

# Perancangan Dan Pembuatan Alat Monitoring Getaran Dan Suhu Mesin Nirkabel Untuk Mempermudah Pekerjaan Maintenance di PT. Tata Metal Lestari

Wahyu Setiady<sup>1</sup>, Oktavianus Ardhian Nugroho<sup>2</sup>, Joko Susanto<sup>1</sup>, Evan Aditnya<sup>1</sup>, Sylvia Hadiani Wijayanti<sup>1</sup>, Antonia Karimayanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Mekanika, Politeknik Industri ATMI, Jawa Barat 17520, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI, Jawa Barat 17520, Indonesia

Corresponding Author: ardhianatmi@gmail.com

## Riwayat Artikel

Diserahkan: 23 Juli 2024

Direvisi: 5 September 2024

Diterima: 24 Oktober 2024

Dipublikasi: 30 November 2024

## Abstrak

PT. Tata Metal Lestari (PT.TML) merupakan perusahaan yang memproduksi baja lapis alumunium seng dan baja lapis seng yang digunakan untuk bahan baku baja ringan dan produk konstruksi lainnya. Mesin yang digunakan dalam proses produksinya PT. TML banyak menggunakan motor-motor besar berjenis AC 3 fase. Oleh karena motor-motor ini membutuhkan proses perawatan yang sangat ketat dengan melakukan pengukuran dan pencatatan getaran dan suhu motor penggerak setiap hari. Politeknik Industri ATMI (Polin ATMI) bekerja sama dengan PT. TML bersama sama mengembangkan sebuah alat yang bertujuan mengkoleksi data kondisi motor secara cepat dan memberikan peringatan secara langsung kepada tim maintenance jika ada kondisi yang abnormal. Metode analisis dan desain yang dipakai dalam penelitian ini berhasil membuat alat system monitoring getaran dan suhu mesin nirkable yang dapat mendeteksi getaran dan suhu pada motor menggunakan jaringan nirkable yang dapat ditampilkan kedalam sebuah layar sehingga dapat membantu tenaga maintenance PT. TML. Alat yang dibuat memiliki ukuran 70 x 70 x 40 mm yang membuat alat ini berukuran kecil dan dirancang untuk bisa dipasang di segala kondisi dan posisi sesuai dengan permintaan PT. TML, hasil pengujian nilai getaran prototipe memiliki hasil 2% lebih besar sedangkan suhu 1,5% lebih besar dari nilai pada alat ukur.

**Kata kunci:** alat, portabel, motor, getaran, suhu.

## Abstract

*PT. Tata Metal Lestari (PT. TML) is a company that produces zinc aluminum coated steel and zinc coated steel used for raw materials for mild steel and other construction products. The machine used in the production process of PT. TML uses a lot of large 3-phase AC motorcycles. Because these motors require a very strict maintenance process by measuring and recording the vibration and temperature of the drive motor every day. ATMI Industrial Polytechnic (Polin ATMI) in collaboration with PT. TML jointly developed a tool that aims to collect motorcycle condition data quickly and provide direct warnings to the maintenance team if there are abnormal conditions. The analysis and design method used in this study succeeded in making a vibration and temperature monitoring system tool for non-portable engines that can detect vibration and temperature on the motor using a non-portable network that can be displayed on a screen so that it can help PT. TML.*

*The tool made has a size of 70 x 70 x 40 mm which makes this tool small in size and is designed to be installed in all conditions and positions according to the request of PT. TML, the test results of the vibration value of the prototype have a result of 2% greater while the temperature is 1.5% greater than the value on the measuring instrument.*

