

STUDI PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES UP DAN DOWN MILLING DENGAN PENDEKATAN VERTICAL MILLING

Muh Alfatih Hendrawan

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Pabelan Kartasura Surakarta 57102
Email : alfatih@ums.ac.id

ABSTRAK

Salah satu kualitas dari proses pemotongan logam adalah kekasaran permukaan hasil pemotongan. Kekasaran hasil pemotongan pada horizontal milling banyak dipengaruhi oleh proses yang terjadi selama pemotongan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pemotongan; kedalaman pemotongan, kecepatan pemakanan, kecepatan pemotongan, terhadap kekasaran permukaan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah menggunakan metode factorial design 2³. Dari eksperimen yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa kecepatan pemakanan mempunyai pengaruh positif terhadap peningkatan kekasaran permukaan, sedangkan kecepatan potong mempunyai pengaruh negatif.

Kata Kunci: *kekasaran, milling, factorial design*

PENDAHULUAN

Untuk membuat suatu produk yang berkualitas tentunya harus didukung oleh proses pemesinan yang baik. Setiap proses pemesinan mempunyai ciri tertentu atas permukaan benda kerja yang dihasilkan, salah satunya adalah kekasaran permukaan. Hal ini terjadi karena pada proses pemesinan sering terjadi penyimpangan-penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dan kekakuan mesin.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka diadakan percobaan untuk menganalisis pengaruh kondisi pemotongan seperti kedalaman potong, kecepatan pemakanan dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada proses freis tegak dengan tinjauan proses down dan up milling.

Adapun didalam beberapa penelitian yang telah dilakukan dianjurkan bahwa bentuk

hubungan kekasaran permukaan dan kondisi pemotongan adalah dalam bentuk sebagai berikut:

$$SR = C \cdot V_c^p \cdot V_f^q \cdot d^r \quad [1]$$

Dimana SR adalah kekasaran permukaan (μm), C adalah konstanta, V_c adalah kecepatan potong (m/menit), V_f adalah kecepatan pemakanan (mm/menit) dan d adalah ketebalan pemotongan (mm).

Tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh kecepatan potong, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses freis tegak. Tujuan yang kedua adalah membandingkan kekasaran permukaan benda kerja hasil proses up milling dan

down milling. Tujuan ketiga adalah menentukan persamaan regresi kekasaran permukaan terhadap parameter pemotongan.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses pemotongan up milling dan down milling

Berbeda dengan pemesinan yang lain, proses mengefrais tidak menghasilkan geram dengan tebal yang tetap melainkan berbentuk koma dengan tebal geram yang beaibah. Tebal geram tersebut dipengaruhi oleh gerak makan pergigi (f_z) dan sudut posisi (f) yang pada setiap saat berubah harganya karena perubahan posisi mata potong (gigi pahat frais). Gambar 1 menunjukkan perubahan tebal geram sebelum terpotong (h) untuk proses mengefrais datar dan tegak.

Gambar 1. Perubahan Tebal Geram pada Proses Frais

Hubungan kekasaran permukaan dengan parameter potong

Proses milling adalah suatu proses pemesinan yang faktor utamanya adalah gesekan antara pahat dengan benda kerja. Selama proses milling akan terjadi bebrapa gerakan yang saling berkaitan. Gerakan ini dapat diatur berdasarkan parameter pemctongan. Parameter yang diteliti adalah kecepatan potong (V_c), kecepatan pemakanan (V_f), dan ketebalan potong (a). Hubungan ketiga parameter tersebut dengan kekasaran permukaan (SR) yang dihasilkan dapat dimodelkan sebagai berikut :

$$SR = f(V_c, V_f, a) \quad [2]$$

Dengan pemodelan diatas, maka diketahui bahwa kekasaran permukaan merupakan fungsi dari ketiga parameter pemotongan. Untuk mempermudah dalam meneliti hasil-hasil yang diperoleh, maka persamaan diatas dapat dikembangkan menjadi sebagai berikut :

$$SR = C.V_c^p, V_f \cdot q. a. r \quad [3]$$

dimana :

