

ANALISA PENGARUH *FEEDING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES PEMOTONGAN BESI DENGAN MESIN *FREIS* CNC VCM – 100

Rusdijanto*

Abstrak

Besarnya nilai kekasaran Permukaan pada material diantaranya dipengaruhi oleh *Feeding* dan bentuk alat potong. Tujuan dari Analisa ini adalah untuk dapat mengetahui sejauh mana pengaruh *feeding* terhadap besarnya nilai kekasaran permukaan pada proses pemotongan material besi dengan menggunakan mesin *Freis* CNC.VMC – 100.sehingga tingkat kekasaran permukaan suatu produk dapat dikontrol.Proses Pemotongan dilakukan di Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang. Pengujian Keksaran Permukaan dilakukan di Laboratorium Metrologi Universitas Brawijaya Malang. Hasil yang didapat dalam penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya *feeding*, tingkat kekasaran benda semakinbesar. Disamping itu jumlah mata pahat antara 2 mata pahat dan 4 mata pahat juga mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja.

Katakunci : *feeding*,kekasaran

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan manusia akan produkifitas dan kemampuan membuat suatu produk yang memiliki kerumitan tinggi menjadi dasar pengembangan terciptanya mesin-mesin perkakas. Setelah ditemukannya mesin perkakas dengan system komputer (CNC), bentuk-bentuk elemen yang dulunya dikerjakan secara manual sekarang dapat dikerjakan secara otomatis, yaitu dengan system pengontrolan numerik (NC). Dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional, dengan ditambahkan kontrol numerik serta design yang telah maju, mesin perkakas NC jauh lebih produktif, memiliki ketelitian lebih tinggi serta dapat mengulangi pekerjaan dengan hasil relatif sama.

Perkembangan mesin-mesin CNC masih akan berkembang dimasa mendatang. Tidak hanya pada produksi industri saja, tetapi juga pada bengkel-bengkel kecil, mesin konvensional akan diganti dengan mesin-mesin CNC. Seperti halnya pada proses pemotongan logam dengan menggunakan pahat potong pada mesin perkakas yang merupakan salah satu jenis proses pembuatan komponen mesin atau peralatan lainnya yang kita temukan di bengkel-bengkel.

Untuk mendapatkan proses pemesinan yang maksimal serta hasil-hasil produk yang sesuai dengan perencanaan, maka sebelum dilakukan proses pemesinan terlebih dahulu operator dituntut untuk mengetahui kemampuan dari mesin yang digunakan, sehingga permukaan benda kerja yang dihasilkan menjadi halus setelah mengalami proses pemesinan. Hal inilah yang mendorong penulis untuk menganalisa kekasaran permukaan pada beberapa jenis material yang umum digunakan dalam proses pemesinan khususnya proses *milling* dengan menggunakan mesin CNC VMC-100

* Dosen Jurusan Mesin Fak. Teknik Univ. Merdeka Malang

Permasalahan

1. Berapa besarnya nilai kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh variasi kecepatan gerak makan
2. Bagaimana perbandingan nilai kekasaran permukaan pada pahat dengan dua mata potong dan pahat dengan empat mata potong

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh *feeding* terhadap kekasaran
2. Sejauh mana pengaruh jumlah mata potong pahat.

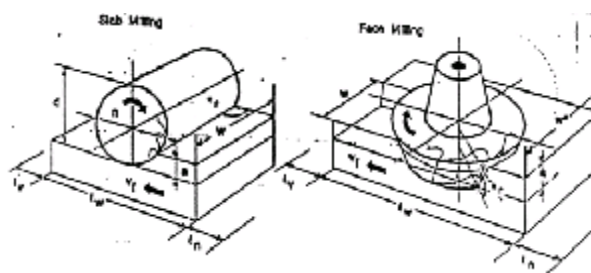
Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini bermanfaat agar bisa menentukan besarnya *feeding* dan kekasaran material untuk mendapatkan hasil pemotongan dengan kekasaran permukaan sesuai dengan keperluan dan kebutuhan khususnya dengan menggunakan mesin CNC VCM – 100.

