

KARAKTERISTIK NOISE NIRKABEL PADA KOTAK RODA GIGI KARENA PERUBAHAN JARAK TRANSMITTER DAN RECEIVER

Parno Raharjo¹, Yusuf Sofyan², Tria Maariz³
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung ^{1,3}
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung ²
parno_raharjo@yahoo.com¹

ABSTRACT

Noise inspection is a predictive maintenance technique that can be used to determine the engine conditions. Noise inspection can be carried out in offline and online system. The on-line noise inspection is conducted at a central control which is located far from the engine that be monitored, so a long cable network installation is needed. By a wireless noise inspection system, the cabled installation network problems can be overcome. Noise inspection has been widely applied, but for safety purposes. Noise inspection for machine condition inspection is still very little information, therefore further studies are needed. The object of this research is a gear box. Measurement and data collection is done by a wireless system and cabled system that is equipped with a data acquisition system. Amplitude, time domain, frequency domain analysis are used to determine the characteristics of noise in a gear box that is operated by varying distance between microphone transmitter and the receiver. Noise experiment result in the gear box shows that the signal and spectrum noise are in accordance with the standard. When the distance between microphone transmitter and receiver increasing, the noise amplitude will decreasing. High amplitude of noise occurs at 1x, 2x and 3x or first, second and third of an electrical line frequency harmonics.

Keywords: noise, predictive maintenance, offline, online, inspection, wireless

ABSTRAK

Inspeksi noise adalah salah satu teknik *predictive maintenance* yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi mesin. Inspeksi noise dapat dilakukan secara *off line* dan secara *on line*. Inspeksi noise secara *on line* dilakukan secara terpusat yang letaknya jauh dari mesin yang dimonitor, sehingga diperlukan instalasi jaringan kabel yang panjang. Penerapan inspeksi noise nirkabel, masalah jaringan instalasi kabel dapat diatasi. Inspeksi noise telah banyak diterapkan, tetapi untuk keperluan keselamatan kerja. Inspeksi noise untuk keperluan inspeksi kondisi mesin masih sangat sedikit informasinya, oleh karena itu diperlukan kajian yang lebih jauh. Obyek penelitian adalah kotak roda gigi. Pengukuran dan pengumpulan data dilakukan dengan sistem nirkabel dan sistem kabel yang dilengkapi dengan sistem data akuisisi. Analisa *amplitude, time domain, frequency domain* digunakan untuk mengetahui karakteristik noise pada kotak roda gigi yang dioperasikan dengan cara memvariasikan jarak antara *microphone transmitter* dengan *receiver*. Pengujian noise pada kotak roda gigi menunjukkan bahwa sinyal dan spectrum noise telah sesuai dengan standar. Semakin jauh jarak microphone dan *receiver* maka semakin kecil amplitudo noisennya. Amplitudo tinggi terjadi pada 1x, 2x dan 3x atau harmonik pertama, kedua dan ketiga dari *electrical line frequency*.

Kata Kunci: noise, predictive maintenance, offline, online, inspeksi, nirkabel

PENDAHULUAN

Inspeksi noise merupakan teknik *predictive maintenance* yang dapat digunakan untuk menentukan kondisi mesin rotasi. Noise pada mesin yang tidak biasanya menunjukkan adanya gangguan pada mesin tersebut. Inspeksi noise untuk tujuan keselamatan kerja sudah lama diaplikasikan, sedangkan inspeksi noise atau kebisingan untuk menentukan kondisi mesin belum stabil dan masih diperlukan pengkajian yang lebih jauh. Inspeksi noise dapat dilakukan secara *off line* dan secara *on line*. Inspeksi noise secara *on line* dilakukan secara *real time* dan *microphone* dipasang secara tetap di setiap mesin. Inspeksi noise secara *on line* dimonitor dari *central control* yang letaknya jauh dari mesin yang dimonitor, sehingga diperlukan jaringan kabel yang panjang. Penerapan inspeksi noise nirkabel maka kerumitan instalasi dapat diatasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Predictive maintenance

Inspeksi noise merupakan teknik *predictive maintenance* yang bertujuan untuk menentukan kondisi mesin atau peralatan dengan cara memeriksa noise yang terjadi pada mesin tersebut.