SR = Harga kekasaran permukaan

V_c = Kecepatan potong

V_f = Kecepatan pemakanan

a = ketebalan potong

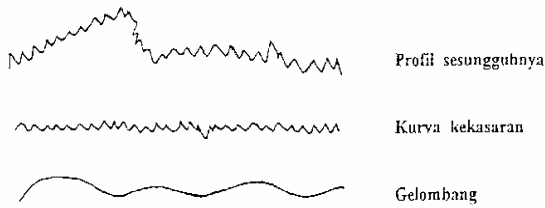
p, q, r = Konstanta percobaan

SR (Surface Roughness) adalah variabel tidak bebas (respon) dan model persamaan fungsional pada persamaan sebelumnya dapat diubah menjadi bentuk logaritma linear sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Log } SR &= \text{Log } C + p \text{ Log } V_c \\ &+ q \text{ Log } V_f + r \text{ Log } a \end{aligned} \quad [4]$$

Kekasaran permukaan

Sifat permukaan benda kerja hasil proses pemesinan terdiri dari dua kriteria yaitu kekasaran permukaan dan kerataan permukaan. Diantara dua elemen tersebut kekasaran permukaan adalah suatu sifat yang dapat dirasakan halus atau kasar. Pada setiap proses pemesinan dihasilkan suatu garis bentuk. Garis bentuk yang terjadi tersebut mempunyai ciri-ciri tersendiri tergantung dari mata potong peralatan yang dipakai. Tetapi semuanya mengarah pada suatu pola yaitu puncak dan lembah. Garis bentuk yang diperlihatkan oleh irisan tegak lurus terhadap permukaan inilah yang dinamakan kurva kekasaran. Pada irisan ini dapat dilihat adanya gelombang yang mempunyai jarak horisontalnya (antara puncak dan lembah) lebih panjang daripada jarak vertikalnya (antara puncak dengan lembah). Jika fokus penginderaan dipertajam, maka akan terlihat kurva kekasaran.



Gambar 2. Profil Kurva Kekasaran Permukaan

Harga kekasaran permukaan dari benda kerja dapat dideteksi dengan meneliti garis pusat rata-rata (R_a) dan juga jarak puncak tertinggi dengan lembah terdalam (R_t). Dari beberapa cara untuk menentukan kekasaran permukaan, metode garis pusat rata-rata dapat digunakan untuk menaksir dan menyatakan kekasaran untuk panjang (l) sejauh garis pusat. Kurva garis center dapat dinyatakan secara matematis yaitu :

$$Y = f(x) \quad [5]$$

Dimana garis pusat tersebut dinyatakan sebagai sumbu x dan besaran vertikal sebagai sumbu y, sehingga nilai R_a dapat dicari dengan rumus :

Kec.Potong (m/min)	Kec.makan (mm/min)	Kedalaman potong (mm)	a_1	a	a_2
Vc1	Vf1				
	Vf2				
Vc2	Vf1				
	Vf2				

$$Ra = \frac{1}{l} \times \int_0^l f(x) dx \quad [6]$$

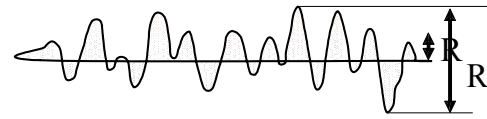
Pada gambar 3 jumlah luasan diatas dan dibawah garis pusat adalah besar, jika luasan tersebut dinyatakan sebagai A, maka akan didapat :

$$\int_0^l f(x) dx = A \quad \int_0^l f(x) dx = A \quad [7]$$

Sehingga nilai R_a menjadi :

$$Ra = \frac{A}{l} \quad Ra = \frac{A}{l} \quad [8]$$

Ukuran R_t adalah jarak puncak tertinggi dengan lembah terdalam (paling rendah), jika gelombang (kuva kekasaran) dalam bentuk sebenarnya kecil, maka nilai R_t dapat dinyatakan dengan R_{maks} atau tinggi maksimum.