KAJIAN PUSTAKA

Sesuai dengan jenis pahat yang digunakan, dikenal dua macam cara yaitu mengefreis datar (*slab milling*) dengan sumbu putaran pahat freis selubung sejajar permukaan benda kerja, dan mengefreis tegak (*face milling*) dengan sumbu putaran pahat freis muka tegak lurus dengan permukaan benda kerja. Selanjutnya mengefreis datar dibedakan menjadi dua macam yaitu mengefrais naik (*up milling /conventional milling*) dan mengefreis turun (*down milling*).

Mengefreis naik akan mempercepat keausan pahat, diakibatkan oleh mata potong lebih menggesek benda kerja yaitu pada saat mulai memotong, dan selain itu permukaan benda kerja yang dihasilkan relatif kasar. Mengefreis turun akan menyebabkan benda kerja lebih tertekan ke meja dan meja terdorong oleh pahat yang mungkin pada suatu saat (secara periodic) gaya dorongnya akan melebihi gaya dorong ulir/roda gigi penggerak meja. Apabila sistem kompensasi gerak balik tidak terlalu baik maka mengefreis turun dapat menimbulkan getaran bahkan kerusakan. Dengan Demikian sebaiknya konstruksi mesin *freis* maka mengefreis turun cenderung dipilih, sebab lebih produktif dan menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus. Mengefreis turun tidak dianjurkan apabila benda kerja yang digunakan terlalu keras, dikarenakan oleh pemotongan diawali dengan tebal geram yang besar.



Gambar 1. Contoh jenis Proses Freis

Elemen Dasar Proses Freis

Dalam hal ini rumus yang digunakan berlaku bagi kedua cara mengefreis tegak atau mengefreis daatar ,menurut kondisi pemotongan adalah:

-Benda kerja : w = lebar pemotongan (mm)

t_w = panjang pemotongan (mm)

a = kedalaman potong (mm)

-Pahat Freis : d = diameter luar (mm)

z = jumlah gigi/mata potong (bua)

kr = sudut potong utama

-Mesin Freis n = putaraan poros utama (m/mm)

V_f = kecepatan potong (mm/min)

Elemendasar proses mengefreis adalah sebagai berikut

$$1. \text{Kecepatan potong} : v = \frac{pdn}{1000}; m/mm$$

dimana, d = diameter rata-rata; mm

$$2. \text{Gerak makan pergigi} : fz = \left(\frac{v.f}{zn} \right); mm/mm$$

$$3. \text{Waktu pemotongan} : tc = \frac{lt}{v.f}; \text{min}$$

dimana, $lt = lt + lv + lw + ln$; mm

$$lv \geq \sqrt{a(d.a)}; \text{ mengefreis datar}$$

$$lv \geq 0; \text{ untuk mengefreis tegak}$$

$$ln \geq 0; \text{ untuk mengefreis datar}$$

$$ln \geq \frac{d}{2}; \text{ untuk mengefreis tegak.}$$

$$4. \text{Kecepatan penghasilan geram} : z = \frac{vf.a.w}{1000} \text{ cm}^3/\text{min}$$

dimana pada benda kerja W =lebar pemotongan benda kerja (mm)

lw = Panjang pemotongan (mm)

a = Kedalaman potong(mm)

Pahat freis d = Diameter luar (mm)

z = Jumlah gigi (buah)

k_f = Sudut potong utama, 90° untuk pahat freis selubung

Mesin freis n = Putaran poros utama (rad/min)

V_r = Kecepatan makan (mm/min)

Material Pahat Freis

Proses pemotongan pada proses mengefreis berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan pada proses mengefreis maka diperlukan material pahat yang lebih unggul dari pada benda kerja. Beberapa material pahat yang umum digunakan pada proses mengefreis yaitu :

- a. Baja Karbon
- b. HSS (*High Speed Steel*)
- c. Karbida

Baja Karbon

Mempunyai kandungan karbon yang relatif tinggi yaitu 0,7 % sampai 1,4 % dengan prosentase unsure lain yang sangat rendah (2 % Mn, W dan Cr), sehingga mempunyai kekerasan yang cukup tinggi. Digunakan pada kecepatan potong yang rendah dan hanya untuk memotong logam yang lunak.

