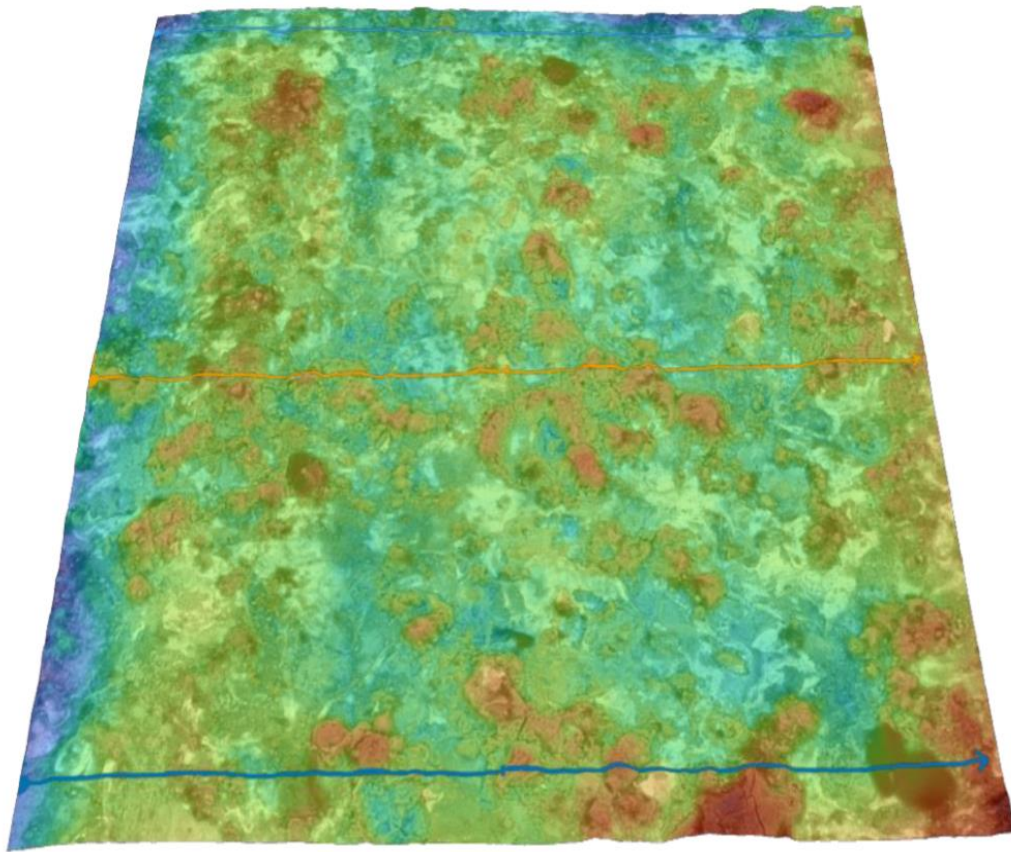
ada pengujian kekasaran sebelumnya didapatkan nilai terkecil dan terbesar yaitu pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min dengan nilai 2,520 μm dan variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min dengan nilai 3,408 μm . Sehingga pada pengujian topografi permukaan diambil hasil dari variasi 250 mm/min dan 350 mm/min untuk dianalisis dengan menggunakan mesin SEM.



Gambar 3.23 Titik Pengujian Topografi Permukaan Benda Uji

Pengujian *topografi* permukaan dilakukan menggunakan mesin *SEM*. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 20 mm x 20 mm x 10 mm, kemudian dilakukan pengujian pada tiga titik benda uji (1, 2, dan 3) dengan besar area pengujian sebesar 530 μm setiap titik untuk mendapatkan bentuk *topografi* permukaan yang ditunjukkan dengan gambar *heatmap* yang nantinya akan dianalisa warnanya untuk menentukan variasi yang menghasilkan bentuk *topografi* permukaan yang paling optimal.

a. Pengujian Topografi Permukaan Spesimen Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

