

MONITORING KONDISI PAHAT DENGAN SINYAL GETARAN PADA PROSES BUBUT

Rusnaldy*, Joga Dharma Setiawan, Anggi Arivian

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

*E-mail: rusnaldy@undip.ac.id

ABSTRACT

Turning process plays an important role in manufacturing industry. Almost all cylindrical specimen worked with turning machine. But the imperfect process is often unrealized by the operator. Thus, we need a method to monitor a tool condition. The objective of this study is to introduce a method of tool condition monitoring during a turning process. In this study, vibration signal was used to monitor tool condition. Two kind of tool conditions were used, new tool and tool with built-up-edge (BUE). During a turning process the vibration of the tool was measured. Surface roughness of machined surface was measured after turning process. The results show that vibration signal can be implemented as a tool for monitoring a tool condition. Tools with BUE have high vibration amplitude, vibration amplitude increases with increase the BUE area. Cutting with these tools can cause plowing or rubbing, resulting in a poor surface due to high friction.

Key words: tool monitoring, turning process, built-up-edge, vibration signal

PENDAHULUAN

Masalah yang sering dijumpai pada industri permesinan logam adalah kapan saatnya pahat potong harus diganti dengan yang baru karena pahat telah mengalami aus, terutama saat proses permesinan sedang berlangsung. Pahat yang memiliki tingkat keausan tinggi jika tidak segera diganti akan menghasilkan produk dengan kekasaran permukaan yang tinggi. Jika pahat dengan keausan yang besar masih digunakan, maka pahat tersebut dapat patah dengan tiba-tiba dan dapat membahayakan operator. Pada kondisi tertentu, geram yang dihasilkan akan menempel secara kuat pada ujung pahat. Kondisi ini dinamakan *built-up-edge* (BUE). BUE pada pahat akan merubah geometri dan ketajaman pahat.

Biasanya operator akan mengetahui bahwa pahat telah mengalami tingkat keausan yang tinggi dari getaran yang terjadi saat proses permesinan berlangsung atau dari bunyi bising yang dihasilkan karena gesekan pahat yang telah aus dengan benda kerja. Namun terkadang pahat potong yang telah mengalami tingkat keausan tertentu tanpa diketahui oleh operator tiba-tiba patah dengan patahan yang terlempar ke sembarang arah. Patahan pahat yang terlempar ke segala arah ini tentu saja berbahaya bagi operator. Belum lagi jika dihitung dengan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk mengganti pahat yang telah aus yang akan menurunkan efisiensi proses permesinan. Untuk mencegah itu semua maka perlu dilakukan proses monitor terhadap kondisi pahat agar kondisi pahat dan tingkat keausan pahat segera diketahui saat proses permesinan berlangsung.

Penelitian untuk memonitor kondisi pahat saat proses permesinan berlangsung sudah banyak dilakukan orang, seperti dengan metode *acoustic emission*, mengukur gaya potong secara statik dan dinamik, mengukur temperatur pahat, pengukuran arus pada motor spindel (*spindle motor current*), pengukuran dengan ultrasonik dan optik, dan mengukur getaran (*chatter*) yang terjadi [1]. Metode

yang cukup baru digunakan akhir-akhir ini adalah dengan menggunakan *smart sensor* [2] dan sensor dengan *Graphical User Interface* (GUI) dengan mengukur defleksi pada pahat dan menganalisa sinyalnya dengan metode statistik terbaru yang disebut dengan *Integrated Kurtosis-based Algorithm for Z-filter Technique* [3].

Pada studi ini akan dicoba mengidentifikasi kondisi pahat dengan menempatkan sensor getaran pada sistem pahat sehingga diperoleh korelasi antara kondisi pahat dengan sinyal getaran yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini pahat yang digunakan adalah pahat baru dan pahat dengan *built-up-edge* (BUE). Sinyal getaran yang dihasilkan akibat penggunaan pahat dengan BUE akan direkam dan dibandingkan dengan pahat yang masih baru. Hasil proses permesinan menggunakan pahat dengan BUE dan pahat baru akan diukur tingkat kekasaran permukaannya.

