

Analisis Kekasaran Permukaan Hasil Permesinan CNC Milling Menggunakan Holder Face Mill dengan Insert SEET12T3-DF

Enni Sulfiana¹⁾, Muh. Setiawan Sukardin²⁾, Iman Pradana A. Assagaf³⁾, Masbin Dahlan⁴⁾, Muh. Nurul Haq Amaluddin⁵⁾ Sahrul Hasan⁶⁾ Fiqran Ramadhan AR⁷⁾
¹⁻⁷⁾Politeknik ATI Makassar, Makassar
ennysulfiana@atim.ac.id

Abstrak

Mesin *CNC milling* adalah mesin perkakas otomatis yang menggunakan sistem kontrol berbasis komputer. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis secara visual kekasaran permukaan hasil permesinan *CNC milling* menggunakan *holder face mill* dengan *insert* SEET12T3-DF dengan variasi kecepatan potong dan kedalaman pemotongan. Pengujian dengan menggunakan tiga tingkatan parameter yang berbeda, yaitu parameter rendah, sedang, dan tinggi untuk membandingkan hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kedalaman pemotongan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan, dengan permukaan yang lebih halus pada kedalaman pemotongan yang lebih kecil dan permukaan yang sedikit lebih kasar pada kedalaman pemotongan yang lebih besar. Namun, pada parameter tinggi, perbedaan kekasaran tidak terlalu signifikan, tetap memberikan hasil yang sangat halus.

Kata Kunci: Mesin *CNC milling*, *holder face mill*, kekasaran permukaan

Abstract

CNC milling machines are automated machine tools that use computer-based control systems. The purpose of this research is to visually analyze the surface roughness of CNC milling results using a face mill holder with SEET12T3-DF inserts, with variations in cutting speed and depth of cut. Testing is conducted using three different parameter levels—low, medium, and high—to compare the resulting surface roughness. The research findings indicate that variations in the depth of cut affect the level of surface roughness, with smaller depths of cut producing smoother surfaces and larger depths of cut resulting in slightly rougher surfaces. However, at high parameter levels, the difference in roughness is not very significant, still providing very smooth results.

Keywords: *CNC milling machines, Holder face mill, surface roughness*

Pendahuluan

Dalam dunia industri, sebagian besar adalah perusahaan manufaktur sedang bersaing satu sama lain. Jika sebuah perusahaan membutuhkan keuntungan, maka itu harus dilakukan memberikan kualitas produk yang baik. (Sanjeevi et al., 2020) Selama produksi komponen berkualitas tinggi, kendala waktu dapat meningkat, terutama pada proses pemeriksaan. Saat ini, kualitas permukaan menjadi sangat penting dalam hampir semua hal semua jenis permesinan, salah satunya adalah permesinan milling. Daftar item yang banyak digunakan Kualitas yang di hasilkan dengan ukuran pemesinan adalah kekasaran permukaan. Komponen yang mempengaruhinya adalah pemesinan kekerasan

permukaan kondisi, material benda kerja, dan geometri pahat. (Yadav et al., 2022)(Fan et al., 2024)

Mesin *CNC Milling* adalah mesin perkakas otomatis yang dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis komputer yang dapat membaca dan menginterpretasikan kode G&M untuk mengatur pekerjaan sesuai dengan yang diinginkan.(Kim et al., 2019). Eksperimental mengenai pengaruh kecepatan pemotongan, laju pemakanan, dan diameter alat selama proses milling CNC pada kuningan dengan menjaga kedalaman pemotongan tetap konstan. *Model artificial neural network* (ANN) digunakan melalui jaringan *feed forward backpropagation* untuk memprediksi kekasaran permukaan. ANN menunjukkan bahwa diameter alat adalah parameter yang paling mempengaruhi untuk meminimalkan kekasaran permukaan, diikuti oleh laju pemakanan.(Ann et al., 2016).

