

# ANALISA PENGARUH MATERIAL ENDMILL DAN KECEPATAN SPINDLE TERHADAP UJI KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES CNC MILLING ALUMINIUM ALLOY 6061

Andri Kurniawan

201020200059

Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.

**TEKNIK MESIN**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**  
**2025**

# PENDAHULUAN



**Apakah** Latar Belakang Penelitian ini ?

# PENDAHULUAN



1. Perkembangan pada dunia industri manufaktur dunia diikuti dengan lahirnya ide revolusi industri 4.0 yang dianggap sebagai antaran keempat dalam revolusi industri baru. Industri manufaktur sebagai sektor yang penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi serta membuka lapangan pekerjaan.
2. Industri manufaktur khususnya permesinan banyak mengalami permasalahan, yaitu bagaimana menghasilkan produk yang berkualitas dan bagaimana memprediksi biaya pemesinan. Oleh karena itu, dibutuhkan mesin yang dapat menghasilkan produk dengan kualitas terbaik, sehingga teknologi terus berkembang dan berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kekasaran yang baik menurut standar ukuran yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian.

# PENDAHULUAN



**Apakah Tujuan dari Penelitian ini ???**

# PENDAHULUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter proses dengan variasi kecepatan spindle dan jenis material endmill terhadap pengujian kekasaran permukaan pada proses CNC Milling. Melalui analisis mendalam terhadap hasil pengujian, diharapkan dapat ditemukan hubungan yang jelas antara parameter proses dengan karakteristik material yang dihasilkan nilai kekasaran yang sesuai. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan panduan berharga bagi praktisi industri dalam pengoptimalan proses CNC Milling untuk mencapai hasil pengerjaan yang semakin efisien serta dengan ketelitian yang tinggi.



# METODE

## Diagram Alur Penelitian

Diagram alir ini dibuat supaya penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan tahapan dan menghindari kekeliruan pada saat melakukan penelitian. Oleh karena itu dibuat sebuah diagram alur pada penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

# STUDI LITERATUR

Studi literatur ini dilakukan sebagai tahap awal dan juga sebagai landasan materi dengan mempelajari beberapa referensi dari jurnal, artikel, buku, tugas akhir yang berkaitan, pengamatan secara langsung di lapangan, juga dari media internet, dan diskusi dengan dosen pembimbing yang ada kaitannya dengan besar perencanaan analisa terhadap parameter CNC Milling terhadap nilai kekasaran permukaannya.



# VARIABEL PENELITIAN

1. Variabel Bebas : jenis pahat dan kecepatan putaran spindle. jenis endmill yang digunakan adalah Karbida dan HSS dan kecepatan putaran spindle yang digunakan adalah 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm.
2. Variabel Terikat : Kekasaran Permukaan diukur dengan parameter Ra (average roughness) dengan menggunakan satuan micrometer ( $\mu\text{m}$ ).
3. Variabel Terkontrol : Depth Of Cuts atau Maksimal Pemakanannya adalah 2 mm dan Feed rate atau kecepatan pemakanan adalah 500 mm/menit.

Tabel 1. Tabel Variabel Pengujian Kekasaran Permukaan

No. Spc	Jenis Endmill	Kec. Spindel (Rpm)	Depth Of Cuts atau Mak. Pemakanan (mm)	Feed rate atau Kec. Pemakanan (mm/menit)	Nilai Kekasaran Surface Roughness Tester ( $\mu\text{m}$ )
1.	HSS	2000	2	500	-
2.	HSS	2500	2	500	-
3.	HSS	3000	2	500	-
4.	Karbida	2000	2	500	-
5.	Karbida	2500	2	500	-
6.	Karbida	3000	2	500	-



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 1. Mesin CNC Milling

Mesin CNC milling adalah mesin yang digunakan untuk memotong, membentuk, dan menghasilkan benda kerja dengan presisi tinggi. Mesin ini juga dikenal sebagai mesin frais (*milling machine*). Mesin CNC milling yang dipakai penelitian disini yaitu merk weidamc vmc-640 memiliki 3 axis di Labolatorium Manufaktur Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. CNC milling ini melakukan pemotongan spesimen penggunaan mesin cnc milling harus memiliki program yang telah dibuat sebelumnya di aplikasi Solidwork.