Inspeksi noise telah banyak diterapkan, tetapi untuk keperluan keselamatan kerja. Inspeksi noise untuk keperluan kondisi mesin masih sedikit dan belum handal seperti inspeksi vibrasi.

Ramroop dan koleganya (2001) mengaplikasikan inspeksi kondisi sistem kotak roda gigi dengan menggunakan *airborne acoustic* yang menghasilkan bahwa Inspeksi kondisi akustik memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode vibrasi yaitu *noise signal*nya lebih sedikit. Disamping itu pengalaman yang berkelanjutan merupakan pedoman yang sangat baik untuk mengimplementasikan Inspeksi kondisi akustik (Ramroop *et al*, 2001).

Bayidar dan koleganya (2001) melakukan studi perbandingan antara pengukuran getaran dan akustik dalam rangka mendeteksi kerusakan roda gigi, hasilnya menunjukkan bahwa akustik dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan roda gigi secara efektif seperti *gear crack*, *localized wear* dan *broken tooth* (Bayidar *et al*, 2001).

Cook (2012), melakukan inspeksi akustik untuk kondisi mesin perkakas melalui pengukuran noise. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan nyata antara keausan *cutting tool* dengan sinyal noise kebisingan pada mesin perkakas (Cook, 2012).

Raharjo dan kawan kawan (2012) telah melakukan studi perbandingan Inspeksi kondisi bantalan luncur menyelaras sendiri yang mengalami *scratching* menggunakan *surface vibration*, *airborne sound* dan *acoustic emission* (AE). Hasilnya menunjukkan bahwa sinyal dan spektrum ke tiga pengukuran dapat membedakan antara bantalan yang normal dengan bantalan yang mengalami *scratching*. *Airborne sound* menunjukkan amplitude tertinggi pada frekuensi 5500 Hz dan amplitude tertinggi AE terjadi pada frekuensi 25kHz. AE menunjukkan sensitivitas yang paling tinggi (Raharjo *et al*, 2012).

Raharjo dan kawan kawan (2017) telah merekayasa pengukuran noise nirkabel yang terdiri dari transmitter dan receiver yang diaplikasikan pada pengukuran noise pada pompa sentrifugal dengan perubahan beban dan menghasilkan bahwa signal dan spectrum sesuai dengan standar, semakin tinggi beban semakin tinggi amplitudonya dan amplitude tinggi terjadi pada 12x frequency fundamental (Raharjo *et al*, 2017)

Dari berbagai studi di atas menunjukkan *noise analysis* dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan, walaupun demikian karakteristik sinyal *noise* dan spektrum *noise* masing masing kerusakan belum dapat diidentifikasi dengan baik. Oleh karena itu masih

diperlukan studi karakteristik *noise* atau kebisingan untuk mendeteksi kerusakan mesin secara lebih luas dan lebih intensif.

Sumber noise

Noise pada mesin dapat berasal dari komponen mesin yang bergetar. *Noise* merambat sebagai gelombang melalui lingkungan udara sampai sensor. *Noise* adalah variasi tekanan yang bergerak melalui media pada kecepatan tertentu yang tergantung dari sifat material itu sendiri (Barron, 2003).

Noise dari mesin dapat berbentuk *aerodynamic*, *electromagnetic* dan *structural noise*. Setiap komponen membangkitkan *noise* pada frekuensi spesifik yang berhubungan dengan *natural frequency* (Kim *et al*, 2010).

Di industri, *aerodynamic noise* pada umumnya dibangkitkan oleh *pneumatics*, *discharge system*, *aerodynamics noise* juga timbul karena adanya kecepatan yang relatif antara benda pejal dengan udara sekelilingnya. *Electromagnetic noise* dihasilkan oleh gaya elektromagnetik yang dibangkitkan oleh interaksi antara magnet dengan arus listrik dalam motor listrik.

