

PENGARUH BEBERAPA PARAMETER PROSES TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN GERINDA RATA PADA BAJA AISI 1070 DAN HSS

Dr.-Ing Agus Sutanto
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Andalas Padang

ABSTRAK

Proses pemesinan sampai saat ini masih tetap merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam aktifitas proses produksi. Sehingga dengan demikian, penelitian mengenai proses pemesinan untuk mendapatkan parameter proses yang optimum masih tetap dilakukan. Pada proses pemesinan, aspek geometrik seperti dimensi, bentuk dan kualitas permukaan produk menjadi tujuan utama yang ingin dicapai. Demikian juga untuk tiap jenis proses akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang berbeda pula. Proses gerinda rata merupakan salah satu proses pemesinan akhir yang bertujuan untuk mendapatkan kekasaran permukaan produk yang halus. Berbeda dengan proses pemesinan yang lain seperti proses bubut atau freis, proses gerinda rata tidak menggunakan pahat potong, akan tetapi proses dilakukan dengan material abrasif yang dilakukan oleh batu gerinda dengan gaya pemotongan yang relative kecil. Karya tulis ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan parameter proses yang berkaitan dengan tebal geram ekuivalen dan tipe batu gerinda terhadap kualitas permukaan khususnya kekasaran permukaan baja karbon tinggi (AISI 1070) dan HSS setelah dilakukan proses pemesinan gerinda rata (surface grinding).

Keywords : Tebal geram ekuivalen, kekasaran permukaan

I. PENDAHULUAN

Umumnya proses pemesinan yang paling sering dilakukan seperti proses freis, bubut dan gurdi akan menghasilkan kualitas kekasaran permukaan dengan kategori normal hingga kasar ($R_a > 1 \mu\text{m}$). Untuk menghasilkan kekasaran yang halus ($0,2 \mu\text{m} < R_a < 0,4 \mu\text{m}$) hingga sangat halus ($R_a < 0,2 \mu\text{m}$), maka proses seperti yang disebut di atas sukar atau tidak mampu dibuat. Maka kategori proses pemesinan untuk menghasilkan permukaan yang halus ini antara lain dapat dilakukan dengan proses gerinda dengan mempergunakan material abrasif. Kualitas permukaan yang berkaitan dengan kekasarnya pada benda kerja hasil proses pemesinan akan berpengaruh pada fungsionalitas dan unjuk kerja komponen tersebut bila berinteraksi dengan komponen lainnya. Hal ini berkaitan dengan toleransi dan suaian dari komponen yang berpasangan, sehingga harus memiliki spesifikasi geometrik yang sempit yang harus dipenuhi oleh produk.

Pengamatan terhadap kualitas kekasaran permukaan hasil pengerjaan gerinda dilakukan agar diperoleh kondisi pemesinan yang optimal untuk suatu jenis proses yang diinginkan. Dalam hal ini yang menjadi batasan adalah kekasaran permukaan benda kerja hasil proses gerinda rata (*surface grinding*).

Tujuan utama dilakukannya pengamatan ini adalah untuk mengetahui karakteristik parameter proses pemesinan yang optimal pada proses gerinda rata yang diwakili oleh sebuah parameter yang disebut

tebal geram ekuivalen. Disamping itu perlu juga diketahui kesesuaian batu gerinda dengan benda kerja yang akan dipotong.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Proses gerinda dilaksanakan dengan mesin gerinda menggunakan pahat berupa batu gerinda berbentuk piringan (*grinding wheel/disk*) yang dibuat dari campuran serbuk abrasif dan bahan pengikat dengan komposisi dan struktur tertentu. Batu gerinda yang dipasang pada spindle/ poros utama tersebut berputar dengan kecepatan tertentu tergantung pada diameter dan putarannya, maka kecepatan *peripheral* pada tepi batu gerinda dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$v_s = \pi \cdot d_s \cdot n_s / 60.000 ; [\text{m/s}]$$

dimana :

- v_s kecepatan periferal batu gerinda, biasanya berharga sekitar 20 s.d 60 m/s
- d_s diameter batu gerinda ; [mm]
- n_s putaran batu gerinda; [r/min]

Tergantung pada bentuk permukaan yang dihasilkan, pada garis besarnya proses gerinda digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu :

1. gerinda silindrik (*cylindrical grinding*) untuk menghasilkan permukaan silindrik
2. gerinda rata (*surface grinding*) untuk menghasilkan permukaan rata / datar.

