

OPTIMASI KEKASARAN PADA COPY TURNING DENGAN VARIASI PARAMETER KEDALAMAN PEMAKANAN, KECEPATAN POTONG DAN GERAK MAKAN

¹Widodo, ²Mahros Darsin

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Batam
Parkway Street Batam Centre, Batam
widodo@polibatam.ac.id

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jalan Kalimantan No.37, Jember
mahros.azzahra@yahoo.co.id

Abstrak

Kekasaran permukaan dari komponen-komponen mesin mempunyai peranan penting pada kualitas komponen mesin tersebut. Oleh karena itu, dalam memilih proses pengerjaan, aspek permukaan ini perlu dipertimbangkan. Adapun parameter yang mempengaruhi kekasaran hasil pembubutan adalah nose radius, pahat bubut, kecepatan potong, laju pemakanan dan kedalaman potong. Maka dari itu diperlukan suatu eksperimen untuk menentukan besarnya parameter pembubutan agar dihasilkan tingkat kualitas yang optimum, salah satunya adalah dengan memodifikasi eretan perkakas menjadi eretan motor stepper. Eretan ini bekerja melalui joystick yang ditampilkan melalui LCD, joystick ini bekerja dengan membaca pola kemudian data numerik koordinat X dan Z disimpan ke dalam memori. Pada penelitian ini metode analisa yang digunakan adalah Analisis of Variance (Anova) dan metode taguchi. Kedua analisa ini digunakan untuk menentukan nilai kekasaran yang optimum melalui S/N ratio yaitu smaller is the better dan parameter yang lain (kedalaman pemakanan, kecepatan potong dan gerak makan). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan parameter yang paling berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan adalah gerak makan, disamping itu parameter pembubutan yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan optimal adalah: Kedalaman Pemakanan(a) 1.5 mm, Kecepatan Potong (Vc) = 20 m/menit dan Gerak Makan (f) = 0,33 mm/rev.

Kata Kunci : Kekasaran Permukaan; Metode Taguchi; Copy Turning

1. PENDAHULUAN

Proses bubut dapat juga digunakan untuk membuat benda-benda putar yang terbuat dari nonlogam, salah satunya adalah marmer. Sebagai benda kerajinan, kekasaran permukaan menjadi salah satu pertimbangan utama. Adapun parameter yang mempengaruhi kekasaran hasil pembubutan batu marmer ini adalah *nose radius*, pahat bubut, kecepatan potong, laju pemakanan dan kedalaman potong. Gerak makan bertambah besar maka akan menaikkan nilai Ra, sedangkan *nose radius* semakin besar akan menurunkan Ra (Jonoadi dan Dewanto, 1999:88). Maka dari itu untuk mengoptimalkan kekasaran permukaan proses bubut, perlu dilakukan modifikasi mesin yang dilengkapi dengan sistem pengkopian menggunakan eretan penggerak motor stepper, agar dihasilkan tingkat kekasaran permukaan yang setara dengan benda pola.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kedalaman pemakanan, kecepatan potong dan gerak makan terhadap tingkat kualitas antara benda kopi (kekasaran) dengan pola dan penelitian ini menggunakan metode eksperimental karena diperlukan data yang sebenarnya. Disamping itu penelitian ini dilakukan dengan cara memodifikasi eretan perkakas diganti dengan unit kontrol. Dalam Penelitian ini dilakukan percobaan dengan proses pemesinan yaitu pembubutan batu marmer yang menggunakan pahat insert karbida dengan pergerakan eretan motor stepper.