Proses Bubut

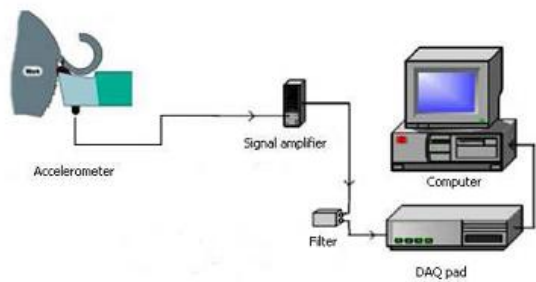
Proses bubut dilakukan dengan menggunakan Mesin Bubut CNC EMCO TU-A. Proses bubut dilakukan dengan parameter sebagai berikut : kedalaman pemotongan (a) 0,5 mm, gerak makan (f) 0,125 mm/rev, putaran poros utama (n) 400 rpm. Pahat yang digunakan adalah pahat insert karbida ISO P35 dengan $K_r = 93^\circ$ dan $\gamma_0 = 6^\circ$. Sementara benda kerja yang digunakan pada pengujian ini adalah aluminium cor berbentuk silindris dengan panjang 10 cm dan diameter 2,2 mm.

Set Up Eksperimen

Set up pengukuran getaran dapat dilihat skemanya pada Gambar 1. Pengukuran getaran dilakukan dengan parameter pengukuran yang dilakukan yaitu :

1. Rentang frekuensi pengukuran : 0-5000 Hz
2. Kecepatan pengukuran : 30000 Hz
3. Penyimpanan data : 1000 sample tiap 4 detik

Pengukuran getaran menggunakan bantuan *software* LabVIEW 8.5. Dengan program ini kita dapat mengamati dan menyimpan data amplitudo getaran dari sensor. Sementara foto *set up* pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. *Set up* pengukuran getaran



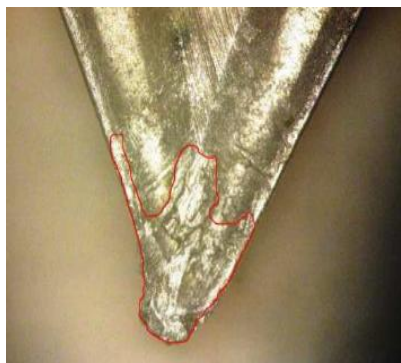
Gambar 2. Foto *set up* pengujian

Identifikasi Pahat

Identifikasi pahat dilakukan dengan cara memotret pahat dengan perbesaran 50x. Contoh gambar pahat dengan BUE (built up edge) dapat dilihat pada Gambar 3. Luas permukaan BUE di setiap pahat diukur.

Pengujian Kekasaran Permukaan

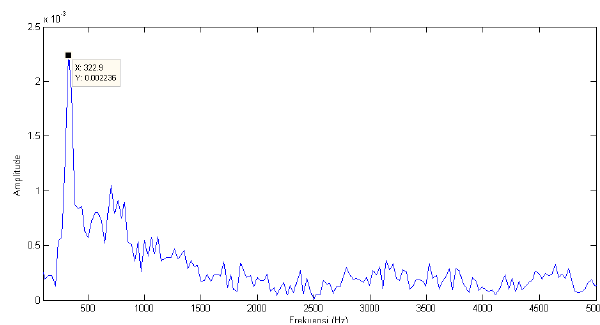
Pengujian dilakukan dengan mengukur kekasaran permukaan di 16 titik untuk setiap benda kerja hasil proses bubut. Alat yang digunakan adalah Mitutoyo Surftest SJ 201P. Parameter kekasaran permukaan yang digunakan pada penelitian ini adalah yang paling sering dipakai yaitu Ra. Semakin kecil nilai Ra maka semakin halus permukaannya.



Gambar 3. Kondisi pahat dengan BUE

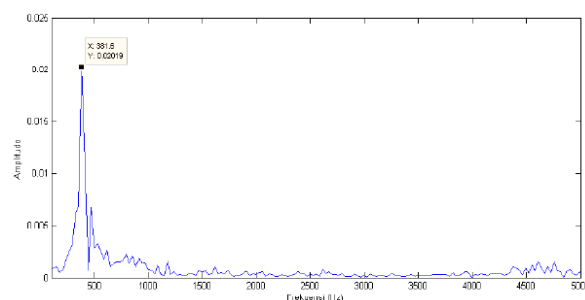
HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui frekuensi pribadi (natural frequency) dari sistem pahat yang digunakan, dilakukan *hammer test* dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4. Dari grafik terlihat bahwa frekuensi yang paling dominan adalah 322,9 Hz, sehingga dapat dikatakan bahwa frekuensi tersebut adalah frekuensi pribadi dari sistem pahat yang digunakan.

