

Analisis Keausan pada Pahat Mesin Perkakas Menggunakan Sinyal Suara

Karjuni ¹, Feblil Huda ²

Laboratorium Kontruksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹kalukudendan@gmail.com, ²feblil.huda@eng.unri.ac.id

Abstract

Machining processes in manufacturing industries such as machine tools required special monitoring during the operation process. Cutting tool is a component that needs to be monitored, because it is a part that often suffered damage or wear. In this research the Monitoring is conducted to determine the damage or wear that occurs on the tool HSS lathe and drill. The method used is the indirect method, where the sound signal is recorded by using the microphone as a sensor through the software. The obtained sound signal is then processed by using fast fourier transform (FFT). The results show that there is a difference in the amplitude value of time domain signal and frequency domain. The tendency is the more weariness, the higher the amplitude of sound signal which can be seen clearly in time domain and frequency domain.

Keywords : Tool Wear, Sound Signals, Machine Tools, FFT

1. Pendahuluan

Pentingnya pemantauan keausan pahat telah diakui di industri manufaktur, dalam proses operasi sekitar 20% peralatan mesin tidak digunakan karena kerusakan pahat dan dilakukan penggantian antara 3 – 12 % dari total produksi. Beberapa metode telah diusulkan untuk pemantauan keausan pahat yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode langsung, seperti sistem visi mesin, penggunaan *charge couple device* (CCD) kamera atau mikroskop optik. Metode langsung sangat sulit untuk digunakan pada keausan pahat karena kontak terus menerus antara pahat dan benda, dan dibuat hampir tidak mungkin oleh cairan pendingin. Metode tidak langsung berkorelasi atau mencocokkan sinyal sensor yang tepat untuk daerah keausan pahat. Keuntungannya adalah *set up* tidak rumit dan kesesuaian yang lebih besar untuk aplikasi praktis. Dalam metode tidak langsung, kondisi alat tidak ditangkap secara langsung, namun diperkirakan dari fitur sinyal suara terukur. Fitur sinyal suara ini diekstrak melalui langkah – langkah proses pengolahan sinyal untuk memperoleh representasi sensitif dan keadaan akurat [1, 2,3].

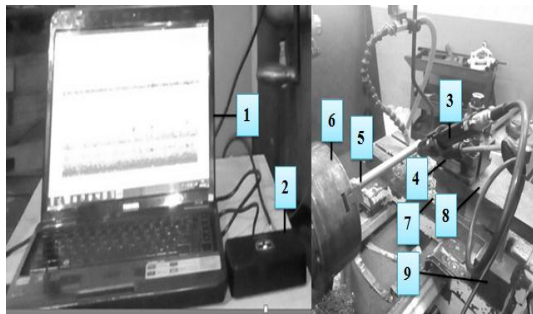
Beberapa hasil penelitian yang sudah dilakukan menyatakan, penelitian (Kakade dalam Dimla, 3) menyimpulkan bahwa sinyal suara dapat membedakan dengan jelas proses pemotongan pahat baru dengan pahat yang rusak/aus. (Dimla) mengatakan bahwa sinyal suara cocok untuk penginderaan *tool condition monitoring*. Penerapan sinyal suara untuk keausan pahat menemui beberapa kendala untuk diaplikasikan. Salah satu kendalanya adalah harga sensor yang cukup mahal sehingga hanya industri besar yang bisa mengaplikasikannya. Maka dari itu dibutuhkan

alternatif sensor yang terjangkau namun akurat dan terukur untuk analisi keausan pahat. *Microphone* merupakan sensor alternatif dipilih sebagai sensor yang digunakan untuk merekam sinyal suara dari keausan pahat. Fitur sinyal dicuplik melalui perangkat lunak dan kemudian diolah dengan metode *fast fourier transform*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik sinyal suara pada keausan pahat menggunakan sinyal suara. Selama proses pemotongan berlangsung terjadi gesekan antara pahat dan benda kerja gesekan yang terjadi menyebabkan keausan pada pahat potong. Keausan yang terjadi pada pahat potong menjadi masalah pada proses pemesinan sehingga sinyal suara menjadi solusi untuk analisis keausan pada pahat mesin perkakas [4, 5,6,7].