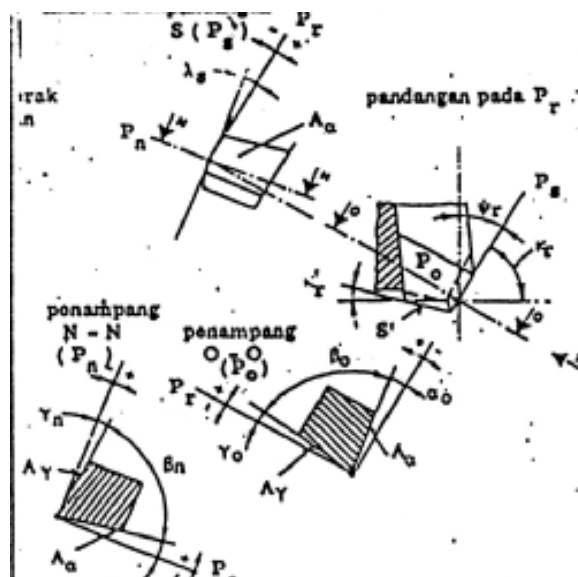
HSS (*High Speed Steel*)

Material pahat HSS dari jenis baja paduan tinggi yang unsure paduan crom dan wolfram/ tungsten, vanadium, molybdenum dan cobalt. Akibat adanya unsur paduan tersebut maka pahat HSS mempunyai sifat *hot hardnees* dan *recovery hardnees* yang cukup tinggi. Pahat HSS ini mendapatkan perlakuan panas sehingga kekerasannya cukup tinggi dan dapat digunakan untuk kecepatan potong yang cukup tinggi (sampai dengan tiga kali kecepatan potong baja karbon)

Karbida

Material pahat karbida tersebut dari serbuk karbida yang diberlakukan proses sintering dengan pengikat yang umumnya dari cobalt. Pahat jenis ini umumnya berbentuk sisipan sebagai hasil bentuk cetak tekan dan akan menyusut menjadi sekitar 80 % dari volume benda.

Optimal Sudut Pahat Freis



Gambar 2 Geometri pahat freis pada system referensi

a. Sudut Geram Ortogonal (g_o)

- Sudut antara bidang geram Ay dengan bidang referensi Pr yang diukur pada bidang Po
- Tanda (+) berlaku untuk semua sudut geram bila garis perpotongan antara bidang utama dengan bidang unsur (Po, Pn, Pf, Pp, Pb)

b. Sudut Bebas Ortogonal (*Tool Orthogonal*)

- Sudut antara bidang utama Ad dengan bidang mata potong Ps yang diukur pada bidang bidang orthogonal.

Tanda (+) berlaku juga untuk sudut bebas yang lain, bila garis potong antara bidang utama dengan bidang ukur (Po, Pn, Pf, Pp, Pb) terletak dibalik bidang mata potong Ps sedang vector kecepatan makan Vf kedepan.

c. Sudut Penampang Geram (*Orthogonal Tool Wedge Angle*)

- Sudut antara bidang utama Ad dengan bidang gerakan Ay yang diukur pada bidang orthogonal. Sudut penampang selalu positif dan nilainya dituliskan oleh rumus

$$a_o + b_o + g_o = 90^\circ$$

Konfigurasi Permukaan

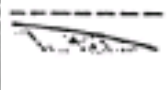
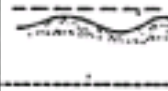

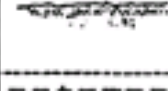
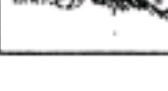
Konfigurasi permukaan yang dimaksud adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Jika ditinjau dengan skala kecil maka pada dasarnya konfigurasi suatu permukaan dari suatu elemen mesin (produk) adalah juga merupakan suatu karakteristik geometri, yang dalam hal ini dapat berupa suatu mikrogeometri.