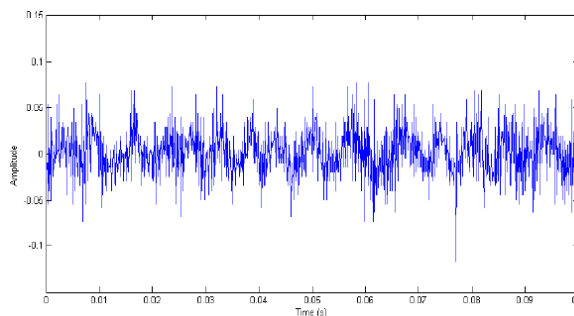


Gambar 4. Grafik *frequency domain* dari sistem pahat

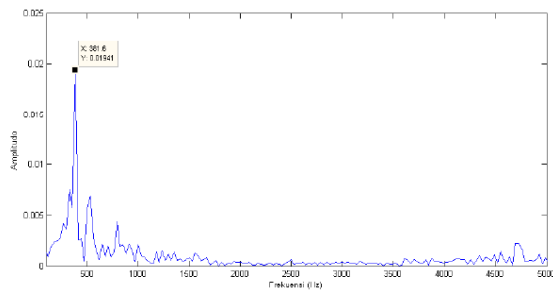
Pahat yang telah rusak memiliki tiga kondisi BUE, yaitu BUE 1 dimana luas area BUE-nya sebesar 0,352 mm², BUE 2 dengan luas area 0,207 mm² dan BUE 3 dengan luas area 0,192 mm². Hasil pengukuran getaran yang dilakukan saat proses bubut berlangsung untuk semua pahat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5 hingga Gambar 12.



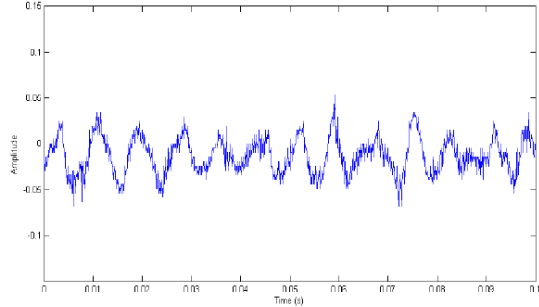
Gambar 5. Grafik *frequency domain* pahat BUE 1



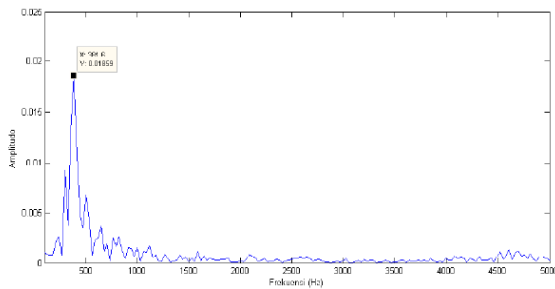
Gambar 6. Grafik *time domain* pahat BUE 1



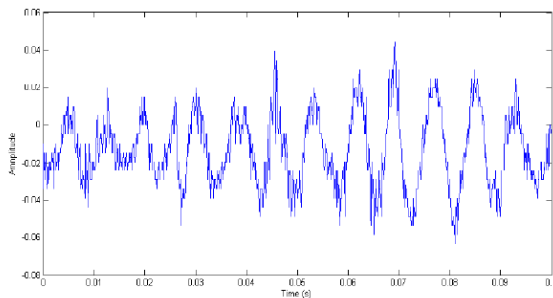
Gambar 7. Grafik *frequency domain* pahat BUE 2



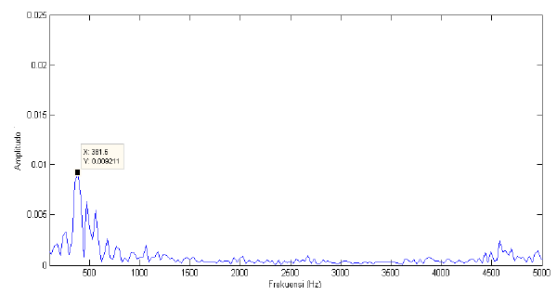
Gambar 8. Grafik *time domain* pahat BUE 2



