

# PENGARUH KECEPATAN POTONG PADA PROSES PEMESINAN KECEPATAN TINGGI TERHADAP GEOMETRI DAN KEKERASAN GERAM UNTUK BEBERAPA LOGAM DENGAN VARIASI NILAI KEKUATAN TARIK

Budi Setiyana<sup>1)</sup>, Rusnaldy<sup>2)</sup>, Nuryanto<sup>3)</sup>

## Abstrak

Meningkatnya permintaan untuk memperbesar produktivitas dengan biaya produksi rendah, menuntut untuk dilakukannya pemessinan yang cepat maka dilakukan pemessinan dengan cara meningkatkan kecepatan pemessinan. Teknologi pemessinan kecepatan tinggi (*high speed machining*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas. Dengan kecepatan potong dan pemakanan yang tinggi, maka volume pelepasan material dari material induk akan meningkat sehingga akan diperoleh penghematan waktu pemessinan yang cukup berarti.

Tulisan ini meneliti pengaruh variasi kecepatan dengan geometri dan kekerasan geram. Dimana proses pemessinan yang dilakukan adalah proses bubut semi otomatis dengan empat jenis benda kerja dengan kekuatan tarik berbeda. Geram yang dihasilkan di ukur geometri dan kekerasannya.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa naiknya kecepatan akan mempengaruhi bentuk dan penampang geram yang dihasilkan, dan juga dengan naiknya kecepatan justru akan menurunkan kekerasan geram karena terjadi pemanasan yang tinggi sehingga terjadi proses *annealing*. Di samping itu sifat dan jenis dari kerja juga sangat berpengaruh terhadap geram yang dihasilkan.

## PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan untuk memperbesar produktivitas dengan biaya produksi rendah, menuntut untuk dilakukannya pemessinan yang cepat maka dilakukan pemessinan dengan cara meningkatkan kecepatan pemessinan. Teknologi pemessinan kecepatan tinggi (*high speed machining*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas. dengan kecepatan potong yang tinggi, maka volume pelepasan material dari material induk akan meningkat sehingga akan diperoleh penghematan waktu pemessinan yang cukup berarti. Di samping itu pemessinan kecepatan tinggi mampu menghasilkan produk yang halus permukaannya serta ukuran yang lebih presisi.

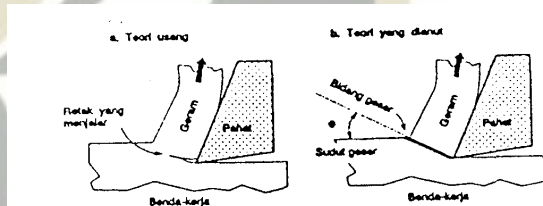
Sejauh ini penelitian untuk mengetahui mampu mesin dari material dilihat dari segi geram (*chip*) sebagai hasil dari proses pemessinan pada kecepatan tinggi jarang sekali dilakukan. Tulisan ini ditujukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh proses *high speed machining* terhadap mampu mesin (*machinability*) dari sebuah material. Dan yang diteliti adalah geram yang dihasilkan dari proses *high speed machining* mengenai geometri dan kekerasannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pembentukan geram (*Chip Formation*).

Geram merupakan bagian dari material yang terbuang ketika dilakukan sebuah proses pemessinan. Dalam proses *metal cutting* akan selalu dijumpai istilah : kecepatan potong (*Speed*), kecepatan makan (*Feed*) dan kedalaman potong (*Depth of Cut*) untuk menjelaskan masalah tersebut ilustrasinya akan menggunakan proses bubut (*turning*).

