

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR PAPARAN GETARAN MESIN GERINDA YANG BERPENGARUH TERHADAP HAVS BERBASIS ARDUINO

Muhammad Nurman¹, Dedy Harto²

^{1,2}. Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹Nurman.m.978@gmail.com

²dedy@borneo.ac.id

Abstract— The influence of vibration on the grinding machine can negatively affect the health of workers. Therefore, it is important to monitor vibrations in the grinding machine and take appropriate precautions. One way to monitor vibration in a grinding machine is to use ADXL345 sensors. The function of this sensor is to measure the amount of vibration in the grinding machine so that it can be determined the amount of vibration in the form of frequency and find out the effective working time in accordance with the vibration Threshold Value (NAV) when using a grinding machine. This excessive vibration can cause Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS) which can hinder the operator in doing his job. This vibration measurement process is carried out directly into the field to measure vibrations in the grinding machine. The ADXL345 accelerometer measurement results can be displayed in the form of graphs and data tables by connecting the sensor to a notebook using software. The measurement data shown that the frequency value obtained on the grinding machine ranged from 0.49Hz to 1.1Hz, the working time using the grinding machine was <14 hours. Based on the results of frequency testing obtained from grinding machines, if connected with vibration NAB, the impact on HAVS is less or less dangerous if used every day.

Keywords— Accelerometer ADXL345, Hand Arm Vibration Syndrome, grinding machine, Threshold Value

Intisari—Pengaruh getaran pada mesin gerinda dapat berdampak negatif pada kesehatan pekerja. Oleh karena itu, penting untuk memantau getaran pada mesin gerinda dan mengambil tindakan pencegahan yang tepat. Salah satu cara untuk memantau getaran pada mesin gerinda adalah dengan menggunakan sensor ADXL345. fungsi dari sensor ini ialah untuk mengukur besarnya getaran pada mesin gerinda sehingga dapat dikeahui besarnya getaran dalam bentuk frekuensi dan mengetahui waktu efektif kerja sesuai dengan Nilai Ambang Batas (NAB) getaran ketika menggunakan mesin gerinda. Getaran berlebihan ini dapat menyebabkan terjadinya Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS) yang mana penyakit tersebut dapat menghambat operator dalam melakukan pekerjaannya. Proses pengukuran getaran ini dilakukan terjun langsung kelapangan untuk mengukur getaran yang pada mesin gerinda. Hasil pengukuran accelerometer ADXL345 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel data dengan menghubungkan sensor dengan notebook menggunakan software. Data hasil pengukuran yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai frekuensi yang didapatkan pada mesin gerinda kisaran 0,49Hz sampai 1,1Hz, waktu kerja menggunakan mesin gerinda <14 jam. Berdasarkan hasil pengujian frekuensi yang didapatkan dari mesin gerinda, jika dihubungkan dengan NAB getaran, dampaknya terhadap HAVS kurang atau tidak terlalu berbahaya jika digunakan setiap hari.

Kata Kunci— Accelerometer ADXL345, Hand Arm Vibration Syndrome, Mesin Gerinda, Nilai Ambang Batas Getaran.

I. PENDAHULUAN

Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bertujuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh risiko di tempat kerja. Risiko tersebut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu bahaya keselamatan dan bahaya kesehatan. Bahaya keselamatan, seperti bahaya mekanik dan bahaya kebakaran, dapat menyebabkan cedera atau kematian. Bahaya kesehatan, seperti bahaya fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikososial, dapat menyebabkan penyakit atau gangguan kesehatan.[1]