Seperti halnya dengan proses pemesinan yang lain setelah jenis mesin, cara pemrosesan, bentuk dan jenis batu gerinda dipilih tindakan berikutnya adalah menentukan harga variabel proses seperti kecepatan tangensial, kecepatan makan, dan kedalaman penggerindaan. Pada sistem penggerindaan tertentu, yang merupakan gabungan antara suatu jenis material benda kerja dengan suatu jenis batu gerinda pada suatu kondisi kekakuan tertentu, maka gaya dan daya penggerindaan, umur batu gerinda, kehalusan dan kesempurnaan permukaan (surface integrity) akan tertentu harganya tergantung pada harga variabel proses yang dipilih. Dengan demikian, pemilihan harga variabel proses tersebut sangat menentukan keberhasilan perencanaan proses.

Dari hasil penelitian, ternyata ditemukan suatu parameter dasar yang berlaku bagi semua proses penggerindaan. Korelasi antara parameter dasar tersebut dengan beberapa variabel proses dapat dimanfaatkan untuk mempermudah perencanaan proses penggerindaan. Oleh sebab itu, akan dibahas parameter dasar ini yang dikenal dengan nama tebal geram ekuivalen (*equivalent chip thickness*, h_{eq}).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan berdasarkan *study* perbandingan yang dilakukan oleh *International Institution For Engineering Research* (CIRP) telah disimpulkan mengenai adanya suatu parameter dasar proses gerinda yang kemudian dinamakan dengan tebal geram ekuivalen (*equivalent grinding chip thickness*, h_{eq}). Istilah ini mirip dengan istilah tebal geram (*chip thickness*: h) yang digunakan untuk menentukan gaya pemotongan dan umur pahat. Secara langsung memang tidak praktis dan hampir tidak mungkin untuk mengukur tebal geram hasil proses gerinda yang berupa serbuk serta menghubungkannya secara matematik dengan geometri mata potong yang tak beraturan pada serbuk abrasif batu gerinda. Oleh karena itu wajar apabila dicari suatu harga ekuivalennya tebal geram ekuivalen ini dapat didefinisikan sebagai berikut.

Tebal geram ekuivalen (untuk proses gerinda) adalah tebal suatu pita material fiktif yang diumpamakan mengalir keluar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan *peripheral* batu gerinda sebagai hasil proses penggerindaan untuk selapis material benda kerja yang bergerak masuk dengan kecepatan tertentu dimana azas kontinuitas volume tetap berlaku.

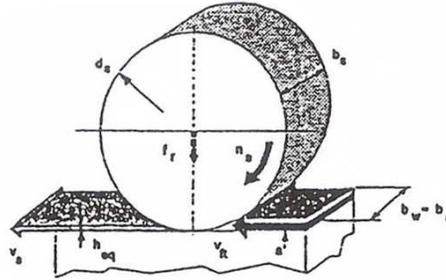
Secara matematik, tebal geram ekuivalen ini didefinisikan sebagai berikut,

$$h_{eq} = Z' / v_s ; [\text{mm}]$$

dimana :

h_{eq} tebal geram ekuivalen [μm]
 Z' kec. penghasilan geram [mm^3/s]
 v_s kec. *peripheral* batu gerinda [m/s]

Berdasarkan azas kontinuitas volume, tebal geram ekuivalen untuk **proses gerinda rata** diturunkan dari persamaan seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1: Penentuan tebal geram ekuivalen untuk proses gerinda rata