Noise karena getaran timbul dalam benda padat, cair dan gas serta tergantung dari media yang dilaluinya. Jika benda padat digetarkan *structure borne sound vibration* ditransmisikan ke sekelilingnya yang berupa gas. Bodi padat yang bergetar yang kemudian sebagai sumber *noise/bunyi* yang menimbulkan *airborne sound* (Schenk).

Noise dibangkitkan pula oleh adanya gesekan. Gesekan pada dua material yang berbeda dalam gerakan luncur mempengaruhi energi *noise* dan *vibration* (Rorrer, 2002). Besarnya *sound pressure level* kemudian menjadi L_p dalam *decibel* (dB) lebih besar atau kurang dari *sound pressure* pembanding p_{ref} (Barron, 2003).

Inspeksi noise nirkabel

Informasi inspeksi *noise nirkabel* untuk memonitor kondisi mesin masih sedikit namun, informasi tentang inspeksi vibrasi nirkabel telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Wang dan koleganya melakukan inspeksi getaran dengan menggunakan komersial *wired* dan *wireless inspection system* pada sebuah jembatan dan hasilnya menunjukkan bahwa terdapat kecocokan antara data pengukuran *cable based and wireless system* (Wang *et al*, 2006).

Arebi Lutfi dan koleganya (2010) telah melakukan percobaan pengembangan *integrated wireless acceleration sensor* yang dapat dipasang pada poros. Hasil percobaannya menunjukkan bahwa *wireless accelerometer signal* memiliki *noise* yang lebih kecil oleh karenanya lebih memungkinkan memiliki kesalahan pendeteksian yang kecil (Arebi *et al*, 2010).

Wireless vibration inspection diaplikasikan pada *rotating equipment* dapat digunakan untuk memperbaiki pemeliharaan berkala dan mencegah berhentinya mesin yang tidak dikehendaki, sehingga meningkatkan keandalan dan keselamatan kerja (Culham, 2013).

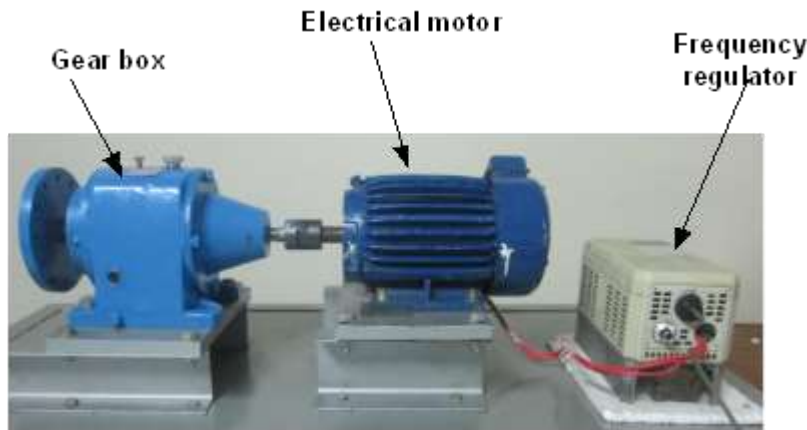
Karena antara vibrasi dan *noise* memiliki karakteristik yang sama, sehingga inspeksi *noise* baik nirkabel atau kabel memiliki peluang yang sama untuk menentukan kondisi mesin.

METODE PENELITIAN

Obyek penelitian

Obyek penelitian yaitu sebuah kotak roda gigi *helix* HD 58, ratio 1/5 yang digerakkan dengan motor listrik 1.5 Hp yang dilengkapi dengan *frequency regulator*. Pengujian *noise*

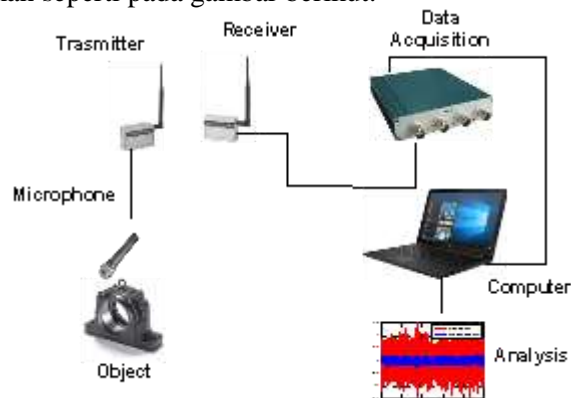
dilakukan pada putaran tetap 1000/200 rpm, beban tetap dengan variasi jarak antara *transmitter* dan *receiver* masing masing 5 m, 15 m, 30 m, 45 m dan 500 m. Instrumen yang digunakan yaitu *created wireless microphone*. Alat ini disambungkan ke *data acquisition* saluran satu. Roda gigi yang diuji ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 1. Instalasi kotak roda gigi helix