2. Metode

Dalam penelitian ini, pengujian pahat dilakukan pada mesin perkakas bubut konvensional dengan tipe GDW LZ 350 dan mesin perkakas gudi konvensional dengan tipe TNW WAALWUK – HOLLAND. Proses bubut yang diberikan adalah bubut silinder dan proses gudi secara vertikal. Material benda kerja yang digunakan adalah AISI 1040 untuk proses bubut dan AISI 1045 untuk proses gudi dengan jenis pahat yang digunakan adalah pahat HSS. Parameter pemesinan pada proses bubut, kecepatan *spindel* 1000 rpm, kecepatan makan 0,051 mm/rev dan kedalaman potong 0,5 mm, dan parameter pada proses gudi, kecepatan *spindel* 635 rpm, kecepatan makan 0,18 dan diameter pahat 8 mm. Sensor yang digunakan adalah *microphone condensor* dengan respon frekuensi 50 Hz – 16000 Hz dan sensitivitasnya - 35dB - ± 3 dB. Sinyal suara yang sudah direkam kemudian diolah dengan metode *fast fourier*

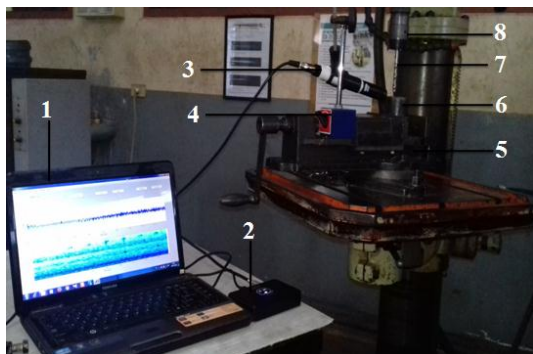
transform yang tersedia pada perangkat lunak berupa MATLAB R2016. *Set up* pengujian proses bubut dan gudi ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Set Up Pengujian Bubut

Keterangan :

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. Laptop | 6. Spindel |
| 2. Soundcard | 7. Cross slide |
| 3. Microphone | 8. Tool post |
| 4. Pahat bubut | 9. Macnetik stand |
| 5. Benda kerja | |



Gambar 2 Set Up Pengujian Gurdi

Keterangan :

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Laptop | 5. Pencekam |
| 2. Soundcard | 6. Benda kerja |
| 3. Microphone | 7. Pahat gurdi |
| 4. Macnetik stand | 8. Tool post |

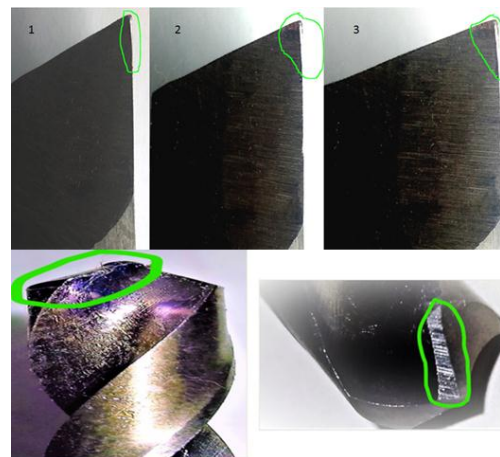
2.1 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pada penelitian ini meliputi prosedur pengambilan data dan pengolahan data sinyal suara.

1. Benda kerja dipasang pada pengecam mesin bubut dan mesin gurdi
2. Mikrofon dipasang pada *tool holder* sehingga mengikuti gerakan pemotongan dan pada mesin gurdi mikrofon dipasang di meja mesin.
3. Mikrofon dihubungkan dengan *laptop* melalui *soundcard*
4. Pahat dipasang pada *tool post*

5. Mesin bubut disetting pada kecepatan putar *spindel* 1000 rpm dan mesin gurdi disetting pada kecepatan putar *spindel* 635 rpm kemudian hidupkan mesin
6. Perekaman suara mesin tanpa pemakanan
7. Perekaman suara pemakanan dari kondisi pahat baru
8. Pembuatan keausan pada pahat bubut dengan cara melakukan pembubutan pada material dalam kondisi kering, kemudian diukur nilai keausan menggunakan jangka sorong, sedangkan pada pahat gurdi keausan diberikan dengan menggunakan gerinda
9. Perekaman suara dari kondisi pahat rusak atau aus
10. Hasil Perekaman suara berupa sinyal domain waktu dan domain frekuensi diolah dengan metode *fast fourier transform*.

