

Pemetaan Kebisingan pada Mesin CNC Milling Mini menggunakan Metode Time Waveform Analysis

Dwi Ardiyanta¹, Ahmad Yusuf Ismail²
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: dwi@gmail.com¹, yusuf@itats.ac.id²

ABSTRACT

This research aims to determine the characteristics of the noise produced by a mini CNC machine during operation at feeding speed of 50 mm/m, 100 mm/min, 150 mm/min, in several different materials with a constant feed depth of 0.5 mm. This research will provide initial information regarding the frequency and amplitude distribution (SPL) of noise which will be useful for planning appropriate noise barrier in the future in industry. By processing the noise data produced from the voice recorder and sound meter level using the waveform method, the results obtained shows that the highest noise values is from a feeding speed of 100 mm/min with an SPL of 86 dB.

Keywords: Noise level, Machine, CNC, Milling, Waveform.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kebisingan yang dihasilkan oleh mesin CNC mini ketika beroperasi serta mengeksplorasi pengaruh variasi feeding speed 50 mm/m, 100 mm/min, 150 mm/min, dan variasi beberapa material berbeda dengan feed depth konstan sebesar 0,5 mm. Penelitian ini akan memberikan informasi awal mengenai sebaran amplitudo (SPL) kebisingan yang akan berguna untuk perencanaan pemintas kebisingan yang tepat di industri. Dengan mengolah data kebisingan yang dihasilkan dari voice recorder dan sound meter level menggunakan metode waveform, hasil yang didapatkan adalah nilai kebisingan paling tinggi berasal dari proses feeding speed 100 mm/min dengan SPL sebesar 86 dB.

Kata kunci: Kebisingan, Mesin, CNC, Milling, Waveform.

PENDAHULUAN

Mesin CNC (Computer Numerical Control) 3 axis adalah suatu mesin yang banyak digunakan berbagai di industri skala besar dan menengah di Indonesia. Mesin ini memiliki sumbu x, y dan z dalam beroperasi serta memiliki kecepatan spindle dan feeding yang bergerak berdasarkan G-code atau Ncode yang dibuat dari software atau manual. Pada perkembangannya, mesin CNC 3 axis sekarang digunakan tidak hanya untuk pengerjaan kepresisian yang tinggi tetapi juga untuk pengerjaan furniture, hiasan rumah, komponen tertentu dengan bentuk yang unik yang tidak membutuhkan kepresisian tinggi. Meski demikian, mesin CNC masih memiliki beberapa upnormality yang disebabkan oleh beberapa faktor.

Sementara itu, kebisingan adalah bunyi yang dapat mengganggu manusia sehingga menimbulkan tidak nyaman terhadap manusia. Setiap perusahaan pasti mempunyai masalah kebisingan, apalagi perusahaan besar yang proses produksinya menggunakan mesin-mesin besar dan menggunakan alat kerja dengan tingkat kebisingan yang cukup besar. Jika kebisingan tidak terkendali dengan baik maka akan berdampak pada pendengaran yang akan mengalami gangguan, meliputi gangguan fisiologis, psikologis, komunikasi, keseimbangan, bahkan ketulian. Menurut data World Health Organization (WHO) 8% negara sekitar penyakit yang dialami para pekerja disebabkan karena stres kerja pada tahun 2018, ditahun 2019 Indonesia sendiri mengalami peningkatan sebesar 73%, ditahun sebelumnya hanya berada ditingkat 64%. Kebisingan ini sangat berhubungan dengan mesin-mesin ketika proses produksi sedang berlangsung. Misalnya, ketika proses mesin CNC milling bekerja pasti akan menimbulkan bunyi sangat keras apalagi jika endmill aus sehingga dapat mengganggu operator produksi.

