

PENGARUH *FEEDING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PENYEKRAPAN RATA BAJA KARBON-S45C

Muksin R. Harahap, Edianto

Program Studi Teknik Mesin FT. UISU Medan
muksin.harahap.@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Banyak hal yang berpengaruh terhadap hasil penyekrapan rata pada tingkat kekasaran hasil penyekrapan, diantaranya adalah *feeding*. Pemakaian standarisasi kecepatan potong dan *feeding* kemungkinan akan didapat hasil kerataan yang sesuai dapat diperoleh dan dibandingkan berapa *feeding* yang sesuai untuk menghasilkan permukaan yang halus, sehingga timbul permasalahan yaitu bagaimanakah pengaruh *feeding* terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses penyekrapan dengan spesimen baja karbon. Pada proses penyekrapan rata dengan spesimen baja karbon dilakukan dengan variasi *feeding* yaitu 0,18 mm, 0,38 mm dan 0,58 mm. Hasilnya yang diperoleh menunjukkan bahwa, terdapat perbedaan tingkat kekasaran yang signifikan pada permukaan baja karbon pada proses penyekrapan tersebut. Semakin besar *feeding* yang digunakan semakin besar hasil pengukuran yang didapat atau semakin besar nilai kekasaran yang dihasilkan berarti permukaan semakin kasar. Simpulan dari penelitian bahwa, ada pengaruh yang signifikan pada *feeding* terhadap tingkat kekasaran permukaan yaitu semakin besar *feeding* yang digunakan semakin besar pula nilai kekasaran yang dihasilkan

Kata-Kata Kunci: *Feeding*, Kekasaran Permukaan, Baja Karbon.

I. PENDAHULUAN

Kualitas permukaan hasil penyekrapan rata dapat dilihat dari kekasaran permukaannya. Makin halus permukaannya makin baik pula kualitasnya, sehingga cukup beralasan juga apabila kekasaran permukaan hasil penyekrapan diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan yang sehalus mungkin. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin skrap, antara lain kecepatan potong, ketebalan pemakanan, kondisi mesin, bahan benda kerja, bentuk ujung pahat mata potong, pendinginan dan operator. Menurut Syamsir (1986) bahwa kualitas permukaan potong tergantung kepada kondisi pemotongan (*cutting condition*), adapun yang dimaksud dengan kondisi pemotongan di sini antara lain adalah besarnya kecepatan potong (V_c), ketebalan pemakanan (f) dan kedalaman pemakanan (a). Dengan mengetahui bahwa hasil penyekrapan dipengaruhi oleh kondisi pemotongan/penyayatan, dan khususnya dalam hal ini adalah tentang *feeding*, maka dalam proses penyekrapan harus diperhatikan oleh operator.

Ketebalan pemakanan (*feeding*) merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi hasil pengerjaan adalah penyekrapan. Kualitas permukaan potong tergantung pada kondisi pemotongan, dengan pemakaian standarisasi kecepatan potong dan *feeding* kemungkinan akan didapat hasil kerataan yang sesuai dapat terlihat. Pada penelitian ini dengan adanya variasi *feeding* akan diperoleh perbandingan kekasaran permukaan pada proses penyekrapan rata. Pemilihan bahan benda kerja untuk dijadikan komponen-komponen pada mesin dan industri ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain pertimbangan fungsi, pembebanan, kemampuan bentuk dan kemudahan pencarian di pasaran

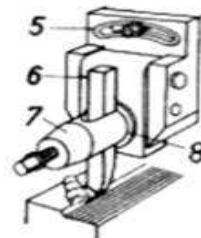
(Nieman, 1981). Beberapa jenis baja memiliki sifat sifat yang tertentu sebagai akibat penambahan unsur paduan. Salah satu unsure paduan yang sangat penting dapat mengontrol sifat baja adalah karbon (C), untuk tiap tingkatan kekerasan bahan tersebut apabila dikerjakan pada mesin - mesin produksi termasuk pada penyekrapan akan memiliki tingkat kualitas permukaan yang berbeda-beda untuk masing-masing tingkat kekerasan bahan tersebut, hal tersebut dapat langsung dilihat pada bekas hasil pengerjaan atau cip yang dihasilkan.