Secara matematik, tebal geram ekuivalen untuk pemesinan dengan gerinda rata adalah sebagai berikut

$$h_{eq} = f_r \cdot v_{fr} / v_s ; [\text{mm}]$$

dimana,

f_r gerak makan radial atau disebut juga kedalaman penggerindaan [$\text{mm}/\text{langkah}$]

v_s kecepatan *peripheral* batu gerinda; [m/s]

v_{fr} kecepatan translasi benda kerja; [mm/s]

III. METODOLOGI PERCOBAAN

Untuk melakukan penelitian ini diperlukan mesin gerinda rata dan beberapa instrumen pengukuran geometrik terutama alat ukur kekasaran permukaan. Proses penelitiannya sendiri melibatkan beberapa material benda kerja yaitu dari jenis baja plain karbon dan baja paduan serta dua jenis batu gerinda yang mewakili kekasaran butirmya. Pengukuran hasil penggerindaan dilakukan dengan surface tester.

3.1 Peralatan yang Dipakai

Pada penelitian kekasaran permukaan yang dilakukan di laboratorium inti teknologi produksi kali ini digunakan beberapa macam peralatan, yang berfungsi sebagai alat sekaligus media proses untuk pencapaian tujuan yang telah ditentukan terlebih dahulu. Beberapa peralatan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

A. Mesin Gerinda Rata

Mesin yang digunakan adalah mesin gerinda rata (*surface grinding machine*), pada dasarnya proses penggerindaan merupakan akhir dari proses pemesinan. Spesifikasi mesin gerinda yang digunakan sebagai berikut :

- Model : HZ-Y 200 (Hangzhou Machine Tools)
- *Table working surface width* 200 mm
- *Table working surface length* 450 mm
- Daya 1,1 kW. 220 V/3 fasa

- Putaran motor 2870 rpm



Gambar 2: Mesin gerinda rata

Proses gerinda rata dilakukan dengan cara memanfaatkan gerak relatif antara pahat dengan benda kerja, dimana gerak potong dilakukan oleh batu gerinda dan gerak makan dilakukan oleh benda kerja.

B. Batu Gerinda (*Grinding Wheel*)

Batu gerinda dibuat dari campuran serbuk abrasif dengan bahan pengikat. Variasi yang bisa diturunkan dari kombinasi dua elemen ini amat banyak, karena jenis dan ukuran serbuk abrasif, jenis bahan pengikat, persentase serta kepadatan (*compactness*) atau porositas (*porosity*) dapat diatur sesuai dengan keinginan pada waktu batu gerinda ini dibuat. Dalam pengujian ini digunakan dua jenis batu gerinda yang berbeda, perbedaan dari batu gerinda tersebut terletak pada ukuran butir (*grain size*).

Kodifikasi dua buah batu gerinda yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis batu gerinda dengan merek Norton :

- | | |
|-------------|-----------------------|
| 1. A 46 Q V | } 8" x 3/4" x 1- 1/4" |
| 2. A 80 P V | |

Arti dari kode tersebut adalah :

- A bahan: Al_2O_3 (*Aluminium oxides*)
 46, 80 merupakan ukuran serbuk abrasif
 46 (medium) dan 80 (kasar)
 Q, P merupakan kekerasan atau kekuatan ikatan
 batu gerinda, kode Q dan P merupakan
 grade yang keras.
 V merupakan jenis bahan pengikat *vitrified*.
 8" diameter gerinda (8 inchi)
 3/4" lebar batu gerinda (3/4 inchi)
 1- 1/4" diameter lubang *bushing* batu gerinda

C. Alat Ukur

Beberapa jenis alat ukur yang digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah :

Mistar Ukur: Mistar pelat baja dengan kecermatan 1 mm digunakan untuk pengukuran dimensi awal

benda kerja sebelum di potong ataupun setelah di potong, serta digunakan untuk pengaturan jarak benda kerja di atas meja kerja sebelum dilakukan proses gerinda.

Surface Roughness Tester: Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini untuk mengukur kekasaran permukaan adalah *surface roughness tester* (*surf test 402*) dengan merk Mitutoyo, seperti **Gambar 3**.