Dalam perkembangannya, mesin CNC telah sampai pada tahap perakitan mesin CNC Router secara manual. Dengan mengambil komponen komponen dari dalam negeri dan dengan pengerjaan yang dilakukan secara manual, mesin CNC hasil perakitan dalam negeri memiliki kualitas yang tidak kalah baik dengan produk luar, dan harapannya mampu bersaing dengan produk yang sudah ada. Namun demikian, intensitas suara atau pemetaan kebisingan berupa nilai dan sebaran frekuensi yang dihasilkan dari getaran pada proses

mesin CNC rakitan ini belum dikaji secara mendalam oleh para peneliti. Sehingga, itu kajian mendalam tentang kebisingan yang dihasilkan dari getaran pada mesin CNC rakitan terutama yang berukuran mini menjadi sangat penting untuk dilaksanakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan kebisingan dan mesin telah dilaksanakan oleh beberapa peneliti. Budiawan dkk [1] mengkaji hubungan kebisingan mesin dengan stress kerja di industri. Perusahaan yang diteliti menggunakan mesin TFO atau two for one twister pada pemintalan benang. Mesin ini terdiri atas 26 unit yang tersusun di *assembly line*, sehingga menimbulkan kebisingan yang cukup kuat. Hasil yang diperoleh adalah Tingkat probabilitas stress para operator yang bekerja disekitar mesin TFO ini mencapai 41%. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Hiola dan Sidiki [2]. Penelitian tersebut dilaksanakan di sebuah are pertambangan Dimana mesin pengolah emas yang bernama mesin Teromol digunakan di tempat tersebut. Dengan menggunakan metode statistika Pearson Product Moment, hasil yang didapatkan adalah terdapat relasi yang cukup kuat antara kebisingan mesin teromol tersebut dengan Tingkat stress pekerja yang ada di sana.

Sementara itu, Agustin dan Sunaryo [3] mengevaluasi kebisingan mesin bubut dan korelasinya dengan keluhan subjektif para pekerjanya. Metode yang digunakan cukup sederhana yaitu dengan wawancara secara primer kepada para pekerja. Hasil yang didapat adalah nilai kebisingan pada bengkel tersebut masih dalam ambang batas normal, namun masih terdapat pengaruh berupa pusing telinga berdengung, cepat emosi dan Lelah, sampai kepada sulit tidur. Penelitian kebisingan motor listrik dan tabung sentrifugal mesin produksi santan pernah dikaji oleh Susanto, dkk [4]. Pengujian dilaksanakan pada tiga kecepatan berbeda yaitu 1000, 1500 dan 2000 rpm dengan jarak kebisingan 0.5 m dari bagian komponen. Hasil yang didapatkan adalah hasil kebisingan mesin tersebut masih dalam ambang batas aman.

Di level laboratorium, penelitian kebisingan alat pada workshop pernah dilaksanakan oleh Hakim, dkk. [5]. Hal ini menunjukkan bahwa level kebisingan mesin dalam aplikasi apapun sangat penting untuk diperhatikan, bahkan sampai level laboratorium universitas. Hasil yang dapat diambil adalah pada workshop manufaktur memiliki Tingkat kebisingan yang paling tinggi namun masih dalam ambang batas aman. Khusus pada mesin CNC, penelitian yang pernah dilakukan adalah kajian umum mengenai lingkungan fisik bengkel CNC [6]. Satu hal yang diperhatikan adalah level kebisingan dari mesin tersebut diantara kajian lainnya. Namun, kajian tersebut kurang mendalam dan hanya membahas seputar mesin CNC secara tunggal, dan belum dilaksanakan studi parametris. Oleh karena itu, dalam rangka melanjutkan penelitian oleh Baharuddin, dkk ini, penulis melaksanakan penelitian ini.

Nilai Ambang Batas Kebisingan

Peraturan mengenai nilai ambang batas kebisingan industri diatur dalam Perauran Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi no 13 tahun 2011. Aturan ini dikeluarkan mengingat mesin *milling* di industri manufaktur selalu menghasilkan suara intensitas tertentu yang sudah menjadi bagian dari dunia industri, sehingga oprator yang terus menerus menerima paparan kebisingan tersebut dapat terpengaruh. Nilai ambang batas yang dimaksud diberikan pada Tabel 1 berikut.