Proses pemesinan dilakukan dengan variasi kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan menggunakan mesin *CNC Milling tipe EMCO VMC-200*. Dari hasil analisis pengaruh kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses pembuatan spesimen menggunakan mesin *CNC milling* menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antara perubahan kecepatan pemakanan dan kekasaran permukaan dari hasil pengujian eksperimental.(Sovannara et al., 2016). Penelitian tentang Pengaruh laju pemakanan dan kedalaman pemotongan pada proses face milling terhadap kekasaran permukaan paduan Al-Mg menggunakan mesin *CNC milling 3 axis*. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan meningkatnya laju pemakanan dan kedalaman pemotongan terhadap nilai kekasaran permukaan.(Achadiah et al., 2021). Perbandingan pada kualitas permukaan baja S45C melalui nilai kekasaran permukaan dalam proses facing menggunakan mesin *CNC milling* dengan variasi jumlah sisi potong *facemill* dan *feeding per tooth (fz)* dengan hasil Pengaruh *fz* terhadap kekasaran permukaan dari tiga kondisi jumlah insert menunjukkan kecenderungan bahwa permukaan cenderung menjadi lebih kasar dengan nilai Ra tertinggi terjadi pada *fz* 0,25, sementara permukaan menjadi lebih halus dengan nilai Ra terendah terjadi pada *fz* 0,2.(Baihaqi, 2023)

Memilih *face mill* dan *holder* yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil pemesinan yang diinginkan. faktor-faktor seperti jenis material yang dikerjakan, hasil permukaan yang diinginkan. Maka penelitian bertujuan untuk menganalisis secara visual kekasaran permukaan hasil pemesinan *CNC milling* menggunakan *Holder Face Mill*

dengan *insert* SEET12T3-DF dengan variasi kecepatan potong dan kedalaman pemotongan.

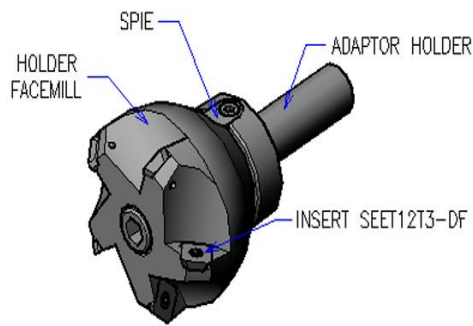
Metode

Pelaksanaan pengambilan data dalam proses penelitian ini, dilakukan dengan melakukan eksperimen. Peralatan yang digunakan yaitu Mesin *CNC Milling*, digunakan untuk membuat tempat *insert* (pahat sisipan) dan lubang baut *insert* dan pemeriksaan kekasaran permukaan secara langsung dengan menggunakan peralatan *surface roughness tester*. Material pengujian yang digunakan yaitu SS400 adalah sejenis baja karbon rendah yang didefinisikan sebagai baja karbon dengan kandungan karbon kurang dari 0,17%. Unsur-unsur yang terdapat pada baja SS400 meliputi karbon (C), mangan (Mn), silikon (Si), belerang (S), dan fosfor (P). Baja SS400 berhubungan dengan *insert* grade yang digunakan yaitu YBC301. YBC301 adalah jenis *insert* yang dirancang khusus untuk pemotongan material *low carbon steel* dan *soft steel*.



Gambar 1. Mesin *CNC Milling* (a) dan *surface roughness* (b)

Pengujian terhadap alat yang telah dibuat, yaitu *holder face mill*, dilakukan dengan menggunakan parameter pemotongan yang direkomendasikan oleh pembuat pahat sisipan (*insert*). Pengujian dilakukan pada kecepatan potong rendah, sedang, dan tinggi serta *feed rate per tooth* yang direkomendasikan oleh pembuat *insert*. Untuk mengevaluasi ketangguhan *holder face mill*, digunakan *insert* SEET12T3-DF sebagai pahat potong.



Gambar 2. Holder Facemill

Menurut standar dari pembuat insert, terdapat beberapa jenis *material workpiece*, yaitu P, M, K, N, dan S. Dalam penelitian ini, material yang digunakan adalah P (*Low-carbon-steel*) dengan *insert grade YBC301*, serta parameter pemotongan menggunakan *chip breaker code-DF*. Berikut adalah tabel kecepatan potong dan *feed rate per tooth* yang akan digunakan dalam pengujian, sesuai dengan standar dari pembuat insert.