Gambar 3: Surface tester

3.2 Metode Pengujian

3.2.1 Variabel yang Ditentukan pada Pengujian

Variabel yang ditentukan adalah:

- A. jenis batu gerinda yaitu:
1. A 46 Q V
 2. A 80 P V
- B. material benda kerja yaitu:
1. AISI 1070
 2. HSS

3.2.2 Parameter yang Divariasikan

Pada pengujian ini parameter yang divariasikan adalah:

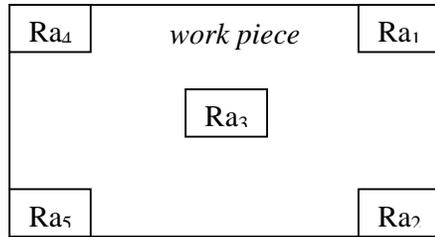
1. kecepatan translasi meja (v_f)
2. kedalaman makan (a)

3.3.3 Pengukuran Kekasaran Permukaan Hasil Gerinda Rata

Pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester* yang dilakukan setelah pengkalibrasian alat ukur. Pengukuran nilai kekasaran permukaan objek ukur dilakukan di atas meja rata beberapa saat setelah pemesinan selesai, dengan maksud supaya kondisi benda kerja lebih stabil. Pengukuran benda kerja hasil proses gerinda, untuk mendapatkan harga kekasaran permukaan di ukur dengan arah **pengukuran sejajar dan tegak lurus** dengan arah pemesinan.

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan mengadaptasi metode rata-rata (**Gambar 4**), dimana kekasaran permukaan di ukur pada lima titik pengukuran, kemudian hasil yang didapat dirata-ratakan. Harga kekasaran permukaan rata-rata itu dijadikan sebagai nilai kekasaran permukaan.

$$Ra = \frac{Ra_1 + Ra_2 + Ra_3 + Ra_4 + Ra_5}{5}$$



Gambar 4: Posisi titik pengukuran kekasaran permukaan

Jumlah pemotongan benda kerja dan pengukuran kekasaran permukaan hasil proses gerinda rata dilakukan pada dua material yang berbeda (baja karbon menengah dan HSS) serta menggunakan dua buah batu gerinda yang berbeda pula (batu gerinda A 46 QV dan A 80 PV), diperoleh total pemotongan 100 kali dan total pengukuran 1000 kali dari kombinasi beberapa parameter yang telah ditentukan.

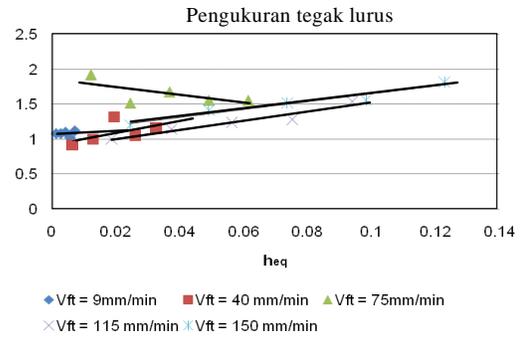
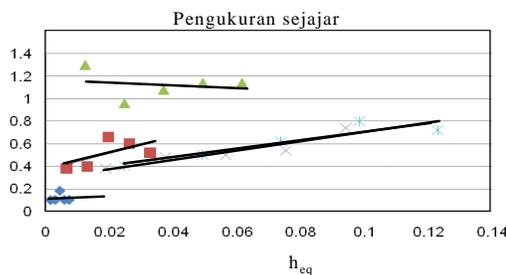
3.3.4 Prosedur Pengolahan dan Analisis Data

Setelah diperoleh data kekasaran permukaan dari benda kerja, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *microsof office excel*. Pada pengolahan data ini akan diperoleh harga tebal geram ekuivalen dari persamaan yang telah ada, kemudian dapat dibuat hubungan beberapa grafik. Adapun grafik yang akan diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Grafik hubungan tebal geram ekuivalen (h_{eq}) dengan kekasaran permukaan,
2. Grafik hubungan antara ukuran butir batu gerinda dengan kekasaran permukaan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