Pembubutan dilakukan sebanyak 27 spesimen dengan pengulangan 3 kali, sehingga total pengujianya sebanyak 81 kali. Penganalisaan data kekasaran dengan bantuan software minitab 14 yang menampilkan nilai tabel ANOVA sehingga dari tabel tersebut dapat diketahui parameter-parameter mana yang berpengaruh terhadap tingkat kekasaran dengan cara membandingkan hasil F hitung yang didapatkan dari ANOVA dengan F pada tabel. Apabila nilai F hitung lebih kecil dari F tabel berarti faktor tersebut diterima yang berarti tidak berpengaruh terhadap perlakuan

Metode yang di gunakan dalam perancangan ini adalah dengan metode Taguchi yang berprinsip pada perbaikan mutu dengan memperkecil akibat dari variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini dapat diperoleh melalui optimasi produk dan perancangan proses untuk membuat unjuk kerja kebal terhadap berbagai penyebab variasi suatu proses yang disebut perancangan parameter.

1. 1 Mesin bubut

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan

sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan.

1.2 Mata Pahat Karbida

Pahat karbida tidak mengandung besi tetapi terdiri dari karbid khusus wolfram, titan, tantalium yang dilebur bersamaan dengan cobalt. Logam keras yang dilebur (sintering) tersebut memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja perkakas paduan rendah dan memiliki sifat yang lebih tahan aus. Logam ini dapat bertahan pada suhu yang jauh lebih tinggi (sampai 900°C) tanpa mengurangi kekerasannya. Dengan ini dimungkinkan bahwa logam ini dapat dikerjakan pada kecepatan potong yang tinggi dan waktu yang lama. Pahat ini biasanya berupa pahat *insert* (sisipan) yang memiliki fungsi berbeda sesuai dengan bentuknya. Kekuatan mata pahat dapat dilihat dari besar sudut muka pahat itu. Semakin besar sudut insertnya maka kekuatannya akan semakin besar.

1.3 Parameter pembubutan

Ada beberapa parameter dalam proses pembubutan diantaranya:

1.3.1 *Cutting Speed* (Kecepatan potong)

Adalah kecepatan penyayatan pahat terhadap benda kerja yang dapat menghasilkan potongan dengan baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan cutting speed adalah sebagai berikut:

1. Bahan Benda Kerja

Dalam proses kontruksi dikenal berbagai macam material yang memiliki spesifikasi dan kekerasan yang beragam.

2. Bahan Tool

Ketahanan terhadap panas dari tool yang dipakai sangat beragam pada beberapa yang sudah dikenal adalah HSS, Carbide, memiliki ketahanan terhadap panas yang beragam.

3. Penampang Chip/geram

Besar kecilnya penampang chip biasanya dibedakan pada pengerjaan roughing atau finishing.

4. Pendingin

Hubungannya sangat erat dengan ketahanan panas tool dimana penggunaan pendingin mampu mempertahankan tool karena panas.

1.3.2 *Depth of Cut*

Kedalaman Pemoangan Adalah besarnya kedalaman pemakanan yang diberikan pada saat proses pembubutan. Kedalaman pemakanan membedakan jenis pengerjaan yang dilakukan, yaitu finishing (dept of cut) = 0, 1 mm s/d 2 mm), medium (dept of cut = 1, 5 mm s.d 5 mm), roughing (dept of cut = 5 mm s/d 13 mm). (Sumber: *main catalogue for turning-milling-drilling-boring-toolholding: cutting tool from sanvic Coromant*)

1.3.3 *Feeding Rate* (gerak makan)

Adalah rata-rata pemakanan yang didapat dalam satu kali putaran/revolutio

1.4 Marmer

Marmer dalam arti geologi adalah metamorfosa yang berasal dari batu gamping yang berubah tekstur dan komposisi mineralnya akibat pengaruh temperature dan tekanan. Marmer dalam pengetahuan adalah semua batuan alam yang tersusun oleh satu atau lebih mineral (kalsit dan dolomit) yang mempunyai kemampuan untuk dipoles hingga mengkilap

