

**ANALISA PENGARUH VARIASI PUTARAN DAN *FEED RATE*  
PADA MESIN FRAIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN  
DAN LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON SEDANG**

**Muhammad Jen Latuconsina<sup>1</sup>, Nevada. J. M. Nanulaitta<sup>2</sup> Josef Matheus<sup>3</sup>,  
Fredrick Demattacco<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Rekayasa Sistem Mekanikal Minyak Dan Gas Politeknik Negeri Ambon

<sup>2,3,4</sup>Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

[ltej@nptn.ac.id](mailto:ltej@nptn.ac.id), [rionevada@yahoo.co.id](mailto:rionevada@yahoo.co.id), [ceceplopulalan@gmail.com](mailto:ceceplopulalan@gmail.com)

**Abstract**

*A milling machine or milling machine is a machine tool used in the manufacturing process to produce components or parts with the desired shape and size. Milling machines have an important role in the oil and gas industry, especially in the manufacture of components used in oil and gas industry equipment such as grooves on shafts and gears used in drilling equipment and oil and gas production are often made of medium carbon steel because of its strength and durability. This study aims to obtain roughness values and corrosion rates on medium carbon steel through the milling process with variations in rotation of 900 rpm and 1100 rpm and feed rates of 42 mm / min and 76 mm / min with dromus cooling media.*

*The results of this study obtained the highest average roughness value at a rotation speed of 900 rpm and a feed rate of 42 mm/minute, which is 6.64  $\mu\text{m}$  (Ra) and 31.1  $\mu\text{m}$  (Rz), while the lowest average roughness value at a rotation speed of 1100 rpm and a feed rate of 42 mm/minute is 6.23  $\mu\text{m}$  (Ra) and 30.8  $\mu\text{m}$  (Rz), for a rotation speed of 1100 rpm and a feed rate of 76 mm/minute is 7.92  $\mu\text{m}$  (Ra) and 37.1  $\mu\text{m}$  (Rz). The higher the rotation speed and the lower the feed rate, the lower the roughness value, and vice versa. The highest corrosion rate is at 900 rpm and 76 mm/minute feed rate, which is 0.02194 (mm/y), while the lowest corrosion rate is at 1100 rpm and 42 mm/minute feed rate, which is 0.01555 (mm/y). The higher the surface roughness, the faster the corrosion rate, and vice versa.*

**Keyword :** milling machine, surface roughness, corrosion rate, medium carbon steel

**Abstrak**

Mesin frais atau mesin *milling* adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan dalam proses manufaktur untuk menghasilkan komponen atau bagian dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Mesin frais memiliki peran penting dalam industri minyak dan gas, terutama dalam pembuatan komponen-komponen yang digunakan dalam peralatan industri migas seperti alur pada poros dan roda gigi yang digunakan dalam peralatan pengeboran dan produksi migas sering dibuat dari baja karbon sedang karena kekuatan dan ketahanannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekasaran dan laju korosi pada baja karbon sedang melalui proses frais dengan variasi putaran 900 rpm dan 1100 rpm dan *feed rate* 42 mm/menit dan 76 mm/menit dengan media pendingin dromus. Hasil penelitian ini didapatkan putaran spindle dan *feed rate* berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan dan laju korosi pada baja karbon sedang hasil proses frais. Nilai rata-rata kekasaran paling tinggi yaitu pada kecepatan putaran 900 rpm dan *feed rate* 76 mm/menit adalah 9,48  $\mu\text{m}$ (Ra) dan 44  $\mu\text{m}$  (Rz), untuk). Sedangkan nilai rata-rata kekasaran paling rendah yaitu pada kecepatan putaran 1100 rpm dan *feed rate* 42 mm/menit yaitu 6,23  $\mu\text{m}$  (Ra) dan 30,8  $\mu\text{m}$  (Rz). Semakin tinggi kecepatan putaran dan semakin rendah *feed rate*, maka nilai kekasaran semakin rendah nilai kekasarannya dan sebaliknya semakin rendah kecepatan putaran dan semakin tinggi *feed rate*, maka nilai kekasarannya akan semakin tinggi. Laju korosi yang paling tinggi yaitu pada kecepatan putaran 900 rpm dan feed rate 76 mm/menit yaitu 0,02194 (mm/y), sedangkan nilai laju korosi yang paling rendah yaitu pada kecepatan putaran 1100 rpm dan feed rate 42 mm/menit yaitu 0,01555 (mm/y). Semakin tinggi kekasaran permukaan maka laju korosi akan semakin cepat, sebaliknya jika kekasaran permukaan semakin rendah maka laju korosi akan semakin lambat.