Gambar 3. Garis Pusat Rata-rata dan Tinggi Maksimum Kekasaran Permukaan

Pada umumnya kekasaran permukaan disimbulkan hanya dengan nilai R_a , ini dikarenakan harga rata-rata cukup mewakili kekasaran sesungguhnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

- Peralalatan yang digunakan pada penelitian adalah mesin milling EMCO MAXIMAT SUPER 11 dengan kemampuan feed rate 0,003 – 0,30 mm/putaran dan putaran mesin 120 – 2000 rpm.
- Material yang digunakan pada percobaan adalah SS42 dengan kekerasan 80 HB, dengan dimensi panjang 24 mm, lebar 10 mm dan tinggi 10 mm.
- pahat yang dipakai dalam penelitian ini adalah pahat End Mill HSSA1 dengan diameter f 14 mm dan jumlah gigi sebanyak 4.
- Perencanaan eksperimen yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:
 - a. respon yang akan dicari adalah kekasaran permukaan (mm) atau bisa disebut variabel dependen.
 - b. variabel independen atau dapat disebut predictor adalah kecepatan potong (V_c), kecepatan makan (V_f) dan kedalaman pemotongan (a).
 - c. replikasi pada setiap pengambilan data adalah dua kali
 - d. Model eksperimen adalah sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Keterangan :

- V_{c1} = kecepatan potong 1 = 5,28 m/min
- V_{c2} = kecepatan potong 2 = 16,27 m/min
- V_{f1} = kecepatan pemakanan 1 = 14,4 mm/min
- V_{f2} = kecepatan pemakanan 2 = 222 mm/min
- a_1 = kedalaman potong 1 = 0,5 mm
- a_2 = kedalaman potong 2 = 1 mm

- Proses pemesinan yang dilakukan adalah pendekatan proses up milling dan down pada mesin milling vertikal. (lihat Gambar 4 dan 5)



Gambar 4. Proses up milling



Gambar 5. Proses down Milling

- Pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan alat ukur SURFTEST 401 Series 178 dan posisi pengukuran adalah ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.

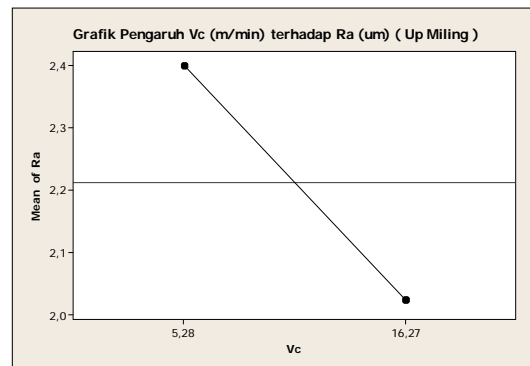
Gambar 6. Alat Ukur SURFTEST 401



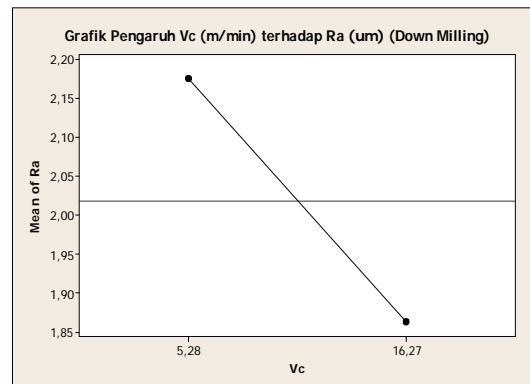
Gambar 7. Posisi Pengukuran Kekasaran Permukaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan hasil proses milling up dan down dapat dilihat pada grafik-grafik berikut.



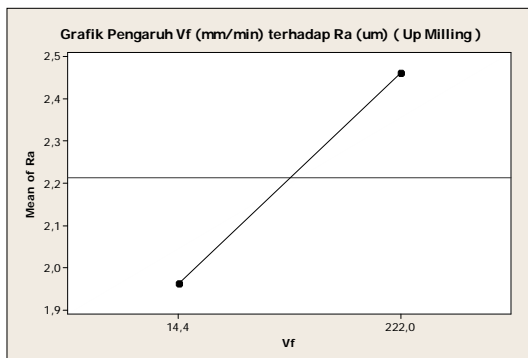
Gambar 8. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs V_c pada Proses up Milling



Gambar 9. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs V_c pada Proses down Milling

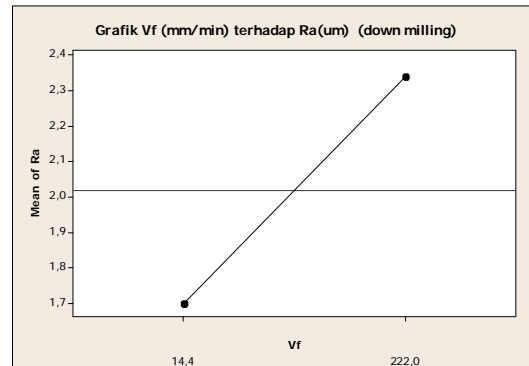
Dari Gambar 8 dan 9 terlihat baik pada proses up maupun down milling mempunyai pengaruh yang negatif terhadap kekasaran permukaan, artinya bahwa semakin besar kecepatan potong maka semakin kecil kekasaran permukaan yang dihasilkan. Jika dibandingkan antara proses up milling dengan down milling terlihat bahwa pada kecepatan yang sama maka kekasaran yang terjadi lebih besar pada up milling. Hal ini dikarenakan ada upmilling terjadi proses getaran yang lebih besar dibandingkan dengan downmilling.