**Gambar 3.** Mesin CNC Milling



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 1. Mesin CNC Milling

Berikut ini merupakan tabel Spesifikasi Mesin CNC Milling yang digunakan pada penelitian

**Tabel 2. Spesifikasi Mesin CNC Milling**

Item	Spesifikasi
Jenis Mesin	Mesin CNC Milling
Type	Weidamc VMC-640
Kecepatan Max Spindel	6000 Rpm
Dimensi keseluruhan ( P x L x t )	2000 mm x 1800 mm x 2250 mm
Ukuran Table ( P x L)	800 mm x 320 mm
Max. Beban Table	350 Kg
Torsi Servo Tiga Sumbu	6 Nm / 6 Nm / 10 Nm
Berat Bersih	2000 Kg



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 2. Endmill HSS (High Speed Steel)

Endmill HSS (High Speed Steel) adalah jenis endmill yang terbuat dari baja paduan tinggi yang memiliki kemampuan tahan terhadap suhu tinggi dan keausan. Baja ini mengandung unsur paduan seperti krom, tungsten, molibdenum, dan vanadium yang meningkatkan kekerasan dan ketahanan terhadap panas. Endmill HSS menjadi bahan pilihan untuk aplikasi industri yang canggih. Ini memiliki ketahanan korosi yang lebih baik daripada baja konvensional, dan memiliki ketahanan aus yang lebih baik daripada baja tahan karat.



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 3. Endmill Karbida

Endmill karbida adalah jenis endmill yang terbuat dari karbida tungsten yang diperkuat dengan sebuah binder seperti kobalt atau nikel. Endmill ini memiliki kekerasan yang sangat tinggi dan tahan terhadap panas, membuatnya cocok untuk pemotongan material yang sangat keras seperti baja yang diperlakukan panas, paduan nirkarat, dan bahan keramik. Endmill karbida umumnya digunakan dalam proses pemesinan yang membutuhkan ketahanan yang luar biasa terhadap aus dan suhu tinggi, serta untuk meningkatkan produktivitas dan presisi dalam pembubutan.



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 4. Surface Roughness Tester

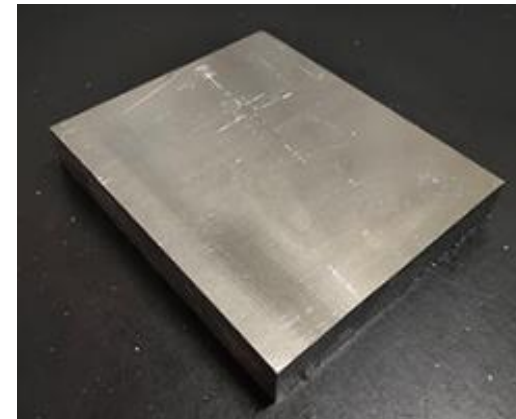
Surface Roughness Tester adalah sebuah alat atau perangkat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan suatu benda atau material. Alat ini biasanya digunakan dalam industri untuk memastikan bahwa permukaan suatu produk atau bahan memenuhi standar yang ditentukan, baik untuk tujuan estetika maupun fungsionalitas. Surface Roughness Tester mengukur berbagai parameter seperti kedalaman goresan, arah goresan, dan profil permukaan lainnya yang relevan untuk keperluan inspeksi dan kualitas.



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 5. Plat Aluminium Alloy 6061

Pada penelitian kali ini menggunakan bahan Plat Aluminium Alloy 6061, yaitu jenis paduan aluminium yang terkenal karena kekuatan tinggi, kekakuan, dan ketahanan baik terhadap korosi. Paduan ini sering digunakan dalam aplikasi struktural seperti pesawat terbang, kendaraan, dan manufaktur umum karena kombinasi sifat-sifatnya yang menguntungkan. Pada penelitian ini plat aluminium 6061 dipotong dengan dimensi 50 x 50 x 5 mm.



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 6. Oli Dromus

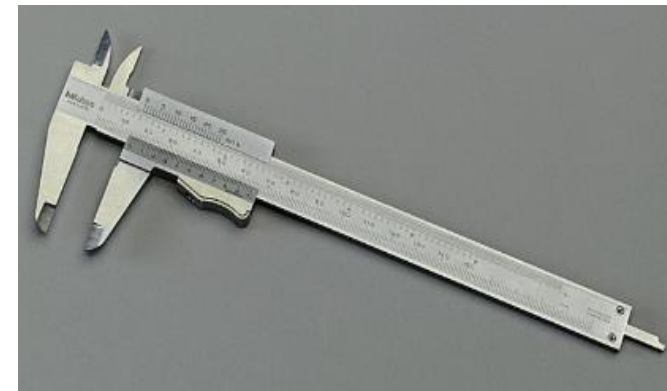
Pada proses CNC Milling tentunya tidak lepas dari media pendingin (coolant). Pada penelitian ini menggunakan media pendingin jenis oli dromus. Oli Dromus adalah adalah jenis oli pendingin yang digunakan dalam proses pengerolan logam. Oli ini dirancang khusus untuk memberikan pendinginan yang efektif pada permukaan logam yang sedang diproses, seperti pada saat pengerolan plat baja atau logam lainnya. Oli Dromus juga dapat mengandung bahan pelumas tambahan untuk mengurangi gesekan dan memperbaiki kualitas permukaan hasil akhir dari logam yang dikerol.



# PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN

## 7. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah salah satu alat ukur yang dipakai dalam pengukuran keteknikan yang mampu mengukur pada tiga kondisi sekaligus seperti diameter dalam benda, diameter luar benda, dan kedalaman benda. Pada penelitian ini alat ini digunakan untuk mengukur dimensi hasil proses CNC Milling.



# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Proses CNC Plat Aluminium Alloy 6061

Plat Aluminium Alloy 6061 yang telah dipotong sesuai dimensi yang ditentukan yaitu 50 x 50 x 5 mm, kemudian dilakukan proses CNC Milling dengan beberapa langkah-langkah sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan dan menjadi acuan variasi yaitu variasi material endmill dan variasi pendinginan setelah pengelasan. jenis endmill yang digunakan adalah Karbida dan HSS dan kecepatan putaran spindle yang digunakan adalah 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm..

Berikut yaitu langkah-langkah melakukan proses CNC Milling :

### 1. Langkah Persiapan

- a. Menyiapkan material plat aluminium alloy 6061.
- b. Menyiapkan mesin CNC milling.
- c. Menyiapkan Endmill yang akan digunakan.
- d. Menyiapkan Coolant yang akan dipakai.
- e. Menyiapkan table data untuk mencatat hasil pengukuran.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Proses CNC Plat Aluminium Alloy 6061

### 2. Langkah Facing Spesimen

- a. Menghidupkan Mesin CNC milling Weidamc VMC-640.
- b. Memasang benda kerja pada ragum.
- c. Pasang tool facing pada CNC.
- d. Kemudian setting tool facing pada benda kerja dan pada mesin CNC.
- e. Masukkan program facing pada mesin CNC dan pastikan kembali program tersebut sudah sesuai dengan program facing.
- f. Jalankan mesin CNC dan pastikan collant tetap mengalir.
- g. Apabila sudah selesai di lakukan facing permukaan specimen kemudian lakukan pengukuran apakah sudah sesuai dengan dimensi yang di inginkan atau belum.
- h. Lakukan sebanyak specimen yang akan dilakukan facing.



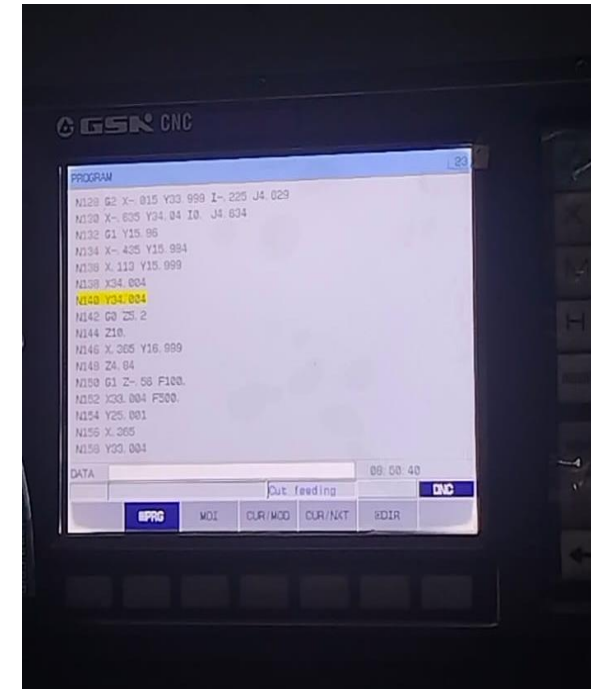
**Gambar 10.** Gambar Proses CNC Spesimen

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Proses CNC Plat Aluminium Alloy 6061

### 3. Langkah Programing

- Desain bentuk specimen sesuai dengan dimensiya pada aplikasi solidworks.
- Kemudian masuk pada program CAM pada SolidCAM.
- Masukan desain yang telah disave.
- Kemudian pilih parameter program sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.
- Kemudian cek kembali program apakah sudah sesuai apa belum.
- Lalu save dan masukkan pada mesin CNC dan beri nama program yang mudah untuk ditemukan.