Tabel 1. Parameter Kecepatan Potong

| Nominal | Kecepatan Potong (m/min) | Feed rate per tooth (mm/z) | Depth Of Cut (mm) |
|---------|--------------------------|----------------------------|-------------------|
| Rendah | 220 | 0.1 | 0.5-1.0 |
| Sedang | 270 | 0.15 | 0.5-1.0 |
| Tinggi | 350 | 0.2 | 0.5-1.0 |

Untuk membandingkan hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan, dilakukan pengujian dengan menggunakan tiga tingkatan parameter yang berbeda, yaitu parameter rendah, sedang, dan tinggi. Parameter yang diuji meliputi *spindle speed* dengan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) sebesar 0,5 mm, dan 1,0 mm. Perhitungan *spindle speed* (Kecepatan putaran) dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$n = \frac{1000 \times Cs}{\pi \times Dc} \text{ (rpm)} \quad (1)$$

Keterangan :

n = Spindle speed (rpm)

Cs = Cutting speed (m/min)

Dc = Nominal diameter of milling tool (mm)

π = 3,14

Hasil dan Pembahasan

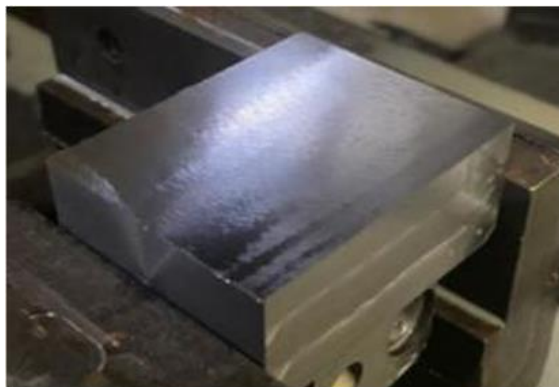
Hasil pengujian kekasaran permukaan telah dilakukan pengujian dengan menggunakan tiga tingkatan parameter yang berbeda yaitu mulai dari parameter rendah, parameter sedang, dan parameter tinggi.

Parameter Rendah

Pengujian menggunakan parameter rendah meliputi:

Perhitungan *Spindle Speed* menggunakan persamaan 1 :

$$n = \frac{1000 \times Cs}{\pi \times Dc} = \frac{1000 \times 220}{3,14 \times 77} = 909 \text{ rpm}$$



Gambar 4. Visual hasil pengujian kekasaran rata-rata 1,8 μm untuk *depth of cut* 0,5 mm



Gambar 5. Visual hasil pengujian kekasaran rata-rata 2,3 μm untuk *depth of cut* 1 mm

Visual yang dihasilkan dari proses permesinan dengan menggunakan parameter rendah yaitu *spindle speed* 909 rpm. Dengan kedalaman pemotongan yang lebih rendah (0.5 mm), permukaan yang dihasilkan akan lebih halus. Tingkat kekasaran rata-rata 1.8 μm menunjukkan bahwa permukaan tersebut cukup halus, Garis-garis yang dihasilkan oleh alat pemotong akan lebih halus dan lebih sedikit terlihat. Permukaan akan terlihat lebih rata dan lebih mengkilap dibandingkan dengan kedalaman pemotongan yang lebih besar. Dengan kedalaman pemotongan yang lebih besar (1 mm), permukaan yang

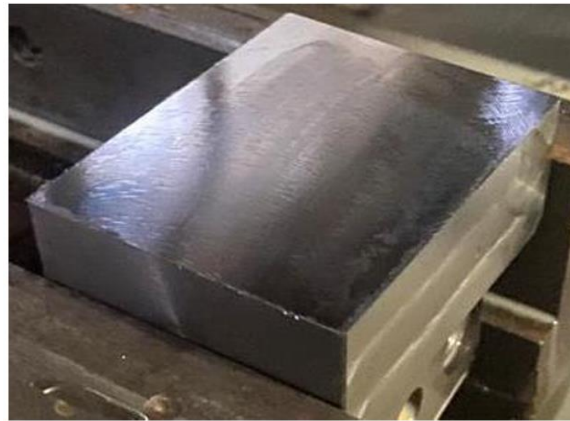
dihasilkan akan lebih kasar. Tingkat kekasaran rata-rata 2.3 μm menunjukkan bahwa permukaan ini memiliki lebih banyak goresan dan tanda-tanda pemotongan. Garis-garis yang dihasilkan oleh alat pemotong akan lebih jelas dan lebih banyak terlihat. Permukaan akan terlihat lebih kasar dan kurang mengkilap dibandingkan dengan kedalaman pemotongan yang lebih kecil.