**Keywords:** tools, portable, motor, vibration, temperature.

## 1. Pendahuluan

PT. Tata Metal Lestari (PT. TML) yang berada di daerah Cikarang merupakan perusahaan yang memproduksi baja lapis alumunium seng (BjLAS) [1] dan baja lapis seng (BjLS) [2] Kedua produk itu biasa digunakan untuk bahan baku baja ringan dan produk konstruksi lainnya. Dari mesin mesin yang ada di PT TML salah satu jenis mesin yang digunakan dalam proses produksi baja adalah mesin *continuous galvanizing line* (CGL) [3]. Mesin CGL ini digunakan dalam industri baja untuk menerapkan lapisan galvanis (zinc) secara kontinu pada permukaan baja. Dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperpanjang umur pakai baja [4]. Karena kebutuhan produksi yang banyak dan berketerusan maka mesin ini bekerja terus menerus, system kerja mesin ini adalah dengan cara mengarahkan gulungan baja ke dalam suatu rangkaian dengan langkah langkah produksi yang tidak terputus. Selama proses ini, baja melewati tahap pembersihan, pengeringan, pelapisan galvanis (zinc), pengendalian kualitas, pendinginan dan pembentukan gulungan baja. Oleh dikarenakan cara bekerjanya mesin ini membutuhkan proses perawatan setiap harinya. Bagian yang perlu diperiksa dan dicek setiap harinya sebanyak 3x dalam sehari adalah bagian motor penggeraknya. Motor penggerak ini memiliki peranan penting pada mesin karena menjadi system penggerak utama ketika mesin bekerja. Dengan ukuran spesifikasi motor daya 90 Kw membuat motor ini berukuran besar, dan jika terjadi kerusakan maka proses pengantiannya akan sulit dan berbahaya karena ada beberapa motor yang terletak di posisi ketinggian diatas 125m.



**Gambar 1. Proses pengukuran manual.**

Selama ini para tenaga *maintenance* PT. TML selalu melakukan proses pengecekan suhu dan getaran pada motor secara manual bahkan untuk posisi motor yang sulit dijangkau dan berbahaya. Gambar 1 menunjukkan cara manual yang digunakan oleh pekerja *maintenance* PT.TML ketika mengukur suhu dan getaran. Masalah area peletakan motor yang sangat berbahaya yaitu di lantai 7 yang dicapai dengan tangga dan bersuhu lingkungan mulai dari 50 derajat celcius dapat mempengaruhi kondisi tenaga *maintenance* yang ditugaskan untuk mengukur.



**Gambar 2. Lokasi Motor yang Berbahaya.**

Lokasi tersebut sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja. Gambar 2 menunjukkan proses para tenaga *maintenance* memeriksa kondisi motor dilapangan. PT. Tata Metal Lestari sangat memprioritaskan kesehatan dan keselamatan pekerja maka harus ada suatu metode atau teknologi tepat guna yang bisa

dipakai dan digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap suhu dan getaran pada motor tersebut dengan aman.

Dari permasalahan yang muncul Polin ATMI [5, 6] yang pernah membuat sistem control monitoring bersama dengan PT. TML berkerja sama membuat dan mengembangkan sebuah alat ukur portable yang bernama alat sistem monitoring getaran dan suhu mesin nirkable. Tujuan alat ini adalah membuat alat ukur yang dapat merekam dan mengukur getaran motor secara nirkable, sehingga para tenaga maintenance di PT. TML dapat terbantu dengan adanya alat ini. Selain untuk monitoring desain alat yang memiliki ukuran 70 x 70 x 40 mm membuat alat ini bisa dipasangkan di berbagai kondisi dan medan.

Pembuatan alat monitoring getaran dan suhu sebelumnya sudah pernah dikembangkan. Penelitian oleh [7] Izza Anzhory dalam penelitiannya dia membuat alat yang mendeteksi dini kerusakan awal pada motor listrik Peralatan yang dibuat terdiri dari sensor getaran Adxl 335. Tetapi dalam penelitian ini monitoring suhu motor tidak ada, dan desain dari alat masih tahap labolatorium belum dicoba dalam lingkungan sebenarnya.

Penelitian lain tentang system monitoring motor juga dibuat oleh Imam Halimi [8] dalam penelitiannya dia membuat sistem monitoring untuk memonitor suhu dan getaran pada turbin uap dengan penempatan beberapa sensor suhu dan getaran pada turbin Sistem monitoring ini menggunakan PLC dan HMI Siemens dengan software TIA Portal. Dalam penelitian ini system yang dibuat masih belum portable.

Penelitian tentang system monitoring suhu dan getaran portable juga pernah dibuat oleh A S Fajri dan Riza A [9] [10] misalnya dengan memanfaatkan sensor temperature DS1820, photoelectric untuk *tachometer* dan *akselerometer* MPU6050 untuk pembacaan getaran. System yang dibuat sudah baik tetapi penggunaan MPU 6050 sudah sangat jarang jika

digunakan untuk industry akan sulit katena MPU 6050 sudah tidak diproduksi lagi.