Instrumentasi dan Sistem data akuisisi

Pengujian dilakukan dengan sistem menggunakan sistem *wireless* buatan sendiri yang dilengkapi dengan ICP *microphone* BAST YG 201 07067 dengan sensitifitas 49.5 mV/Pa dan *frequency range* 20Hz-100kHz (GST,2010). Data akuisisi yang digunakan Sinocera YE 6231 *Dynamic Signal Analyzer 4 Salurans* dengan *sampling rate* 96.0 kHz setiap *saluran*. Pengolahan dan penyimpanan data dengan menggunakan *software* YE 7600. Untuk melakukan *edvanced analysis* menggunakan Mathlab™. Pengujian noise nirkabel, skemanya ditunjukkan seperti pada gambar berikut.

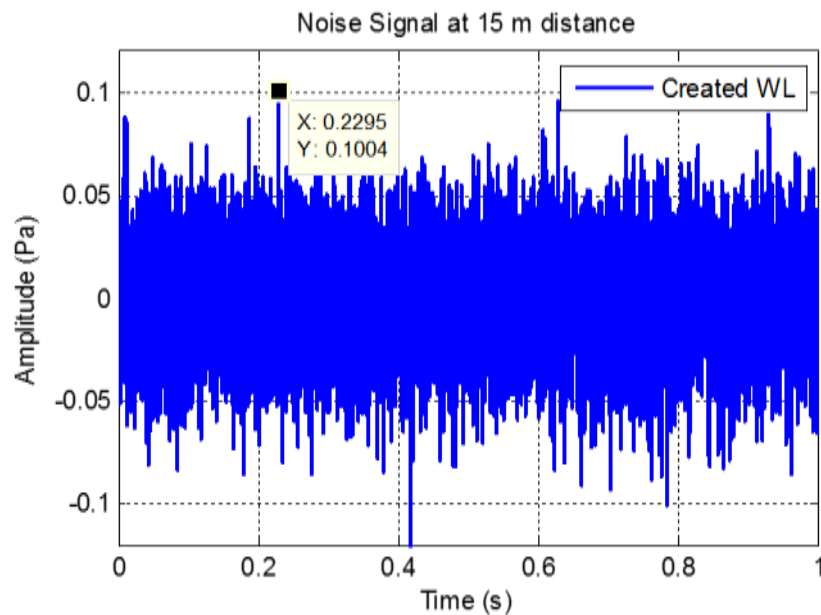


Gambar 2. Skema sistem Inspeksi noise nirkabel

HASIL DAN PEMBAHASAN

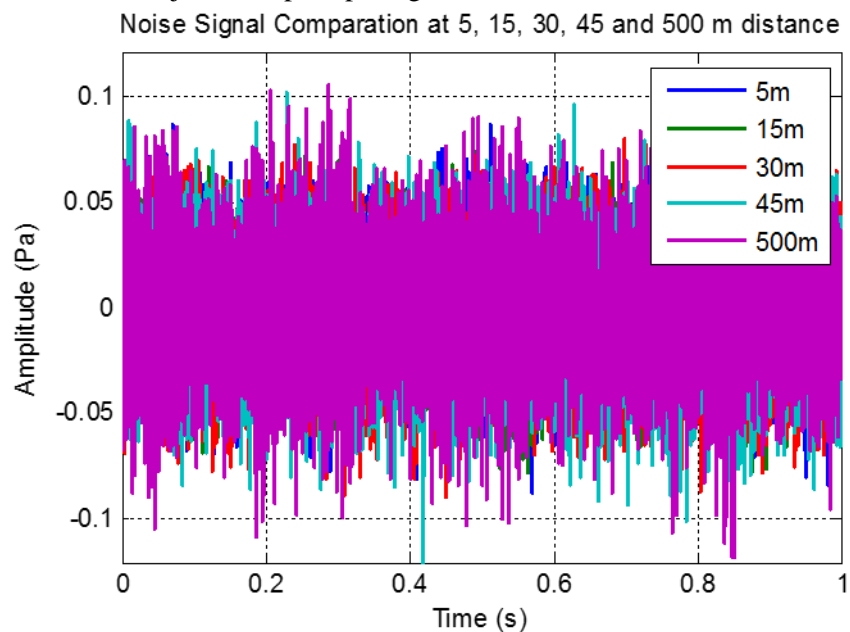
Sinyal hasil pengujian noise nirkabel pada kotak roda gigi dengan variasi jarak