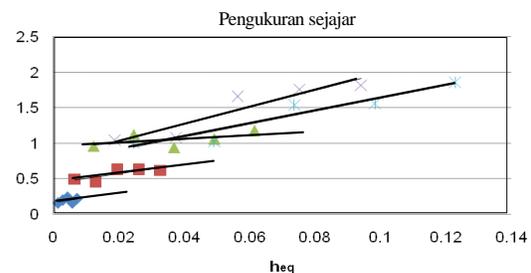
Dari data pengujian yang telah dilakukan pada dua buah material yang berbeda (HSS dan AISI 1070), dan dua buah batu gerinda yang berbeda (A 46 QV dan A 80 PV), serta beberapa variabel yang divariasikan yaitu kecepatan tangensial meja dan kedalaman makan. Setelah proses penggerindaan dilakukan akan didapatkan data kekasaran permukaan yang kemudian diolah menjadi grafik, beberapa grafik tersebut dapat dilihat pada bagian berikut ini.

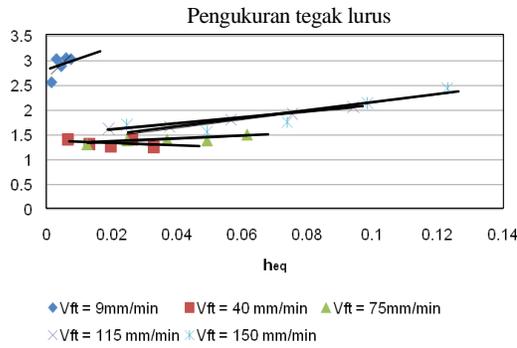


Grafik 5: Hubungan Ra [μm] vs tebal geram ekuivalen [h_{eq}] pada material AISI 1070 dengan batu gerinda A 46 QP

Dari **Grafik 5** dapat dilihat bahwa hubungan antara tebal geram ekuivalen dengan kekasaran permukaan (Ra) pada umumnya relatif berbanding lurus, dimana semakin besar harga tebal geram ekuivalen yang diperoleh maka semakin besar pula harga kekasaran permukaan yang dihasilkan. Pengecualian terjadi pada kecepatan perifer 75 mm/min, dimana dapat dilihat pada kecepatan tersebut harga kekasaran cenderung mengalami penurunan dengan kenaikan harga tebal geram ekuivalen. Terdapat perbedaan hasil nilai kekasaran permukaan yang didapat dengan pengukuran sejajar dan tegak lurus arah penggerindaan. Pada pengukuran sejajar diperoleh nilai kekasaran permukaan lebih rendah daripada pengukuran tegak lurus.

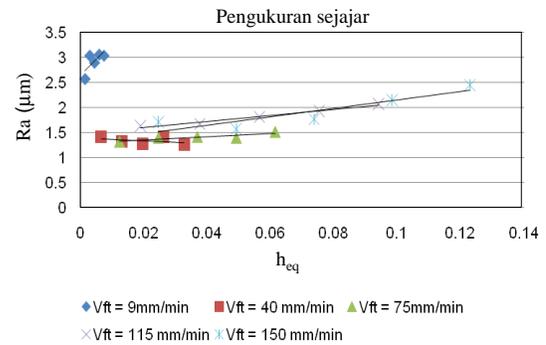
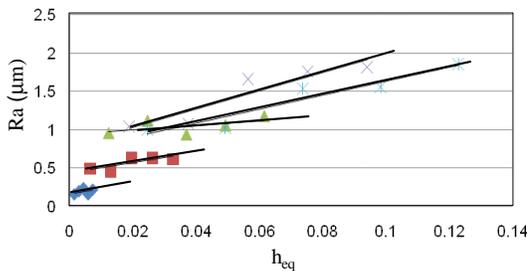
Dilihat dari hasil grafik yang diperoleh, bahwa harga kekasaran permukaan yang terkecil diperoleh pada kecepatan tangensial meja (kecepatan makan) yang terkecil dan juga kedalaman makan yang terkecil dengan kecepatan peripheral yang sama. Hal ini telah sesuai dengan teori yang ada bahwasanya apabila kontak pahat dengan benda kerja tersebut terjadi sangat lambat, maka hasil yang diperoleh akan terlihat lebih halus