Parameter Sedang

Pengujian menggunakan parameter sedang meliputi:

Perhitungan *Spindle Speed* menggunakan persamaan 1 :

$$nn = \frac{1000 \times Cs}{\pi \times Dc} = \frac{1000 \times 270}{3,14 \times 77} = 1.116 \text{ rpm}$$



Gambar 6. Visual hasil pengujian kekasaran rata-rata 1,45 μm untuk *depth of cut* 0,5mm



Gambar 7. Visual hasil pengujian kekasaran 1,64 μm untuk *depth of cut* 1 mm

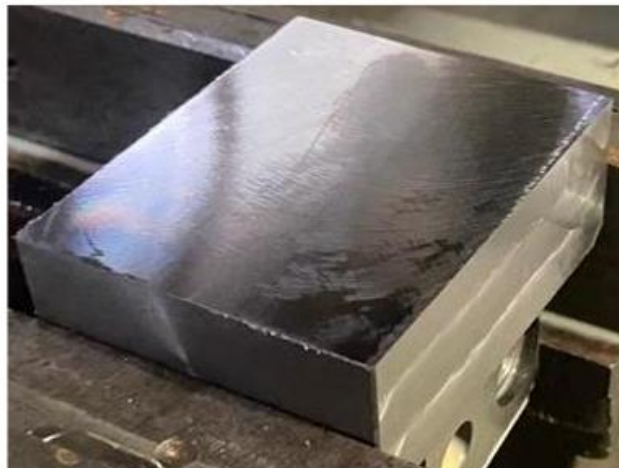
Visual yang dihasilkan dari proses permesinan dengan menggunakan parameter sedang yaitu *spindle speed* 1.116 rpm. Dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm dan tingkat kekasaran rata-rata 1.45 μm , Permukaan halus dengan goresan-goresan yang sangat tipis. Dengan kedalaman pemotongan 1 mm dan tingkat kekasaran rata-rata 1.64 μm , permukaan yang dihasilkan akan sedikit lebih kasar dibandingkan dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm. Tingkat kekasaran ini menunjukkan bahwa permukaan memiliki goresan-goresan yang lebih jelas.

Parameter Tinggi

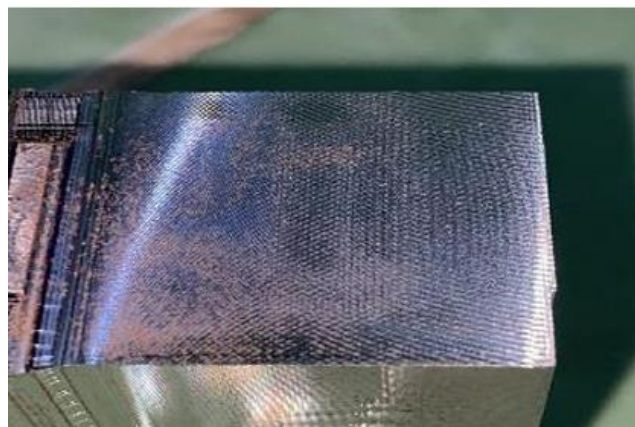
Pengujian menggunakan parameter tinggi meliputi:

Perhitungan *Spindle Speed* menggunakan persamaan 1 :

$$nn = \frac{1000 \times Cs}{\pi \times Dc} = \frac{1000 \times 350}{3.14 \times 77} = 1.447 \text{ rpm}$$