Hasil sinyal noise dari *created wireless system* dengan berbagai jarak ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Sinyal noise pada *created wire less system* pada jarak 15 m.

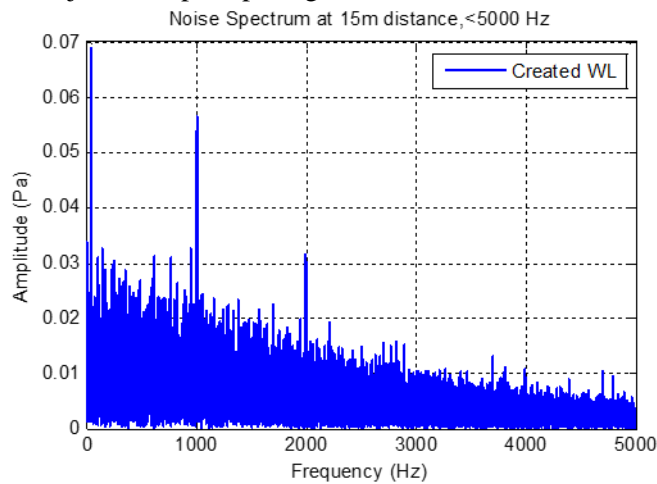
Perbandingan hasil sinyal noise pada pada *created wire less system* pada jarak 5, 15, 30, 45 dan 500 m, ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



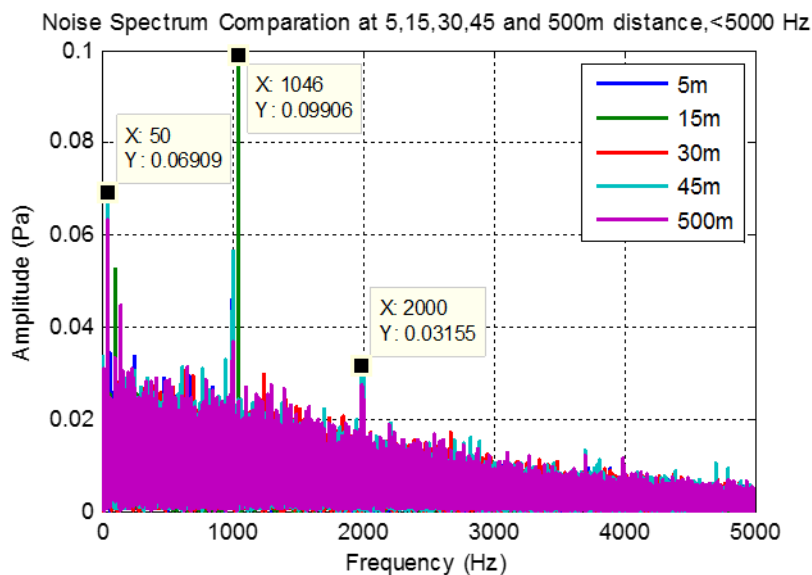
Gambar 4. Perbandingan sinyal noise pada *created wire less system* pada jarak 5, 15, 30, 45 dan 500 m.