1.5 Metode Taguchi

Metode *Taguchi* merupakan metode perancangan yang berprinsip pada perbaikan mutu dengan memperkecil akibat dari variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini dapat diperoleh melalui optimasi produk dan perancangan proses untuk membuat unjuk kerja kebal terhadap berbagai penyebab variasi suatu proses yang disebut perancangan parameter. Metode *Taguchi* menitikberatkan pada pencapaian suatu target tertentu dan mengurangi variasi suatu produk atau proses. Pencapaian tersebut dilakukan dengan menggunakan ilmu statistika. Apabila ada sejumlah parameter yang diperkirakan mempengaruhi suatu proses, maka dengan prinsip statistika pada metode *Taguchi* ini dapat dihitung seberapa besar peran masing-masing parameter tersebut dalam mempengaruhi proses ataupun hasil dari proses tersebut. Dengan metode *Taguchi* ini dapat ditarik kesimpulan parameter mana yang dominan

mempengaruhi proses (*control factor*) dan parameter mana yang hanya merupakan gangguan (*noise*) saja. Dengan mengetahui parameter yang dominan, maka dapat dilakukan suatu optimasi dari parameter yang dominan tersebut, sehingga diperoleh proses yang optimum.

1.5.1 Analisis dalam Metode Taguchi

Dalam metode *Taguchi* terdapat 2 macam analisis yang dilakukan dengan tujuan berbeda-beda. Kedua macam analisis tersebut adalah:

a. ANOM (*Analysis of Mean*)

ANOM atau analisis rata-rata, digunakan untuk mencari kombinasi dari parameter kendali sehingga diperoleh hasil yang optimum sesuai dengan keinginan. Caranya adalah membandingkan nilai rata-rata *S/N Ratio* setiap *level* dari masing masing parameter kendali dengan menggunakan grafik

b. ANOVA (*Analysis of Variant*)

ANOVA atau analisis varian, digunakan untuk mencari besarnya pengaruh dari setiap parameter kendali terhadap suatu proses. Besarnya efek tersebut dapat diketahui dengan membandingkan nilai *sum of square* dari suatu parameter kendali terhadap seluruh parameter kendali.

1.5.2 Istilah dalam Metode Taguchi

Ada beberapa istilah yang akan sering dijumpai dan memegang peranan penting

dalam metode *Taguchi*, yaitu: a. Matriks *Orthogonal Arrays* Matriks *Orthogonal Arrays* terdiri dari kolom dan baris. Kolom merupakan kumpulan parameter kendali atau variabel desain atau parameter desain. *Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)* Optimasi proses yang dilakukan oleh metode *Taguchi* adalah dengan memperhatikan nilai *S/N Ratio*. Prinsip dasarnya adalah pengaturan proses produksi mencapai kondisi yang optimum jika dapat memaksimalkan nilai *S/N Ratio*

1.6 Kekasaran permukaan

Tingkat kekasaran rata-rata permukaan hasil pengerjaan masing-masing mesin perkakas tidak sama, tergantung proses pengerjaannya. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur nilai kekasaran permukaan adalah *surface tester*.

2. PEMBAHASAN

Untuk menentukan nilai parameter yang dapat menghasilkan nilai respon optimum kekasaran permukaan batu marmer, maka dilakukan serangkaian percobaan terhadap variasi parameter yang meliputi kedalaman pemakanan 0.5 mm, 1.0 mm dan 1.5 mm, kecepatan pemotongan 20 m/min, 30 m/min dan 50 m/min dan gerak makan 0.095 mm/rev, 0.33 mm/rev dan 0.67 mm/rev melalui metode *Taguchi*. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan data seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Data kekasaran hasil pengujian

