

ANALISIS PENGARUH *CUTTING SPEED* DAN *FEEDING RATE* MESIN BUBUT TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA DENGAN METODE ANALISIS VARIANS

**Rakian Trisno Valentino Febriyano¹⁾, Agung Sutrisno²⁾, Rudy Poeng³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi**

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variasi *cutting speed* atau variasi *feeding rate* pada mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Permasalahan dalam penelitian ini bagaimana pengaruh *cutting speed* dan *feeding rate* pada mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja dengan metode analisis varians. Untuk itu perlu dilakukan pengujian proses pemotongan pada mesin bubut dan pengukuran kekasaran permukaan dengan beberapa benda kerja.

Dari hasil perhitungan pemotongan, mendapatkan bahwa semakin bertambah *cutting speed* maka hasil kekasaran permukaan benda kerja mengalami penurunan dan semakin bertambah *feeding rate* kekasaran permukaan benda kerja mengalami kenaikan. Dari hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, mendapatkan bahwa variasi *cutting speed* pada mesin bubut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil permukaan benda kerja dan variasi *feeding rate* memberikan pengaruh yang signifikan

Kata kunci: *Cutting Speed*, *Feeding Rate*, Mesin Bubut, Kekasaran Permukaan

ABSTRACT

The purpose of this research is to get the influence of cutting speed variation and feeding rate variation on turning machine to work piece surface roughness. The problem in this research is how the influence of Cutting Speed and

feeding rate on turning machine to work piece surface roughness with method of variance analysis. Therefore, studying the turning machine and measurement of surface roughness with some work piece are required.

From the cutting calculation result, it is found that if cutting speed is increasing, the surface roughness is decreasing, while if feeding rate is increasing, the surface roughness is increasing. From the variance analysis with 95 % of confidence level, result of the cutting speed variation on turning machine will not give significant influence to work piece surface, and the result of feeding rate variation will give significant influence.

Keyword: Cutting Speed, Feeding Rate, Turning Machine, Surface Roughness

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama yang berputar berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara meraut benda kerja tersebut menggunakan pahat potong.

Dalam proses pemotongan logam dengan mesin bubut akan terjadi gesekan antara pahat dengan benda kerja yang mengakibatkan temperatur tinggi pada daerah pemotongan sehingga terjadi kerusakan pahat dan permukaan benda kerja.

Untuk mengetahui secara lengkap pengaruh dari *cutting speed* dan *feeding rate* mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda

kerja, diperlukan pengujian proses pemotongan pada mesin bubut dengan beberapa benda kerja.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang diuraikan di atas, maka perumusan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh *cutting speed* dan *feeding rate* pada mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja dengan metode analisis varians.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variasi *cutting speed* atau variasi *feeding rate* pada mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja.

1.4 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan sebagai benda kerja yaitu S45C berbentuk silindris yang banyak dijumpai dipasaran.
2. Proses pembuatan benda kerja dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado (UNSRAT), dengan menggunakan mesin bubut KNUTH DM 1000 A dan mesin *Cut-Off*.
3. Pembubutan sistem pemotongan tegak tanpa menggunakan cairan pendingin, dan pahat potong jenis *carbide*.
4. Variasi putaran poros utama (spindle) 300, 480, 700, 1080, 1600 rpm, dan variasi gerak makan (*feeding rate*) 0,11; 0,25; 0,50 mm/r, dengan kedalaman potong (*depth of cut*) 0,5 mm yang konstan. .
5. Alat pengukuran menggunakan *surface roughness test* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manado.
6. Analisis varians yang digunakan pengujian ini yaitu Anova dua arah tanpa berinteraksi.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pemotongan

Logam

Proses pemotongan logam atau proses pemesinan adalah suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong. Proses pemotongan logam merupakan kegiatan terbesar yang dilakukan pada industri manufaktur. Proses ini mampu menghasilkan komponen yang memiliki bentuk yang kompleks dengan akurasi geometri dan dimensi tinggi. Prinsip pemotongan logam dapat didefinisikan sebagai sebuah aksi dari sebuah alat potong yang dikontakkan dengan sebuah benda kerja untuk membuang permukaan benda kerja tersebut dalam bentuk geram. Meskipun definisinya sederhana, tetapi proses pemotongan logam sebenarnya sangat kompleks.

Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses pemesinan, yang dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi geram (*chips*) sehingga terbentuk benda

kerja. Proses pemesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses pemesinan. (Rochim, 2007)

2.2 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

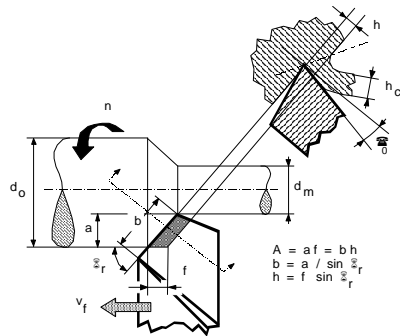
Dengan mengatur perbandingan kecepatan rotasi benda kerja dan kecepatan translasi pahat, akan diperoleh berbagai macam ulir dengan ukuran kisar yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan menukar roda gigi translasi yang

menghubungkan poros spindel dengan poros ulir.



Gambar 2.1 Mesin Bubut KNUTH DM 1000
A di Laboratorium Manufaktur Teknik
Mesin Universitas Sam Ratulangi

Mesin bubut terdiri dari meja dan kepala tetap. Pada kepala tetap terdapat roda-roda gigi transmisi penukar putaran yang akan memutar poros spindel. Poros spindel akan memutar benda kerja melalui pencekam. Eretan utama akan bergerak sepanjang meja sambil membawa eretan lintang, eretan atas danudukan pahat. Sumber utama dari semua gerakan tersebut berasal dari motor listrik. Gambar 2.2 adalah skematis dari sebuah proses bubut dimana n adalah putaran poros utama, f adalah gerak makan (*feeding rate*), dan a adalah kedalaman potong. (Rochim, 2007)



Gambar 2.2 Skematis proses bubut
(Rochim, 2007)

Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \dots \dots \dots (2.1)$$

2.3 Kekasaran Permukaan

Permukaan yang dimaksud di sini adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Jika ditinjau dalam skala kecil, pada dasarnya konfigurasi permukaan suatu elemen mesin (produk) juga merupakan suatu karakteristik geometrik, yang dalam hal ini termasuk golongan mikromeometri. Sementara itu, yang tergolong makromeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik misalnya permukaan poros, lubang, sisi, dan sebagainya.

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya, memang tidak mungkin untuk mendapatkan

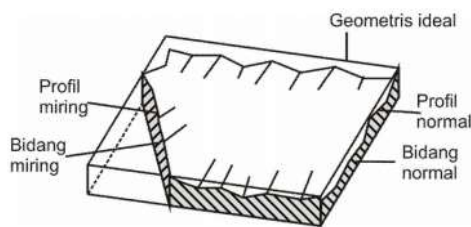
suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Dengan kemajuan teknologi saat ini, dikembangkan peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian.

Permukaan yang dimaksud di sini adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Dalam prakteknya, bahan yang digunakan untuk benda kebanyakan dari besi atau logam. Oleh karena itu, benda-benda padat yang bahannya terbuat dari tanah, batu, kayu dan karet tidak akan disinggung dalam pembicaraan mengenai karakteristik permukaan dan pengukurannya.

Kadang-kadang ada pula istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Istilah profil sering disebut dengan istilah lain yaitu bentuk. Profil atau bentuk yang

dikaitkan dengan istilah permukaan mempunyai arti tersendiri yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan. Untuk mengukur dan menganalisis suatu permukaan dalam tiga dimensi adalah sulit.

Oleh karena itu, untuk mempermudah pengukuran maka penampang permukaan perlu dipotong. Cara pemotongan biasanya ada empat cara yaitu pemotongan normal, serong, singgung dan pemotongan singgung dengan jarak kedalaman yang sama. Garis hasil pemotongan inilah yang disebut dengan istilah profil, dalam kaitannya dengan permukaan. Dalam analisisnya hanya dibatasi pada pemotongan secara normal. Gambar 2.3. menunjukkan perbedaan antara bidang dan profil.