Dalam penelitian ini dibuat sebuah alat yang berfungsi memonitoring suhu dan ggetaran motor secara portable. Tujuannya adalah proses pengukuran dan pencatatan getaran dan suhu motor penggerak yang dilakukan setiap hari dapat dihilangkan sehingga proses pengukuran dan pencatatan menjadi lebih ringkas selain itu pross ini dibuat untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja bagi tenaga *maintenance* di PT. TML. Alat yang akan dibuat dirancang untuk bisa mengambil data-data getaran dan suhu motor dan kemudian diolah dan digunakan untuk menganalisa kondisi motor sehingga para tenaga maintenance di PT. TML dapat meminimalisir berhentinya proses produksi yang diakibatkan oleh kerusakan motor penggerak.

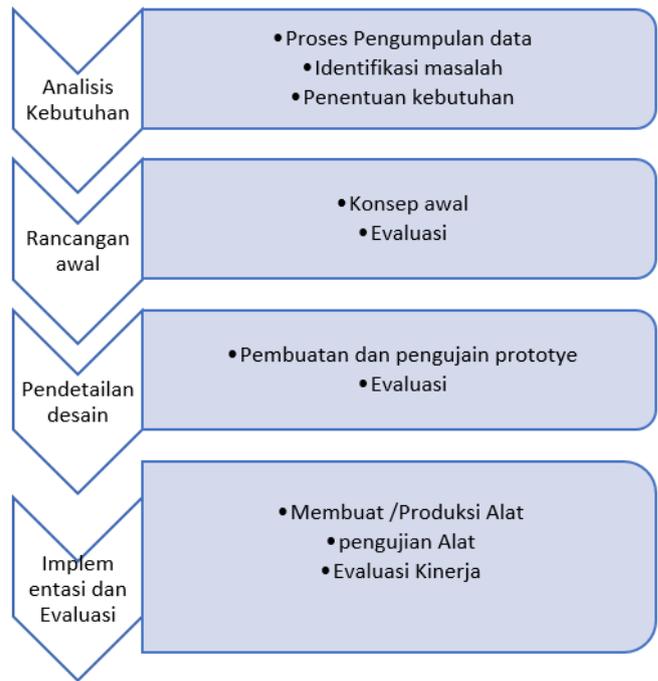
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Metode analisis dan desain. Metode ini memakai proses evaluasi kebutuhan dalam merancang sebuah solusi yang sesuai dan efektif. Langkah langkah seperti analisis kebutuhan, proses perancangan awal, pendetailan desain, implementasi dan evaluasi dilakukan dalam penelitian ini. Dengan metode ini alat yang dibuat akan memenuhi expetasi dari customer dalam hal ini adalah PT.TML itu sendiri.

Polin ATMI dan PT. TML telah berhasil mengembangkan sebuah alat system monitoring getaran dan suhu mesin nirkable yang dapat dipakai dalam segala kondisi, menggunakan sensor MPU 6050 modul MPU 6050 sebagai sensor yang didalamnya terdapat *gyroscope* dan *accelerometer* [11] dengan modul kendali dan komunikasi wifi / lora hasil data yang direkam aka ditampilkan menggunakan IoT platfrom *thingsBoard* sehingga memudahkan para pekerja maintenance memonitoring. Selain itu dengan menggunakan material ABS sebagai bodynya membuat berat total alat ini menjadi kurang dari 100 gram disertai ukurannya yang kecil maka dapat dipakai dan dipasang di segala

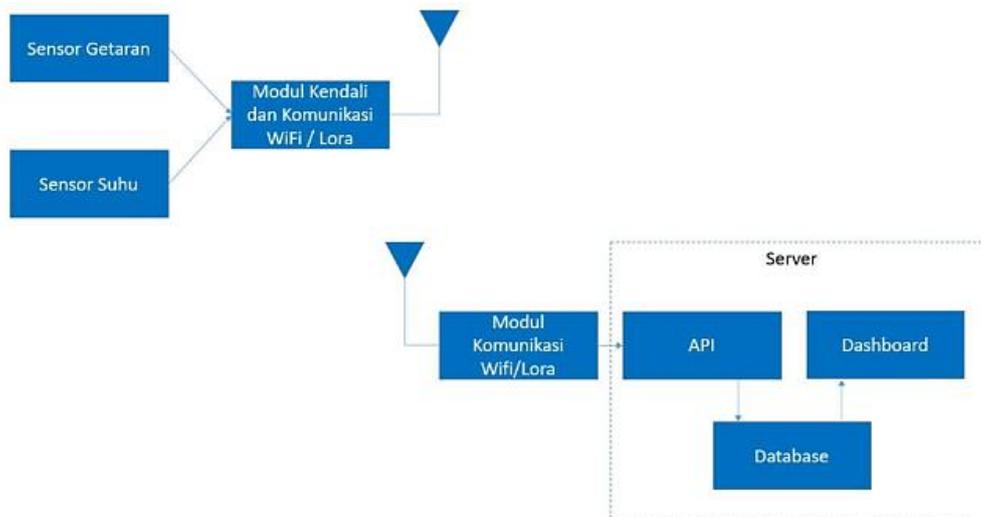
dan medan, body alat bisa dipasang di semua body motor karena dilengkapi dengan system penjepit bermagnet sehingga mudah di bongkar pasang.

