

## KARAKTERISTIK SPEKTRUM GETARAN MESIN BOR LISTRIK: PERBANDINGAN DENGAN BEBAN DAN TANPA BEBAN

AZIS MUSLIM\*

*Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi, Kementerian Perdagangan RI, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 25 Tanjung Sari, Kabupaten Sumedang*

**Abstrak.** Penelitian difokuskan pada penggunaan sensor getaran *accelerometer* di *Hand-Phone* (HP) dimana dilihat respon dinamis sensor tersebut berdasarkan spektrum yang dihasilkan dari data domain waktu menjadi data domain frekuensi dengan menggunakan transformasi *fourier* yang dilakukan pada PC. Objek penelitian adalah mesin listrik yaitu bor listrik sebagai sumber getaran dengan sistem akuisisi data spektrum analyzer getaran berbasis HP-PC untuk mengetahui karakteristik ketika tanpa dan dengan beban. Frekuensi kerja mesin listrik bor dalam keadaan tanpa beban adalah 40Hz dibawah frekuensi PLN yang sebesar 50Hz. Respon frekuensi juga dapat memperlihatkan karakteristik ketika bor listrik dioperasikan dengan adanya beban.

**Kata kunci:** *getaran, accelerometer, smart-phone, antarmuka, PC*

**Abstract.** *The research is focused on the use of Hand-Phone (HP) accelerometer vibration sensors. The dynamic response of the sensor is seen based on the spectrum generated from time domain data using the Fourier transform performed on a PC. The object of research is electric machines, namely electric drills and electric saws as vibration sources with a vibration spectrum analyzer data acquisition system based on HP-PC to determine the characteristics when without and with load. The working frequency of electric drills without load is 40Hz below the PLN frequency of 50Hz. The frequency response can also show characteristics when the electric drill is operated with a load.*

**keywords:** *vibration, accelerometer, smart-phone, interfacing, PC.*

### 1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan teknologi dari beberapa perangkat sudah dapat digabungkan ke dalam perangkat *Hand-Phone* (HP). Saat ini kita dapat menonton TV di perangkat HP kita, menonton video, melakukan penjelajahan internet, mendengarkan lagu dan lain sebagainya. HP masa kini juga telah dilengkapi oleh sensor-sensor yang memudahkan pengguna mendeteksi keadaan lingkungan. Beberapa sensor yang tertanam di HP misalkan sensor suhu, GPS, *proximity*, *accelerometer*, sensor cahaya, *barometer* dan lainnya.

*Accelerometer* adalah salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur getaran. Hampir semua *smart-phone* yang ada sekarang ini telah tertanam sensor *accelerometer* ini. Dari sisi harga, alat ukur getaran yang dinamis apalagi yang memiliki kemampuan untuk menganalisa spektrumnya, sangat mahal. Penggunaan *accelerometer* yang ada di HP dengan pengayaan tertentu akan menjadi solusi alternatif pembuatan alat ukur getaran dinamis yang lebih murah.

Putri et. Al [2] dalam penelitiannya menggunakan sensor serat optik dengan metode eksentrik untuk mengukur getaran mesin sepeda motor. Sensor ini memanfaatkan perubahan tegangan keluaran fotodiode. Perkembangan modul mikrokontroler Arduino juga telah diakomodir dalam penelitian ini [2] [3]. Penggunaan sensor getar sendiri telah diimplementasikan oleh peneliti lainnya [4]. Dalam penelitiannya disamping mengukur getaran adanya system sensor getaran juga ditujukan untuk