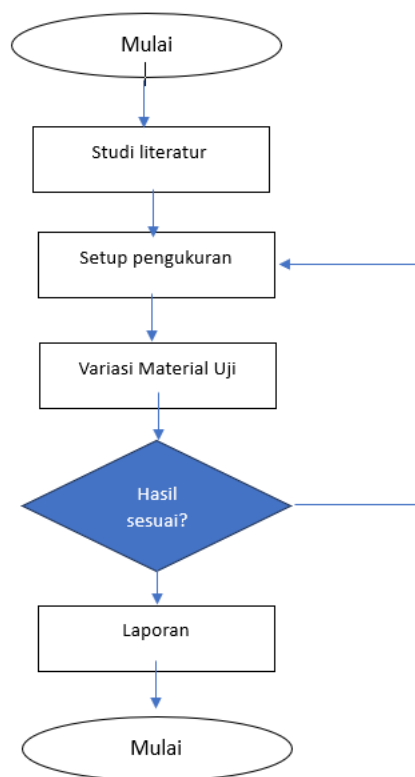
Tabel 1. Nilai Ambang Batas Kebisingan di Industri Industri Permenakertrans No 13/MEN/X/2011.

INTENSITAS BISING (dB)	WAKTU BATAS PAPARAN
85 dB	8 Jam/hari
88 dB	4 Jam/hari
91 dB	2 Jam/hari
94 dB	1 Jam/hari
97 dB	30 Menit/hari
100 dB	15 Menit/hari
103 dB	7,5 Menit/hari
106 dB	3,75 Menit/hari
109 dB	1,88 Menit/hari

112 dB	0,94 Menit/hari
115 dB	28,12 Detik/hari
118 dB	14,06 Detik/hari
121 dB	7,03 Detik/hari
124 dB	3,52 Detik/hari
127 dB	1,76 Detik/hari
130 dB	0,88 Detik/hari
133 dB	0,44 Detik/hari
136 dB	0,22 Detik/hari
139 dB	0,11 Detik/hari

METODE

Diagram Alir Prosedur Penelitian

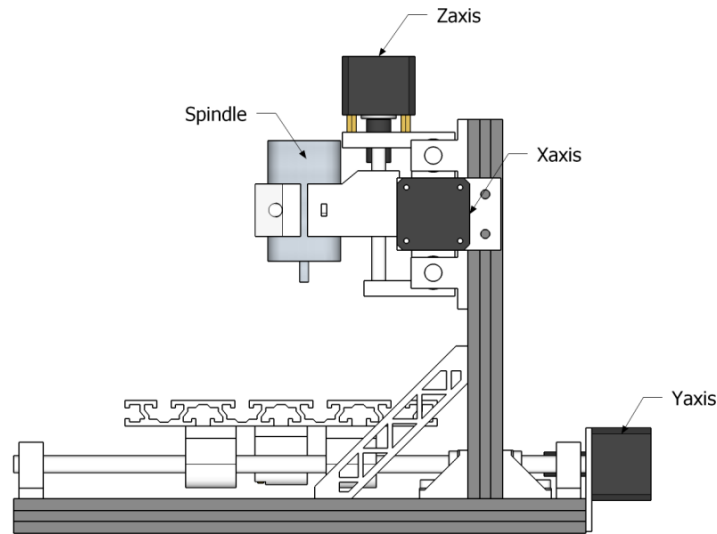


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode analisa *waveform* yang secara umum diberikan dalam Gambar 1. Penelitian ini menggabungkan proses permesinan dan pemrograman komputer. Peneliti menggunakan *Micro controller Breakout Board* untuk membuat *sistem instrumen* kendali mesin *CNC Mini 3 Axis model 3018 - CNC TU-3A* yang digabung dengan *Motor Driver* yang terhubung dengan *Motor Stepper*, *Motor Spindle*, *Power Supply*, serta komponen penunjang mesin *CNC Mini 3 Axis model 3018 - CNC TU-3A* lainnya. Yang nantinya akan dikontrol melalui *Software GRBL Controller* untuk melakukan proses pengujian.