**Kata Kunci :** Mesin frais, Kekasaran permukaan, Laju korosi, Baja karbon sedang

**1. Pendahuluan**

Industri minyak dan gas (Migas) membutuhkan berbagai peralatan mekanikal penunjang untuk menjalankan operasinya. Berikut adalah beberapa peralatan mekanikal penunjang yang umum digunakan di industri migas yaitu peralatan produksi, peralatan pengolahan, peralatan distribusi, peralatan keselamatan dan kontrol proses, peralatan listrik dan instrument, peralatan transportasi dan penyimpanan.

Mesin frais atau mesin *milling* adalah salah satu jenis mesin perkakas yang digunakan dalam proses manufaktur untuk menghasilkan komponen atau bagian bentuk dan ukuran yang diinginkan. Putaran spindel dan *feed rate* merupakan dua parameter penting dalam proses pemesinan dengan mesin frais yang secara langsung mempengaruhi kekasaran permukaan material yang dihasilkan. Putaran spindel yang lebih tinggi cenderung menghasilkan pemotongan yang lebih halus, tetapi jika terlalu tinggi, dapat menyebabkan *overheating* dan kerusakan alat potong. Di sisi lain, *feed rate* yang lebih rendah biasanya menghasilkan permukaan yang lebih halus, tetapi juga dapat memperpanjang waktu pemesinan dan meningkatkan biaya produksi.

Baja karbon sedang memiliki peranan penting dalam industri minyak dan gas (migas) karena karakteristiknya yang ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan, ketahanan, dan kemampuan pengerjaan yang baik. Berikut adalah penjelasan mengenai baja karbon sedang, sifat-sifatnya, serta aplikasinya di industri migas. Baja karbon sedang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah, sehingga mampu menahan beban dan tekanan yang tinggi dalam berbagai aplikasi migas. Namun, tantangan utama penggunaan baja karbon sedang di lingkungan migas adalah ketahanan terhadap korosi yang relatif rendah.

Kekasaran permukaan merupakan salah satu parameter kritis yang menentukan kualitas dari hasil pemesinan. Permukaan yang lebih halus cenderung memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap keausan dan korosi, serta meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi gesekan. Sebaliknya, permukaan yang kasar dapat mempercepat proses korosi, terutama ketika komponen tersebut terpapar pada lingkungan korosif seperti air laut, minyak, gas H<sub>2</sub>S, dan senyawa-senyawa kimia agresif lainnya yang umum ditemui dalam operasi migas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran spindel dan *feed rate* pada mesin frais terhadap kekasaran permukaan dan laju korosi pada baja karbon sedang.

## **2. Metode Penelitian**

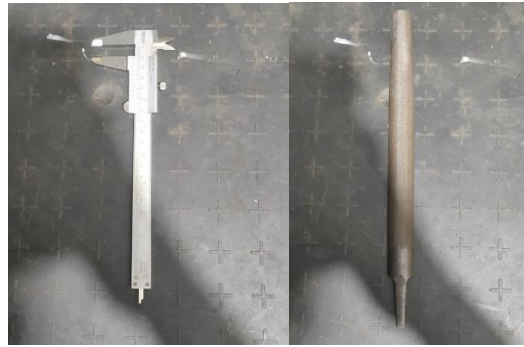
### **2.1.1 Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja karbon rendah (baja strip). Pelat ini dibuat berukuran 100 mm × 50 mm × 8 mm untuk specimen pengujian kekasaran permukaan dan laju korosi.

A. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 1** Pahat HSS, palu karet dan mistar



Gambar 2 Jangka sorong dan kikir



Gambar 3 Mesin pemotong besi, mesin frais dan alat uji kekasaran

### 2.1 Fabrikasi Material

Specimen dibentuk sesuai ukuran yang ditentukan yaitu baja karbon rendah dengan ukuran  $100 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ . Kemudian dilakukan proses frais dengan variasi putaran 900 rpm dan 1100 rpm dan *feed rate* 42 mm/menit dan 76 mm/menit dengan kedalaman pemakanan sebesar 0,4 mm dan menggunakan media pendingin dromus.

### 2.2 Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran adalah proses untuk mengukur kekasaran permukaan suatu material atau benda. Kekasaran permukaan merujuk pada tekstur atau ketidakrataan mikro yang terdapat pada permukaan suatu objek, yang biasanya diukur dalam satuan mikrometer ( $\mu\text{m}$ )

### 2.3 Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi adalah proses untuk mengukur kecepatan atau tingkat kerusakan material, terutama logam, yang disebabkan oleh korosi selama periode waktu tertentu. Laju korosi biasanya dinyatakan dalam satuan seperti mil per tahun (mils per *year*, mpy) atau milimeter per tahun (mm/*year*), yang menggambarkan ketebalan material yang hilang akibat korosi setiap tahunnya. Pengujian ini penting untuk menentukan daya tahan material dalam lingkungan tertentu dan untuk memprediksi masa pakai suatu komponen atau struktur.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai laju korosi adalah sebagai berikut :

$$Cr = \frac{87,6.WL}{t.\rho} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Cr : Laju korosi (mm/y)

WL : Perubahan berat (mg)

t : Waktu (jam)

$\rho$  : Densitas spesimen ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

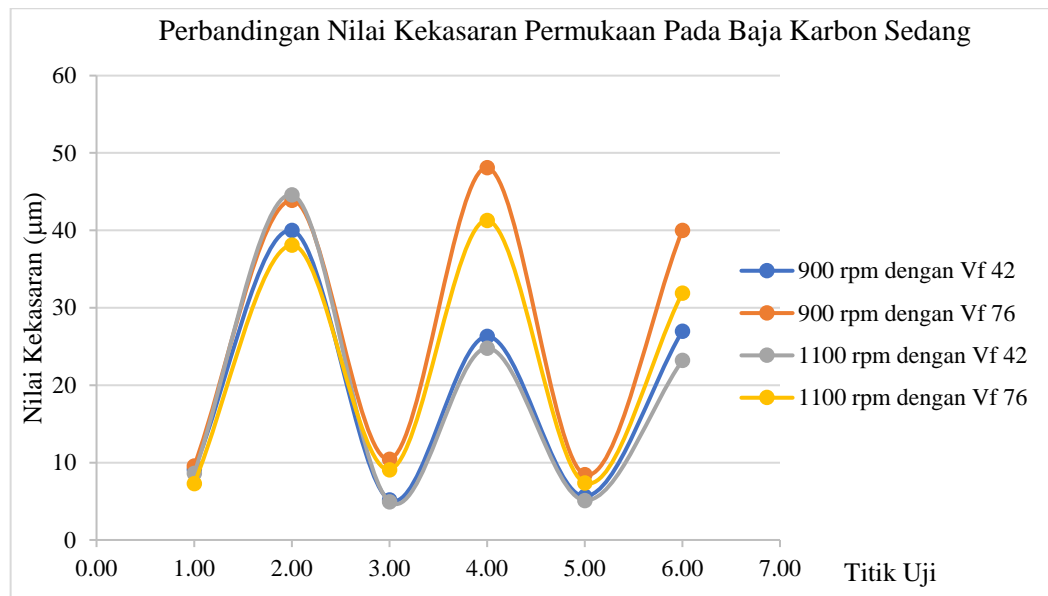
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua faktor. Faktor yang pertama adalah variasi kecepatan putaran spindle yaitu 900 rpm dan 1100 rpm, sedangkan faktor yang kedua adalah variasi *feed rate* yaitu 42 mm/menit dan 76 mm/menit.