Pekerja industri informal di Indonesia rentan menderita penyakit akibat kerja (PAK), seperti penyakit pernapasan, penyakit kulit, dan penyakit otot-skeletal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya penerapan K3 di industri informal, seperti tidak adanya pelayanan K3, rancangan tempat kerja yang tidak sesuai, dan kurangnya penerapan PPE.[2]. Penyakit *Hand Arm Vibration Syndrome* (HAVS) adalah salah satu penyakit akibat kerja yang sering dialami oleh pekerja industri informal. HAVS disebabkan oleh paparan getaran yang terus menerus dari alat-alat kerja, seperti *jackhammer*, gergaji, mesin gerinda, penggiling, dan lain-lain. Efek dari HAVS dapat berupa gangguan produktivitas, kelelahan, dan gangguan kesehatan. Gejala HAVS dapat berupa nyeri, mati rasa, dan kesemutan pada tangan dan lengan. Untuk mencegah HAVS, pekerja industri informal perlu menggunakan alat kerja yang sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja.

II. LANDASAN TEORI

A. Definisi Getaran

Vibrasi atau getaran adalah perlakuan gerak bolak-balik pada objek dari titik kesetimbangannya terhadap posisi *stationernya*. Vibrasi pada mesin dapat disebabkan oleh tiga faktor, yaitu massa, kekakuan, dan gaya. Gaya ini dapat berasal dari dalam mesin, seperti gaya yang dihasilkan oleh mesin tersebut, atau dari luar mesin. Pada permesinan kapal, vibrasi yang ekstrim dapat disebabkan oleh gaya yang berubah baik besar maupun arahnya. Pengukuran karakteristik vibrasi dapat digunakan untuk menentukan kesehatan mesin dan masalah mekanikal yang terjadi pada mesin berputar.. [3]

Sebuah pergerakan pada kejadian getaran tentu memiliki kecepatan yang berbeda. Frekuensi adalah banyaknya getaran yang dialami oleh suatu benda dalam setiap detik. Satuan frekuensi adalah hertz (Hz). Frekuensi getaran yang berbeda-beda akan menghasilkan gerakan getaran yang berbeda pula.[4]

B. Jenis Getaran

Getaran yang menimpa tubuh manusia ibedakan dalam 2 jenis, Getaran mengenai seluruh anggota tubuh (*whole body vibration*) dan Getaran mengenai sebagian anggota tubuh misalnya tangan/kaki.

1. Getaran seluruh tubuh

Whole Body Vibration dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, termasuk:

- Gangguan aliran darah, yang dapat menyebabkan nyeri, mati rasa, dan kesemutan pada tangan dan lengan.
- Gangguan sistem saraf pusat, yang dapat menyebabkan kelemahan, kelumpuhan, dan kerusakan saraf.
- Gangguan metabolisme, yang dapat menyebabkan penurunan berat badan, kelelahan, dan masalah pencernaan.
- Gangguan otot atau persendian, yang dapat menyebabkan nyeri, kaku, dan kesulitan bergerak.

Getaran seluruh tubuh biasanya dialami oleh pengemudi kendaraan; alat berat, mobil, pesawat, atau kapal laut. Efek yang timbul tergantung pada jaringan manusia, seperti:

- 3-6 Hz terdapat pada area thorax (dada dan perut)
- 20-30 Hz terdapat pada area kepala
- 100-150 Hz terdapat pada area rahang

Gerakan pada bagian organ, seperti yang terjadi pada alat berat, dapat menimbulkan ketidaknyamanan. Menurut beberapa penelitian, goyangan organ dapat menyebabkan osteoarthritis tulang belakang dalam jangka panjang.[5]

2. Getaran Tangan Lengan

Gangguan *Hand-Arm Vibration Syndrome* (HAVS), atau *white finger phenomenon*, terjadi pada tangan dan lengan akibat paparan berlebihan terhadap alat getar. Gejalanya berupa jari-jari menjadi putih karena sirkulasi darah yang buruk, yang dapat merusak pembuluh darah dan jaringan. CTS juga dapat menyebabkan rasa geli, mati rasa, dan tangan lemah, yang dapat mengganggu kemampuan bekerja di kondisi dingin atau basah.[6]. Getaran tipe ini umumnya dirasakan oleh para pekerja:

- Pemotong rumput
- Pemotong kayu
- Operator gergaji
- Operator Gerinda
- Penempa palu
- Operator kattang

C. Nilai Ambang Batas Getaran (NAB)

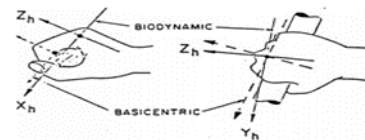
Nilai ambang batas getaran untuk pemaparan lengan dan tangan ini dihitung berdasarkan tingkat getaran dan waktu kerjanya, semakin besar frekuensi getarannya maka semakin sedikit waktu kerja-nya dikarenakan Ketika bekerja tidak sesuai dengan standar yang ditentukan maka ada kemungkinan dapat menyebabkan penurunan efisiensi

dan produktifitas kerja serta dapat meningkatkan angka kecelakaan dan sakit akibat kerja berlebihan[7].

Tabel I
NAB pada getaran bagian lengan dan tangan

Jumlah waktu pemaparan per hari kerja	Nilai kecepatan pada frekuensidominan	
	Meter perdetik kuadrat ($m;dt^2$)	Gravitasi
240 menit dan kurang 480 menit	4	0,40
120 Menit dan kurang 240 Menit	6	0,61
60 Menit dan kurang dari 120 Menit	8	0,81
kurang dari 60 Menit	12	1,22
Catatan : 1 Gravitasi = 9,81 m/dt ²		

Arah gerakan tangan yang bergetar dapat dibagi menjadi dua arah, yaitu gerakan biodinamik dan gerakan biosentrik. Kecepatan getaran atau nilai akselerasi getaran tangan dan lengan dapat diukur dalam tiga arah aksis, yaitu x, y, dan z. seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem Biodinamik dan Biosentrik Tangan [8]

Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan nilai ambang batas getaran yang diterima oleh tangan dan lengan:

- Pengukuran getaran dilakukan dengan menggunakan vibrasi meter sesuai metode yang standar.
- Nilai ambang batas adalah nilai rata-rata akselerasi pajanan getaran dalam satuan meter/detik² yang tidak boleh dilewati oleh pekerja dalam durasi pajanan tertentu.
- Durasi pajanan getaran dapat dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan durasi.

$$t_{Pajanan} = 4 \text{ jam} \left(\frac{4 \text{ meter/detik}^2}{a_{terukur}} \right) \tag{1}$$

Pajanan Keterangan:

t = durasi pajanan dalam jam

a = Akselerasi getaran tangan dan lengan diukur dengan menggunakan accelerometer. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan meter per detik kuadrat (meter/detik²)

D. LabVIEW 2019

Software dalam artian bahasa pemrograman atau adalah sekumpulan sintaks atau kode yang dapat di pahami oleh mesin komputer[9], *LabVIEW* adalah software yang dirancang untuk menjalankan sistem serta menampilkan data visual instrumentasi, pengendalian, dan mekanisasi

industri dapat dilakukan dengan menggunakan software tertentu, seperti *LabVIEW*. Software ini dirilis pada tahun 1996 oleh perusahaan National Instrument (NI).

E. Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS)

HAVS merupakan kelainan genetic yang diakibatkan oleh pengoperasian mesin-mesin yang bergetar secara terus menerus yang dapat mempengaruhi gejala *musculoskeletal*, *vaskuler*, dan *neurologi* [10].

F. Gejala-gejala HAVS

Paparan alat genggam yang bergetar dapat menyebabkan kerusakan saraf dan struktur vaskular di tangan dan lengan pekerja, serta kerusakan saraf dan struktur tulang di daerah yang berdekatan. Gejala HAVS yang ditimbulkan oleh paparan ini meliputi mati rasa, kesemutan, dan nyeri. Gejala yang ditimbulkan terdiri dari:

1. Gejala vaskuler

Gejala vaskuler HAVS ditandai dengan pemucatan jari-jari yang bertambah pada suhu dingin, yang dikenal dengan fenomena Raynaud. Fenomena ini disebabkan oleh spasme pembuluh darah, yang dapat menyebabkan jari-jari menjadi putih, biru, dan merah. Spasme pembuluh darah ini dapat menimbulkan kesemutan, kram, dan nyeri. Gejala tersebut berlangsung beberapa menit hingga beberapa jam.