Proses pegujian kebisingan yang ditimbulkan dari getaran dengan variasi feeding speed yang direkam menggunakan *handphone* kemudian dipindah ke *sound meter level* kemudian dianalisa ke metode

Waveform. Adapun mesin CNC yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2. Ukuran material yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 x 180 x 100 mm.



Gambar 2 CNC Mini 3 Axis model 3018 - CNC TU-3A.

Alat dan Material Uji

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan alat bantu penelitian untuk mempermudah mencari data yang diperlukan yaitu antara lain :

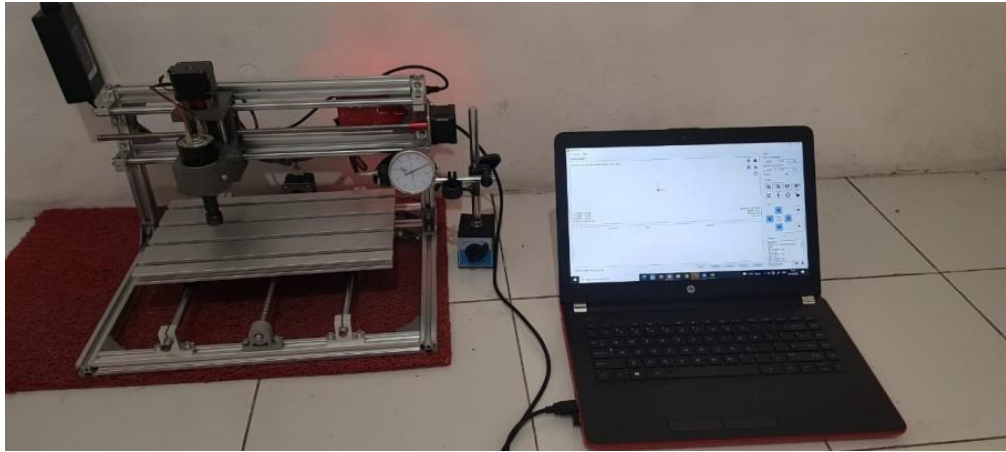
1. Handphone

- **Ukuran layar** : 6,5 inch, 2400 x 1080 piksel, Corning® Gorilla® Glass 3.
- **Audio** : speaker ganda jack headphone 3,5 mm



Gambar 3. Handphone xiaomi redmi 10

2. **Aplikasi Sound Meter**, Alat pengukur kebisingan untuk mengukur tingkat kebisingan mesin CNC seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 yang dihubungkan dengan laptop.



Gambar 4. Setup Pengukuran.

Pengukuran Kebisingan

Waveform adalah analisa waktu pada kebisingan yang dihasilkan dari perekaman audio yang menggunakan gelombang pada grafik yang bisa dirumuskan:

$$SPL = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

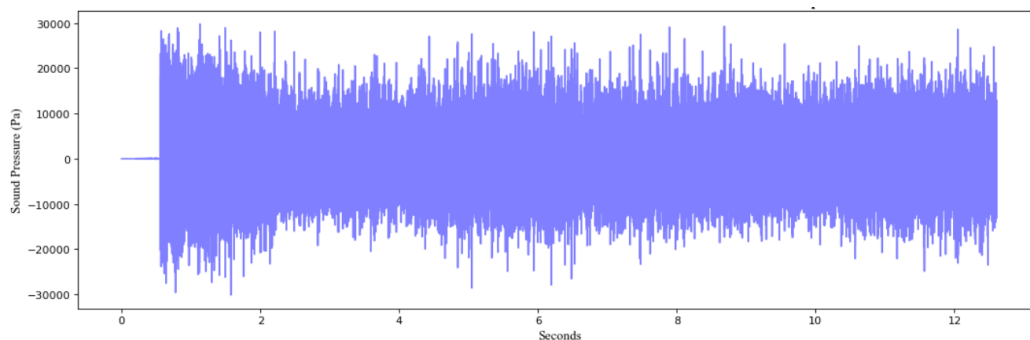
Keterangan:

- SPL : Sound pressure level (dB)
- p : Tekanan suara yang diukur pada saat pengukuran (Pa)
- p_0 : Tekanan acuan (20 μ Pa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data *waveform* untuk variasi *feeding speed*.

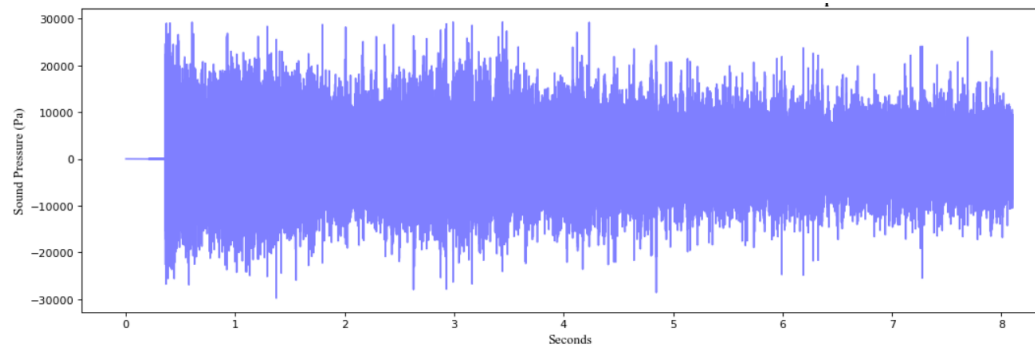
Hasil data yang diperoleh dari percobaan *feeding speed* 50 berikut grafik *time waveform* nya ditunjukan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik *waveform* pada percobaan *feeding speed* 50.

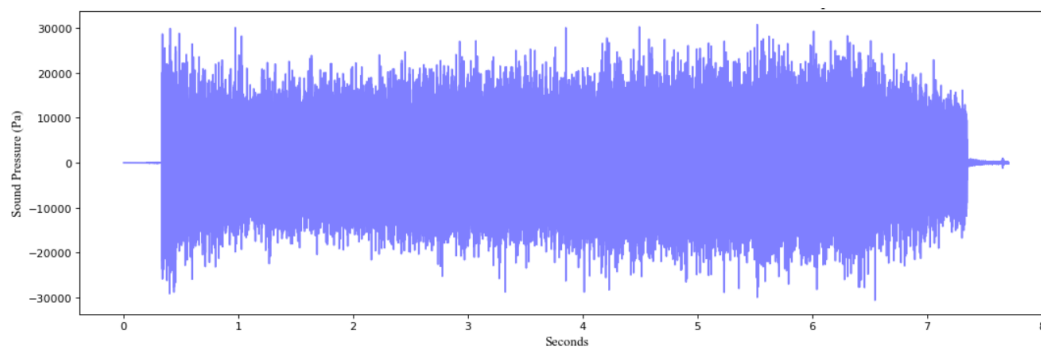
Pada gambar diatas dapat diketahui ketika percobaan *feeding speed* 50 bahan akrilik menghasilkan suara naik turun dengan kisaran antara ± 26 kPa atau nilai SPL = 83 dB, nilai tersebut masih tergolong normal pada jam operasional produksi, jika mengacu nilai ambang batas nilai tersebut bisa didengar oleh manusia selama 8 jam.

Sedangkan untuk hasil data yang diperoleh dari percobaan *feeding speed* 100, grafik *time waveform* yang didapat ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik *wavefoarm* pada percobaan *feeding speed* 100.