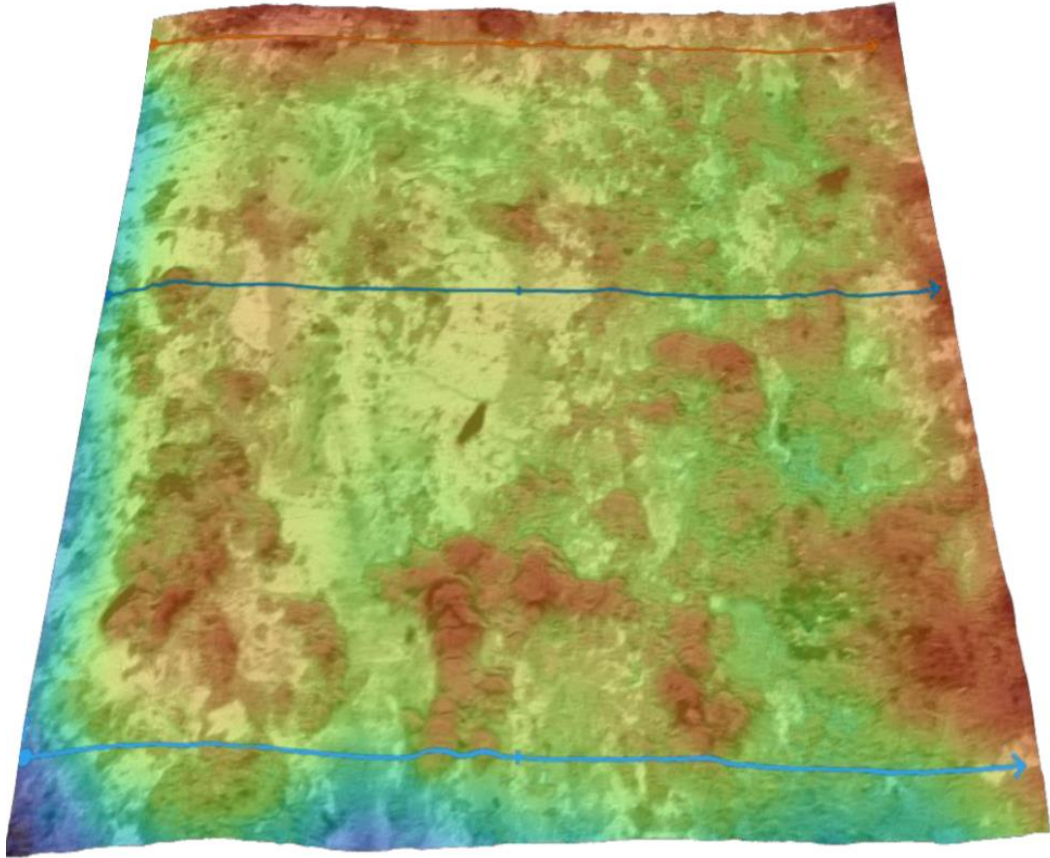


Gambar 3.24 *Topografi* Permukaan Spesimen Kecepatan Pemotongan 250 mm/min

Berdasarkan hasil *topografi* permukaan pada spesimen kecepatan 250 mm/min cenderung berwarna hijau dan biru sedangkan warna merah cenderung sedikit, Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa permukaan spesimen kecepatan pemotongan 250 mm/min tersebut halus.

Dapat dilihat juga terkait kawah yang terbentuk di permukaan juga cenderung sedikit, sehingga menandakan permukaan tersebut rata.

b. Pengujian Topografi Permukaan Spesimen Kecepatan Pemotongan 350 mm/min



Gambar 3.25 Topografi Permukaan Spesimen Kecepatan Pemotongan 350 mm/min

Berdasarkan hasil topografi permukaan pada spesimen kecepatan 350 mm/min cenderung berwarna merah sedangkan warna biru dan hijau cenderung sedikit, Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa permukaan spesimen kecepatan pemotongan 350 mm/min tersebut kasar.

Dapat dilihat juga terkait kawah yang terbentuk di permukaan juga cenderung banyak, sehingga menandakan permukaan tersebut cenderung kasar.