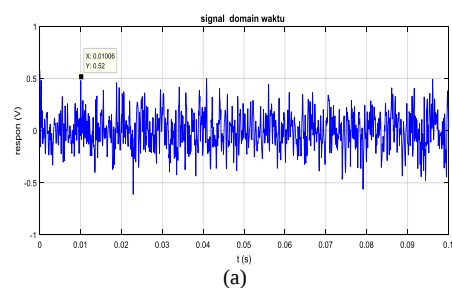
Variasi keausan yang diberikan pada pahat ditunjukkan pada Gambar 3.

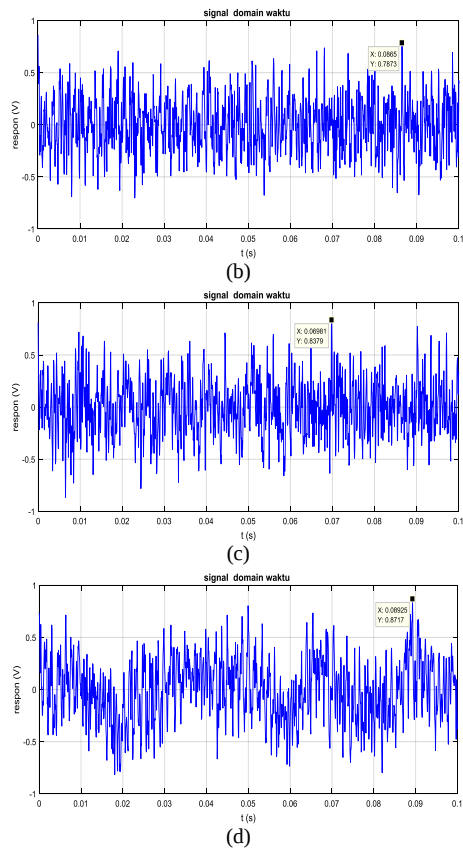


Gambar 3 Kerusakan atau Keausan Pahat Bubut dan Gurdi

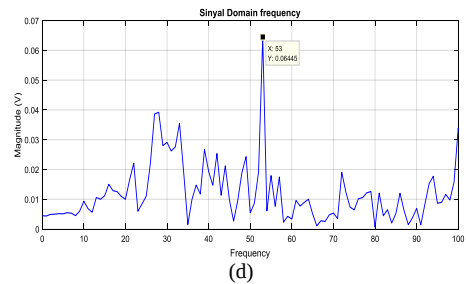
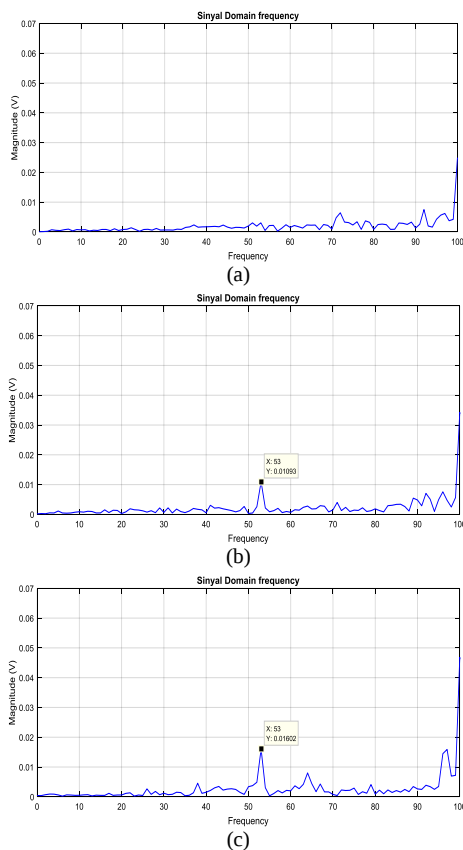
3. Hasil

Hasil data pengujian yang diperoleh pada pahat bubut dalam kondisi baru dan kondisi rusak atau aus berupa sinyal domain waktu dan domain frekuensi yang sudah diolah dengan metode *fast fourier transform* sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