Karakteristik suatu permukaan akan memegang peranan penting dalam perencanaan elemen mesin, yaitu yang berhubungan dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan dari komponen, peletakan dua atau lebih mesin dan sebagainya.

Permukaan Dan Profil

Ketidak sempurnaan alat ukur ada dua cara pengukuran maupun cara evaluasi hasil pengukuran maka suatu permukaan sesungguhnya tidaklah dapat dibuat duplikasinya melainkan hanya dengan mendeteksi bentuk yang sesungguhnya hal itu disebut sebagai permukaan teratur. Ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan bila profil dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

Tabel. 1 Ketidak Teraturan Konfigurasi Suatu Profil

Tingkat an	Profil terukur; bentuk grafis hasil dari pengukuran	Istilah	Contoh kemungkinan penyebabnya.
1.		Kesalahan bentuk (form error)	Kesalahan bidang-bidang pem-bimbing dari mesin perkakas, lenturan dari perkakas dan benda kerja, kesalahan posisi pada waktu pemengangan benda kerja, distorsi sewaktu proses hardening.
2.		Celombang (waviness)	Kesalahan bentuk perkakas, kesalahan penyeteraan perkakas, getaran sewaktu proses pemotongan.
3.		Alur (grooves)	Jejak/bekas dari pemotongan (bentuk ujung pahat, gerak makan).
4.		Serpihan (flakes)	Proses pembentukan geram, deformasi akibat proses pan-car pasir, pembentukan mole-dale pada proses electro-plating.
			Kombinasi dari ketidakteraturan dari tingkatan 1 sampai 4.

Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah salah satu sifat bahan yang sangat penting dan dapat dirasakan oleh indra kita. Pada industri permesinan, pengukuran terhadap kondisi permukaan sangat penting terutama yang bergerak pada produksi. Elemen mesin seperti poros, lubang pasak dan sebagainya memerlukan pengukuran yang teliti untuk menentukan nilai kekasaran permukaan, disamping toleransi ukuran dan posisinya. Kekasaran permukaan yang dihasilkan selama proses permesinan dapat dibagi dua cara yaitu :

1. Kekasaran permukaan ideal yang dipengaruhi oleh permukaan pahat, kecepatan pahat, geometri pahat, atau sudut potong pahat.
2. Kekasaran permukaan natural, yang dipengaruhi oleh tidak terataurnya proses pemotongan.

Kekasaran Permukaan Ideal

Kekasaran permukaan ideal merupakan kemungkinan penyelesaian akhir terbaik yang dihasilkan, karena hanya dipengaruhi oleh bentuk pahat dan pemakanannya. Kekasaran permukaan ideal hanya dapat didekati apabila penumpukan lapisan material benda kerja pada bidang geram pahat (*built-up edge*) getaran (*chatter*), tidak tepatnya gerakan pahat pada mesin perkakas dan sebagainya diabaikan nilai kekasaran permukaannya dipengaruhi oleh pemakanan dan radius pojok pahat.

Kekasaran Permukaan Natural

Salah satu factor utama yang membentuk terbentuknya kekasaran permukaan natural adalah terjadinya penumpukan lapisan kekasaran permukaan benda kerja pada bidang geram dekat dengan mata potong pahat (*built-up edge*). Semakin besar *built up edge*, semakin besar pula

kekasaran permukaan yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu adanya usaha-usaha untuk mengurangi gesekan antara geram, dengan pahat untuk menghilangkan atau mengurangi *built up edge* guna meningkatkan hasil permukaan. salah satu usaha untuk itu adalah memperbesar kecepatan potong. Kekasaran actual untuk benda kerja dengan kecepatan potong rendah lebih besar bila dibandingkan dengan kecepatan yang lebih tinggi. Apabila kecepatan potong dinaikan, maka akan mendekati kekasaran ideal.