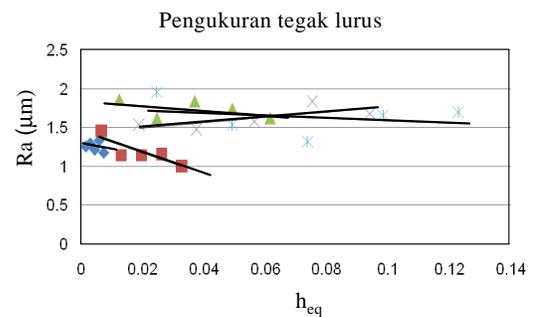
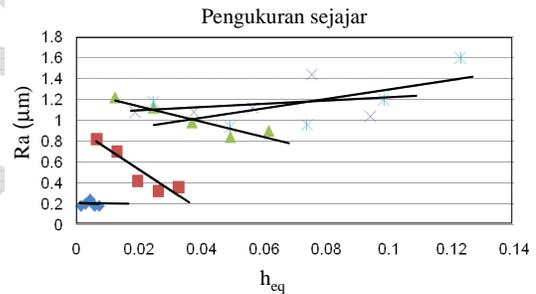
Grafik 6: Hubungan kekasaran permukaan, Ra [µm] vs tebal geram ekuivalen pada material HSS dengan batu gerinda A 46 QV

Dari **Grafik 6** diperoleh harga kekasaran permukaan HSS lebih kecil dibandingkan dengan material baja karbon tinggi (AISI 1070) yang disajikan pada **Grafik 5**. Dilihat hasil pada material baja karbon tinggi harga kekasaran permukaan berkisar antara 0.1 µm sampai dengan 1.3 µm (setara dengan N6). Sedangkan pada material HSS diperoleh hasil yang berkisar antara 0.1 µm sampai dengan 0.5 µm (setara dengan N5). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya material HSS merupakan baja paduan yang ulet dan memiliki butir yang lebih halus dibandingkan baja karbon karena pengaruh penambahan unsur Vanadium pada paduan. Arah pengukuran juga memiliki pengaruh yang sama dengan material sebelumnya. Didapatkan nilai kekasaran pengukuran sejajar lebih rendah dibandingkan tegak lurus. Ini disebabkan oleh pengaruh arah butir batu gerinda dengan material yang digerinda, sebab apabila diukur searah alur yang sejajar proses penggerindaan, sensor pada alat ukur kekasaran permukaan tersebut hanya melewati satu alur saja dan otomatis akan memperoleh hasil yang lebih halus. Sedangkan untuk pengukuran yang tegak lurus dengan arah pengerjaan, maka sensor *surface roughness tester* tersebut akan melewati beberapa lembah dan bukit yang otomatis akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih tinggi. Secara umum bisa dilihat bahwa batu gerinda A 46 QV menghasilkan kualitas permukaan yang lebih bagus pada penggerindaan HSS daripada baja karbon tinggi (AISI 1070)



Grafik 7: Hubungan kekasaran permukaan vs tebal geram ekuivalen pada material AISI 1070 dengan batu gerinda A 80 PV

Dari **Grafik 7** pada pengukuran sejajar dapat dilihat bahwa tebal geram ekuivalen memiliki hubungan berbanding lurus dengan kekasaran permukaan. Nilai kekasaran tertinggi didapat pada tebal geram ekuivalen yang tinggi pula. Untuk pengukuran tegak lurus, tebal geram ekuivalen tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap harga kekasaran. Hal ini dapat dilihat pada grafik yang diperoleh cenderung tidak mengalami kenaikan harga kekasaran yang signifikan dengan kenaikan harga h_{eq} .