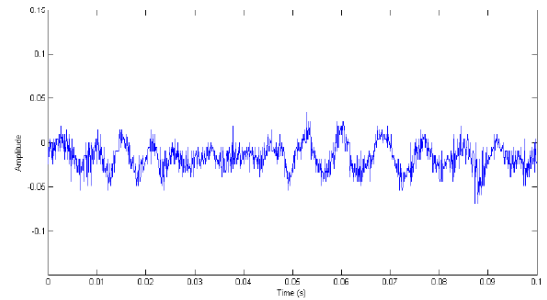
Gambar 9. Grafik *frequency domain* pahat BUE 3



Gambar 10. Grafik *time domain* pahat BUE 3



Gambar 11. Grafik *frequency domain* pahat baru



Gambar 12. Grafik *time domain* pahat baru

Dari grafik-grafik (terutama grafik *frequency domain*) di atas terlihat bahwa adanya frekuensi dominan yang selalu muncul pada saat proses bubut berlangsung, yaitu frekuensi 381,6 Hz. Sementara hasil *hammer test* menunjukkan bahwa frekuensi pribadi sistem pahat yang digunakan adalah 322,9 Hz. Memang ada perbedaan frekuensi, hal ini karena keterbatasan alat yang dimiliki, dimana palu yang digunakan pada *hammer test* bukan merupakan palu standar yang biasa digunakan.

Besarnya amplitudo frekuensi yang dominan dari keempat pahat yang digunakan adalah 0,0202; 0,0194; 0,0186 dan 0,0136 berturut-turut untuk pahat BUE 1, BUE 2, BUE 3 dan pahat baru. Dari hasil ini menunjukkan bahwa getaran yang dihasilkan selama proses bubut berlangsung dipengaruhi oleh kondisi pahat yang digunakan. Pahat baru yang digunakan pada proses bubut akan menghasilkan getaran dengan amplitudo yang rendah, sementara untuk pahat yang telah memiliki BUE memiliki getaran yang lebih tinggi dibanding dengan pahat baru. Besarnya amplitudo getaran akan naik dengan banyaknya BUE yang terdapat pada pahat. BUE yang terdapat pada pahat akan merubah geometri dan ketajaman dari pahat, dimana besarnya BUE akan membuat pahat menjadi semakin tumpul dan kemungkinan aksi *plowing* atau *rubbing* akan terjadi menggantikan aksi *cutting*, sehingga kondisi permukaan benda kerja hasil proses permesinan juga akan semakin kasar. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian kekasaran permukaan yang dilakukan, dimana nilai kekasaran rata-rata (R_a) yang diperoleh untuk benda kerja yang dibubut dengan pahat BUE 1, BUE 2, BUE 3 dan pahat baru berturut-turut adalah 5,96 μm , 5,11 μm , 4,71 μm dan 4,35 μm .

KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sinyal getaran dapat digunakan untuk memonitor kondisi pahat saat proses permesinan berlangsung
2. Sinyal getaran yang dihasilkan tergantung dari kondisi pahat yang digunakan, dimana pahat dengan *built-up-edge* (BUE) akan menghasilkan amplitudo getaran yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pahat baru dan makin besar

built-up-edge yang terdapat pada pahat menyebabkan kenaikan amplitudonya

DAFTAR PUSTAKA

1. Dimla, D.E., (2000), "Sensor signals for tool-wear monitoring in metal cutting operations – a review of methods", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 40, 1073-1098.
2. Hernandez, M.T., Rios, R.A.O., Tronsoco, R.J.R., Donate, C.R., "FPGA-based fused smart sensor for tool wear area quantity estimation in CNC machine inserts", *Sensors*, 10, 3373-3388.
3. Ghanu, J.A., Rizal, M., Nuawi, M.Z., Ghazali, M.J., Haron, C.H.C., (2011), "Monitoring online cutting tool wear using low-cost technique and user friendly GUI", *Wear*, 271, 2691-2694.