Pada gambar diatas dapat diketahui ketika percobaan *feeding speed* 100 bahan akrilik, menghasilkan naik turun dengan nilai kisaran ± 28 kPa atau SPL = 86 dB, nilai tersebut juga masih tergolong normal pada jam operasional produksi dengan maksimal batas selama 8 jam.



Gambar 7. grafik *wavefoarm* pada percobaan *feeding speed* 150.

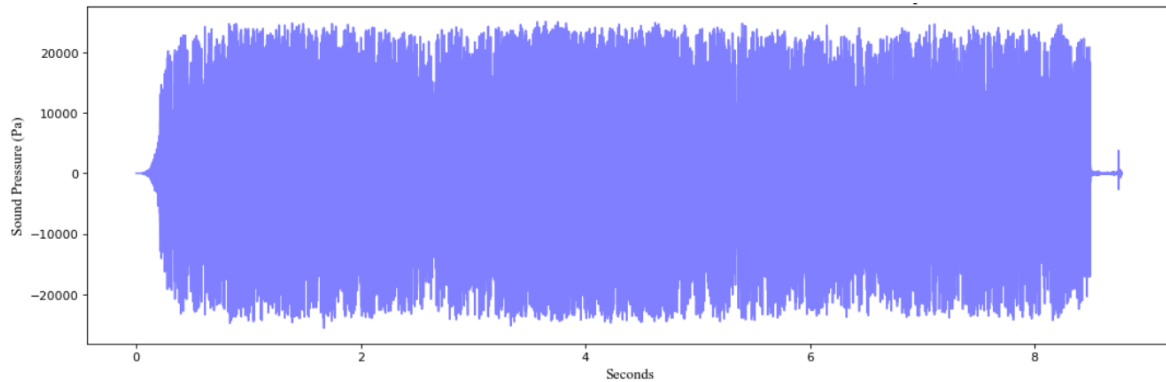
Pada gambar 7 dapat diketahui ketika percobaan *feeding speed* 150 bahan akrilik, menghasilkan naik turun dengan nilai kisaran antara ± 25 kPa atau SPL = 83 dB, nilai tersebut juga masih tergolong normal pada jam operasional produksi maksimal selama 8 jam.

Sebagai kesimpulan, pada variasi speeding speed yang umum digunakan mesin CNC secara umum antara 50 sampai 150 menghasilkan kebisingan yang masih relatif aman bagi pendengaran manusia, jika jam kerja tidak melebihi 8 jam per hari [2].

Hasil data *Waveform* untuk variasi material.

Material Aluminium

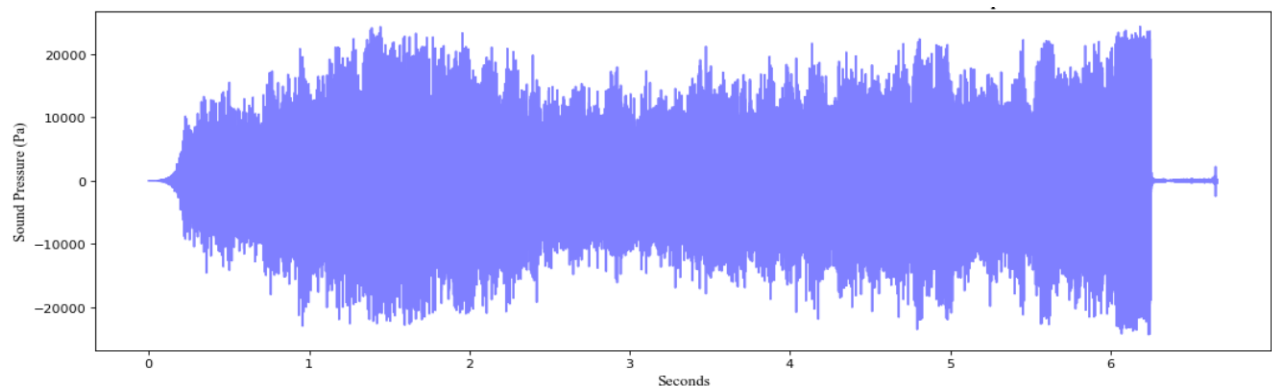
Untuk grafik *time waveform* yang ditunjukkan dari hasil data diperoleh pada percobaan material aluminium seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik *waveform* pada percobaan material Alumunium.