Faktor-faktor yang membentuk terjadinya kekasaran permukaan natural adalah :

1. Terjadinya getaran pada pahat.
2. Tidak tepatnya gerakan mesin perkakas, seperti gerakan penumpu mesin.
3. Tidak teraturnya mekanisme pemakanan
4. Cacat struktur pada benda kerja
5. Retak pada benda kerja yang liat, apabila dipotong pada kecepatan rendah.
6. Kerusakan permukaan yang disebabkan oleh aliran gerakan dan sebinanya.
7. Terbentuknya permukaan yang disebabkan aliran geram.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan penelitian

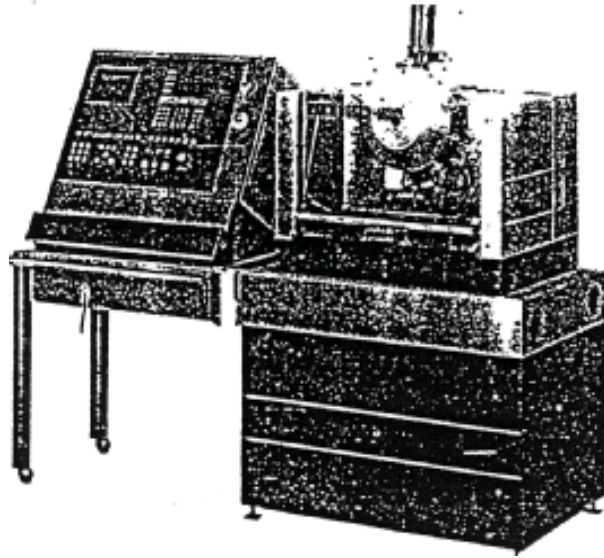
Dalam proses pemotongan, yang pertama melakukan set up mesin CNC VMC- 100, kemudian memasukan program yang telah direncanakan kedalam mesin CNC. Setelah program selesai dimasukan dilakukan simulasi ulang pada mesin CNC guna mengecek kebenaran dari perencanaan pemotongan. Selain itu dilakukan persiapan pahat dan kunci chuck, dan proses pemotongan siap dilakukan. Penelitian ini menggunakan material besi, pahat yang digunakan adalah dua jenis pahat dengan mata potong yang berbeda, yaitu 2 mata potong dan 4 mata potong yang memiliki diameter sama Kedalaman potong (a) dan putaran spindle (n) tidak berubah. Setelah proses pemotongan benda kerja, dilakukan uji kekasaran.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

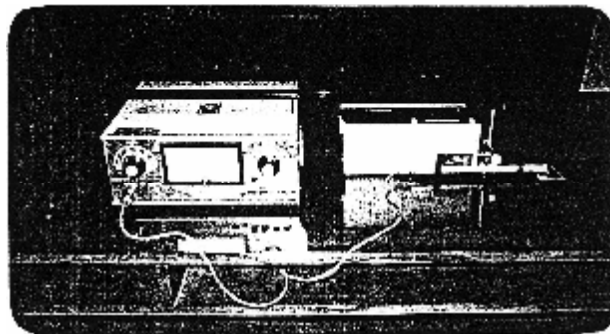
Spesimen	Kecepatan spindle (n)	Kedalaman potong (a)	Gerak makan(f)
I	1000 rpm	1 mm	75 mm/min
II	1000 rpm	1 mm	90 mm/min
III	1000 rpm	1 mm	105 mm/min
IV	1000 rpm	1 mm	120 mm/min
V	1000 rpm	1 mm	135 mm/min