**2. Metode**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara metode analisis dan desain [12]. Metode ini memakai proses evaluasi kebutuhan dalam merancang sebuah solusi yang sesuai dan efektif. Gambar 3 menunjukkan Langkah langkah yang digunakan dalam metode ini:



**Gambar 3. Langkah pembuatan alat.**



**Gambar 4. Blok cara kerja sistem.**

**2.1 Analisis kebutuhan**

Pada porses awal analisis kebutuhan ada beberapa identifikasi masalah yang muncul seperti: 1. Data yang diukur oleh sensor, 2. Data dari sensor akan diproses dan dikirim ke server dengan teknologi nirkabel secara berkala, 3. Data diterima oleh server dan disimpan ke database, 4. Data akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang bisa dipilih berdasarkan waktu, 5. Apabila terjadi penyimpangan akan mengirimkan notifikasi ke smartpone. Dari

permasalah dan proses identifikasinya maka dibuatkah blok cara kerja system seperti pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan blok alur kerja system dimana proses pengiriman data secara nirkable untuk meminimalisir kabel.

**2.2 Bentuk konsep awal**

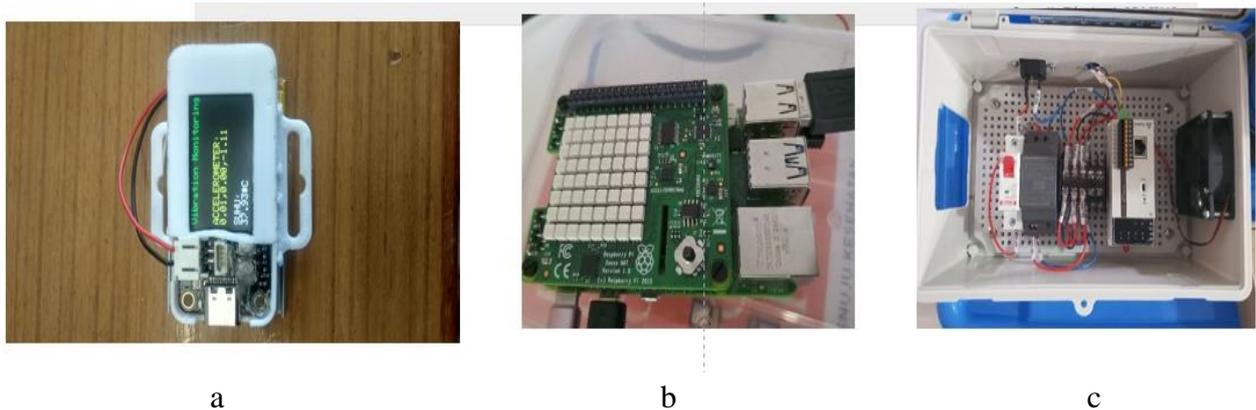
Bentuk konsep awal rancangan alat ini menggunakan 3 tipe awal yang pertama versi PLC kedua versi *Mikrokontroler* dan ketiga tipe

Raspberry Pi. Gambar 5 menunjukkan bentuk ketiga tipe yang dibuat.