---

\*Email: azismsiza@gmail.com

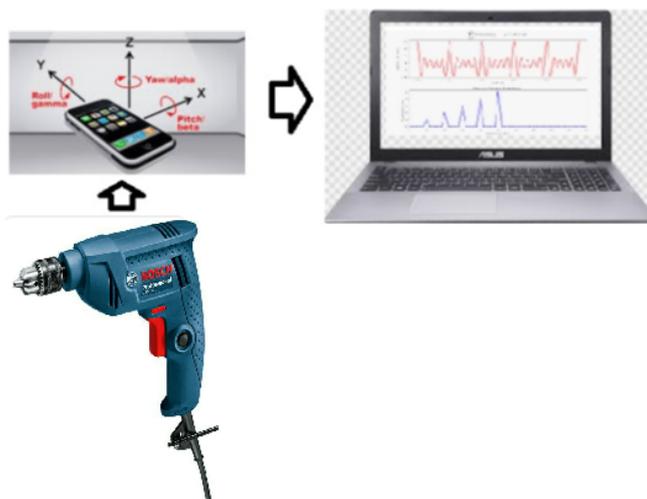
menjaga keamanan sepeda motor. Perkembangan akuisisi dan komunikasi data saat ini juga telah diakomodir para peneliti. Pada penelitian [8] dan [9] telah diakomodir teknologi IOT pada aplikasi system pengukuran getaran sepeda motor. *Data logger* adalah salah satu komponen pada sistem akuisisi data. Perekaman data dapat memperlihatkan karakteristik dinamis dari objek yang kita ukur. Pada penelitian [10] dirancang dan dibuat data *logger* sederhana untuk mengukur *dynamometer* sasis sepeda motor. Dapat pula dikembangkan data *logger* yang berasal dari beberapa sensor sehingga dapat dilakukan analisis dinamik dengan beberapa parameter [11].

Pengukuran terhadap getaran pada mesin merupakan objek penelitian yang menarik. Hasil dari pengukuran tersebut dapat digunakan sebagai bahan analisis untuk mengetahui karakteristik komponen/bagian dari mesin tersebut. Dalam hal lain analisis getaran dapat memperkirakan adanya kerusakan dalam sebuah mesin. Pada penelitian ini sendiri akan dibuat alat ukur getaran yang bersifat dinamis dengan memanfaatkan teknologi sensor yang ada di dalam HP dan datanya diolah oleh PC dalam bentuk spektrum frekuensi. Penelitian difokuskan pada penggunaan sensor getaran *accelerometer* di HP dimana dilihat respon dinamis sensor tersebut berdasarkan spektrum yang dihasilkan dari data domain waktu menjadi data domain frekuensi dengan menggunakan transformasi *fourier* yang dilakukan pada PC.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras

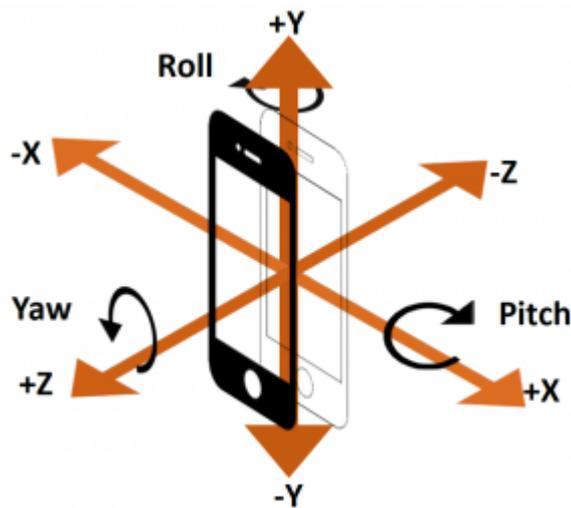
Objek penelitian adalah mesin listrik yaitu bor listrik sebagai sumber getaran sedangkan subyek penelitian adalah sistem akuisisi data spektrum *analyzer* getaran berbasis HP-PC. Sumber getaran adalah mesin listrik yaitu bor listrik sedangkan sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran tersebut adalah sensor *accelerometer* yang terdapat pada HP Android.



**Gambar 1.** Desain Perancangan Perangkat Keras Sistem

Hp Android sendiri sebagai penamaan dari HP yang memiliki sistem operasi Android. Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh, misalnya yang umum digunakan adalah *smart-phone*. Sebagian besar perangkat android memiliki sensor yang digunakan untuk mengukur berbagai fenomena fisis. Sebagai contohnya yang umum adalah sensor gerak, orientasi, dan berbagai fenomena fisis lainnya yang dibutuhkan. Sensor ini tentu digunakan untuk memberikan fasilitas lebih sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Sebagai contohnya, suatu aplikasi permainan dapat memanfaatkan sensor gerak dan posisi untuk diartikan sebagai gerakan pengguna perangkat, seperti kemiringan, digoyang, rotasi, atau ayunan.

*Accelerometer* adalah suatu sensor pada *smartphone* yang berfungsi mengukur percepatan perangkat. Percepatan yang diukur dengan *accelerometer* terkait dengan percepatan gravitasi terutama pada posisi absis vertikal. Sebagai contoh, akselerometer di permukaan bumi akan mengukur akselerasi  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  lurus ke atas karena berat terkait dengan percepatan ini.