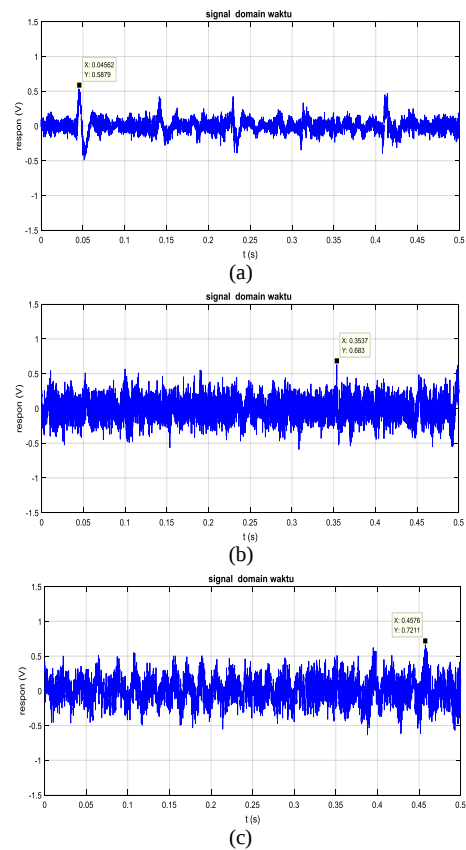


Gambar 4 Data Sinyal Domain Waktu Bubut (a) Normal (b) Keausan Pertama (c) Keausan Kedua (d) Keausan Ketiga

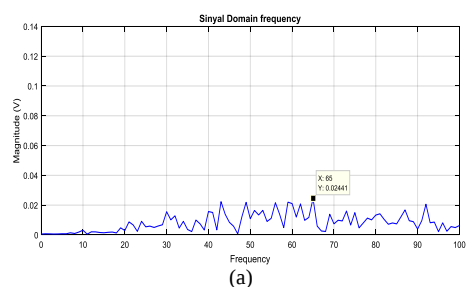


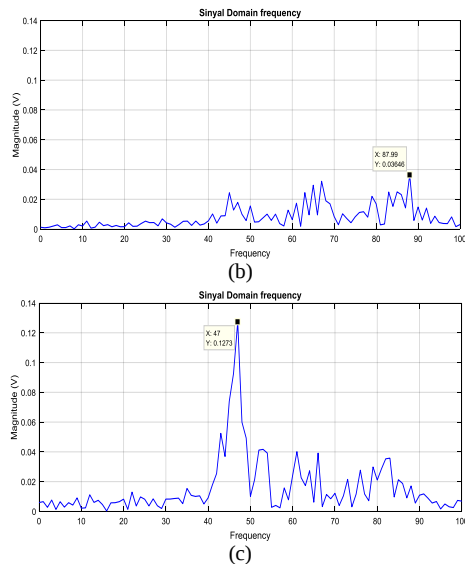
Gambar 5 Data Sinyal Domain Frekuensi Bubut (a) Normal (b) Keausan Pertama (c) Keausan Kedua (d) Keausan Ketiga

Hasil data pengujian yang diperoleh pada pahat gurdi dalam kondisi baru dan kondisi rusak atau aus berupa sinyal domain waktu dan domain frekuensi yang sudah diolah dengan metode *fast fourier transform* sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6 Data Sinyal Domain Waktu Gurdi (a) Normal (b) Keausan Pertama (c) Keausan Kedua





Gambar 7 Data Sinyal Domain Frekuensi Gurdi (a) Normal (b) Keausan Pertama (c) Keausan Kedua

4. Pembahasan

Pengujian pada pahat bubut dalam kondisi normal dan kondisi pahat rusak atau aus. Proses bubut secara silindrik dengan parameter pemotongan kecepatan *spindel* 1000 rpm, kecepatan makan 0,051 mm/rev dan kedalaman potong 0,5 mm serta material yang digunakan adalah AISI 1040. Data hasil perekaman kondisi keausan akan dibandingkan dengan kondisi normal. Untuk menganalisa bahwa sinyal suara dapat membedakan antara pahat yang masih baru dengan pahat yang sudah mengalami kerusakan atau keausan. Data hasil perekaman ditampilkan dalam bentuk grafik sinyal suara domain waktu dan domain frekuensi.