Gambar 8. Visual hasil pengujian kekasaran rata-rata 0,47 μm untuk *depth of cut* 0,5 mm



Gambar 9. Visual hasil pengujian kekasaran rata-rata 0,77 μm untuk *depth of cut* 1 mm

Visual yang dihasilkan dari proses permesinan dengan menggunakan parameter sedang yaitu *spindle speed* 1.447 rpm. Dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm dan tingkat kekasaran rata-rata 0.47 μm , permukaan yang dihasilkan akan sangat halus. Tingkat kekasaran ini menunjukkan bahwa permukaan memiliki goresan-goresan yang sangat halus dan hampir tidak terlihat. Dengan kedalaman pemotongan 1 mm dan tingkat kekasaran rata-rata 0.77 μm , permukaan yang dihasilkan akan sedikit lebih kasar dibandingkan dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm. Tingkat kekasaran ini menunjukkan bahwa permukaan memiliki goresan-goresan yang lebih jelas tetapi tetap sangat halus. Perbedaan kedalaman pemotongan, hasil permukaan berubah dari sangat halus ke sedikit lebih kasar. Permukaan dengan kedalaman pemotongan 0.5 mm akan sangat halus, sementara permukaan dengan kedalaman pemotongan 1 mm akan memiliki kekasaran yang sedikit lebih tinggi tetapi masih tetap sangat halus

Kesimpulan

Hasil pengujian kekasaran permukaan pada parameter rendah menghasilkan permukaan yang halus dengan tingkat kekasaran lebih tinggi pada kedalaman pemotongan yang lebih besar. Parameter sedang menghasilkan permukaan yang halus dengan sedikit perbedaan kekasaran antara kedalaman pemotongan yang berbeda. Parameter Tinggi: Menghasilkan permukaan yang sangat halus, dengan sedikit peningkatan kekasaran pada kedalaman pemotongan yang lebih besar, namun tetap halus secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Achadiah, R., Setyarini, P. H., Pambayoen, M. A., Djunaidi, I. H., & Azizah, D. S. (2021). Effect of feed rate and depth of cut on face milling process on surface roughness of Al-Mg alloy using CNC milling machine 3 axis. *Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*, 3(11), 11–18. <https://doi.org/10.47577/technium.v3i11.5396>
- Ann, U., Dahiya, V., Ranganath, M. S., & Maurya, S. (2016). *Effect of Tool Diameter on Surface Roughness during CNC Milling of Brass International journal of advanced Effect of Tool Diameter on Surface Roughness during CNC Milling of Brass Using ANN. July.*
- Baihaqi, A. (2023). Perbandingan Kualitas Permukaan Proses Facing Material S45C Berdasarkan Variasi Jumlah Inset Dan Feeding. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 72–78. <https://doi.org/10.33558/jitm.v11i2.7060>
- Fan, T., Yao, C., Tan, L., Cao, Y., Sun, Y., & Tang, W. (2024). The influence of induction-assisted milling on the machining characteristics and surface integrity of

- γ -TiAl alloys. *Journal of Manufacturing Processes*, 118(December 2023), 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2024.03.012>
- Kim, H., Jung, W. K., Choi, I. G., & Ahn, S. H. (2019). A low-cost vision-based monitoring of computer numerical control (CNC) machine tools for small and medium-sized enterprises (SMES). *Sensors (Switzerland)*, 19(20). <https://doi.org/10.3390/s19204506>
- Sanjeevi, R., Nagaraja, R., & Krishnan, B. R. (2020). Vision-based surface roughness accuracy prediction in the CNC milling process (Al6061) using ANN. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 245–247. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.122>
- Sovannara, C., Widagdo, T., Yunus, M., & Sani, A. A. (2016). Analisa Pengaruh Proses Permesinan Mesin Cnc Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material Baja 9smn36 1.0736. *Jurnal Austenit*, 8(2), 27–32.
- Yadav, D. K., Dixit, N. K., Agarwal, D., & Khare, S. K. (2022). Optimization of surface roughness by design of experiment techniques during CNC milling machining. *Materials Today: Proceedings*, 52(2022), 1919–1923. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.565>