No	Kedalaman Potong (mm)	Gerakan Makan (mm/rev)	Kecepatan Potong (m/menit)	Nilai Kekasaran			
				Ulangan 1 (µm)	Ulangan 2 (µm)	Ulangan 3 (µm)	Rata-rata (µm)
1	0,5	0,095	20	2,09	1,86	1,92	1,96
2	0,5	0,33	20	3,49	2,68	2,84	3,00
3	0,5	0,67	20	3,58	3,86	3,1	3,51
4	0,5	0,095	30	1,84	2,39	2,2	2,14
5	0,5	0,33	30	1,62	2,26	1,72	1,87
6	0,5	0,67	30	5,17	3,11	3,28	3,85
7	0,5	0,095	50	2,41	3,82	3,1	3,11
8	0,5	0,33	50	1,65	2,03	1,58	1,75
9	0,5	0,67	50	3,85	3,04	3,1	3,33
10	1	0,095	20	1,92	1,94	1,8	1,89
11	1	0,33	20	2,92	2,75	2,6	2,76
12	1	0,67	20	3,18	4,04	3,42	3,55
13	1	0,095	30	2,28	2,03	1,84	2,05
14	1	0,33	30	1,44	2,02	1,56	1,67
15	1	0,67	30	4,27	5,45	3,68	4,47
16	1	0,095	50	3,28	3,04	2,86	3,06
17	1	0,33	50	1,75	1,61	1,58	1,65
18	1	0,67	50	3,58	3,68	3,19	3,48
19	1,5	0,095	20	2,22	4,12	3,28	3,21
20	1,5	0,33	20	0,91	1,76	1,89	1,52
21	1,5	0,67	20	2,89	2,82	2,68	2,80
22	1,5	0,095	30	1,62	2,16	1,97	1,92
23	1,5	0,33	30	1,55	1,99	1,29	1,61
24	1,5	0,67	30	3,89	4,82	3,18	3,96
25	1,5	0,095	50	2,39	0,99	2,33	1,90
26	1,5	0,33	50	2,33	2,75	2,19	2,42
27	1,5	0,67	50	6,89	3,42	4,2	4,84

Dari data hasil percobaan di atas dapat di jelaskan melalui Analisis Varian pengaruh faktor terhadap rasio S/N kekasaran. Adapun hasil analisis perhitungan menggunakan *software* minitab 14 terlihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Hasil Analysis of Variance for SN ratios

Analysis of Variance for SN ratios					
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F
Kedalaman Pemakanan	2	0,831	0,831	0,415	0,06
Kecepatan potong	2	3,498	3,498	1,749	0,27
Gerak makan	2	148,3	148,3	74,14	11,55
Kedalaman pemakanan * kecepatan potong	4	3,161	3,161	0,79	0,12
Kedalaman pemakanan * gerak makan	4	3,175	3,175	0,794	0,12
Residual error	12	77,06	77,06	6,421	
Total	26	236			

Adapun pembacaan dari hasil analisis di atas adalah sebagai berikut:

Pengaruh faktor kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan:

H0 : tidak ada pengaruh faktor kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan

H1 : ada pengaruh faktor kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan.

Kesimpulan: $F_{hitung} = 0,06 < F_{0,05}(2,12) = 3,89$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh kecepatan potong.

Pengaruh faktor Kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan:

H0 : tidak ada pengaruh faktor Kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan

H1 : ada pengaruh faktor Kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 0,27 < F_{0,05}(2,8) = 3,89$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan. Pengaruh faktor Gerak makan terhadap kekasaran permukaan:

H0 : tidak ada pengaruh faktor Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

H1 : ada pengaruh faktor Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

Kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 11,55 > F_{0,05}(2,12) = 3,89$; maka H0 ditolak artinya ada pengaruh Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

Pengaruh faktor Kedalaman pemakanan dengan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan:

H0 : tidak ada pengaruh faktor Kedalaman pemakanan dengan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

H1 : ada pengaruh faktor Kedalaman pemakanan dengan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

Kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 0,12 < F_{0,05}(4,12) = 3,26$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh interaksi kecepatan potong dengan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan.