2. Gejala sensorineural

Gejala sensorineural HAVS dapat berupa ringan hingga berat. Pada kasus ringan, gejalanya hanya berupa mati rasa dan kesemutan pada ujung jari yang hilang timbul. Pada kasus berat, gejalanya dapat berupa mati rasa dan kesemutan yang menyebar ke seluruh jari dan pergelangan tangan, serta kelemahan dan kram otot. Gejala sensorineural HAVS dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.[11]. Gejala sensorineural HAVS dapat menyebabkan penurunan sensasi di tangan dan lengan. Penderita HAVS dapat mengalami kesulitan merasakan sentuhan, sehingga tidak dapat merasakan tekanan ketika memegang benda kecil, seperti koin atau mur. Gejala ini dapat ringan hingga berat, dan dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari, seperti memegang benda atau menulis.

G. Mesin Gerinda

Mesin gerinda atau mesin perkakas yang diperuntukan mengasah, memisahkan, dan menggerus benda kerja. Mesin ini dapat digunakan untuk mengerjakan benda kerja kasar maupun halus, tergantung pada jenis batu gerinda yang digunakan. Cara kerja mesin gerinda adalah mata pada gerinda bergerak dan menyentuh dengan benda kerja, sehingga terjadi pengapasan karena adanya gesekan antara dua permukaan yang saling bersentuhan. Mesin gerinda merupakan salah satu jenis mesin perkakas dengan mata potong jamak, atau lebih dari satu, yang dapat digunakan untuk mengasah maupun sebagai alat potong benda kerja.



Gambar 2. Mesin Gerinda

H. Arduino

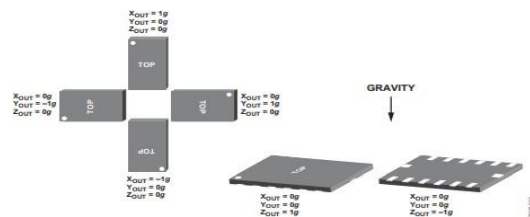
Kit elektronik open source Arduino dibuat untuk membantu para seniman, desainer, dan siapa saja yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai sensor dan pengendali. Arduino dirancang untuk menjadi platform yang mudah digunakan dan terjangkau, sehingga dapat digunakan oleh siapa saja, terlepas dari tingkat keahliannya.[12].



Gambar 3. Konfigurasi pin *ATMega 328 Arduino Uno*

I. Accelerometer ADXL345

Accelerometer ADXL345 adalah sensor yang dapat mendeteksi gerakan. Sensor ini memiliki tiga sumbu (triple axis) dan resolusi 13-bit, yang memungkinkannya mendeteksi hingga jangkauan 16g. Pengaplikasiannya mencakup deteksi sudut miring dengan memperhatikan pendekatan gaya statik dan percepatan dinamik. Dengan resolusi tinggi 3,9mg/LSB, sensor ini dapat mengetahui gerakan serta kecenderungan dengan mulus. ADXL345 merupakan sensor accelerometer yang diproduksi oleh Analog Devices, sensor ini memiliki ukuran kecil dan ringan, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi dan sensor ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti deteksi kemiringan, deteksi gerakan, dan deteksi jatuh..