1.1 Proses Penyekrapan

Dalam pelaksanaan proses penyekrapan memerlukan persiapan persiapan yang baik agar diperoleh hasil yang maksimal, antara lain :

1. Penjepitan Pahat Skrap

Pahat penyayat dipasang pada pemegang pahat dan pemegang pahat tersebut terpasang pada pelat pahat, pelat pahat tersebut kedudukannya dapat diatur naik turun dengan jalan memutar eretan pahat, naik turunnya eretan ini merupakan pengaturan dalamnya pemakanan pahat, untuk menentukan dalamnya pemakanan kita penggunaan garis pengukur kedalaman pemakanan pada eretan tadi (Daryanto, 1996).



Gambar 1. Susunan Pencekaman Alat Potong

Posisi pemasangan ujung pahat jangan terlampaui panjang dari penjepitnya sebab dapat mengakibatkan patah, karena ujung pahat menahan beban terlalu besar. Disamping itu pahat harus dalam posisi tegak lurus terhadap benda kerja dan pada saat penyayatan pada langkah maju, sayatan pahat harus sesuai dengan kecepatan potong untuk bahan dan kekuatan pahat yang digunakan. Penyayatan yang terlalu dalam mengakibatkan pahat akan bengkok atau patah.

- a. Menentukan kecepatan potong sesuai dengan jenis bahan dan jenis pahat yang digunakan.
- b. Menggunakan *feeding* sesuai dengan tipe pemakanan.

Setelah langkah-langkah di atas dikerjakan selanjutnya penyekrapan dapat dikerjakan. Pahat bergerak dari kanan ke kiri atau sebaliknya tergantung dari pahat sayat yang digunakan, pahat rata kanan atau pahat rata kiri. Ditinjau dari gerakan laju sayatan pahat skrap dibedakan menjadi beberapa pengerjaan, antara lain :

1. Menyekrap Bidang Rata

Untuk menyekrap bidang rata, gerakan pahat skrap yang menyayat benda kerja harus berada posisi kearah mendatar, baik dari arah kiri maupun ke kanan.

2. Menyekrap Alur Dalam

Penyekrapan alur dalam pada umumnya dikerjakan untuk benda kerja berlubang dan pengerjaannya memerlukan ketelitian, terutama pada saat menyatel dan memulai menyekrap. Apabila menjumpai benda kerja yang panjang, pembuatan alur dalam menggunakan pahat yang disambung dengan tangkai pahat.

3. Menyekrap bidang sudut

Cara pengaturan sudut pada *support* perlu diperhatikan untuk mengetahui kemiringan pahat skrap sehingga benda kerja yang akan disayat sesuai dengan kemiringan sudut yang dikehendaki.

4. Menyekrap bidang tegak

Dalam menyekrap bidang tegak, gerakan penyayatan pahat dari atas ke bawah dan posisi meja tidak bergerak, sedang ujung pahat diturunkan tiap kali mengadakan penyayatan. Adapun posisi pemegang pahat dalam keadaan miring. Hal tersebut tidak akan mempengaruhi gesernya pahat, karena kedudukan *support* tidak berubah.

5. Menyekrap Bidang Alur

Pembuatannya lebih mudah bila dibandingkan dengan alur dalam, karena pengaturan pahat maupun benda kerja tidak seteliti apabila dibanding dengan pembuatan alur luar.

6. Menyekrap Bidang Tingkat

Cara penyekrapan bidang bertingkat hampir sama dengan menyekrap bidang tegak. Sayatan dilakukan beberapa kali sampai membentuk tingkatan. Posisi pemegang pahat dimiringkan dan digunakan pahat datar pahat tegak. Disamping itu perlengkapan bantu mesin juga

tidak kalah pentingnya dalam proses penyekrapan. Tanpa alat bantu pengerjaan benda kerja tidak akan sempurna, bahkan tidak dapat mengerjakan benda kerja yang dikehendaki. Peralatan tersebut antara lain :

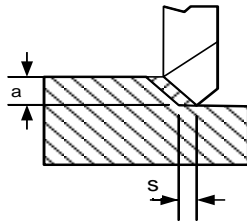
1.2 Feeding (Ketebalan Pemakanan)

Pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat penyayat ketika langkah pemakanan berlangsung. *Feeding* merupakan besaran yang menunjukkan seberapa tebal pahat penyayat saat melakukan pemakanan. *Feeding* (ketebalan pemakanan) juga tergantung pada tipe pemakanan, jenis bahan yang dikerjakan dan pahat penyayat yang digunakan.