Geram terbentuk akibat timbulnya tegangan (*stress*) di daerah di sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada benda kerja tersebut pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan maka akan terjadi *deformasi plastis* (perubahan bentuk) yang menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat pada satu bidang geser (*shear plane*)

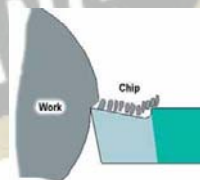


Proses terbentuknya *chip* (geram)

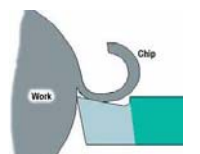
### Jenis Geram (*chip*)

Dilihat dari ukuran panjang pendeknya adalah :

#### a. *Chip Discontinuous*



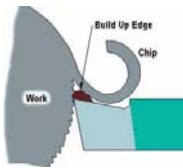
#### b. *Geram Continuous*



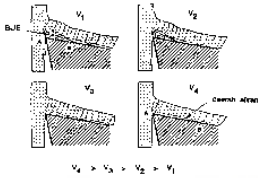
1) & 2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

3) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

c. Geram *Continous* dengan *built up edge* (BUE)



d. BUE akan hilang dengan meningkatnya kecepatan



Dilihat dari bentuk penampangnya

1. *Straight Chips*



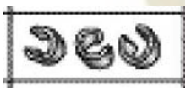
2. *Snarling Chips*



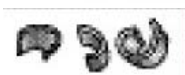
3. *Infinite Helix Chips*



4. *Full Turn Chips*



5. *Half Turn Chip*



6. *Tight Chips*



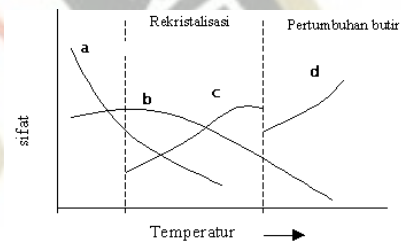
#### Pengaruh Kecepatan Terhadap Geometry Geram

Kecepatan yang tinggi akan menyebabkan naiknya temperatur pemotongan sehingga menyebab-

kan sudut geser (*shear angle*) naik. Naiknya sudut geser justru akan menurunkan rasio pemampatan geram,. Rasio pemampatan geram sendiri merupakan perbandingan tebal geram yang dihasilkan dengan tebal geram mula-mula.

#### Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Sifat Mekanik Geram

Dengan bertambahnya kecepatan pemotongan akan menaikkan temperatur pemotongan. Proses pemotongan pada pengerjaan dingin memiliki kondisi energi intern yang lebih tinggi dari pada logam yang tak dideformasi. Secara mekanik struktur sel dislokasi pada pengerjaan dingin mantap, namun bila dilihat secara termodinamis struktur sel tidak mantap. Bertambahnya temperatur akan menyebabkan terjadinya pelunakan oleh sebab tidak mantapnya struktur sel. Proses pelunakan ini dikenal dengan proses *annealing*.



Keterangan  
 a = Regangan lintern  
 b = Kekuatan  
 c = Keuletan  
 d = Ukuran Butir

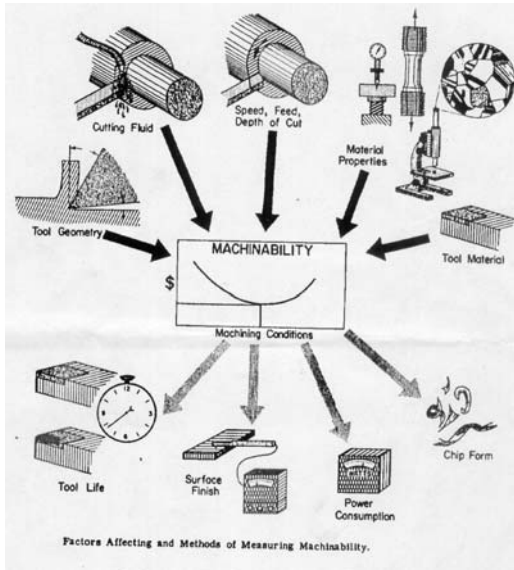
Hubungan temperatur dan sifat material pada pengerjaan dingin

#### Mampu Mesin (*Machinability*)

Mampu mesin dapat didefinisikan dengan mudah tidaknya suatu material untuk di mesin atau dengan kata lain kemampuan material untuk di mesin. Mampu mesin suatu benda kerja sering diukur dengan istilah jumlah komponen yang mampu dihasilkan perjam, biaya proses pemessinan, atau kualitas akhir dari proses pemessinan. Mampu mesin dari suatu material dapat diukur dengan salah satu faktor di bawah ini. *Tool life* : umur pahat .