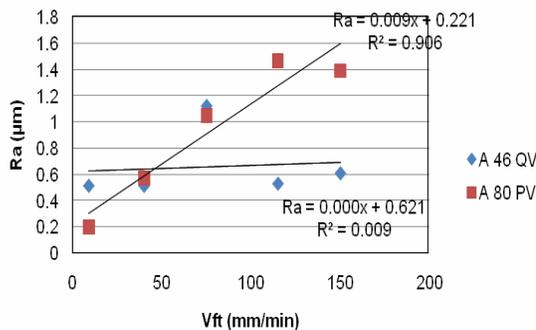
Grafik 8: Hubungan kekasaran permukaan vs tebal geram ekuivalen pada material HSS dengan batu gerinda A 80 PV

Pada **Grafik 8** pengukuran tegak lurus dapat dilihat nilai h_{eq} tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai kekasaran permukaan. Variabel yang divariasikan pada saat pengambilan data memperoleh hasil yang bervariasi pula. Tebal geram

ekuivalen yang dihasilkan dipengaruhi oleh kedalaman makan penggerindaan, kecepatan makan atau kecepatan translasi benda kerja dan diameter batu gerinda juga akan mempengaruhi terhadap harga tebal geram ekuivalen yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pada grafik diatas bahwa semakin besar kedalaman makan (a) yang diberikan, maka harga tebal geram ekuivalen yang terjadi akan semakin besar pula.

Harga kekasaran permukaan juga dipengaruhi oleh kedalaman makan, dimana apabila kedalaman makan penggerindaan semakin besar, maka harga kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin besar pula dan begitu juga sebaliknya. Hasil yang seperti ini sudah umum terjadi, hal ini disebabkan kontak antara pahat dan benda kerja tersebut semakin besar sehingga gaya pemotongan pun akan semakin tinggi pula, ini akan berdampak terhadap kinerja dari mesin tersebut.

Kekasaran permukaan dari hasil proses penggerindaan dipengaruhi oleh ukuran butir batu gerinda (*grain size*). Menurut standar ISO (525-1975 E) ukuran serbuk dikodekan dengan angka yang kurang lebih menunjukkan 10 kali ukuran serbuk sebenarnya dalam micrometer (μm). Kode ini biasanya dipakai oleh Negara-negara Eropa, sedangkan di Amerika digunakan kode angka yang menyatakan ukuran saringan (*grit size*). Menurut kode *grit size*, angka yang besar menunjukkan bahwa ukuran serbuknya kecil (kebalikan dengan *grain size*).

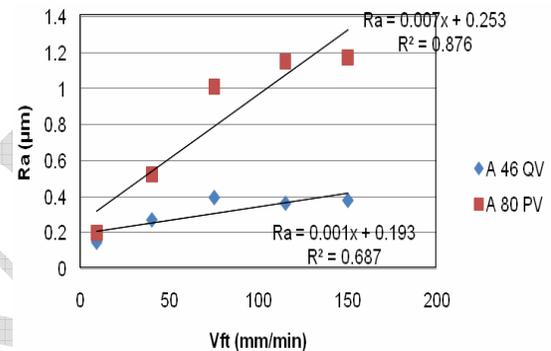


Grafik 9: Harga kekasaran permukaan pada material AISI 1070 berdasarkan ukuran butir batu gerinda (*grain size*)

Pada penelitian kali ini digunakan ukuran serbuk abrasive 46 μm dan 80 μm . Angka 46 mikrometer (μm) tergolong pada ukuran yang medium, sedangkan angka 80 mikrometer (μm) tergolong ukuran serbuk yang kasar. Dari penggunaan kedua jenis ukuran serbuk ini angka yang lebih kecil tentunya akan menghasilkan angka kekasaran permukaan yang lebih halus dibandingkan dengan menggunakan ukuran serbuk 80 μm . Dari **Grafik 9** di atas dapat dilihat bahwa ukuran butir gerinda yang halus (A 46 QV) menghasilkan harga kekasaran yang rendah jika dibandingkan dengan

dengan batu gerinda dengan butir kasar (A 80 PV). Antara kedua jenis batu gerinda yang di uji terdapat perbedaan karakteristik masing-masingnya. Pada batu gerinda dengan ukuran butir halus menghasilkan grafik yang cenderung lebih landai. Artinya bahwa untuk batu gerinda jenis ini kecepatan tangensial meja tidak memiliki pengaruh yang terlalu besar terhadap nilai kekasaran yang dihasilkan.