Variabel terikat dari penelitian ini adalah kekasaran permukaan dan laju korosi pada baja karbon sedang hasil proses dari mesin milling universal pada material baja karbon sedang dalam hal ini terhitung dengan nilai Ra ( $\mu\text{m}$ ), dan Rz ( $\mu\text{m}$ ). Selain faktor dari variasi kecepatan putaran spindle dan *feed rate*, beberapa faktor lain yang dilibatkan tanpa perubahan nilai adalah kedalaman pemakanan dengan melakukan setting angka kedalaman pemakanan yaitu 0,4 mm, serta pahat milling jenis *end mill* 4 flute dengan ukuran pahat berdiameter 20 mm.

#### 3.1 Pengujian Kekasaran

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan Tujuan pengujian kekasaran adalah untuk mengetahui Tingkat kehalusan suatu permukaan yang memang berperan sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Parameter yang digunakan dalam pemeriksaan kekasaran permukaan dari komponen mesin yang proses pengerjaannya dengan proses permesinan tertentu adalah parameter Ra dan Rz. Kekasaran rata-rata (Ra) merupakan harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. Parameter kekasaran lainnya adalah Rz, yang mengukur perbedaan antara puncak tertinggi dan lembah terendah dalam panjang sampel lima garis. Ini menunjukkan ketinggian maksimum profil.



**Gambar 4** Grafik perbandingan nilai kekasaran permukaan pada baja karbon sedang

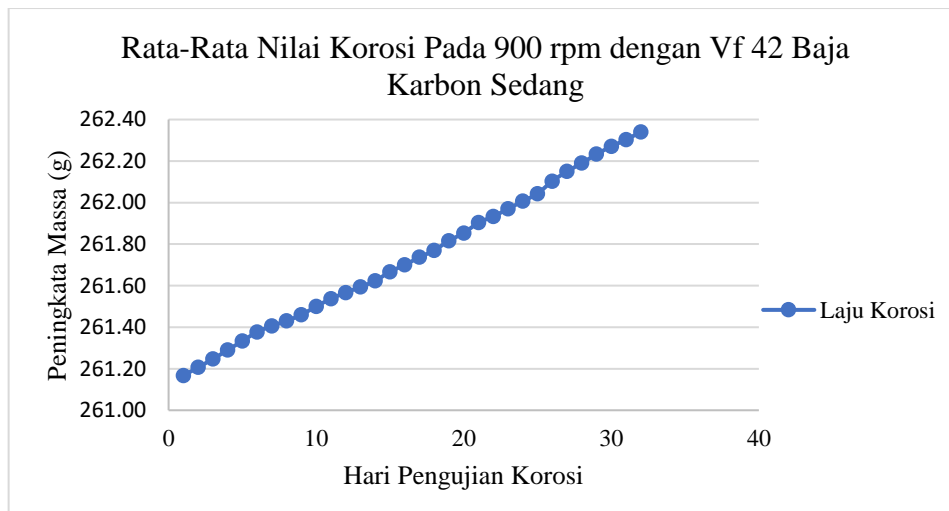
Dari gambar 4.5 di atas, menjelaskan bahwa perbandingan nilai kekasaran permukaan baja karbon sedang paling tinggi yaitu pada rpm 900 dengan *feed rate* 76 mm/menit yaitu 9,48  $\mu\text{m}$  (Ra) dan 44  $\mu\text{m}$  (Rz). Sedangkan nilai rata-rata kekasaran permukaan paling rendah yaitu pada putaran 1100 rpm dan *feed rate* 42 mm/menit yaitu 6,23  $\mu\text{m}$  (Ra) dan 30,8  $\mu\text{m}$  (Rz). Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan putaran dan *feed rate* memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan dimana semakin besar kecepatan putaran dan semakin rendah *feed rate*, maka nilai kekasarannya semakin rendah, begitupun sebaliknya.