Gambar 2. Sensor Accelerometer pada Android

## 2.2 Pemilihan Perangkat Lunak

Perangkat lunak menjadi hal yang vital dalam sistem akuisisi data spektrum analyzer getaran berbasis HP-PC ini. Microsoft Excel memiliki FFT sebagai bagian dari analisis data tepatnya dengan penggunaan Toolpak, yang dinonaktifkan secara default. Untuk menghasilkan grafik yang menampilkan frekuensi dalam sinyal, terlebih dahulu Toolpak harus diaktifkan karena proses tersebut melibatkan penggunaan berbagai algoritma untuk matematika yang kompleks. Fungsi FFT dalam MATLAB® menggunakan algoritma transformasi Fast Fourier untuk menghitung transformasi data Fourier. FFT digunakan untuk merubah domain waktu sinyal menjadi domain frekuensi. Software Matlab merupakan software simulasi dan analisis data yang sudah menyediakan fungsi FFT. Fungsi FFT Matlab adalah signal processing yang disebut SPTool.

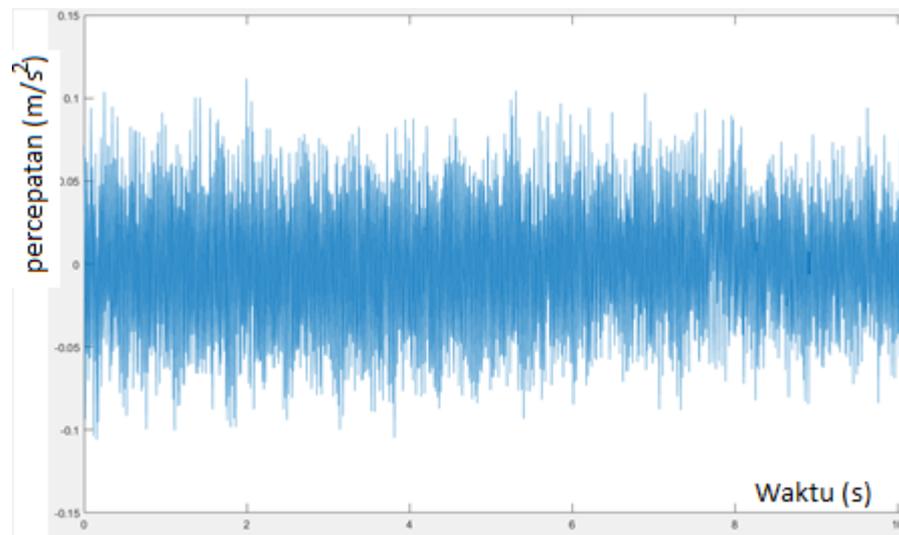
### 3. Teori

Getaran adalah gerakan osilasi disekitar sebuah titik, gerakan massa yang diberikan gaya (*forced vibration*) tanpa *friction*/gesekan. Getaran mesin adalah gerakan suatu bagian mesin maju dan mundur dari keadaan diam. Getaran yang ditimbulkan pada suatu mesin dapat menggambarkan kondisi gerakan-gerakan yang tidak diinginkan pada komponen-komponen mesin. Gerakan massa dari posisi netral menuju batas puncak, kembali ke posisi netral, lalu menuju batas bawah dan kembali ke posisi netral dapat diwakilkan dengan gerakan satu putaran lingkaran. Gerakan satu putaran lingkaran ini memberikan informasi terpenting dalam pengukuran getaran. Pergerakan yang kontinu akan menghasilkan gerakan periodik atau harmonik. Karakteristik getaran lain dan juga penting adalah percepatan. Kecepatan getaran adalah nol titik puncak atas (*top or crest*) dan titik puncak bawah (*bottom or trough*), tetapi pada bagian-bagian tersebut akan mengalami percepatan mengalami nilai maksimum. Sedang pada kondisi netral percepatan getaran adalah nol. Secara teknis percepatan adalah laju perubahan dari kecepatan. Percepatan getaran pada umumnya dinyatakan dalam, satuan “g”, dimana satu “g” adalah percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada permukaan bumi. Sesuai dengan perjanjian internasional satuan gravitasi pada permukaan bumi “g” adalah  $9,0665 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ,  $386,087 \text{ (in/s}^2\text{)}$  atau  $32, 1739 \text{ (ft/s}^2\text{)}$ .