1. *Limiting rate* pada *metal removal* hal ini berkaitan dengan laju maksimum material yang dapat dimesin dengan standar pendeknya umur pahat.
2. Gaya pemotongan (*cutting force*) menyatakan gaya yang bekerja pada pahat yang diukur dengan menggunakan dynamometer.
3. Permukaan Akhir (*surface finish*) menunjukkan permukaan akhir yang mampu dicapai pada kondisi pemessinan tertentu.
4. Geram yang terbentuk .

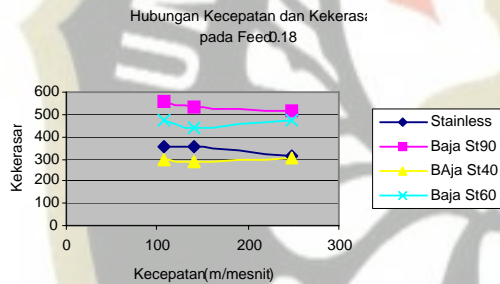




Faktor yang mempengaruhi *Machinability*

## DATA HASIL PENELITIAN

### Hubungan Kecepatan Potong dengan Kekerasan Geram



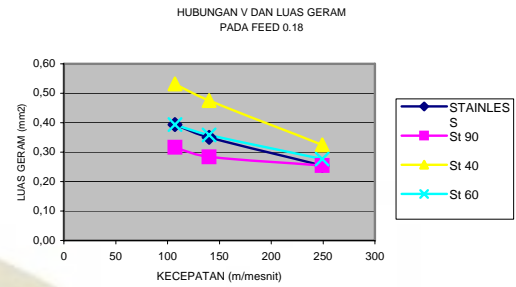
Dengan bertambahnya kecepatan pemotongan akan menaikkan temperatur pemotongan. Proses pemotongan pada pengerjaan dingin (*cold working*) memiliki kondisi energi intern yang lebih tinggi dari pada logam yang tak dideformasi. Secara mekanik struktur sel dislokasi pada pengerjaan dingin mantap, namun bila dilihat secara termodinamis struktur sel tidak mantap. Bertambahnya temperatur akan menyebabkan terjadinya pelunakan oleh sebab tidak mantapnya struktur sel. Proses pelunakan ini dikenal dengan proses annealing.

### Hubungan Antara Kecepatan Potong dan Luas Penampang Bidang Geser Geram

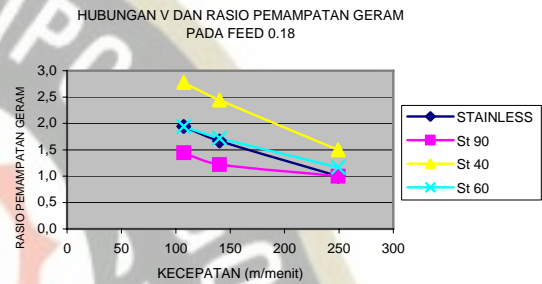
Grafik hubungan antara kecepatan dan luas geram dapat dilihat pada gambar disamping.

Dari grafik terlihat bahwa naiknya kecepatan diikuti dengan penurunan luas penampang bidang geser geram, hal ini dikarenakan naiknya kecepatan justru akan menurunkan gaya pemotongan. Menurunnya gaya pemotongan akan berpengaruh terhadap peningkatan

sudut geser yang berpengaruh pada penurunan luas penampang bidang geser.