Pada Gambar 10 dan 11 dapat dianalisis bahwa kecepatan pemakanan V_f mempunyai pengaruh positif terhadap kekasaran permukaan, artinya semakin besar kecepatan pemakanan maka semakin besar pula kekasaran permukaan benda kerja hasil proses milling. Jika dibandingkan antara kedua proses milling maka up milling lebih menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih besar dibandingkan proses down milling, hal ini dapat dilihat pada kecepatan pemakanan yang sama proses milling jenis up menghasilkan kekasaran yang lebih tinggi.

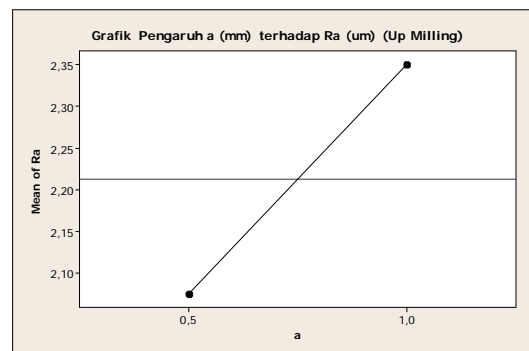


Gambar 10. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs V_f pada Proses up Milling

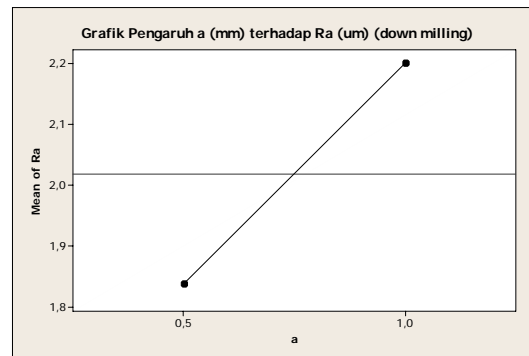
Kedua gambar yaitu Gambar 12 dan 13 menunjukkan bahwa kedalaman potong a mempunyai pengaruh yang positif terhadap kekasaran permukaan benda kerja, artinya bahwa semakin besar kedalaman potong maka semakin besar pula kekasaran permukaan benda kerja hasil pemotongan. Kekasaran permukaan hasil proses up milling pada kedalaman potong yang sama lebih besar jika dibandingkan dengan proses milling jenis down.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs V_f pada Proses down Milling



Gambar 12. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs a pada Proses up Milling



Gambar 13. Grafik Pengaruh Rata-rata Ra vs a pada Proses up Milling

KESIMPULAN

Dari pengamatan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kecepatan potong (V_c), kecepatan pemakanan (V_f) dan kedalaman pemotongan (a)

- mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil proses milling.
2. Kedalaman pemotongan dan kecepatan pemakanan mempunyai pengaruh yang positif terhadap kekasaran permukaan, sedangkan kecepatan potong berpengaruh negatif.
 3. Proses down milling menghasilkan permukaan benda kerja lebih halus dari pada proses up milling.
 4. Persamaan regresi untuk kekasaran permukaan yaitu :
 proses down milling

$$R_a = 1,87V_c^{-0,152}V_f^{0,120}a^{0,274}$$
 proses up milling

$$R_a = 2,36V_c^{-0,161}V_f^{0,0,086}a^{0,20}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, SURFTEST 401 series 178 Manual Book, Mitutoyo.
- Iriawan, Nur, Astuti, Septin Puji, Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14, Andi Offset, Yogyakarta, 2006
- Kalpakjian, Serope, Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering and Technology, fourth edition, Addison Wesley, India, 2000
- Rochim, Taufiq, Teori dan Teknologi Proses Pemesinan, Laboratorium Teknik Produksi, FTI, Institut Teknologi Bandung, 1993