Gambar 4. Sumbu Pada ADXL 345

J. Fast Fourier Transform (FFT)

FFT adalah metode analisa yang berguna untuk mengonversi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT bekerja dengan membagi sinyal menjadi beberapa gelombang sinusoida dengan frekuensi yang berbeda-beda. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang terjadi dalam satu detik. Satuan frekuensi adalah Hertz (Hz), yang setara dengan 1/detik. Sinyal yang dapat dianalisis dengan FFT adalah sinyal yang mengandung komponen sinusoida. Hasil dari FFT adalah sinyal dalam domain frekuensi, yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik sinyal.[13].

FFT mengkonversi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Dengan mengubah sinyal dari domain waktu ke daerah frekuensi, signal dapat dijabarkan dan memantau frekuensi oleh sinyal yang disebarkan. [14]. Rumus *dFast Fourier Transform* (FFT) berikut:

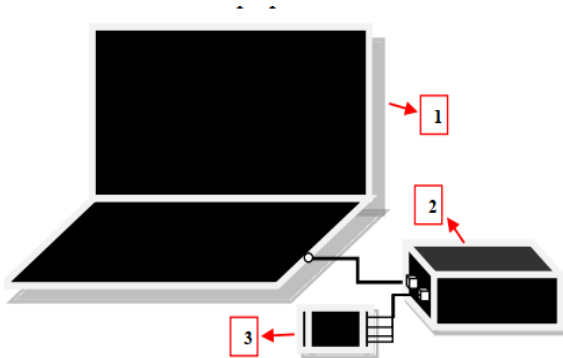
Persamaan transformasi fourier :

$$X(F) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi k F t} dt \tag{2}$$

Transformasi Fourier dari sinyal dalam domain waktu $x(t)$ adalah $X(F)$, yang merupakan rumus bentuk signal eksponen sial lengkap dan koefisien eksponen sial $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras



1. Laptop
2. Arduino
3. Accelerometer ADXL345

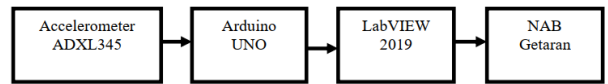
Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar diatas terlihat bahwa ADXL345 dan Arduino UNO terhubung dengan beberapa pin dari Arduino UNO dan ADXL345. Prosesnya adalah pada pin yang tersedia harus terhubung antara ADXL345 dan Arduino Uno:

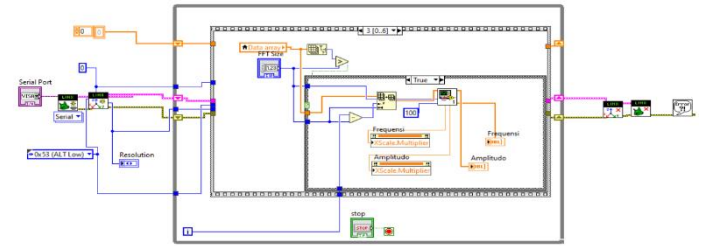
- Pin (VCC) ADXL345 tersambung pada pin 5v Arduino UNO. Fungsi dari pin ini sebagai *power supply*.
- Pin (GND) ADXL345 tersambung pada pin (GND) pada Arduino UNO. Pin ini berfungsi sebagai *ground*.
- Pin (SDA) ADXL345 tersambung pada pin (SDA) pada Arduino UNO. Pin tersebut sebagai serial input pada data komunikasi I2C.
- Pin (SCL) ADXL345 tersambung pada pin (SCL) Arduino UNO. Pin ini sebagai *clock* untuk komunikasi data I2C.
- Setelah kabel USB tersambung ke port USB Arduino UNO dan mikrokontroller kemudian ADXL345 akan beroperasi secara otomatis. Lampu TX dan RX akan menyala sebagai tanda bahwa mikrokontroller dan ADXL345 telah aktif.

B. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak

Perancangan pada penelitian ini menggunakan LabVIEW 2019 software pemodelan dan pemrosesan sistem instrumentasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menampilkan data akselerasi pada sumbu z yang dikirim oleh mikrokontroller. Data tersebut kemudian diproses menggunakan metode FFT agar menghasilkan grafik dan nilai frekuensi. Pada saat mendapatkan nilai frekuensi tersebut kemudian diperuntukan menghitung waktu efektif kerja lengan tangan menggunakan rumus NAB.



Gambar 6. Diagram Blok Perancangan



Gambar 7. Perancangan antarmuka dengan LabVIEW

Awal proses dijalankan dengan memilih port COM pada PC/notebook yang ingin dipakai sensor ADXL345 dengan memilih VISA serial port, setelah itu menambahkan block diagram LINX untuk menghubungkan antara arduino dengan LabVIEW, setelah terhubung selanjutnya menambahkan sensor yang ingin digunakan yaitu ADXL345, pada block diagram ADXL345 terdapat 3 block diagram yaitu Open untuk menghubungkan program yang dibuat dengan ADXL345, Read untuk membaca nilai masukan yang diterima, dan Close untuk mengakhiri pembacaan sensor.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

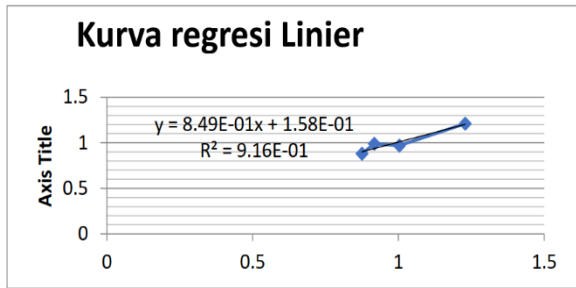
A. Pengujian Kalibrasi Sensor

Pengujian sensor ini di lakukan untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan alat terstandarisasi setelah itu dibuatkan sebuah perhitungan komputasi agar pembacaan nilai sensor accelerometer ADXL345 lebih akurat. Metode kalibrasi yang dilakukan ialah mengukur getaran mesin gerinda dengan menggunakan beban yang berbeda beda. Berikut hasil perhitungan dapat diperhatikan tabel 2.

Tabel 2
Hasil Kalibrasi Sensor

No	Beban	Sensor ADXL345 (Hz)	Sensor Standar (Hz)	Selisih (Hz)	Error
1	Tanpa Beban	0,917	0,99	0,08	0,073
2	Semen	0,875	0,88	0,01	0,005
3	Keramik	1,003	0,97	0,13	0,034
4	Besi	1,229	1,21	0,01	0,015
Rata-rata				0,0575	0,032

Pengujian kalibrasi ini dilakukan dengan membandingkan nilai frekuensi alat yang di buat dengan nilai frekuensi pada aplikasi Smartphone yaitu Seismograf. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan didapatkan hasil dari pengukuran frekuensi pada Seismograf dengan pengukuran sensor yang nanti nya akan dibuatkan prerhitungan regresi linier yang akan di masukkan dalam program seperti terlihat dalam Gambar 8.



Gambar 8. Kurva Regresi Linier

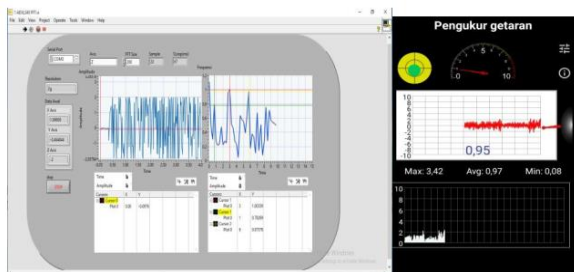
Dari hasil perhitungan regresi linier maka didapatkan persamaan $y = 8.49E-01x + 1.58E-01$ yang dimasukkan kedalam program sensor *ADXL345* dengan nilai x adalah nilai pengukuran dari sensor tersebut, sehingga dapat menghasilkan nilai keluaran yang lebih akurat untuk membaca frekuensi getaran dalam proses pengambilan data.