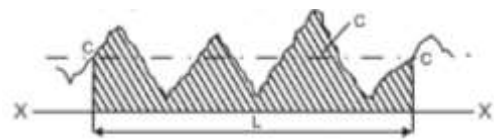


Gambar 2.3 Bidang dan profil pada penampang permukaan (Handoko, Prayoga, 2008)

Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah, disebut Ra (*Roughness Average*)

$$Ra = \frac{1}{a} \int_0^a hl^2 dx \ (\mu m) \dots \dots \dots (2.2)$$

Profil kekasaran permukaan rata-rata Ra seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Profil kekasaran permukaan rata-rata Ra (Handoko, Prayoga, 2008)

2.4 Analisis Varians

Anova dua arah tanpa inetraksi digunakan untuk melihat perbandingan rata-rata beberapa kelompok biasanya lebih dari dua kelompok. Anova dua arah tanpa interaksi digunakan pada kelompok yang digunakan berasal dari sampel yang sama tiap kelompok. Sama disini diartikan berasal dari kategori yang sama.

Anova dua arah tanpa interaksi merupakan pengujian hipotesis beda tiga rata-rara atau lebih dengan dua faktor yang berpengaruh dan interaksi antara kedua faktor tersebut ditiadakan. Tujuannya adalah untuk

menguji apakah ada pengaruh dan berbagai kriteria yang diuji terhadap hasil yang diinginkan, atau hipotesisnya adalah tidak ada perbedaan k rata-rata ($k > 2$) pada perlakuan pertama; tidak ada perbedaan k rata-rata ($k > 2$) pada perlakuan kedua; dan tidak ada efek interaksi antara perlakuan pertama dan kedua. Untuk menentukan derajat kebebasan, terdiri dari:

Derajat kebebasan baris

$$df_{baris} = (r - 1) \dots\dots\dots(2.3)$$

Derajat kebebasan kolom

$$df_{kolom} = (k - 1) \dots\dots\dots(2.4)$$

Derajat kebebasan *error* (galat)

$$df_{galat} = (r - 1).(k - 1) \dots\dots\dots(2.5)$$

Derajat kebebasan total

$$df_{total} = (rk - 1) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dalam hal perhitungan ANOVA dua arah tanpa berinteraksi, yaitu:

Jumlah Kuadrat

JKT = Jumlah Kuadrat Total

$$= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k x_{ij}^2 - \left(\frac{T_{**}^2}{rk} \right) \dots\dots\dots(2.7)$$

JKB = Jumlah Kuadrat Baris

$$= \sum_{i=1}^r \left(\frac{T_{i*}^2}{k} \right) - \left(\frac{T_{**}^2}{rk} \right) \dots\dots\dots(2.8)$$

JKK = Jumlah Kuadrat Kolom

$$= \sum_{j=1}^k \left(\frac{T_{j*}^2}{r} \right) - \left(\frac{T_{**}^2}{rk} \right) \dots\dots\dots(2.9)$$

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

$$= JKT - JKB - JKK \dots\dots\dots(2.10)$$

Kuadrat Tengah

KTB = Kuadrat Tengah Baris

$$= \frac{JKB}{df_{baris}} \dots\dots\dots(2.11)$$

KTK = Kuadrat Tengah Kolom

$$= \frac{JKK}{df_{kolom}} \dots\dots\dots(2.12)$$

KTG = Kuadrat Tengah Galat

$$= \frac{JKG}{df_{galat}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Rasio Uji (F hitung)

F_1 hitung = Rasio uji kuadrat tengah baris dengan kuadrat tengah galat

$$= \frac{KTB}{KTG} \dots\dots\dots(2.14)$$

F_2 hitung = Rasio uji kuadrat tengah kolom dengan kuadrat tengah galat

$$= \frac{KTK}{KTG} \dots\dots\dots(2.15)$$

Kriteria Pengujian

Wilayah kritis disesuaikan dengan F tabel. Berdasarkan tingkat signifikan (tingkat kesalahan) $\alpha = 0,05$ (tingkat kepercayaan 95 %) atau $\alpha = 0,01$ (tingkat kepercayaan

99 %) dan derajat kebebasan, dengan menggunakan tabel distribusi F pada Gambar 2.5 dapat ditentukan F tabel terbagi atas:

Rata-rata baris

F_1 tabel dengan

$$(\alpha, df_{baris}, df_{galat}) \dots \dots \dots (2.16)$$

Rata-rata kolom

F_2 tabel dengan

$$(\alpha, df_{kolom}, df_{galat}) \dots \dots \dots (2.27)$$

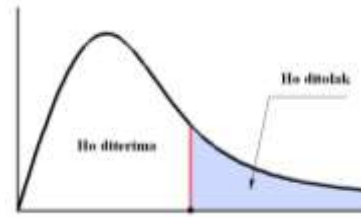
df untuk penyebut (N2)	1	2	3	4	5
1	161	199	216	225	230
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33

Tabel 2.1 Tabel Distribusi F

Untuk mendapatkan wilayah kritis atau daerah pengujian dilakukan pencarian batas wilayah penolakan H_0 atau penerimaan H_0 , yaitu:

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak.

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima.



Gambar 2.5 Wilayah Kritis Distribusi F

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT) dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manado, pada tanggal 20 Mei sampai dengan 20 Juli 2015.

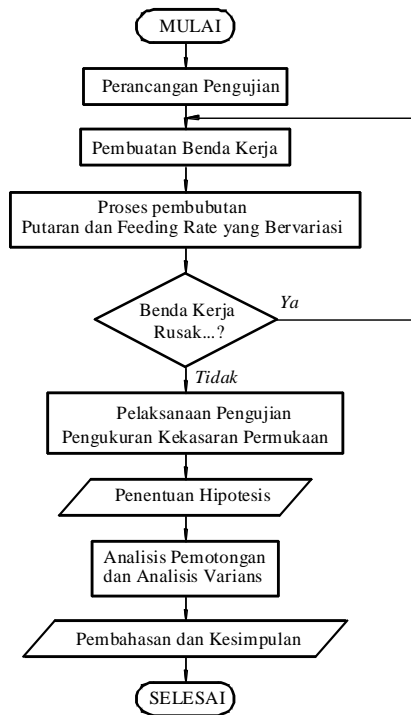
3.2 Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian ini digunakan material S45C berdiameter 1 inci sebagai obyek pengujian atau benda kerja, dengan peralatan sebagai berikut:

- Mesin *Cut-Off*
- Mesin bubut KNUTH DM 1000 A
- Alat pengukuran kekasaran *surface roughness test*.
- Mistar baja dan jangka sorong

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis, yang dapat diuraikan dengan prosedur penelitian sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa hasil proses pemotongan material S45C sebagai benda kerja. Adapun pengaturan dan penetapan pemotongan dengan kondisi, seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kondisi pemotongan

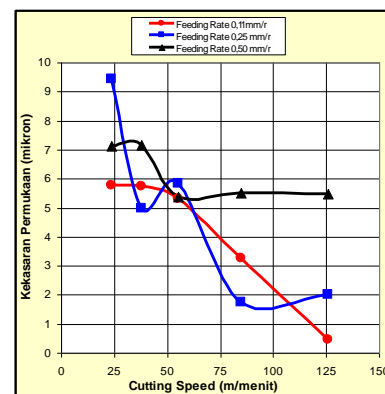
No	Kondisi Pemotongan		
	Putaran; n (rpm)	Kedalaman Pemotongan; a (mm)	Feeding Rate; f (mm/rev)
1	300	0,5	0,11 0,25 0,50
2	480	0,5	0,11 0,25 0,50
3	700	0,5	0,11 0,25 0,50
4	1080	0,5	0,11 0,25 0,50
5	1600	0,5	0,11 0,25 0,50

4.2 Hasil Pengolahan Data

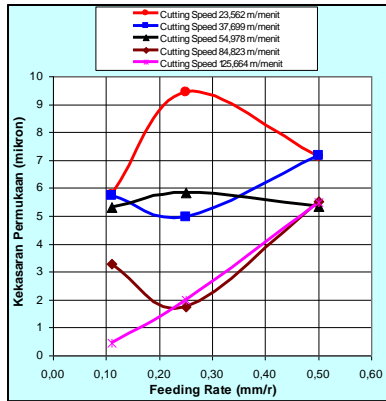
Selanjutnya 15 benda kerja dari hasil pemotongan dilakukan pengujian kekekasaran permukaan dengan menggunakan alat pengukur kekasaran *surface roughness test* di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Manado.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan pemotongan