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa pada material aluminium menghasilkan tekanan suara yang stabil dan cukup tinggi dengan nilai kisaran antara ± 20 sampai 23 kPa atau SPL = 82 dB. Sekali lagi apabila kembali mengacu pada nilai ambang batas yang ada [2] maka nilai ini masih bisa diterima pendengaran manusia dalam batas waktu paparan selama 8 jam.

Material Kayu

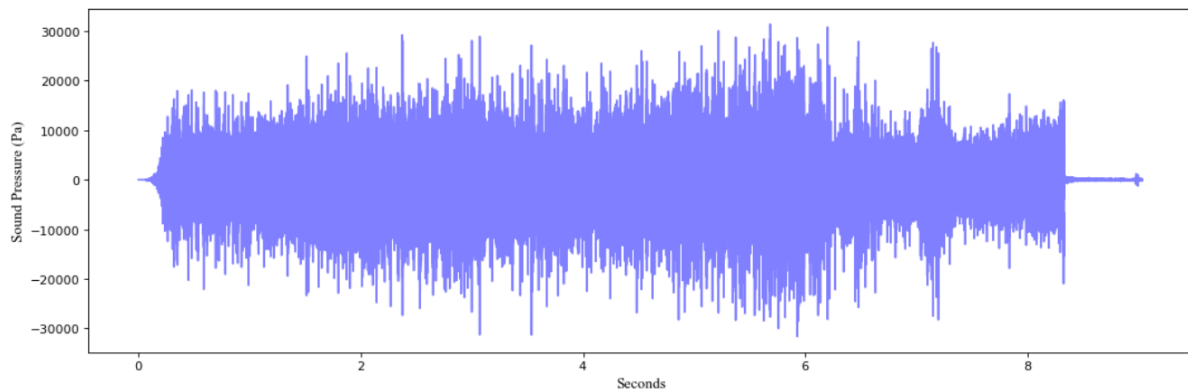


Gambar 9. Grafik *waveform* pada material kayu.

Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat bahwa pada material kayu menghasilkan tekanan suara yang naik turun dengan nilai kisaran 10 – 21 kPa atau nilai SPL = 82 dB. Nilai ini juga masih bisa diterima pendengaran manusia dalam batas waktu paparan selama 8 jam. Seperti terlihat, nilai kebisingan kayu pada waveform memiliki rentang yang lebih rendah daripada aluminium dikarenakan sifat mekanik dari kayu yang relative lebih lunak. Sehingga, pada saat proses pemakanan oleh pahat CNC suara yang timbul akibat gesekan pahat dengan permukaan kayu juga lebih kecil daripada dengan logam. Hal ini yang menjadikan tekanan suara yang ditimbulkan juga menjadi lebih kecil.