Pada batu gerinda jenis butir kasar (A 80 PV), diperoleh grafik dengan kurva yang lebih curam. Artinya bahwa dengan menggunakan batu gerinda jenis ini harus hati-hati dalam penentuan kecepatan tangensial meja. Karena kecepatan tangensial meja sangat berpengaruh terhadap harga kekasarannya. Sedikit saja kenaikan harga kecepatan meja maka harga kekasaran juga akan naik drastis.



Grafik 10: Harga kekasaran permukaan pada material HSS berdasarkan ukuran butir batu gerinda (*grain size*)

Pada **Grafik 10** dapat dilihat bahwa untuk material yang berbeda terjadi fenomena yang sama dengan grafik sebelumnya. Dimana pada batu gerinda dengan ukuran butir halus menghasilkan grafik dengan kurva yang relatif lebih landai jika dibandingkan dengan batu gerinda yang ukurannya lebih kasar. Secara umum dapat dilihat bahwa batu gerinda dengan ukuran butir yang halus akan menghasilkan harga kekasaran yang rendah jika dibandingkan dengan batu gerinda butir kasar. Batu gerinda dengan butir kasar akan menghasilkan kekasaran permukaan sekitar 2,5 kali lebih kasar jika dibandingkan dengan batu gerinda halus.

V. KESIMPULAN

- Harga tebal geram ekuivalen (h_{eq}) berbanding lurus dengan harga kekasaran permukaan (R_a)
- Pada material AISI 1070, pemakaian batu gerinda A 46 QV menghasilkan harga kekasaran rata-rata 0,5 μm sampai 1,09 μm . Untuk batu gerinda jenis A 80 PV didapat harga kekasaran rata-rata 0,2 μm sampai 2,1 μm untuk parameter proses yang sama.
- Pada material HSS, pemakaian batu gerinda A 46 QV menghasilkan harga kekasaran rata-rata 0,15 μm sampai 1,5 μm . Untuk batu

gerinda jenis A 80 PV didapat harga kekasaran rata-rata $0,2 \mu\text{m}$ sampai $1,3 \mu\text{m}$.

- Untuk batu gerinda A 46 QV, penggerindaan baja AISI 1070 optimum pada h_{eq} bernilai kecil dari $0,02 \mu\text{m}$, dan untuk HSS harga h_{eq} tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap harga R_a .
- Untuk batu gerinda A 80 PV, penggerindaan baja AISI 1070 optimum pada h_{eq} bernilai kecil dari $0,02 \mu\text{m}$, dan untuk HSS harga h_{eq} tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap harga R_a .
- Pada batu gerinda butir kasar ada korelasi positif antara kecepatan makan (V_f) dengan nilai kekasaran (R_a) dimana bila V_f semakin tinggi maka harga R_a juga makin tinggi
- Pada batu gerinda butir halus, penambahan kecepatan makan (V_f) tidak memberikan pengaruh besar terhadap nilai kekasaran (R_a), hal ini semakin jelas pada baja paduan HSS.

DAFTAR PUSTAKA

- Parker**, Earl. 1967. *Materials Data Book for Engineers and Scientists*. University of California, Berkeley
- Rochim**, Taufiq. 2001. *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin, FTI - ITB, Bandung.
- Rochim**, Taufiq. 2007. *Proses Pemesinan Buku 4 Proses Gerinda*. Jurusan Teknik Mesin FTI - ITB, Bandung.
- Rochim**, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin, FTI - ITB, Bandung.
- Surdia**, T. 1984. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita, Jakarta.