Menurut Marzariandi, M., & Razali, R. (2024), Peningkatan kecepatan spindle secara signifikan mengurangi kekasaran permukaan. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan spindle yang lebih tinggi, interaksi antara alat potong dan bahan kerja menjadi lebih halus, mengurangi ketidakrataan yang terjadi pada permukaan bahan. Menurut (Surahto, A *et al*, 2022: 1-7). semakin besar kecepatan feeding dan kedalaman pemakanan maka semakin tinggi mempengaruhi tingkat nilai kekasarannya.

### 3.3 Pengujian Korosi

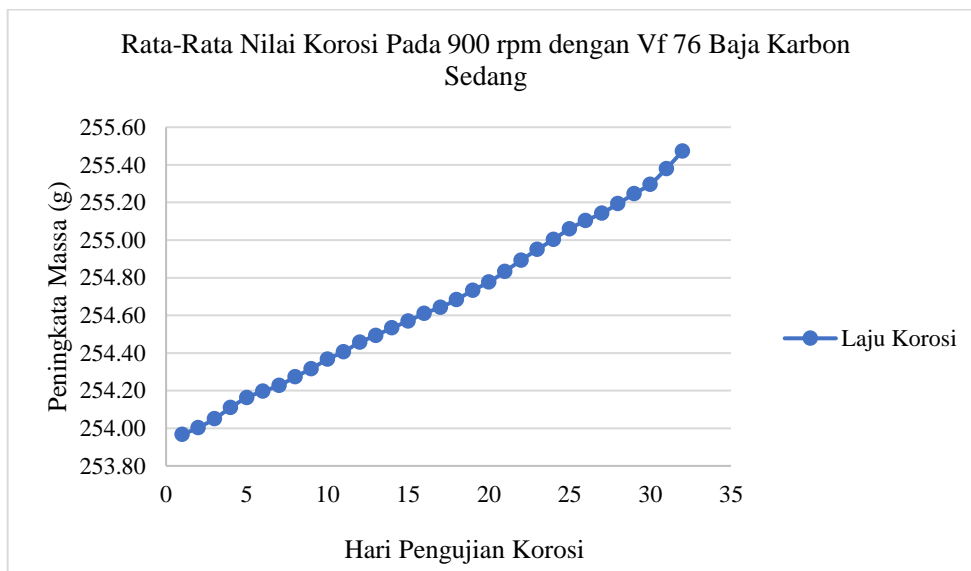
Korosi (Kennet dan Chamberlain, 1991) adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektro kimia dengan lingkungannya. Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. Contoh yang paling umum, yaitu kerusakan logam besi dengan terbentuknya karat oksida. Dengan demikian, korosi menimbulkan banyak kerugian.

Berikut ini merupakan grafik rata-rata nilai korosi untuk pengujian semua variasi putaran dan *feed rate*.



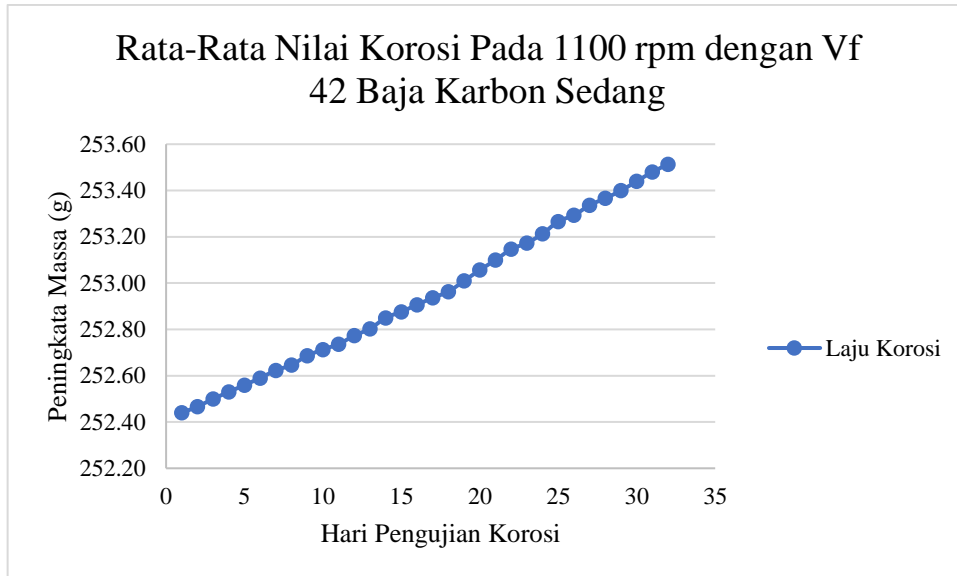
Gambar 5 Grafik nilai rata-rata korosi 900 rpm dan Vf 42