**Gambar 11.** Program CNC Spesimen

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Proses CNC Plat Aluminium Alloy 6061

### 4. Langkah pengoperasian Mesin CNC Milling

- a. Menghidupkan mesin CNC milling Weidamc VMC-640.
- b. Memasang benda kerja pada ragum.
- c. Pasang tool atau endmill yang telah ditentukan sesuai dengan parameter proses pada mesin CNC milling.
- d. Kemudian setting masing-masing tool pada benda kerja dan pada mesin CNC milling.
- e. Masukkan program yang telah dibuat pada mesin CNC dan pastikan kembali program tersebut sudah sesuai.
- f. Jalankan mesin CNC dan pastikan collant tetap mengalir.
- g. Jika sudah selesai lakukan pengukuran pada specimen apakah sudah sesuai dengan ukuran apa belum.
- h. Lakukan sebanyak jumlah specimen yang dilakukan proses CNC Milling.



**Gambar 12.** Hasil Spesimen CNC Milling

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## B. Hasil Uji Kekerasan Permukaan

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan



No. Spc	Nama Spc	Kec. Spindel (Rpm)	Ra 1	Ra 2	Rata-Rata
1.	H1	2000	1.045	0.962	1.035
2.	H2	2500	0.959	0.964	0.961
3.	H3	3000	0.927	0.894	0.910
4.	K4	2000	1.359	1.371	1.365
5.	K5	2500	0.570	0.570	0.570
6.	K6	3000	0.547	0.532	0.539

Berdasarkan pada **Tabel 2.** Hasil dari uji kekerasan pada permukaan aluminium alloy 6061 didapatkan nilai kekasaran terbesar adalah pada spesimen K4 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 2000 rpm, sedangkan hasil kekasaran terkecil adalah pada spesimen K6 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 3000 rpm.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## B. Hasil Uji Kekerasan Permukaan

1. Spesimen K4 (Endmill Karbida dan Rpm 2000)



Sesuai dengan **Gambar 13**. Spesimen K4 dengan parameter jenis endmill karbida dan kecepatan Spindel 2000 rpm, didapatkan hasil pengujian kekasaran Ra 1 atau pengujian pertama adalah  $1,359 \mu\text{m}$  kemudian pada hasil pengujian kekasaran Ra 2 atau pengujian kedua adalah  $1,371 \mu\text{m}$  dan pada rata-rata pengujian pertama dan kedua adalah  $1,365 \mu\text{m}$ .

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## B. Hasil Uji Kekerasan Permukaan

### 2. Spesimen K6 (Endmill Karbida dan Rpm 3000)



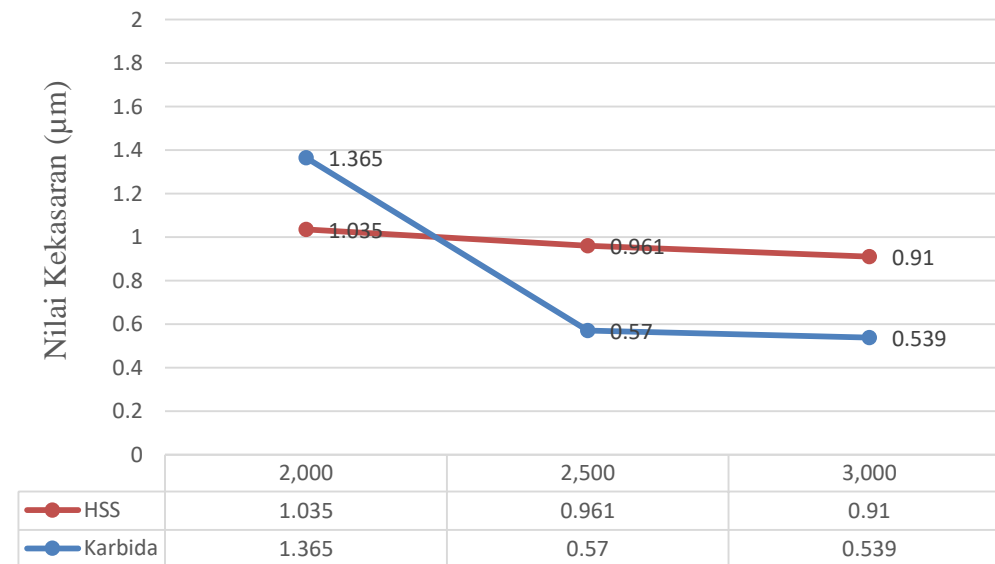
Sesuai dengan **Gambar 14**. Spesimen K6 dengan parameter jenis endmill karbida dan kecepatan Spindel 3000 rpm, didapatkan hasil pengujian kekasaran Ra 1 atau pengujian pertama adalah  $0,547 \mu\text{m}$  kemudian pada hasil pengujian kekasaran Ra 2 atau pengujian kedua adalah  $0,532 \mu\text{m}$  dan pada rata-rata pengujian pertama dan kedua adalah  $0,539 \mu\text{m}$ .