B. Pengukuran Vibrasi Pada Mesin Gerinda

Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur frekuensi getaran pada mesin gerinda. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan dua mesin gerinda dan sample data yaitu: keramik, dan besi yang mana kedua sampel ini lah yang sering digunakan ketika menggunakan mesin gerinda seperti terlihat dalam Gambar 9 dan gambar 10 merupakan hasil pengukuran.



Gambar 9. Pengambilan Data dengan Memotong Kramik



Gambar 10. Hasil Pengukuran Pemoangan Kramik

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan pengukuran getaran pada mesin gerinda dengan melekatkan sensor yang di buat pada mesin gerinda untuk mengukur objek yang dipotong. Data pengukuran sensor diolah oleh arduino lalu dikirim ke LabVIEW untuk menampilkan keluaran dari sensor. Setelah data diterima akan diolah menggunakan rumus FFT agar dapat ditampilkan dalam bentuk frekuensi.

Pengukuran frekuensi pada pemoangan bahan-bahan dengan menggunakan mesin gerinda dengan jenis yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel III

Pengukuran frekuensi getaran mesin gerinda 540Watt

Bahan	Jenis	Ukuran (mm)	Tingkat Getaran Sensor (Hz)	Tingkat Getaran Standar (Hz)	Waktu Efektif Kerja per Hari
Besi	Plat Siku / Plat L	2	1,023	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Plat Besi	2	0,730	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Pipa Besi	25	0,494	4 Hz/4 jam	>12 Jam
Keramik	Standar	2	0,670	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Porselen	2,5	0,958	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Granit	2,5	1,101	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Marmer	5,5	0,901	4 Hz/4 jam	>12 Jam

Tabel IV

Pengukuran frekuensi getaran mesin gerinda 570Watt

Bahan	Jenis	Ukuran (mm)	Tingkat Getaran Sensor (Hz)	Tingkat Getaran Standar (Hz)	Waktu Efektif Kerja per Hari
Besi	Plat Siku / Plat L	2	0,747	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Plat Besi	2	0,659	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Pipa Besi	25	0,559	4 Hz/4 jam	>12 Jam
Keramik	Standar	2	0,637	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Porselen	2,5	0,856	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Granit	2,5	0,671	4 Hz/4 jam	>12 Jam
	Marmer	5,5	0,606	4 Hz/4 jam	>12 Jam

Pengukuran getaran dilakukan pada saat memotong besi dengan menggunakan mesin gerinda 540 watt. Tingkat getaran yang dihasilkan antara 0,49-1,023 Hz yang mana jika dihubungkan dengan nilai ambang batas getaran, maka jam kerja yang di perlukan >12 jam, dan pada saat memotong keramik data yang didapatkan kisaran 0,63-1,1 Hz yang mana jika dihubungkan dengan nilai ambang batas getaran, maka jam kerja yang diperlukan >12 jam.

Dari hasil pengukuran yang dilakukan jika dihubungkan dengan nilai ambang batas getaran, tingkat getaran pada mesin gerinda ini tidak terlalu berbahaya jika digunakan setiap hari dikarenakan tingkat getaran yang diterima pada tangan kisaran 0,49-1,1Hz, yang mana waktu kerja pada tingkat getaran tersebut >12jam.yang mana dampaknya terhadap *Hand Arm Vibration Syndrom* itu kurang atau tidak terlalu berbahaya.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dengan menggunakan sensor ALDX 234 sebagai deteksi getaran mesin gerinda dengan tampilan LabVIEW maka kesimpulan alat yang dirancang ini mampu digunakan untuk mendapatkan ambang getaran pada suatu benda, Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada mesin gerinda tingkat getaran tingkat

getaran pada mesin gerinda 540Watt kisaran 0,49-1,1Hz dan pada mesin gerinda 570Watt tingkat getaran yang didapatkan kisaran 0,55- 0,85Hz. Jika ini dihubungkan dengan NAB getaran. Maka dapat disimpulkan bahwa tingkat getaran pada mesin gerinda ini tidak berbahaya dan bisa digunakan setiap hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan yang telah memberi dukungan financial melalui RKAKL Tahun anggaran 2023 melalui skema penelitian/karya ilmiah dosen berbasis artikel dan kepada seluruh pihak yang telah membantu.