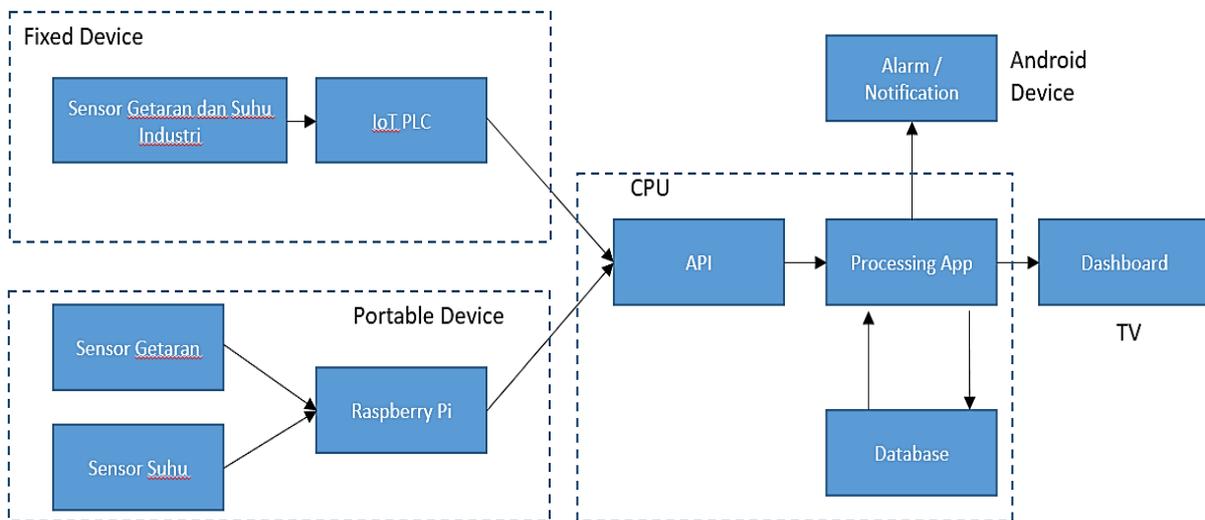
### 2.3 Pembuatan prototype

Prototype pada Gambar 5 menunjukkan bentuk alat yang dibuat. Proses pembuatan dan pengujian prototype desain monitor yang akan dibuat dan dirancang mengikuti alur pada Gambar 6, pada gambar tersebut ditunjukkan

bentuk desain monitor dan vibrasi ketika bekerja dari yang berbentuk *fixed device* dan *portable device* dan kemudian masuk ke CPU dalam bentuk API dan diproses sampai dengan muncul bentuk *dashboard* yang diminta. *Dashboard* yang diminta ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 5. a. Tipe mikrokontroler, b. Tipe raspberry Pi, dan c. Tipe PLC