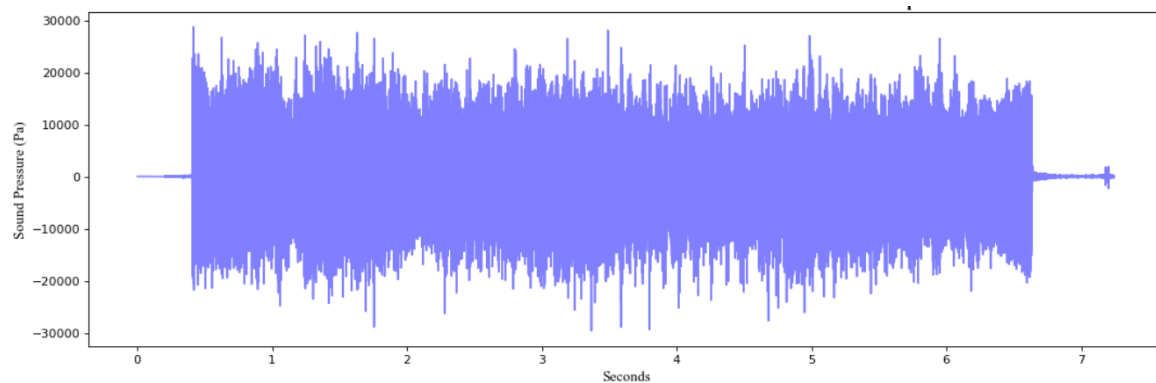
Material Akrilik

Berdasarkan gambar 10 dapat dilihat bahwa pada material akrilik menghasilkan tekanan suara yang naik turun dengan nilai rentang 8 sampai 20 kPa atau SPL = 81 dB. Apabila mengacu pada standart nilai ambang batas yang ada maka nilai ini masih bisa diterima pendengaran manusia dalam batas waktu paparan selama 8 jam.



Gambar 10. Grafik *waveform* pada material akrilik.

Material Nilon PE



Gambar 11. Grafik *waveform* pada percobaan *feeding speed* 150.

Berdasarkan gambar 11 dapat dilihat bahwa pada material nilon PE menghasilkan tekanan suara yang naik turun dengan nilai SPL = 81 dB. Apabila mengacu pada standart nilai ambang batas yang ada maka nilai ini masih bisa diterima pendengaran manusia dalam batas waktu paparan selama 8 jam, pada lingkungan industri hal ini tergolong normal sesuai jam standart operasional perusahaan pada umumnya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah kebisingan pada proses mesin CNC *milling mini* dari *depth of cut* 0,5, jarak pemakanan 20 mm, spindel 1500 rpm, material akrilik, dengan variasi metode *wavefoarm* pada *feeding speed* 50, 100, 150 mm/min didapatkan nilai SPL 83, 86, 83 dB. Dari metode analisa *waveform*, *feeding speed* 100 mm/min merupakan proses kebisingan yang paling tinggi dibandingkan *feeding speed* 150 mm/min dan *feeding speed* 50 mm/min.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Budiawan, *et al.*, "Analisis hubungan kebisingan mesin dengan stres kerja (studi kasus : mesin two for one twister (TFO) PT. XYZ)," *Jurnak. Presipitasi*, vol. 13, no. 1, p. 1 – 7, Mar. 2016.
- [2] R. Hiola, A. K. Sidiki, "Hubungan kebisingan mesin tromol dengan stres pekerja di kabupaten bone," *Unnes Journal of Public Health*, vol. 5, no. 4, p. 285 – 293, Mar. 2016.
- [3] R. C. Agustin, M. Sunaryo, "Gambaran Keluhan Subjektif Pekerja Dan Tingkat Kebisingan Di Bengkel Bubut CV. X Surabaya)," *Jurnal Komunitas Kesehatan Masyarakat*, vol. 3, no. 1, p. 1 – 11, Mar. 2021.
- [4] H. Susanto, *et al.*, "Uji Kebisingan pada Motor Listrik dan Tabung Sentrifugal Mesin Produksi Santan Kapasitas 10 Liter Per Jam," *Jurnal Mekanova*, vol. 7, no. 1, p. 1 – 7, Apr. 2021.

- [5] T. L. Hakim, *et al.*, “Pengujian Dan Analisis Karakteristik Kebisingan Pada Alat Di Workshop Laboratorium Terpadu ITK.” *Jurnal V-Mac*, vol. 2, no. 37, p. 37 – 45, Mar. 2023.
- [6] F. R. Baharuddin, *et al.*, “Ergonomi lingkungan fisik bengkel kerja mesin cnc program keahlian teknik pemesinan smkn 2 makassar,” *JoVI: Journal of Vocational Instruction*, vol. 1, no. 1, p. 40 – 47, Mei. 2022.