Menurut syamsir (1989) kualitas permukaan potong tergantung pada kondisi pemotongan, misalnya kecepatan potong rendah dengan *feed* dan *depth of cut* yang besar akan menghasilkan permukaan kasar sebaliknya kecepatan potong tinggi dengan *feed* dan *depth of cut* kecil menghasilkan permukaan yang halus.

Tujuan *roughing* adalah untuk mengurangi ukuran benda kerja secepat-cepatnya tanpa memperhatikan kualitas permukaan hasil penyekrapan, hingga mendekati ukuran yang dikehendaki. Namun pada proses *finishing* digunakan *feeding* (ketebalan pemakanan) yang relatif kecil. Hal inipun disesuaikan dengan dengan tujuan *finishing* yaitu untuk menghasilkan kualitas permukaan benda kerja dengan tingkat kekasaran yang dikehendaki. *Finishing* selalu menggunakan *feeding* (ketebalan pemakanan) yang tipis, sehingga dapat disimpulkan bila *feeding* tipis maka akan menghasilkan permukaan yang halus dan sebaliknya bila *feeding* tebal akan menghasilkan permukaan yang kasar.

Feeding pada mesin skrap dilakukan dengan cara manual, hanya saja hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian yang berupa kasarnya permukaan benda kerja dan permukaan benda tersebut tidak konstan. Kerugian tadi dapat dihindari dengan cara menggerakkan gerak pemakanan secara otomatis, roda gigi dengan alur T digerakkan oleh poros mesin, di dalam slot (alur) ada baut yang digeser dan dikunci disembarang posisi, pada spindle penggerak meja dipasang roda gigi ratchet dengan lidah jentera (lidah pengungkit). Baut dan lidah pengungkit dihubungkan dengan batang penggerak waktu gerakan maju, gerakan putar dari lidah pengungkit dipindahkan ke spindle penggerak meja, pada gerakan berikutnya batang penggerak bergerak mundur dan lidah pengungkit melewati roda gigi ratchet diantara 2 roda gigi, dengan memutar lidah pengungkit 180⁰, maka arah pemakanan terbalik, pemakanan (*feed*) dapat disatel dengan baut, pengerjaan kasar lidah pengungkit biasanya melewati beberapa gigi, penyelesaian akhirnya melewati gigi demi gigi.



Gambar 2. Kedalaman Pemakanan.

Banyaknya pemakanan (A) tergantung kepada kerataan pengerjaan mesin (kasar/halus) Penampang tatal (A) = kedalaman pemakanan (a) x lebar penyayatan (s). Untuk posisi awal, skala nonius handle eretan diseting pada angka nol. Pengaturan kedalaman pemakanan dilakukan dengan cara memutar handle eretan sambil melihat angka skala nonius yang menunjukkan jumlah kedalaman pemakanan. Pengaturan tebalnya pemakanan dilakukan dengan cara memutar poros penggerak meja mesin setiap kali awal pergerakan langkah memotong.

1.3. Material Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,30 %, baja karbon sedang mengandung 0,30 sampai 0,60 % karbon dan baja karbon tinggi mengandung karbon 0,60 sampai 0,80 % kekuatan tarik baja ini lebih rendah bila dibanding dengan baja kil dan baja semi kil.

1.4 Kekasaran Permukaan dan Pengukuran

Hasil penyekrapan adalah benda kerja yang dihasilkan setelah mengalami perlakuan pada mesin skrap yang meliputi pengurangan ukuranukuran karena pemakanan yang dilakukan oleh pahat. Hasil penyekrapan dapat dikatakan baik atau buruk didasarkan pada dua faktor, yaitu ketepatan pada ukuran-ukurannya atau kepresisian dan tingkat kualitas permukaan yang dihasilkan. Melihat kedua faktor tersebut maka hasil penyekrapan dapat dikatakan baik apabila benda yang dihasilkan sesuai dengan ukuran yang dikehendaki dan permukaan benda kerja mempunyai tingkat kekasaran yang rendah. Kriteria mengenai kasar dan halus masih ditentukan melalui pengukuran dari permukaan setelah perlakuan. Apabila permukaan yang saling berhubungan tersebut kasar, maka akan menjadi cepat rusak sebelum operasinya dapat maksimal. Permukaan yang kasar dari komponen juga akan mengurangi efisiensi kerja karena harus diproses selanjutnya agar diperoleh permukaan yang halus. Setiap pembuatan komponen mesin pasti disyaratkan tentang kehalusan atau toleransi kekasarannya dan biasanya dicantumkan dalam gambar kerja komponen yang akan dibuat.