Grafik domain waktu menunjukkan bentuk sinyal suara dari eksitasi antara pahat dan benda kerja dengan nilai respon 0,52 v dan bentuk gelombang getaran dari eksitasi terlihat rapat, hal ini disebabkan oleh kecepatan rambat suara. Artinya terjadi gesekan antara pahat dan benda kerja sehingga mengeluarkan suara, kecepatan rambat suara dipengaruhi oleh perubahan geometri pada pahat. Pada grafik domain frekuensi menunjukkan tidak ada puncak yang muncul dikarenakan pahat dalam kondisi baru. Artinya pada kondisi ini belum terjadi keausan pada pahat. Sinyal domain waktu dan domain frekuensi ini digunakan sebagai acuan kondisi normal dari kondisi pemotongan untuk melihat perbedaan antara kondisi normal dengan pahat yang sudah mengalami kerusakan atau keausan. Pada Gambar 4 (a) merupakan sinyal domain waktu dalam kondisi pahat baru atau normal dengan nilai respon 0,52 v. Pada Gambar 4 (b) merupakan sinyal domain waktu dengan nilai keausan VB 0,31 mm. Respon yang ditunjukkan dari getaran sinyal suara terdapat beberapa puncak yang muncul, puncak tertinggi

dengan nilai respon 0,7873 v. Pada Gambar 4 (c) dan (d) merupakan sinyal domain waktu dengan nilai keausan VB 0,44 mm dan 0,77 mm yang masing – masing memiliki nilai respon 0,8379 v dan 0,8717 v. Pada Gambar 5 (b) merupakan sinyal suara domain frekuensi yang memiliki nilai magnitudo 0,01093 v di frekuensi 50 Hz dengan nilai keausan VB 0,31 mm sedangkan Gambar 5 (c) dan (d) merupakan sinyal suara domain frekuensi yang memiliki nilai magnitudo 0,01602 v dan 0,06445 v di frekuensi yang sama yaitu 53 Hz. Dilihat dari nilai – nilai magnitudo yang dimiliki dari kondisi keausan pahat pertama hingga ketiga mengalami perbedaan nilai jika dibandingkan dengan kondisi normal yang nilai magnitudonya tidak sampai 0,01 v. Perbedaan ini disebabkan perubahan geometri dari pahat potong, dimana perubahan terjadi pada bidang utama pahat. Melebarnya bidang utama pahat yang menyentuh benda kerja dari pahat potong akibat luas penampang dari keausan tepi yang meluas. Perubahan ini menyebabkan perbedaan suara yang dihasilkan selama proses pemotongan sehingga terjadi perubahan sinyal yang diterima. Pada kondisi keausan pahat pertama hingga ketiga menunjukkan nilai frekuensi yang selalu sama yaitu 53 Hz, hal ini dikarenakan sinyal suara yang diterima berupa sinyal kontinu. Sinyal suara dalam domain frekuensi dapat membedakan korelasi antara sinyal suara dengan perubahan geometri pada pahat atau keausan tepi yang terjadi pada pahat potong. Akan tetapi tidak dapat menggambarkan karakteristik sinyal suara pada keausan pahat. Artinya sinyal domain waktu dan domain frekuensi dapat dijadikan sebagai deteksi awal pada keausan pahat potong.

Pengujian pada pahat gurdi dalam kondisi normal dan kondisi pahat rusak atau aus. Proses pemakanan pada pengujian pahat gurdi dilakukan secara vertikal dengan parameter pemakanan kecepatan *spindel* 635 rpm, kecepatan makan 0,18 dan diameter pahat 8 mm serta material benda kerja AISI 1045. Data hasil perekaman kondisi keausan akan dibandingkan dengan kondisi normal. Untuk menganalisa bahwa sinyal suara dapat membedakan antara pahat yang masih baru dengan pahat yang sudah mengalami kerusakan atau keausan. Data hasil perekaman ditampilkan dalam bentuk grafik sinyal suara domain waktu dan domain frekuensi.