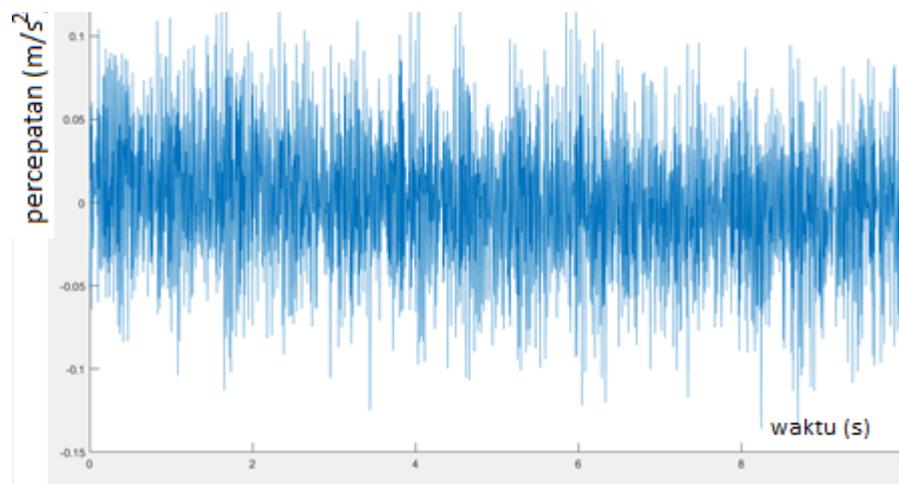
### 4. Hasil dan Diskusi

Data mentah yang didapatkan adalah data getaran motor listrik yang ada pada bor listrik. Data mentah tersebut dapat dilihat pada lampiran laporan penelitian ini. Dari data getaran tersebut lalu diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafis di Gambar 3 dan seterusnya. Gambar 3 memperlihatkan plot dari data mentah getaran yang dihasilkan oleh bor listrik pada orientasi X. Sumbu axis menunjukkan waktu dalam satuan detik sedangkan ordinatnya adalah besarnya percepatan getaran dalam satuan  $\text{m/s}^2$ . Besarnya nilai maksimum percepatan adalah sebesar  $\text{m/s}^2$  sedangkan nilai rata-rata percepatan getaran adalah  $\text{m/s}^2$ .

Gambar 4 memperlihatkan plot dari data mentah getaran yang dihasilkan oleh bor listrik pada orientasi Y. Sumbu axis menunjukkan waktu dalam satuan detik sedangkan ordinatnya adalah besarnya percepatan getaran dalam satuan  $\text{m/s}^2$ . Besarnya nilai maksimum percepatan adalah sebesar  $\text{m/s}^2$  sedangkan nilai rata-rata percepatan getaran adalah  $\text{m/s}^2$ . Gambar 5 memperlihatkan plot dari data mentah getaran yang dihasilkan oleh bor listrik pada orientasi Z. Sumbu axis menunjukkan waktu dalam satuan detik sedangkan ordinatnya adalah besarnya percepatan getaran dalam satuan  $\text{m/s}^2$ . Besarnya nilai maksimum percepatan adalah sebesar  $\text{m/s}^2$  sedangkan nilai rata-rata percepatan getaran adalah  $\text{m/s}^2$ .