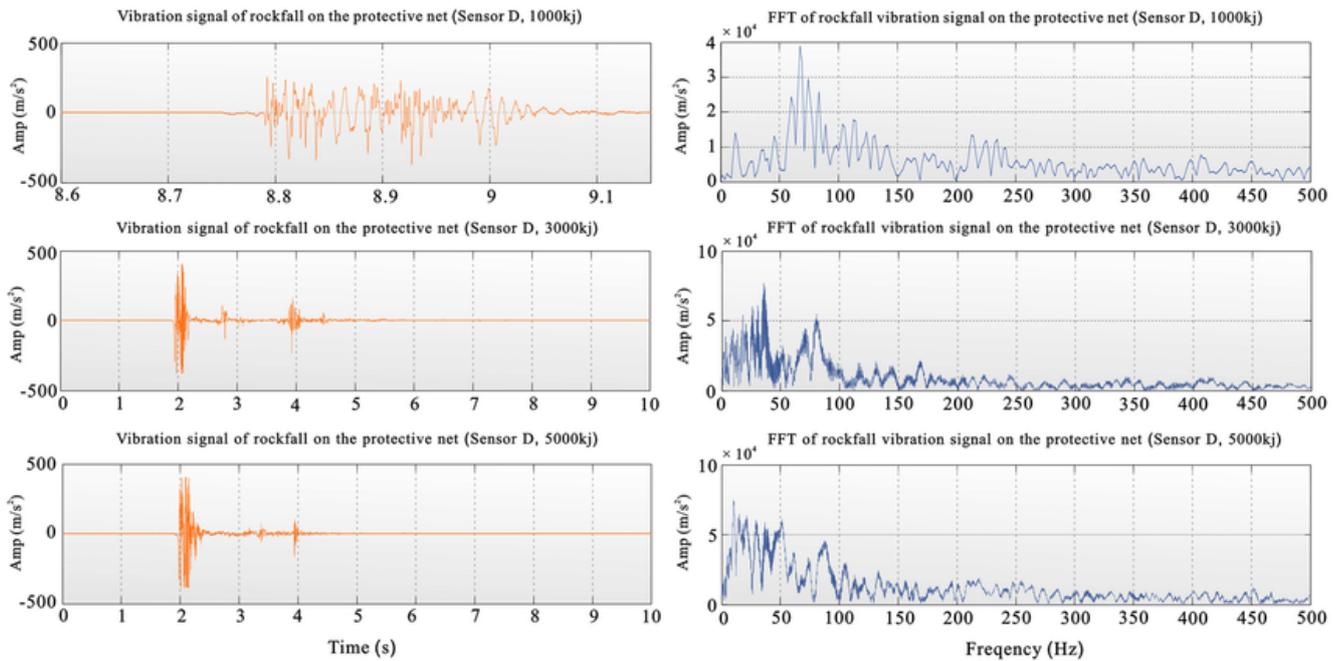


Gambar 6. Bentuk alur desain monitoring

### 2.4 Pengujian alat

Prototipe alat yang dibuat juga dibandingkan dengan alat ukur getaran dan alat ukur suhu. Alat ukur suhu yang dipakai menggunakan *hikmicro pocket eco* [13] *imaging camera* yang dilengkapi dengan superIR 240×240, sedangkan untk alat ukur getaran menggunakan *vibration*

meter *benetech GM63B* [14]. Kedua alat ini digunakan untuk proses kalibrasi alat, apakah alat monitoring yang dibuat sudah sesuai dengan keadaan aslinya. Gambar 8 menunjukkan bentuk alat yang sudah terpasang di motor listrik.



Gambar 7. Bentuk dashboard monitoring

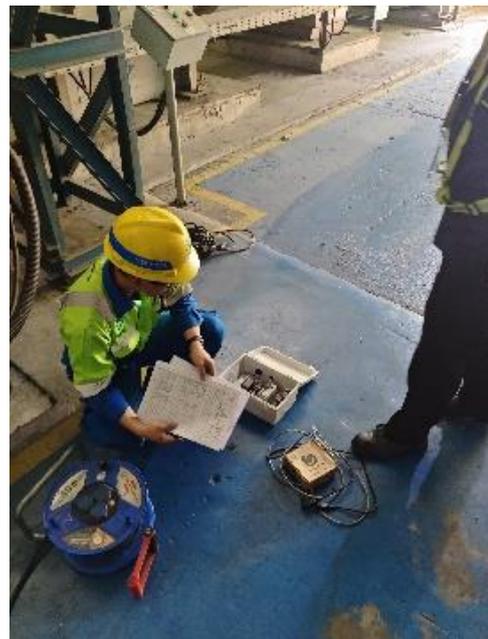


Gambar 8. Posisi alat ukur pada motor Pengujian di PT. TML juga dilakukan dengan melibatkan mahasiswa dalam proses pengukuran pemasangan serta ujicoba alat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

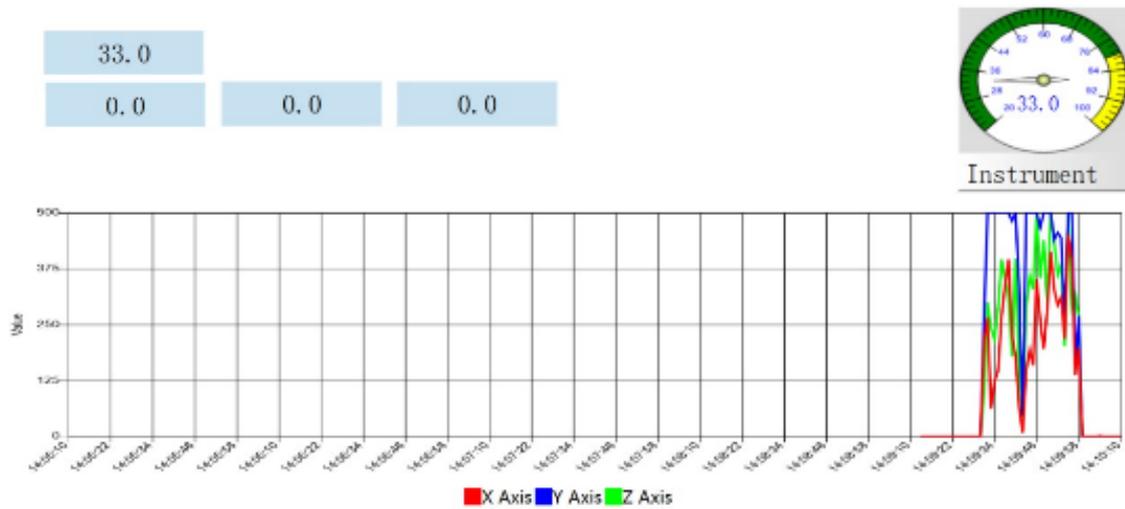
Pengujian alat dibagi menjadi 3 cara yang pertama cara PLC, kedua cara semi portable, dan yang terakhir cara portable menggunakan mikrocontroller.