Gambar 6 (a) merupakan sinyal domain waktu pada kondisi pahat baru. Dari grafik domain waktu menunjukkan nilai puncak tertinggi dengan nilai respon 0,5879 v. Pada Gambar 6 (b) dan (c) merupakan sinyal domain waktu pada kondisi pahat mengalami keausan. Pada grafik domain waktu keausan pertama menunjukkan puncak tertinggi dengan nilai respon 0,683 v dan pada keausan kedua menunjukkan puncak tertinggi dengan nilai respon 0,7211 v. Pada Gambar 7 (a) merupakan

kondisi normal dengan nilai magnitudo 0,02441 v di frekuensi 65 Hz. Pada Gambar 7 (b) dan (c) merupakan kondisi keausan pertama dan keausan kedua dengan nilai magnitudo 0,03546 v di frekuensi 87,99 Hz dan 0,1273 v di frekuensi 47 Hz. Sinyal domain waktu dan domain frekuensi pada pahat yang baru dengan pahat yang rusak mengalami perbedaan nilai respon dan nilai magnitudo dari sinyal suara yang dihasilkan. Perbedaan ini disebabkan perubahan geometri pada pahat gurdi, perubahan itu terjadi pada mata potong pahat yang bergesekan dengan benda kerja selama proses pemakanan. Melebarnya luas penampang pada mata potong pahat menyebabkan perbedaan suara yang dihasilkan sehingga mengalami perbedaan sinyal yang diterima. Sinyal domain waktu dan domain frekuensi dapat menunjukkan perbedaan sinyal pada pahat baru dengan pahat yang mengalami kerusakan atau keausan. Akan tetapi tidak dapat menggambarkan karakteristik sinyal suara pada keausan pahat. Artinya sinyal domain waktu dan domain frekuensi dapat dijadikan sebagai deteksi awal pada keausan pahat gurdi.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka analisis keausan pada pahat perkakas menggunakan sinyal suara dapat disimpulkan sebagai berikut.

Pengambilan data sinyal suara pada keausan pahat mesin perkakas menggunakan *microphon* sebagai sensor dengan metode *fast fourier transform* sebagai pengolah sinyal. Pada kondisi pahat bubut normal memiliki nilai respon di domain waktu 0,52 v dan di domain frekuensi nilai magnitudo tidak mencapai 0,01 disetiap posisi yang mana menunjukkan pahat dalam keadaan baru. Kondisi pada pahat yang mengalami kerusakan atau keausan memiliki nilai respon di domain waktu 0,7873 v, 0,8379 v dan 0,8717 v dan domain frekuensi 0,01093 v 0,01602 v dan 0,06445 v pada frekuensi yang sama yaitu 53 Hz.

Kondisi normal pada pahat gurdi memiliki nilai respon di domain waktu 0,5879 v dan domain frekuensi 0,02441 v pada frekuensi 65 Hz. Kondisi pada pahat yang mengalami kerusakan atau keausan memiliki nilai respon di domain waktu 0,683 v dan 0,7211 v. Pada domain frekuensi memiliki nilai magnitudo 0,03646 v dan 0,1273 v, yang berada pada frekuensi berbeda yaitu 87,99 Hz dan 47 Hz. Perbedaan nilai amplitudo menunjukkan kondisi keausan yang terjadi pada pahat.

Daftar Pustaka

- [1] Rochim Taufiq. 1993. Teori & Teknologi Proses Pemesinan. Bandung.
- [2] J.A Ghani, M. Rizal, M.Z. Nuawi, M.J. Ghazali dan C.H.C. Haron. 2011. Monitoring Online Cutting Tool Wear Using Low Cost Technique and User Friendly GUI. *Wear* 271 : 2619-2624.
- [3] Xiaoli Li. 2002. Acoustic Emission Method For Tool Wear Monitoring During Turning. *Internasional Journal of Machine Tool & Manufacture* 42 : 157-165.
- [4] Dimla E dan Dimla Snr. 2000. Sensor Signals For Tool Wear Monitoring in Metal Cutting Operations. *Internasional Journal of Machine Tool & Manufacture* 40 : 1073-1098.
- [5] Ahmad A.F, Muslim Mahardika, Teguh P.P, A. Sudiarso dan Herianto. 2013. Online Monitoring Keausan Cutting Tool Menggunakan Audio Signal. *Prosiding KNEH* ISSN : 2338-414x.
- [6] Patra Karali, Member, LAENG. 2011. Acoustic Emission Based Tool Condition Monitoring System in Drilling. *Proc.of the World Congress on Engineering*. London. ISBN : 978-988-19251-5-2.
- [7] Smith W. Steven. 1999. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. San Diego California. California Technical Publishing.