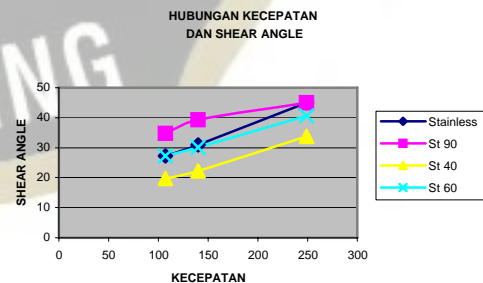


### Hubungan Kecepatan dan Rasio Pemampatan Geram



Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kecepatan potong yang semakin tinggi akan berdampak pada penurunan rasio pemampatan geram. Hal ini karena kecepatan potong yang tinggi justru akan menurunkan gaya pemotongan. Menurunnya gaya pemotongan akan berpengaruh terhadap penurunan luas penampang bidang geser. Penurunan luas penampang bidang geser akan menaikkan nilai sudut geser (*shear angle*). Naiknya sudut geser justru akan menurunkan rasio pemampatan geram. Dengan demikian kecepatan potong yang tinggi akan menurunkan rasio pemampatan geram. Rasio pemampatan geram sendiri merupakan perbandingan tebal geram yang dihasilkan dengan tebal geram mula-mula

### Hubungan Kecepatan dan Shear Angle



Pada bab terdahulu telah disebutkan bahwa kecepatan yang tinggi akan berdampak pada penurunan gaya pemotongan, penurunan gaya pemotongan diikuti dengan penurunan luas

penampang bidang geram. Penurunan luas penampang geram akan mengakibatkan peningkatan *shear angle*.

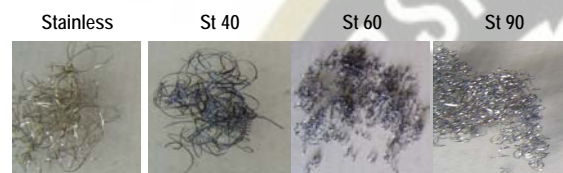
### Penampang Geram Yang Dihasilkan

Dari penelitian yang dilakukan di dapat jenis geram pada putaran 1230 rpm, 1500 rpm, 2500 rpm untuk harga feed 0.045 mm/putaran.

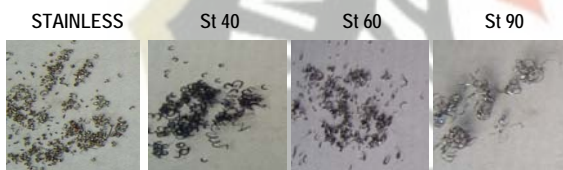
#### 1. Putaran 1230 rpm pada feed 0.045 mm/putaran



#### 2. Pada Putaran 1500 rpm feed 0.045 mm/putaran



#### 3. Pada putaran 2500 rpm feed 0.045 mm/putaran



Dalam proses pembubutan, pahat memiliki peran yang sangat penting. Untuk itu umur pahat menjadi masalah yang harus diperhatikan. Penyebab keausan pahat telah dibahas pada bab terdahulu. Pada pemesian kecepatan tinggi keausan yang dominan disebabkan karena proses difusi, oksidasi, dan deformasi plastik. Proses difusi disebabkan karena adanya pelekatan antara material benda kerja dan pahat di bawah tekanan dan temperatur yang tinggi serta adanya aliran geram relatif terhadap pahat.

Geram dengan bentuk serpihan (*discontinuous*) akan menguntungkan, karena mempermudah pembuangan dan tidak mengganggu gerak pahat serta tidak membahayakan operator. Berbeda dengan geram *continous* yang akan ikut bergerak bersama pahat, hal ini akan mengakibatkan pahat cepat aus selain itu karena geram telah mengalami regangan yang tinggi, geram akan lebih keras daripada benda kerja dan juga sangat tajam serta mempunyai temperatur yang tinggi, sehingga akan membahayakan operator.

Geram *discontinuous* terdiri dari beberapa tipe berdasarkan ukuran radiusnya. Makin besar radius kurva dari geram, maka makin besar pula gaya yang dibutuhkan dalam proses pemesian karena bidang kontak antara pahat dan geram semakin besar.