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu, maka laju korosi akan semakin meningkat. Laju korosi pada rpm 900 dan *feed rate* 42 mm/menit adalah 0,01700 (mm/y).



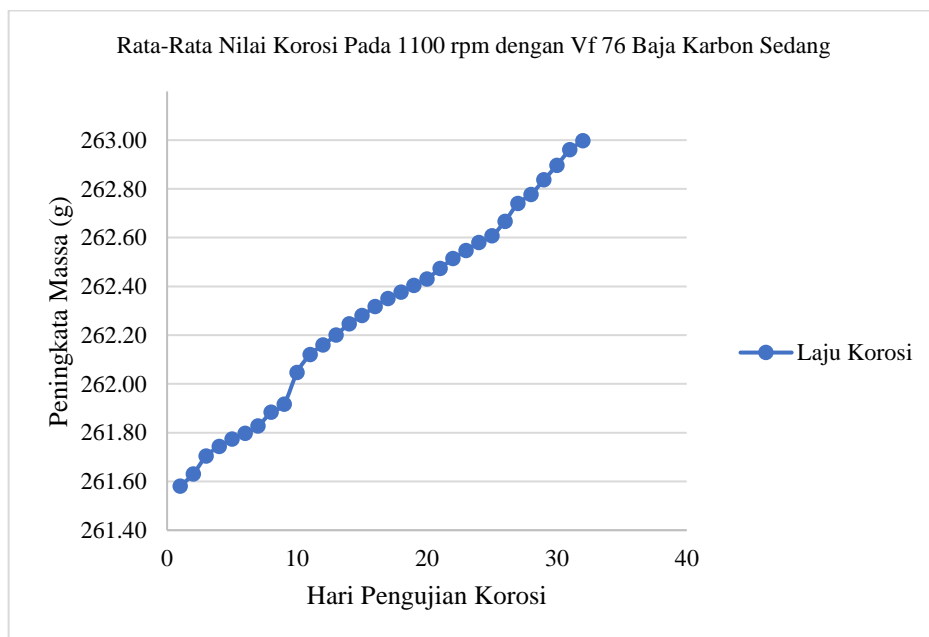
Gambar 6 Grafik nilai rata-rata korosi 900 rpm dan Vf 76

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu, maka laju korosi akan semakin meningkat. Laju korosi pada rpm 900 dan *feed rate* 76 mm/menit adalah 0,02194 (mm/y).



Gambar 7 Grafik nilai rata-rata korosi 1100 rpm dan Vf 42

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu, maka laju korosi akan semakin meningkat. Laju korosi pada rpm 900 dan *feed rate* 476 mm/menit adalah 0,01555 (mm/y).