Hasil pengujian sinyal atau *time domain* antara menggunakan *created wireless* menunjukkan bahwa sinyal dari *created wireless* dipengaruhi oleh jarak antara *transmitter* dan *receiver*. Semakin jauh antara *transmitter* dan *receiver* terdapat penurunan amplitudo. ***Spektrum hasil pengujian noise nirkabel pada kotak roda gigi dengan variasi jarak***

Spektrum hasil pengujian noise pada kotak roda gigi dengan menggunakan *created wireless system* ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Spectrum noise pada *created wire* jarak 15m rentang 1-5000 Hz

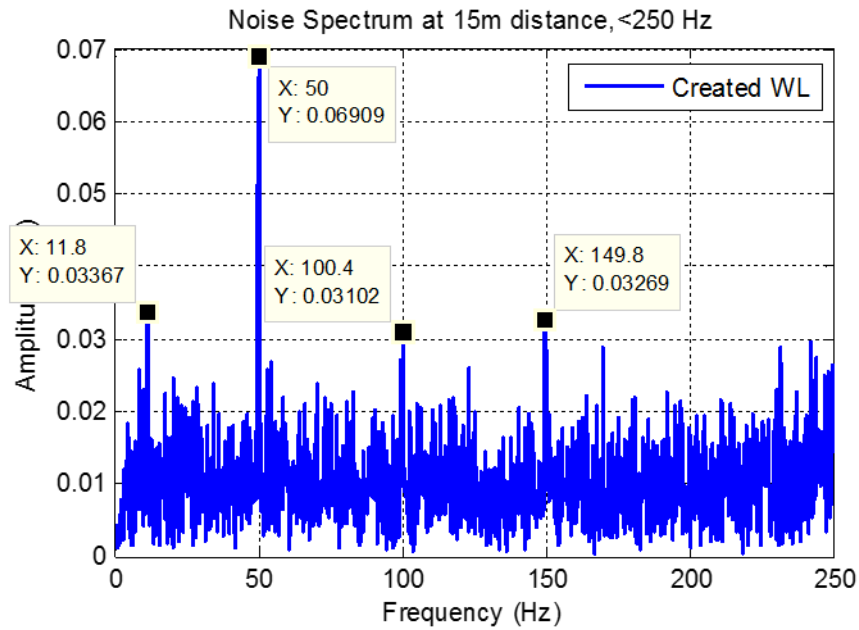


Gambar 6. Spektrum noise pada *created wire* jarak 5,15,30,45 dan 500m rentang 1-5000 Hz

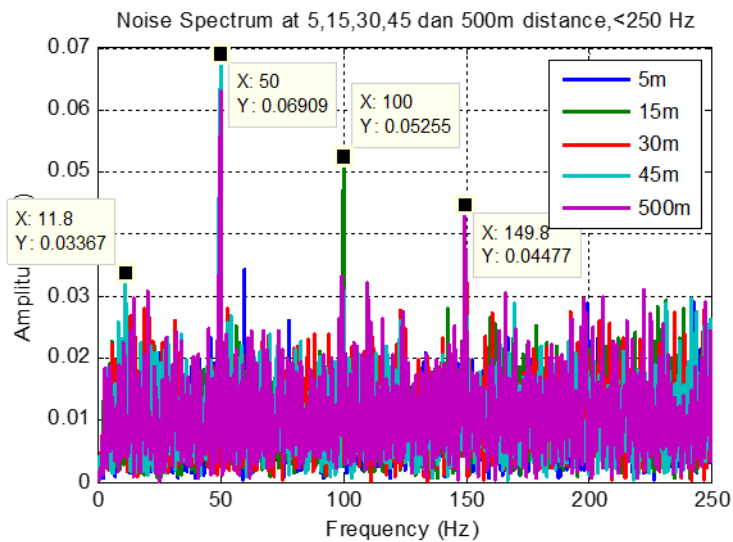
Hasil pengujian spektrum atau *frequency domain* menggunakan *created wireless* pada rentang frekuensi 1 sampai dengan 5000 Hz amplitudo noise peak dipengaruhi oleh jarak antara *transmitter* dan *receiver*.

Makin jauh jarak antara transmitter dan receiver maka amplitudo noise peak menurun. Amplitudo tertinggi terjadi pada frekuensi tinggi yaitu 1000 Hz. Selain dari pada itu pada spectrum juga nampak terjadi adanya noise dari sekeliling.