Mampu mesin (*machinability*) dari benda kerja dapat diketahui dari umur pahat dan gaya pemotongan serta bentuk geram. Makin tinggi umur pahat maka mampu mesinnya akan semakin baik. Sedang untuk gaya pemesian, makin rendah gaya yang dibutuhkan maka mampu mesinnya justru akan semakin baik. Namun kondisi pahat menjadi hal yang lebih dipertimbangkan, karena kalau pahat mengalami keausan justru akan menyebabkan timbulnya beberapa kerugian antara lain:

- Gaya pemotongan akan naik
- Kualitas permukaan benda kerja menurun/tidak halus
- Perubahan dimensi produk

Dari keempat benda kerja yang dipakai, dengan melihat bentuk geram yang dihasilkan pada feed yang sama dengan naiknya kecepatan bentuk geram yang terbentuk terlihat semakin berbentuk serpihan (*discontinuous*). Hal ini menunjukkan bahwa dengan naiknya kecepatan maka akan diperlukan gaya yang lebih kecil. Dari keempat benda kerja yang digunakan pada putaran 2500 rpm geram yang terbentuk hampir semuanya berbentuk serpihan. Namun jika dilihat dari ukuran radius kurvanya terlihat *stainless steel* memiliki radius kurva yang lebih kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa *stainless steel* memiliki mampu mesin (*machinability*) yang lebih baik dibanding dengan benda kerja yang lain.

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Dari keempat benda kerja yang dipakai dari bentuk geram yang dihasilkan terlihat dengan naiknya kecepatan justru geram yang terbentuk semakin menunjukkan bentuk serpihan (*discontinuous*).
- Bentuk geram yang berupa serpihan akan menurunkan bidang kontak antara geram dengan pahat. Sehingga terjadinya keausan pahat akibat proses difusi sedikit banyak berkurang, akibatnya umur pahat meningkat.
- Dengan bentuk geram yang berupa serpihan, untuk benda kerja yang sama akan menurunkan gaya pemotongan karena luas geram yang terbentuk semakin kecil.
- Pada *stainless steel* untuk kondisi pemesian pada putaran 2500 rpm dan feed 0.045 mm/putaran terlihat geram yang terbentuk memiliki ukuran yang lebih kecil dibanding dengan benda kerja yang lain. Hal ini menunjukkan *stainless steel* memiliki mampu mesin yang lebih baik.
- Dari hasil pengukuran, semakin tinggi kecepatan potong menjadikan kekerasan geram rata-rata mengalami penurunan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Rochim, Taufik, "Teori dan Teknologi Proses-proses Pemesian", Higher Education Development Support Project



2. E.M TRENT. PhD, Dmet, FIM, “*Metal Cutting*”, Third edition, 1991, Butterworth-Heinemann L.td
3. E.Diter, George, Djaprie, Sriati, “*Metalurgi Mekanik*”, edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, 1987
4. A. Schey, John, “*Introductin To Manufacturing Process*”, Second Edition, McGraw-Hill Book Company
5. [http://machine-tools.netfirms.com/01\\_Chip\\_Formation.htm](http://machine-tools.netfirms.com/01_Chip_Formation.htm)
6. file:///D:/Temporary%20Internet%20Files/Content.IE5/W9YZOPER/304,3,Why Machining Process vs. Other Manufacturing Processes
7. <http://electron.mit.edu/~gsteele/mirrors/www.nmi.org/EducationTraining/machinshop/physics/intro.html>
8. <http://www.minicut.com/TechnicalData/chipformation.html>
9. <http://www.thirdwavesys.com/chipbreaking.pdf>
10. <http://www.mf-ze.unsa.ba/Ekin/44.pdf>
11. <http://www.petra.ac.id/english/courses/production/machinin.htm>
12. [http://www.me.iastate.edu/me324\\_bahadur/Section%203.2/Chip%20formation.htm](http://www.me.iastate.edu/me324_bahadur/Section%203.2/Chip%20formation.htm)
13. <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/eod/manufact/manufact-15.html>
14. <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/eod/manufact/manufact-16.html>
15. <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/eod/manufact/manufact-18.html#pgfId-155244>
16. <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/eod/manufact/manufact-19.html>
17. <http://www.efunda.com/processes/machining/chip.cfm>
18. Tugçrul O’zel , Taylan Altan, “*Determination of workpiece flow stress and friction at the chip–tool contact for high-speed cutting*”
19. Ekinovic, Sabahudin, PhD, Dolinsek, Slavko, PhD, Brdrevic, Safet, PhD, Kopac, Janez, PhD, “*Chip Formation and Some Particularities of High-Speed Milling of Steel Material*”.