Fasilitas Pengujian

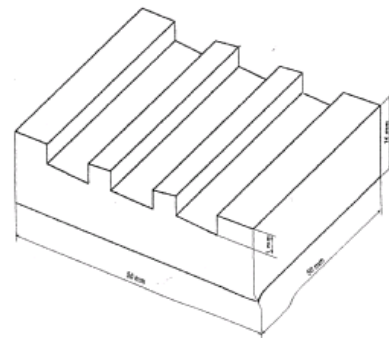
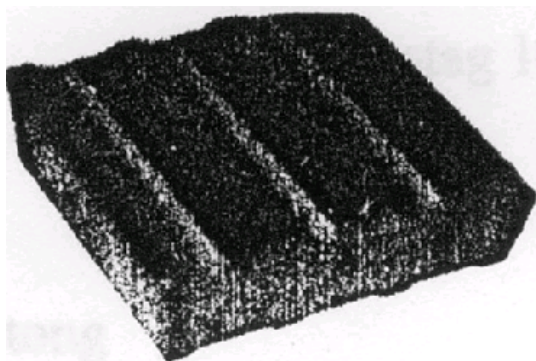
- Mesin CNC
Penelitian ini menggunakan mesin CNC type EMCO VMC-100
- Alat Ukur Kekerasan Permukaan
- Benda uji



Gambar. 3 Mesin Freis CNC Emco VMC –100



Gambar 4 Alat ukur Kekasaran Permukaan



Gambar 5 Benda Uji

Data Hasil Hasil Penelitian

Uji Kekasaran

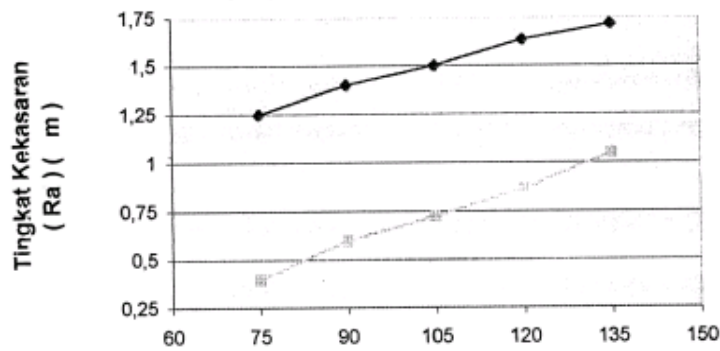
Tabel 3. Kekasaran Permukaan Untuk Dua Mata Pahat

Feeding Mm/mm		Ra		Ra	\bar{Ra}	Ra Rata-rata
75	1	1,2	-	1,3	1,25	1,25
	2	1,2	-	1,3	1,25	
	3	1,2	-	1,3	1,25	
90	1	1,3	-	1,5	1,4	1,4
	2	1,3	-	1,5	1,4	
	3	1,3	-	1,5	1,4	
105	1	1,4	-	1,6	1,5	1,5
	2	1,2	-	1,8	1,5	
	3	1,4	-	1,6	1,5	
120	1	1,4	-	1,8	1,6	1,6333
	2	1,4	-	1,8	1,6	
	3	1,5	-	1,9	1,7	
135	1	1,4	-	2,1	1,75	1,7167
	2	1,5	-	1,9	1,75	
	3	1,6	-	1,9	1,65	

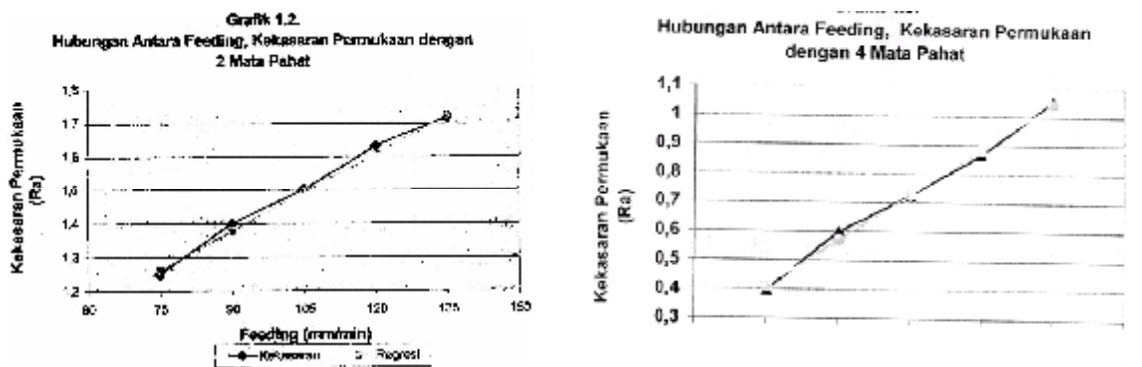
Tabel 4. Kekasaran Permukaan Untuk Empat Mata Pahat