Spektrum *created wireless* pada frekuensi rendah <250 Hz, ditunjukkan pada gambar berikut.



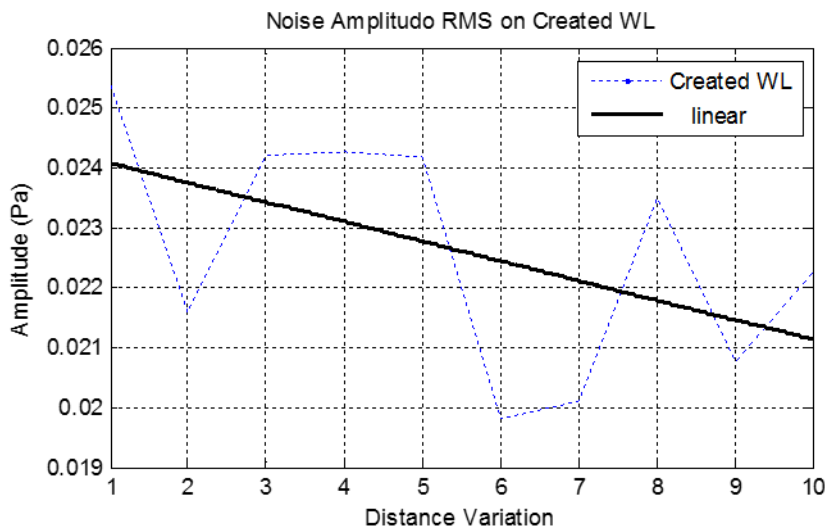
Gambar 7. Spectrum noise pada *created wire* jarak 15m rentang 1-250 Hz



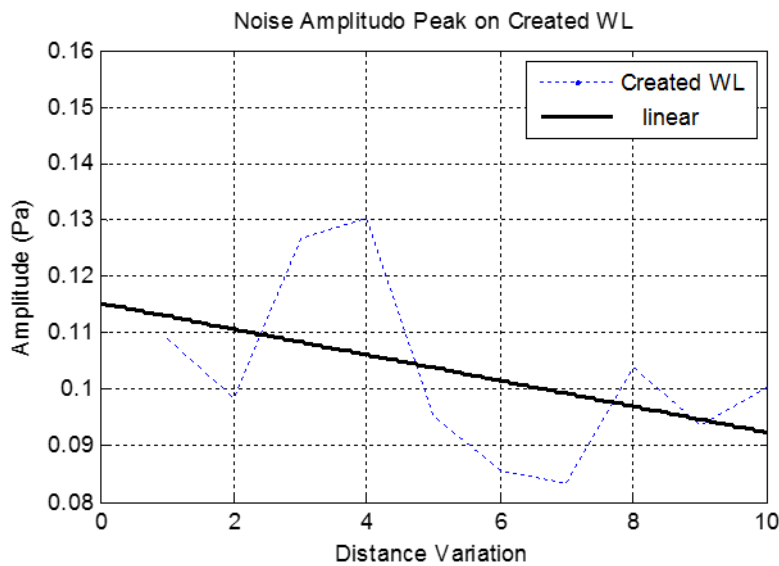
Gambar 8. Spektrum noise pada *created wire* jarak 5,15,30,45 dan 500 m rentang 1-250 Hz

Pada frekuensi rendah spektrum pada *created wireless* menunjukkan bahwa amplitude tinggi terjadi pada 1x frekuensi dan harmonik dari *electrical line frequency* yaitu 1x, 2x, 3 *electrical line frequency*. Spektrum juga menunjukkan noise yang cukup banyak, hal itu diebabkan karena frekuensi dari hujan yang mengenai atap seng pada tempat uji.

Amplitudo RMS dan Peak pengaruh jarak antara transmitter dan receiver ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 9. Nilai Amplitudo Noise RMS pada *created wire* jarak 5,15,30,45 dan 500 m



Gambar 10. Nilai Amplitudo Noise Peak pada *created wire* jarak 5,15,30,45 dan 500 m

Gambar di atas menunjukkan bahwa semakin jauh jarak dari *transmitter* dengan *receiver* maka semakin kecil amplitudo noisenya baik amplitudo RMS maupun Peak.