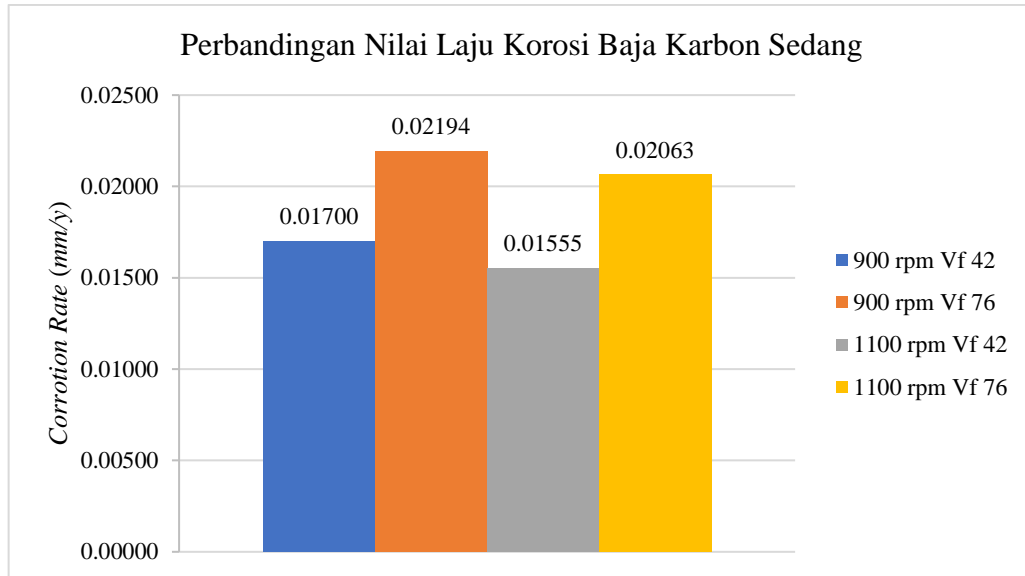


Gambar 8 Grafik nilai rata-rata korosi 1100 rpm dan Vf 76

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu, maka laju korosi akan semakin meningkat. Laju korosi pada rpm 900 dan *feed rate* 476 mm/menit adalah 0,02063 (mm/y).

### 3.4 Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi dilakukan untuk mengetahui nilai laju korosi pada baja karbon sedang dengan variasi yang berbeda. Dengan menggunakan persamaan 2.3 dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 9 Grafik perbandingan laju korosi baja karbon sedang

Berdasarkan gambar 4.7 diatas menjelaskan bahwa nilai laju korosi yang paling tinggi adalah pada rpm 900 dengan *feed rate* 76 mm/menit yaitu 0,02194 (mm/y), sedangkan nilai laju korosi yang paling rendah yaitu pada rpm 1100 dengan *feed rate* 42 mm/menit yaitu 0,01555 (mm/y). Hasilnya hampir sama pada minggu terakhir pengujian karena pada awal pengujian, permukaan sampel uji dengan variasi 900 rpm dan *feed rate* 76 mm/menit memiliki kekasaran yang tinggi, menyebabkan peningkatan laju korosi seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan baja karbon sedang, hal ini juga dikatakan Miftakhurrohman, (2024) Bahwa semakin tingginya kekasaran pada profil permukaan mengakibatkan laju korosi semakin meningkat tetapi pada permukaan yang memiliki kekasaran permukaan yang rendah mengakibatkan baja karbon dapat bertahan terhadap proses korosi pada lingkungan tertentu. Sedangkan untuk variasi 1100 rpm dan *feed rate* 42 mm/menit memiliki kekasaran yang rendah, menyebabkan peningkatan laju korosi yang rendah seiring dengan peningkatan kekasaran permukaan baja karbon sedang. Kekasaran permukaan memiliki dampak signifikan terhadap laju korosi pada baja karbon sedang. Semakin tinggi tingkat kekasaran, maka material tersebut semakin korosif; sebaliknya, semakin halus tingkat kekasarannya, material semakin tahan korosi (Sianipar *et all*, 2024: 25-36). Hal senada juga dikatakan Aldinor Setiawan *et all* (2021) bahwa nilai kekasaran yang tinggi akan menyebabkan tingginya tingkat ketidakhomogen pada permukaan sehingga permukaan sangat rentan untuk terkorosi.