Adapun hal-hal yang mempengaruhi tingkat kekasaran hasil penyekrapan, antara lain :

- Bahan
- Pahat skrap
- Pendingin
- Laju dan *Feeding*
- Kecepatan sayat
- Langkah pemakanan

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan perlengkapan disesuaikan dengan kebutuhan untuk memperoleh data tentang pengaruh *feeding* terhadap tingkat kekasaran permukaan material baja karbon.

2.1 Desain Eksperimen

Desain eksperimen merupakan langkah-langkah yang perlu diambil sebelum eksperimen dilakukan agar data yang diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa hasil dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang akan dibahas. Dalam pelaksanaannya penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dimana satu atau lebih kelompok eksperimen dikenakan satu atau lebih kondisi perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kontrol yang dikenai perlakuan (Sumadi, 1988).

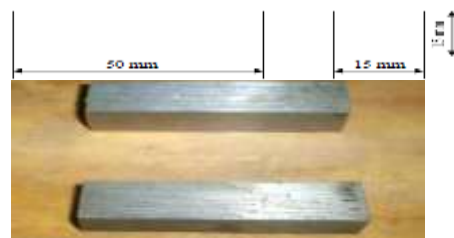
2.2 Subyek Penelitian

Subyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon. dengan ukuran tebal 15 mm dan panjang 50 mm berjumlah 9 batang. Sebelum dilakukan proses eksperimen sebelumnya bahan diuji kekasarannya dahulu yang bertujuan untuk mendapatkan data sebelum perlakuan *feeding*, untuk mengetahui besarnya perbandingan variabel kontrol dari spesimen tersebut.

Pahat skrap yang digunakan dalam penelitian ini adalah HSS serta alat ukur adalah *surface tester*, sedangkan untuk pendingin digunakan droumus.

2.3 Dimensi Benda Kerja dan Pahat Skrap

Dalam pembuatan dimensi benda kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut untuk benda kerja mempunyai ukuran panjang 50 mm, lebar 15 mm dan tebal 15 mm.



Gambar 3. Ukuran dan Dimensi Benda Kerja

Model pahat yang digunakan adalah pahat skrap rata kanan yang mempunyai dimensi dan ukuran sebagai berikut :



Gambar 4. Ukuran dan Dimensi Pahat Skrap

2.4 Waktu dan tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan pada bulan Mei 2010. Adapun tempat pelaksanaan penelitian berada di :

- a. PT. Itokoh Ceperindo - Medan
- b. Departemen Pendidikan Nasional Growth Center Kopertis Wilayah - I Sumut

2.5 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan

melakukan proses pengujian pada bahan, adapun proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi bahan dan pengujian kekasaran bahan. Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil dari uji kekasaran permukaan benda kerja.

- 1. Persiapan alat dan bahan
- 2. Pengukuran hasil penelitian
- 3. Pengujian

III. PEMBAHASAN

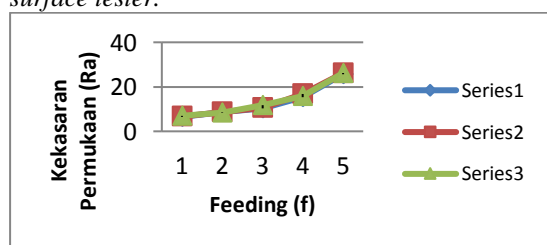
Pengujian kekasaran permukaan menghasilkan data berupa angka kekasaran permukaan rata - rata (R_a). Data tersebut diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan alat ukur kekasaran (*surface tester*) terhadap baja karbon. Pengukuran tersebut dilakukan setelah baja karbon tersebut di skrap dengan lima variasi *feeding* yaitu 0,18 mm, 0,28, 0,38 mm, 0,48, dan 0,58 mm. Adapun hasil pengukuran dari baja karbon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Nilai Kekasaran Permukaan Spesimen Baja Karbon