KESIMPULAN

Kesimpulan pengujian pengukuran noise pada *created system* pada kotak roda gigi dengan putaran dan beban tetap dengan variasi jarak antara *transmitter* dan *receiver* adalah sebagai berikut: Sinyal (*time domain*) noise menunjukkan terjadinya *impulse* yang tidak merata. Semakin jauh jarak *transmitter* dan *receiver* maka semakin kecil amplitudo sinyal noisenya. Semakin jauh jarak *transmitter* dan *receiver* maka semakin kecil amplitudo spektrum noisenya. Frekuensi noise lingkungan dapat juga terdeteksi. Amplitudo tinggi

terjadi pada 1x frekuensi dan harmonik dari *electrical line frequency* yaitu 1x, 2x dan 3x *electrical line frequency*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arebi, L., Fan, Y., Gu, F., dan Ball, A., (2010), Investigation of Wireless Sensor on a Rotating Shaft and Its Potential for Machinery Condition Inspeksi, 23rd International Congress on Condition Inspeksi an Diagnostic Engineering Management, June 28-July 2, Japan.
- Barron, F., (2003), Industrial Noise Control and Acoustic, Marcel Dekker Inc, New York.
- Baydar, N., Ball, A, (2001), Case History, A Comparative Study of Acoustic and Vibration Signal in Detection of Gear Failures using Wigner-Ville Distribution, Mechanical System and Signal Processing, Academic Press, pp. 1091-1107.
- Cook, V., G., (2012), Acoustic Inspeksi of Machine Tool Health Using Transmitted Sound, Proceeding of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operation Management, Istambul, Turkey, 3-6, pp. 1831-1839.
- Culham, T., (2013), Wireless Vibration Inspeksi, Improves Reliability and Enhances Safety, Plant Maintenance, March-April, pp. 31-32.
- GST, (2010), General Purpose Piezoelectrics, YD-5 4251, Unit 1, 26 Fairholme Rd, Manchester, M20 4NT, UK
- Kim, M., Jang, G., Lee, C., dan Lim, D., (2010), Experimental Identification of Abnormal Noise and Vibration in a High Speed Polygon Mirror Scanner Motor due to Mechanical Contact of Plain Journal Bearing, Springer Verlag, Microsystem Technology 16, pp. 3-8.
- Raharjo, P, Tesfa, B, Gu, F dan Ball, A, D, (2012), Comparative Study of the Inspeksi of a Self Aligning Spherical Journal Bearing using Surface Vibration, Airborne Sound and Acoustic Emission, 25th International Congress on Condition Inspeksi and Diagnostic Engineering, IOP Publishing Journal of Physics Conference Series 364 (2012) 012035.
- Ramroop, G., Liu, K, Gu, F, Payne S, Ball A. D, Airborne Acoustic Condition Inspeksi of a Gearbox System, Electronic Proceeding of the 5th Annual Maintenance and Reliability Conference, Gatlinburg, Tennessee, USA, May 2001.
- Raharjo, P., Sofyan, Y., Mariz, T.,A., (2017), Pengembangan Sistem Pengujian Noise Pada Pompa Sentrifugal, Prosiding, SNRT, Vo. 2 Tahun 2017, Politeknik Negeri Banjarmasin, ISSN 2541-5662 dan 2541-2670.
- Rorrer, R. dan Juneja. V., (2002), Friction Induced Vibration and Noise Generation of Instrument Panel Material Pair, Elseiver, Tribology International, No. 35, pp. 523-531.

Schenk, C., Machine Diagnosis, Methods and Instruments for Analysing Machine Condition and for Early Recognition of Machine using Vibration Measurement, Serie 40.

Wang, Y., Loh, K.,J., Lynch, J. P., Frase, M., Law, K., Elgamal., A, 2006, Vibration Inspeksi of the Voight Bridge using Wired and Wireless Inspeksi System, The Proceeding of 4th China-Japan-US Symposium on Structural Control and Inspeksi, October 16-17.