Cutting Speed; v (m/menit)	KEKASARAN PERMUKAAN; R_a (μm)		
	Feeding Rate; f (mm/rev)		
	0,11	0,25	0,50
23,562	5,780	9,430	7,117
37,699	5,733	4,975	7,174
54,978	5,299	5,829	5,364
84,823	3,281	3,737	5,521
125,664	0,457	2,000	5,475



Gambar 4.1 Grafik *cutting speed* terhadap kekasaran permukaan



Gambar 4.2 Grafik *feeding rate* terhadap kekasaran permukaan

Hasil analisis varians yang dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.6 Anova

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Rasio Uji (F hitung)
Akter Baris (<i>cutting speed</i>)	4	44,693	11,173	4,61
Akter Kolom (<i>feeding rate</i>)	2	10,554	5,277	2,18
Sisir (Galat)	8	19,379	2,422	
Total	14	74,626		

Dengan ditetapkan tingkat kepercayaan 95 %, maka tingkat kesalahan 0,05 %. Berdasarkan Table Distribusi F, diperoleh batas kritis:

Rata-rata baris (*cutting speed*)

$$F_1 \text{ tabel} = F_1 (0,05;4;8) \\ = \mathbf{3,84}$$

Rata-rata kolom (*feeding rate*)

$$F_2 \text{ tabel} = F_2 (0,05;2;8) \\ = \mathbf{4,46}$$

Perlakuan baris (*cutting speed*)

$$\text{Karena: } F_1 \text{ hitung} > F_1 \text{ tabel} \\ 4,61 > 3,84$$

Maka: Tolak hipotesis awal, H_0 .

Perlakuan kolom

$$\text{Karena: } F_2 \text{ hitung} < F_2 \text{ tabel} \\ 2,18 < 4,46$$

Maka: Terima hipotesis awal, H_0 .

4.3 Pembahasan

1. Hasil Perhitungan Pemoangan

- Semakin bertambah *cutting speed*, maka hasil kekasaran permukaan benda kerja mengalami penurunan.
- Semakin bertambah *feeding rate*, maka hasil kekasaran permukaan benda kerja mengalami kenaikan.

2. Hasil Analisis Varians

- Variasi *cutting speed* pada mesin bubut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil permukaan benda kerja, dengan tingkat kepercayaan 95 %.
- Variasi *feeding rate* pada mesin bubut akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil permukaan benda kerja, dengan tingkat kepercayaan 95 %.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perhitungan pemotongan, mendapatkan bahwa semakin bertambah *cutting speed* maka hasil kekasaran permukaan benda kerja mengalami penurunan dan semakin bertambah *feeding rate* kekasaran permukaan benda kerja mengalami kenaikan.
- Berdasarkan hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, mendapatkan bahwa variasi *cutting speed* pada mesin bubut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil permukaan benda kerja dan variasi *feeding rate* memberikan pengaruh yang signifikan.

5.2 Saran

1. Dianjurkan dalam proses pemotongan pada mesin bubut, menetapkan pengaturan *feed rate* yang rendah dengan *cutting speed* (dalam hal ini penetapan pengaturan putaran) yang tinggi untuk proses pengerjaan akhir (*finishing*), sehingga hasil kekasaran permukaan benda kerja akan lebih halus.

2. Proses pemotongan, sebaiknya dilakukan pada beberapa jenis material dan pemesinan lainnya, sehingga dapat diketahui perbandingan atau perbedaan pengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S. 1993, Alat Ukur dan Mesin Perkakas. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Handoko, Prayoga, 2008. Studi Parameter Permesinan Optimum pada Operasi CNC End Milling Surface Finish Bahan Aluminium. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Harinaldi, 2002. Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta
- Poeng, R. 2014. Proses Pemesinan, Bahan Kuliah Proses Manufaktur II, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Priambodo, B. 1981. Teknologi Mekanik, Erlangga Jakarta.
- Rochim, T. 2007. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.