4. PENUTUP

Hasil penelitian pemotongan material baja ST37 dengan metode CNC gas cutting dengan variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min, 300 mm/min, dan 350 mm/min yang diuji melalui pengujian mekanis, diantaranya pengujian kekasaran permukaan dan pengujian topografi permukaan menggunakan alat uji SEM. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat diambil beberapa

kesimpulan, diantaranya sebagai berikut : (1) Hasil pengujian kekasaran menggunakan mesin MITUTOYO SJ-210 didapatkan nilai kekasaran paling kecil pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min dengan hasil $R_a = 2,52 \mu\text{m}$ yang berarti permukaan yang paling halus, sedangkan nilai kekasaran yang paling besar didapati pada variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min dengan hasil $R_a = 3,408 \mu\text{m}$ yang berarti permukaan yang paling kasar. Sedangkan menggunakan mesin SEM didapatkan nilai kekasaran paling kecil pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min dengan hasil $R_a = 2,39 \mu\text{m}$ dan nilai kekasaran yang paling besar didapati pada variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min dengan hasil $R_a = 3,21 \mu\text{m}$. Dari kedua pengujian kekasaran didapatkan selisih pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min sebesar $0,13 \mu\text{m}$ atau sebesar 5,1% dan pada variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min sebesar $0,198 \mu\text{m}$ atau sebesar 5,8%. (2) Berdasarkan hasil pengujian topografi menggunakan mesin SEM didapatkan hasil yaitu pada variasi kecepatan pemotongan 250 mm/min cenderung berwarna biru, sedangkan pada variasi kecepatan pemotongan 350 mm/min cenderung berwarna merah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan dari gambar topografi dapat dilihat dari warna yang dihasilkan yaitu semakin banyak warna merah maka semakin tinggi nilai kekasaran dan hasil permukaan yang kasar, dan semakin banyak warna biru maka semakin kecil nilai kekasaran dan hasil permukaan adalah halus. Serta peneliti memberi saran berupa : (1) Pengujian yang berbeda dapat diterapkan pada baja ST37 setelah dipotong menggunakan CNC Gas Cutting. (2) Menambahkan variasi lain pada saat proses pemotongan CNC Gas Cutting untuk mendapatkan hasil kualitas hasil potongan yang beragam. (3) Penelitian selanjutnya lebih mengembangkan terkait komponen dari material yang diuji agar mendapatkan hasil yang beragam sesuai dengan kualitas setiap material.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Setyo Darmawan (2020), Ilmu Bahan Teknik. Surakarta: Muhammadiyah University Press
- Al Antoni Akhmad (2009), Pemесinan Nonkonvensional Plasma Arc Cutting, Palembang: Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 9 No. 2, Universitas Sriwijaya
- Fathony Nada Saputro & Wirawan Sumbodo (2019) PENGARUH KETINGGIAN TORCH TERHADAP LEBAR KERF DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PEMOTONGAN CNC PLASMA ARC CUTTING DENGAN BAHAN BAJA ST 37 Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 11, No.2, November 2019

- International Standard (1997) Geometrical product Specification (GPS) Surface Texture: Profile Method terms, Definitions and Surface Texture Parameter. ISO 4287:1997
- Munandi (1980), Dasar-dasar Metrologi Industri. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Ngia Masta (2020) Buku pelajaran Scanning Electron Microscopy, BMP.UKI:NM-01-SEM-PFis-I-2020
- Riyadi, E. S., & Pratama, D. P. (2019). Pengaruh Laju Kecepatan Potong Pada Proses Pemotongan Menggunakan Gas Cutting. Jurnal Tiarsie, 16(4), 107-112.
- Rusianto & Sigit, (2002) Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan pada Chromizing Baja Karbon Rendah, Jurnal Teknologi Industri, Vol. VI No. 2, April 2002, 87 – 98
- Subastian, R., Basuki, H. A., & Sanata, A. (2020). Pengaruh Variasi Parameter Kecepatan Torch, Tekanan Oksigen Dan Jarak Nozzle Terhadap Material Removal Rate Pada Proses Otomasi Gas Cutting. Rotor, 12(2), 17-21.
- Sujatno, Agus & Salam, Rohmad & Bandriyana, Bandriyana & Dimyati, Arbi (2015) Studi electron microscopy (SEM) untuk karakterisasi proses oksidasi paduan zirkonium, jurnal Forum Nuklir (JFN), 9 (1). pp. 44-50.51
- Tauvana, A. I., & Widodo, W. (2020). Analisis pemotongan logam ST-37 dengan mesin potong menggunakan gas oxy-LPG.