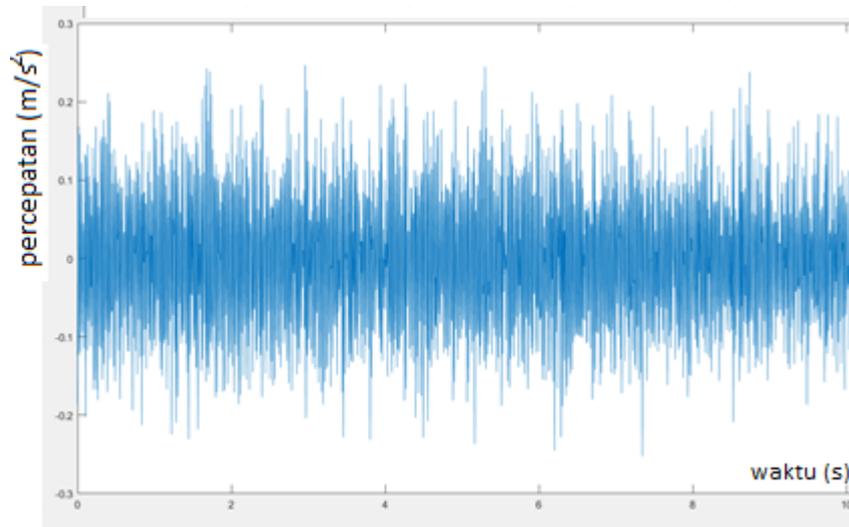


**Gambar 3.** Plot Getaran Bor Listrik pada Orientasi X



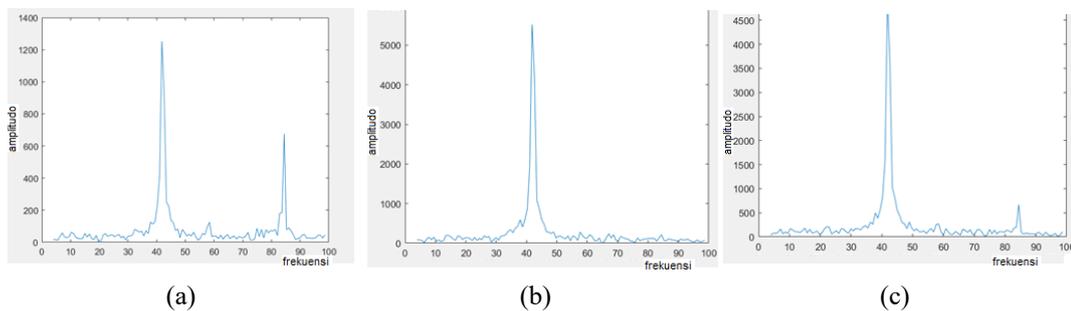
**Gambar 4.** Plot Getaran Bor Listrik pada Orientasi Y

Gambar 6 memperlihatkan plot dari pengolahan data mentah getaran dengan transformasi fourier untuk mendapatkan respon frekuensinya yang dihasilkan oleh bor listrik tanpa adanya beban pada berbagai orientasi. Sumbu axis menunjukkan frekuensi dalam satuan Hz sedangkan ordinatnya adalah besarnya amplitudo. Dari gambar 6 tersebut terlihat frekuensi kerja dari bor listrik tanpa beban pada orientasi X adalah sekitar 40Hz dan terdapat frekuensi lain berkisar sedikit lebih besar dari 80Hz. Terlihat frekuensi kerja dari bor listrik tanpa beban pada orientasi Y adalah sekitar 40Hz dibanding dengan pada orientasi X yang terdapat frekuensi lain berkisar sedikit lebih besar dari 80Hz, pada orientasi Y ini relative tidak ada. Terlihat frekuensi kerja dari bor listrik tanpa beban pada orientasi Z adalah sekitar 40Hz dibanding dengan pada orientasi X yang terdapat frekuensi lain berkisar sedikit lebih besar dari 80Hz, pada orientasi Z ini relatif tidak ada.



Gambar 5. Plot Getaran Bor Listrik Pada Orientasi Z

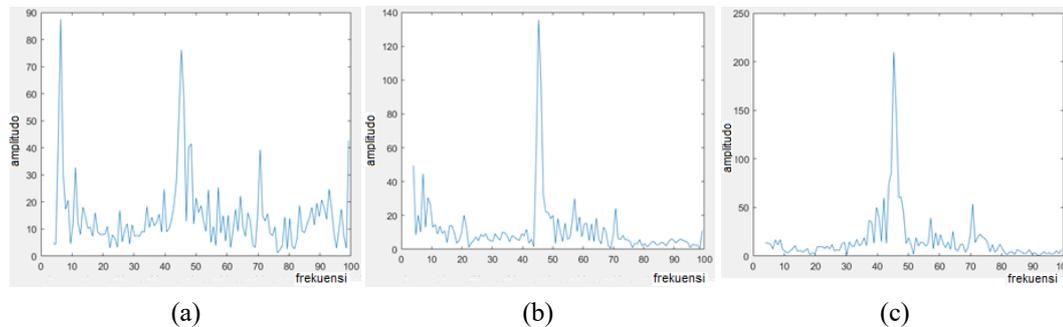
Gambar 7 memperlihatkan plot dari pengolahan data mentah getaran dengan transformasi fourier untuk mendapatkan respon frekuensinya yang dihasilkan oleh bor listrik dengan beban pada berbagai orientasi. Sumbu axis menunjukkan frekuensi dalam satuan Hz sedangkan ordinatnya adalah besarnya amplitudo. Dari gambar 7 tersebut terlihat respon frekuensi dari bor listrik dengan beban pada orientasi X lebih tersebar di beberapa titik frekuensi sekitar 5Hz, 45Hz, 70Hz dan 10Hz untuk nilai yang besar.