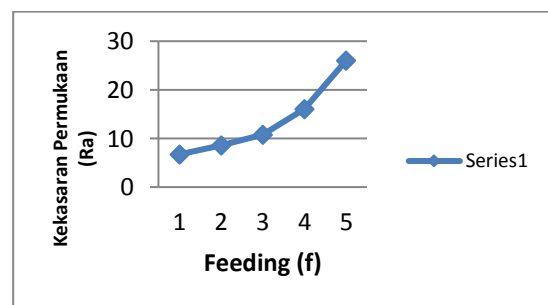
No	Feeding	Harga Kekasaran Permukaan (R_a)			Rata-Rata (R_a)
		μm			
		S1	S2	S3	
1	0.18	6.48	6.69	6.99	6.72
2	0,28	8.55	8.71	8.5	8.59
3	0.38	10.26	10.44	11.72	10.80
4	0.48	15.42	16.9	15.83	16.05
5	0.58	25.7	26.17	26.19	26.02

Nilai kekasaran permukaan untuk tiap kelompok perlakuan (sesudah *feeding*) yaitu: Nilai kekasaran permukaan pada *feeding* 0,18 mm adalah 6,72 μm , nilai kekasaran permukaan pada *feeding* 0,28 mm adalah 8,59, nilai kekasaran permukaan pada *feeding* 0,38 mm adalah 10,81 μm , nilai kekasaran permukaan pada *feeding* 0,48 mm nilai kekasaran permukaan adalah 16,5 dan nilai kekasaran permukaan pada *feeding* 0,58 mm adalah 26,02 μm .

Berikut ini adalah grafik hasil percobaan spesimen nilai kekasaran permukaan pada masing - masing *feeding* 0.18 mm, 0,28 mm, 0.38 mm, 0,48 mm dan 0.58 mm dengan menggunakan alat ukur *surface tester*.



Gambar 5. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan



Gambar 6. Grafik Nilai Kekasaran Permukaan

Memperhatikan Gambar 5. Yaitun grafik *feeding* 0.18 mm, 0,28 mm, 0.38 mm, 0,48 mm dan 0.58 mm), pada masing - masing percobaan spesimen ini terjadi ke tidak stabilan nilai kekasaran antara perlakuan spesimen 1, spesimen 2 dan specimen 3, ini bisa terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain:

- a. Faktor manusia (operator yang menjalankan mesin)
- b. Faktor keausan mata pahat yang terus menerus di pakai
- c. Faktor mesin yang tidak standart lagi

Sedangkan hasil chip yang di hasilkan pada setiap feeding berbeda - beda besar gram yang dihasilkan tergantung besar dari *feeding* itu sendiri. Nilai kekasaran pada feeding 0,18 mm adalah sebesar 6,72 μm . Pada feeding ini nilai kekasaran permukaannya lebih kecil (lebih halus) dibandingkan yang lainnya. Hal ini dapat dilihat chipnya yang kecil-kecil dan teratur, pada gambar di bawah. Nilai kekasaran permukaan spesimen baja karbon dengan *feeding* 0,38 mm adalah sebesar 10,81 μm , pada *feeding* ini nilai kekasarannya lebih besar (lebih kasar) bila dibandingkan dengan *feeding* 0,18 mm, dan bisa dilihat dengan chipnya yang agak panjang, patah-patah juga potongan tidak teratur dan warna dari spesimen yang hampir berubah. Perubahan tersebut selain kerasnya bahan, aspek penggunaan pahat juga sangat mempengaruhi.

Selanjutnya yang terakhir adalah nilai kekasaran permukaan specimen baja karbon dengan *feeding* 0,58 mm adalah sebesar 26,02 μm , pada *feeding* ini nilai kekasaran permukaannya adalah yang paling besar (paling kasar) diantara yang lainnya. Hal tersebut dapat dilihat dari bentuk chipnya yang tebal, patah-patah dan tidak teratur juga warna yang berubah yang dikarenakan baja terlalu keras, sehingga pendinginan tidak mampu menetralkan panas yang keluar saat proses penyekrapan. Berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian ini didapatkan perbedaan nilai kekasaran permukaan spesimen (baja karbon) pada masing - masing perlakuan (*feeding*) dan bentuk Chip yang berbeda pula.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian bahwa faktor *feeding* ikut menentukan tingkat kekasaran permukaan hasil penyekrapan disamping faktor-faktor lainnya. Data hasil penelitian yang telah di diskripsikan dalam bentuk diagram untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan dari spesimen hasil penyekrapan dengan menggunakan *feeding* yang berbeda yaitu; 0,18 mm, 0,28 mm, 0,38 mm, 0,48 mm dan 0,58 mm.