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## C. Grafik dan Analisa Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Hasil data yang dikumpulkan dari pengukuran kekasaran permukaan aluminium alloy 6061 menggunakan alat surface roughness tester setelah proses CNC milling dengan variasi kecepatan putar spindel dan jenis material endmill akan dianalisis dengan menggunakan metode statistic dapat dijelaskan dengan grafik sebagai berikut.

Grafik Hasil Uji Kekasaran Permukaan



# HASIL DAN PEMBAHASAN

## C. Grafik dan Analisa Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Sesuai grafik diatas yaitu **Gambar 15**. Uji kekasaran pada permukaan spesimen CNC aluminium alloy 6061 didapatkan nilai kekasaran terbesar adalah pada spesimen K4 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 2000 rpm, pada pengujian kekasaran Ra 1 atau pengujian pertama adalah  $1,359 \mu\text{m}$  kemudian pada hasil pengujian kekasaran Ra 2 atau pengujian kedua adalah  $1,371 \mu\text{m}$  dan pada rata-rata pengujian pertama dan kedua adalah  $1,365 \mu\text{m}$ . Spesimen K4 mendapatkan nilai kesaran terbesar karena RPM yang digunakan rendah yaitu 2000 mm sedangkan material aluminium relatif jenis material lunak sehingga penyayatan endmill dengan rpm rendah kurang efisien menjadikan penumpukan panas pada permukaan sayatan sehingga menjadikan hasil sayatan endmill kasar dan menyebabkan hasil uji kekasarannya tinggi.

Hasil kekasaran terkecil adalah pada spesimen K6 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 3000 rpm, pada pengujian kekasaran Ra 1 atau pengujian pertama adalah  $0,547 \mu\text{m}$  kemudian pada hasil pengujian kekasaran Ra 2 atau pengujian kedua adalah  $0,532 \mu\text{m}$  dan pada rata-rata pengujian pertama dan kedua adalah  $0,539 \mu\text{m}$ . Spesimen K6 mendapatkan nilai kesaran terendah karena RPM yang digunakan tinggi yaitu 3000 mm sedangkan material aluminium relatif jenis material lunak sehingga penyayatan endmill dengan rpm tinggi dinilai efisien membantu mengurangi penumpukan panas pada permukaan sayatan sehingga menjadikan hasil sayatan endmill halus dan menyebabkan hasil uji kekasarannya rendah.

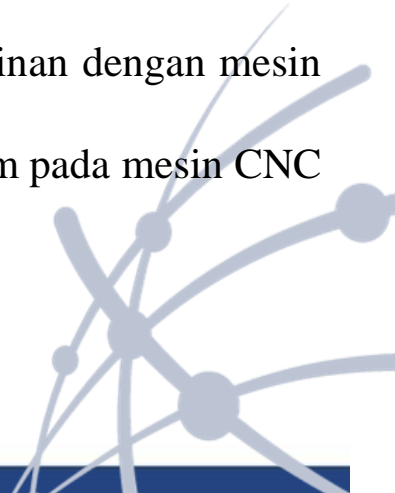
# KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dari “Analisa Pengaruh Material Endmill dan kecepatan Spindle Terhadap Uji Kekasaran Permukaan pada Proses CNC Milling Aluminium Alloy 6061” dengan menggunakan alat surface rougness tester maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari uji kekerasan pada permukaan aluminium alloy 6061 didapatkan nilai kekasaran terbesar adalah pada spesimen K4 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 2000 rpm, sedangkan hasil kekasaran terkecil adalah pada spesimen K6 dengan variasi jenis endmill karbida dan kecepatan spindle 3000 rpm.
2. Proses CNC dengan menggunakan RPM tinggi dinilai efisien karena membantu mengurangi penumpukan panas pada permukaan sayatan sehingga menjadikan hasil sayatan endmill halus dan menyebabkan hasil uji kekasarannya rendah sedangkan apabila menggunakan RPM rendah kurang efisien karena menjadikan penumpukan panas pada permukaan sayatan sehingga menjadikan hasil sayatan endmill kasar dan menyebabkan hasil uji kekasarannya tinggi.

# DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Yusuf dan H. Carles, "Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap Kekerasan Material Pada Proses Milling Dengan Variasi Kecepatan Feeding," *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, vol. 8, no. 2, pp. 57-63, 2019.
- [2] I. Kaisan dan R. Rusiyanto, "Pengaruh Parameter Pemotongan CNC Milling dalam Pembuatan Pocket terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan pada Crankcase Mesin Pemotong Rumput," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 41-49, 2020.
- [3] S. Y. Margen and S. Riyadi, "Analisa pengaruh variasi putaran mesin CNC milling MCV-1100 terhadap sifat mekanik logam aluminium AA 5052-H112," *Jurnal Ilmiah Momentum*, vol. 16, no. 2, 2020.
- [4] D. Mulyana et al., "Optimasi parameter pemotongan CNC wet milling terhadap kekasaran permukaan stainless steel AISI 304," *Steam Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 1-8, 2022.
- [5] S. Shafly, B. Bukhari, and S. Saifuddin, "Optimasi kekasaran permukaan material aluminium 5052 hasil proses milling mesin CNC Aciera VMC50E menggunakan metode Taguchi," *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 8, no. 2, pp. 110-117, 2024.
- [6] E. Sulfiana, M. S. Sukardin, I. P. A. Assagaf, M. Dahlan, M. N. H. Amaluddin, S. Hasan, and F. R. AR, "Analisis kekasaran permukaan hasil permesinan CNC milling menggunakan holder face mill dengan insert SEET12T3-DF," *Majamecha*, vol. 6, no. 1, pp. 129-137, 2024.
- [7] B. Kasim, A. Yunus, H. Hamdani, and A. Harmin, "Analisis kualitas permukaan benda kerja Al-6061 hasil pemesinan dengan mesin CNC milling," *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 1, pp. 9-17, 2024.
- [8] H. Setiawan, "Perbedaan efektifitas penggunaan endmill tipe HSS dan carbide terhadap benda kerja bahan aluminium pada mesin CNC milling," unpublished, 2024.



# DAFTAR PUSTAKA

- [9] A. Gilbran, "Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan pada Benda Kerja di Mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi," disertasi, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024.
- [10] S. Haryanto, S. Stefhant, and R. D. Anjani, "Studi Pengaruh Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Kekuatan Tarik Baja S45C Pada Proses Bubut Mesin CNC: Study of the Effect of Infeed Depth on the Surface Roughness and Tensile Strength of S45C Steel in the CNC Machine Lathe Process," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 12, no. 1, pp. 43-52, Jan. 2024.
- [11] A. Fahrudin et. al., "Improved performance of polymer electrolyte membrane fuel cell using leaf-baffle flow field design," *Int. J. Ambient Energy*, vol. 43, no. 1, pp. 4782-4788, Jan. 2022.
- [12] F. Riyanto, E. T. Belo, and A. Fahrudin, "Pengaruh Variasi Bentuk Impeller Terhadap Debit dan Tekanan Air pada Prototipe Pompa," *REM (Rekayasa Energi Manufaktur)*, vol. 7, no. 1, 2022.
- [13] A. R. Fahrudin, D. Ichسانی, F. Taufany, B. U. K. Widodo, dan W. A. Widodo, "Improved performance of polymer electrolyte membrane fuel cell using leaf-baffle flow field design," *International Journal of Ambient Energy*, vol. 43, no. 1, pp. 4782-4788, 2022.
- [14] F. A. H. R. U. D. D. I. N. A'RASY, D. Ichسانی, F. Taufany, dan B. U. K. Widodo, "The effect of channel width on biometric flow field towards performance of polymer electrolyte membrane fuel cell," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 14, no. 5, pp. 2552-2564, 2019.
- [15] I. Iswanto, P. H. Tjahjanti, M. Mulyadi, dan M. Baiturrohman, "Optimizing tool angle and feeding motion to reduce wear in lathe machining: Experimental findings," dalam *AIP Conference Proceedings*, vol. 3167, no. 1, AIP Publishing, Jul. 2024.