Gambar 6. Plot FFT Getaran Bor Listrik pada Berbagai Orientasi

Secara keseluruhan dapat dianalisa bahwa mesin listrik dalam penelitian ini berupa bor listrik dalam karakteristik respon frekuensinya ketika tanpa beban bekerja pada frekuensi 40Hz frekuensi ini memang berada di bawah frekuensi listrik PLN yang ada di Indonesia yaitu 50Hz, namun setidaknya frekuensi kerja mesin listrik ini mendekati frekuensi listrik PLN. Respon frekuensi pun dapat

memperlihatkan karakteristik mesin listrik dalam hal ini bor listrik ketika digunakan untuk bekerja yaitu diberi beban berupa aktifitas melaksanakan bor ke dinding.



**Gambar 7.** Plot FFT Getaran Bor Listrik dengan Beban pada Berbagai Orientasi

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini telah berhasil dibuat alat untuk Analisa spektrum dari getaran mesin listrik yaitu bor listrik berbasis smartphone dan PC. Frekuensi kerja mesin listrik bor listrik dalam keadaan tanpa beban adalah 40Hz dibawah frekuensi PLN yang sebesar 50Hz. Respon frekuensi juga dapat memperlihatkan karakteristik ketika bor listrik dioperasikan dengan adanya beban.

## Ucapan Terima Kasih

Saya ucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Akademi Metrologi dan Instrumentasi yang telah memberikan dana penelitian..

## Daftar Pustaka

- [1] M. Sarkowi. (2014). *Eksplorasi Gaya Berat*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] N. Y. Putri, H. Harmadi, and W. Wildian. (2017). *Rancang Bangun Alat Ukur Getaran Mesin Sepeda Motor Menggunakan Sensor Serat Optik*. *J. Fis. Unand*, vol. 6, no. 3, pp. 270–276.
- [3] M. T. Indriastuti, S. Arifin, N. Fadhilah, dan T. Aprilianto. (2020). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Arduino Nano Dan Android Via Bluetooth*. *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 14, no. 1, pp. 19–30.
- [4] R. Hidayat. (2020). *APLIKASI SENSOR GETAR SEBAGAI PENDETEKSI GETARAN PADA SISTEM PENGAMAN KENDARAAN RODA DUA*. Disertasi, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- [5] J. Sari dan E. Martianis. (2019). *Analisa getaran footers (pijakan) pada sepeda motor non-matic dengan variasi kecepatan*. Seminar Nasional Industri dan Teknologi. pp. 129–138.
- [6] T. Rokhman. (2016). *Analisis Getaran Pada Footrest Sepeda Motor Tipe Matic dan Non-Matic*. *J. Ilm. Tek. Mesin*. vol. 4, no. 2, pp. 31–40.
- [7] R. Ariyansah, A. Gamayel, A. Sunardi, dan F. Efendy. (2021). *PENGARUH CAMPURAN BENSIN DAN MINYAK JAHE PADA GETARAN MESIN SEPEDA MOTOR*. *J. Tek. Mesin Mech. Xplore*, vol. 1, no. 2, pp. 15–23.

- [8] R. Utari dan M. Muskhir. (2022). *Sistem Pengaman Sepeda Motor Menggunakan Teknologi Wifi Berbasis Notifikasi Telegram*. *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 277–287.
- [9] B. Pamungkas. (2021). *Sistem Monitoring Kemiringan Saat Berbelok dan Monitoring Getaran Mesin Sepeda Motor Berbasis IOT*. Tesis Magister, Universitas Surabaya.
- [10] N. Sinaga. (2018). *Perancangan dan pembuatan data logger sederhana untuk dinamometer sasis sepeda motor*. *ROTASI*, vol. 20, no. 1, pp. 46–55.
- [11] H. Y. A. Yusuf dan S. Winardi. (2019). *PERANCANGAN SISTEM RECORD ACTIVITY SEPEDA MOTOR BERBASIS IOT*. *Prosiding Seminar Nasional SANTIKA Ke-1 2019*, pp. 74–78.