Pengaruh faktor interaksi faktor Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan:

H0 : tidak ada pengaruh faktor Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

H1 : ada pengaruh faktor interaksi Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

Kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 0,12 < F_{0,05}(4,12) = 3,26$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh interaksi Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

Kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 0,12 < F_{0,05}(4,12) = 3,26$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh interaksi Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

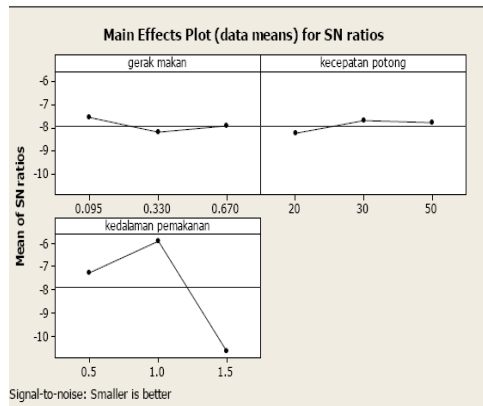
Kesimpulan yang diperoleh yaitu: $F_{hitung} = 0,12 < F_{0,05}(4,12) = 3,26$; maka H0 diterima artinya tidak ada pengaruh interaksi Kedalaman pemakanan dengan Gerak makan terhadap kekasaran permukaan.

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Data *F-test* kekasaran permukaan

No	Faktor	DF	SS	MS	F-hit	F-tab	F-test
1	Kedalaman Pemakanan	2	0,831	0,415	0,006	3,89	Tidak
2	Kecepatan potong	2	3,498	1,749	0,27	3,89	Tidak
3	Gerak Makan	2	148,3	74,74	11,55	3,89	Berpengaruh
4	Kedalaman Pemakanan * Kecepatan Potong	4	3,161	0,79	0,12	3,26	Tidak
5	Kedalaman Pemakanan * Gerak Makan	4	3,175	0,794	0,12	3,26	Tidak
6	error	12	77,06	6,421			
7	Total	26	236				

Selanjutnya untuk mengetahui harga S/N ratio dapat ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan antara S/N dengan level faktor masing-masing faktor. Dari grafik tersebut dapat dilihat level faktor yang menghasilkan S/N terkecil, seperti terlihat Gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Grafik *mean effect*

Dari Grafik 2.1 di atas dapat disimpulkan bahwa harga S/N minimum dapat dicapai pada Kedalaman pemakanan pada level 3 (1.5 mm), Kecepatan Potong level 1 (20 m/min) , dan Gerak makan pada level 2 (0.33 mm/rev).

3. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis data pada pembahasan di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan kekasaran permukaan pada copy turning ini dipengaruhi oleh Gerak makan sedangkan faktor kedalaman pemakanan dan kecepatan potong kurang berpengaruh.
2. Kondisi optimal kekasaran terendah permukaan dapat dicapai pada kedalaman pemakanan level 3 (1.5 mm), *kecepatan potong* pada level 1 (20 m/min), *gerak makan* pada level 2 (0.33mm/rev) dengan kombinasi tersebut dihasilkan harga kekasaran terendah 1,52 μm
3. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kedalaman pemakanan ataupun kecepatan potong pada proses *copy turning* ini tidak meningkatkan hasil kekasaran pada benda uji marmer.

4. DAFTAR PUSTAKA

1. Agung Dian pinasti. 2004. *Perancangan Copy Turning Hidrolik untuk Mesin Bubut Horizontal*. Laporan Penelitian. Jurusan teknik Mesin FTI Universitas Indonesia.
2. Akhyar Gusri Ibrahim. 2010. *Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengidentifikasi Kekasaran Permukaan Dalam Pembubutan Paduan Titanium*. Laporan penelitian. Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
3. CV. Marmerindo, Perusahaan Pertambangan dan Industri Marmer. <http://www.marmerindo.com>
4. Edris, Moch 2008. “*Pengaruh Variasi Nose Radius Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Batu Marmer*”. Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Herman, Dani. “*Kegiatan Pemantauan Dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral Di Daerah Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur*” .Subdit konservasi. <http://www.dim.esdm.go.id/kolokium/Konservasi/60.%20konservasi%20%20Tulung%20Agung,%20Jatim.pdf>
6. Puji Septin astuti. 2006. *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta : Andi.