Hasil pengukuran didapat adalah 6,72 μm , 8,59 μm 10,8 μm , 16,05 μm 26,02 μm , semakin besar *feeding* yang digunakan semakin besar pula tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan yang berdampak pada chipnya. Besar nilai kekasaran permukaan antara *feeding* terlalu besar yaitu 10,08 μm dan 15,33 μm . Hal ini disebabkan karena spesimen baja karbon yang di gunakan mempunyai tingkat kekerasan yang lebih besar. Dalam hal ini penggunaan kedalaman pemakanan sama yaitu sebesar (a) 0,10 mm dan kecepatan potong (Vc) yang digunakan juga sama yaitu 15 mm/menit.

Perbedaan kekerasan pada spesimen baja karbon juga akan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan hasil penyekrapan pada specimen baja karbon, hal ini dikarenakan pada waktu penyekrapan spesimen baja karbon yang mempunyai tingkat kekerasan yang lebih rendah dan dengan *feeding* yang kecil pahat akan mudah menusuk/pemakanan benda kerja dan mudah saat membelokkan chip, sehingga aliran chip mudah diuraikan dan aliran chip

tidak putus-putus (kontiniu). Aliran chip yang kontinyu akan mengurangi alur-alur pada benda kerja. Spesimen baja karbon yang mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi dengan *feeding* yang besar akan mengakibatkan pahat akan sulit menusuk benda kerja dan chip sulit untuk diuraikan, sehingga aliran chip mudah terpotong dan menjadi bagian-bagian kecil. Aliran chip yang terputus mengakibatkan alur-alur pada permukaan benda kerja dan akan mengalami perubahan warna. Selain itu penggunaan pahat yang berulang akan mengakibatkan hasil kekasaran permukaan bertambah besar.

Berdasarkan analisis data dalam penelitian ini spesimen baja karbon menghasilkan perbedaan tingkat kekasaran permukaan. *Feeding* dalam penyekrapan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan pada proses penyekrapan rata pada baja karbon. Semakin besar nilai kekasaran yang dihasilkan berarti permukaan specimen semakin kasar, hal tersebut sesuai dengan apa yang diungkapkan Syamsir (1986) bahwa dengan penggunaan *feeding* (pemakanan) yang kecil akan menghasilkan kualitas permukaan yang halus, sebaliknya dengan pemakanan yang besar akan menghasilkan kualitas

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasannya, kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Adanya pengaruh *feeding* terhadap tingkat kekasaran permukaan, ini dapat dilihat dari nilai - nilai hasil pengukuran yang di dapat dan bentuk chip yang terjadi.
2. Kekasaran yang paling rendah atau kehalusan yang paling tinggi didapat dengan penggunaan *feeding* yang tidak melebihi standar ($\leq 0,38$ mm), hal tersebut dapat juga dilihat pada chip yang dihasilkan.
3. Semakin besar *feeding* yang digunakan semakin besar pula harga nilai kekasaran permukaan dengan kata lain semakin kasar permukaan yang dihasilkan, dapat juga pengaruh dari penggunaan pahat yang berulang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Boenasir. 1994. *Mesin Perkakas Produksi*. Semarang
- [2]. Daryanto. 1992. *Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta : Rineka Cipta
- [3]. Nieman, G. 1992. *Elemen Mesin I*. Jakarta : Pradya Paramita
- [4]. Harsono. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradya Paramita
- [5]. Harun, A.R. 1986. *Teori dan Praktik Kerja Logam*. Jakarta : Erlangga
- [6]. Muin, Syamsir. 1986. *Dasar-dasar Perencanaan Perkakas*. Jakarta : Rajawali Mas,

- [7]. Munadi, Sudji. 1988. *Dasar-dasar Metrologi Industri*. Jakarta : Departemen P dan K.
- [8]. Poerwadarminta, W. J. S. 1988. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka.
- [9]. Priambodo, Bambang. 1992. *Teknologi Mekanik II*. Jakarta : Erlangga.
- [10]. Shconmetz, Alois. 1985. *Pengerjaan Logam Dengan Mesin*. Bandung : Angkasa.
- [11]. Suryabrata, Sumadi. 1988. *Desain Eksperimen*. Jakarta : Rineka Cipta