REFERENSI

- [1] M. Ahmad and S. Susilawati, "Penerapan Budaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Laboratorium Pendidikan Kimia Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Pematang Siantar," *JIKEM J. Ilmu Komputer, Ekon. dan Manaj.*, vol. 3, no. 2, pp. 2708–2715, 2023.
- [2] N. Vembriati and S. Wimbarti, "Pengaruh pemberian informasi dan diskusi terstruktur pada perubahan sikap karyawan terhadap penggunaan alat pelindung diri," *J. Psikol.*, vol. 14, no. 2, pp. 129–147, 2018.
- [3] D. S. HUTAPEA, "ANALISA KARAKTERISTIK GETARAN UNTUK MESIN PEMERAS TEBU DENGAN PENGGERAK MOTOR BENSIN DAN ELEKTROMOTOR BERDASARKAN TIME DOMINE ARAH HORIZONTAL, VERTIKAL, DAN LONGITUDINAL TUGAS AKHIR," 2022.
- [4] N. A. Purba, E. K. Allo, and S. R. U. A. Sompie, "Rancang Bangun Alat Pengayun Bayi Dengan Sensor Suara dan Kelembaban," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [5] D. M. Wulandari, L. Lady, and A. Umyati, "Pengaruh Getaran Mekanik Dan Kebisingan Terhadap Tekanan Darah Pada Laki-Laki Dan Perempuan," *J. Tek. Ind. Untirta*, 2017.
- [6] D. U. Wutsqa *et al.*, "NARRATIVE REVIEW: PENGARUH PEMBERIAN LOW LEVEL LASER THERAPY (LLLT) DAN NERVE GLIDING TERHADAP PENINGKATAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL PADA CARPAL TUNNEL SYNDROME," 2020.
- [7] L. Verawati, "Hubungan tingkat kelelahan subjektif dengan produktivitas pada tenaga kerja bagian pengemasan di cv sumber barokah," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 5, no. 1, pp. 51–60, 2016.
- [8] menteri kesehatan Indonesia, *STANDAR KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI*, vol. 13, no. 3. 2016, pp. 44–50.
- [9] A. Pradana, S. Nugraha, and S. Rater, "Visual Media Development of Wayang Culture Based on 2D Object Motion using Kinect Sensor," *J. Inotera*, vol. 7, no. 2, pp. 74–82, 2022.
- [10] S. Ulandari, "Analisis Postur Kerja dengan Keluhan Low Back Pain pada Pekerja Pencetak Genteng di Kabupaten Blitar (Studi pada Pekerja Pencetak Genteng di Dusun Bendorejo Desa Bendosewu Kecamatan Talun Kabupaten Blitar)," 2017.
- [11] S. Dalimartha and F. Adrian, *Makanan dan herbal untuk penderita diabetes mellitus*. Penebar Swadaya Grup, 2012.
- [12] C. D. Mulyadi, "Perancangan Pengendalian Lampu Menggunakan Berbasis Arduino Uno Dengan Dimmer Lampu," *Techno-Socio Ekon.*, vol. 12, no. 1, pp. 5–13, 2020.
- [13] R. Y. Sipasulta, A. S. M. Lumenta, and S. R. U. A. Sompie, "Simulasi Sistem Pengacak Sinyal Dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2014.
- [14] M. Susanti, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE GEOPHONE MENGGUNAKAN SENSOR PIEZOELECTRIC BERBASIS ARDUINO UNO." Institut Teknologi Kalimantan, 2020.