#### 4. Kesimpulan

1. Kecepatan putaran spindel dan *feed rate* mempunyai pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan yaitu semakin tinggi kecepatan putaran spindel dan semakin rendah *feed rate*, maka nilai kekasaran permukaan akan semakin kecil dan sebaliknya. nilai kekasaran permukaan baja karbon sedang paling tinggi yaitu pada rpm 900 dengan *feed rate* 76 mm/menit yaitu 9,11  $\mu\text{m}$  (Ra1), 5,17  $\mu\text{m}$  (Ra2) dan 5,64  $\mu\text{m}$  (Ra3) dengan nilai rata-rata yaitu 9,48  $\mu\text{m}$  (Ra) dan Rz yaitu 40  $\mu\text{m}$  (Rz1), 26,3  $\mu\text{m}$  (Rz2) dan 27  $\mu\text{m}$  (Rz3) dengan nilai rata-rata yaitu 44  $\mu\text{m}$  (Rz).
2. Kekasaran permukaan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi pada baja karbon sedang. Semakin tinggi tingkat kekasaran, maka material tersebut semakin korosif; sebaliknya, semakin halus tingkat kekasarannya, material semakin tahan korosi. Nilai laju korosi yang paling tinggi adalah pada rpm 900 dengan *feed rate* 76 mm/menit yaitu 0,02194 (mm/y), sedangkan nilai laju korosi yang paling rendah yaitu pada rpm 1100 dengan *feed rate* 42 mm/menit yaitu 0,01555 (mm/y).

## 5. Daftar Pustaka

- Abbas, H. et al. 2013. Pengaruh parameter Pemotongan Pada Operasi Pemotongan Milling Terhadap Getaran dan Tingkat Kekasaran Permukaan (Surface Roughness). Proceeding SNTTM XII & Lomba Rancang Bangun Mesin Universitas Lampung.
- Aditya, A.Y. et al. 2015. Pengaruh Spindel Speed, Feed Rate Dan Jumlah Mata Pahat Ball Nose End Mill Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium Pada Proses Conventional Milling. Jurnal Teknik. Universitas Brawijaya.
- Budiana, B., Nakul, F., Wivanius, N., Sugandi, B., & Yolanda, R. (2020). Analisis Kekasaran Permukaan Besi ASTM36 dengan menggunakan Surfptest dan Image-J. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(2), 49-54.
- Cahyono, A. H., Mufarida, N. A., & Finali, A. (2017). Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Stainless Steel AISI 304 Pada Proses Frais Konvensional Dengan Metode Taguchi. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 1(2), 7-12.
- Ibrahim, G., & Suryadiwansa, H. (2019). Kekasaran permukaan pada pemesinan frais mikro Ti 6Al-4V ELI (extra low intertitial). *TURBO*, 8(2), 201-207.
- Marzariandi, M., & Razali, R. (2024). PENGARUH KECEPATAN SPINDLE DAN KEDALAMAN PEMOTONGAN MESIN FRAIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 37 MENGGUNAKAN ENDMILL HIGH SPEED STEEL. *TEKTONIK: Jurnal Ilmu Teknik*, 1(4), 443-453.
- Miftakhurrohman, M. (2024). *Analisa Pengaruh Material Abrasif Dan Ketebalan Coating Epoxy Terhadap Kekuatan Adhesi Dan Laju Korosi Pada Baja AISI 4340* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur).
- Nasution, A. R., Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, A. M. (2021). Analisis Kekasaran Permukaan Cast Iron Menggunakan Cairan Pendingin Berbasis Nabati Pada Proses Face milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(2), 125-131.
- Nugraha, D. I., & Junaidi, A. (2023). PENGARUH FEED RATE DAN DEPTH OF CUT TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 1045 CNC MILLING. *MACHINERY: Jurnal Teknologi Terapan*, 4(2), 98-108.
- Nukman, N. (2009). Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Akibat Variasi Bentuk Kampuh Las Dan Mendapat Perlakuan Panas Annealing Dan Normalizing. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 9(2), 37-43.
- Pattireuw, K. J., Rauf, F. A., & Lumintang, R. C. A. (2013). Analisis laju korosi pada baja karbon dengan Menggunakan air laut dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Jurnal Poros Teknik Mesin UNSRAT*, 2(1).
- Setiawan, A., Suprihanto, A., & Sulistyono, S. (2021). Pengaruh kekasaran permukaan terhadap ketahanan korosi stainless steel 444 dalam cairan saliva buatan. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 16(2), 92-96.
- Sugiyanto, S., & Prabowo, Y. (2018). Pembuatan Kekasaran Permukaan Material ST 37 terhadap Kecepatan Pemakanan pada Milling Machine. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 2(1), 1-6.