Feeding Mm/mm		Ra		Ra	\bar{Ra}	Ra Rata-rata
75	1	0,375	-	0,425	0,4	0,395833
	2	0,375	-	0,45	0,4125,	
	3	0,325	-	0,425	0,375	
90	1	0,64	-	0,7	0,67	0,598333
	2	0,61	-	0,65	0,63	
	3	0,48	-	0,51	0,495	
105	1	0,56	-	0,59	0,575	0,725
	2	0,74	-	0,76	0,75	
	3	0,84	-	0,86	0,85	
120	1	0,8	-	0,82	0,81	0,866667
	2	0,87	-	0,9	0,885	
	3	0,89	-	0,92	0,905	
135	1	1	-	1,1	1,05	1,05
	2	1	-	1,1	1,05	
	3	0,95	-	1,15	1,05	

Hubungan Antara Feeding Dengan Kekasaran Permukaan (Ra) Pada Pahat Bermata Potong 2 Dan 4



Grafik 1



Grafik 2.

PEMBAHASAN

Dari hasil analisa statistik terhadap data hasil pengujian kekasaran dengan variasi feeding yang berbeda, kedalaman potong tetap dan dengan putaran tetap menggunakan pahat bermata potong 2 dan bermata potong 4.

Dari grafik 1 dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara *feeding* dengan tingkat kekasaran permukaan, yang mana pada grafik disimpulkan bahwa dengan bertambahnya feeding dan putaran tetap maka makin tinggi tingkat kekasaran permukaan. Dari grafik 2 dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara feeding dengan tingkat kekasaran permukaan, yang mana pada grafik disimpulkan bahwa dengan bertambahnya feeding dan putaran tetap maka makin tinggi angka kekasaran permukaan. Kemudian dari data tabel 1 dan grafik 1 bisa disimpulkan bahwa ternyata mengfreis dengan kondisi feeding yang bervariasi, yang lebih baik kita menggunakan pahat yang bermata potong 2, baru pahat yang bermata potong 4. Jadi makin banyak jumlah mata pahat yang digunakan untuk pemotongan maka makin halus permukaan yang dihasilkan.

SIMPULAN

1. Penambahan feeding pada proses [emotongan material dengan mesin Freis CNC VMC-100, akan dipengaruhi tingkat kekasaran permukaan besi, hal ini berlaku baik pada pemotongan dengan menggunakan pahat bermata potong 2 dan pahat bermata potong 4
2. Semakin banyak jumlah mata potong yang digunakan, maka tingkat kekasaran permukaan pada material semakin halus, dimana ini terjadi pada pahat dengan 2 mata pahat dan 4 mata pahat.

DAFTAR PUSTAKA

- Emco Meier & C0, 1998, *Petunjuk Pemograman Tu-3A* Freiedman Mejer, Strabe 94-500 Haltium, Austria
- Emco, 1990, Meier CNC VMC-100 , Austria
- J.J.Mhollebrandse, *Teknik Pemrograman dan Aplikasi CNC*, penerbit PT Rosda Jayaputra, Jakarta.
- J. Suprpto, 1997, *Statistik Teori dan Aplikasi* edisi kelima, penerbit Erlangga, Jakarta
- Rochhim.T, 1985, *Proses Pemesinan*, Laboratorium Teknik Produksi Dan Metrologi Industri Mesin ITB, Bandung
- Rochim.T, 1985, *Spesifikasi Geometri, Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas*, Laboratorium Metrologi Industri Mesin, FTI, ITB, Bandung
- Ronald E Wlple, 1990, *Pengantar Statistik*, PT. Gramedia, Jakarta