Hasil dan pengujian prototype pertama, prototype ini menggunakan PLC sebagai sistem kontrolnya menggunakan IOT PLC A8-E Haiwell [15]. Gambar 9 menunjukkan bentuk tipe PLC yang sudah dibuat.



Gambar 9. Bentuk alat tipe PLC

Tipe PLC ini adalah baru dipasaran masih belum banyak yang menggunakan dengan *software haiwellhappy* PLC [16] & HaiwellSCADA proses yang dilakukan sedikit lama karena perlunya eksplorasi, menggunakan sensor getaran *vibration & temperature sensor output analog 4-20mA / Sensor Getaran tipe MVT100-VT*. Data hasil program itu dikonversikan ke bentuk tampilan yang didapatkan, hal ini ditunjukkan pada Gambar 10.



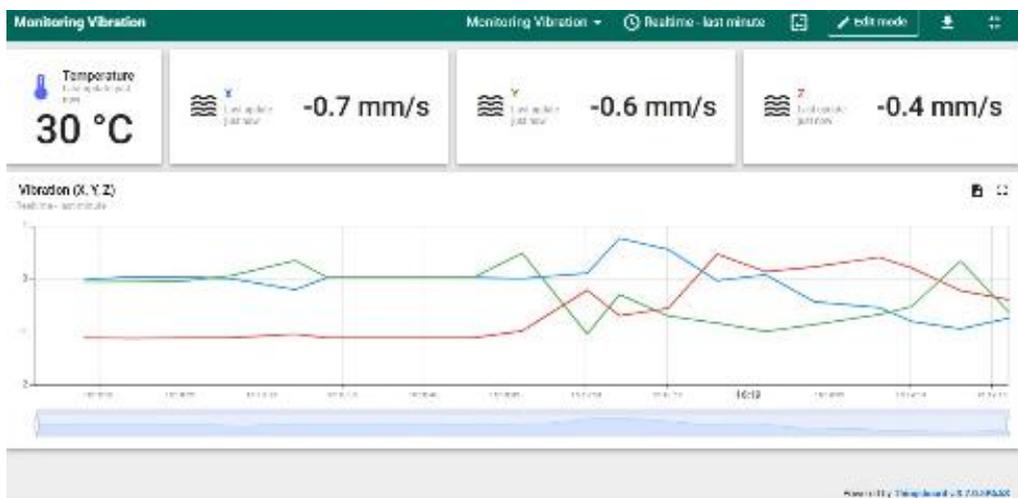
Gambar 10. Data Vibration Sensor renatta menggunakan Program HaiwellHappy

Dari hasil pengujian penggunaan ini masih dalam pengembangan karena sensor getaran yang digunakan berbeda dengan yang diharapkan oleh perusahaan, sehingga dilanjutkan dengan pengembangan menggunakan komponen esp32-s3 1,14 TFT display [17]. Pengujian alat portable dilakukan dengan menggunakan komponen utama esp32-s3 1,14 TFT display, Gambar 11 menunjukkan bentuk komponen esp32 yang sudah terpasang dan diuji coba. Komponen esp32-s3 yang digunakan sudah lengkap dengan monitor untuk mengetahui kondisi suhu dan getaran dari sensor sensornya dan baterai, sehingga sangat praktis. Berikut hasil pengukuran dengan komponen esp32-s3 yang ditampilkan dengan menggunakan

program thingsboard. Gambar 12 menunjukkan bentuk ampilan dari alat monitoring tipe portable.



Gambar 11. Bentuk alat tipe portable menggunakan esp32-s3



Gambar 12. Bentuk tampilan menggunakan program thingsboard.

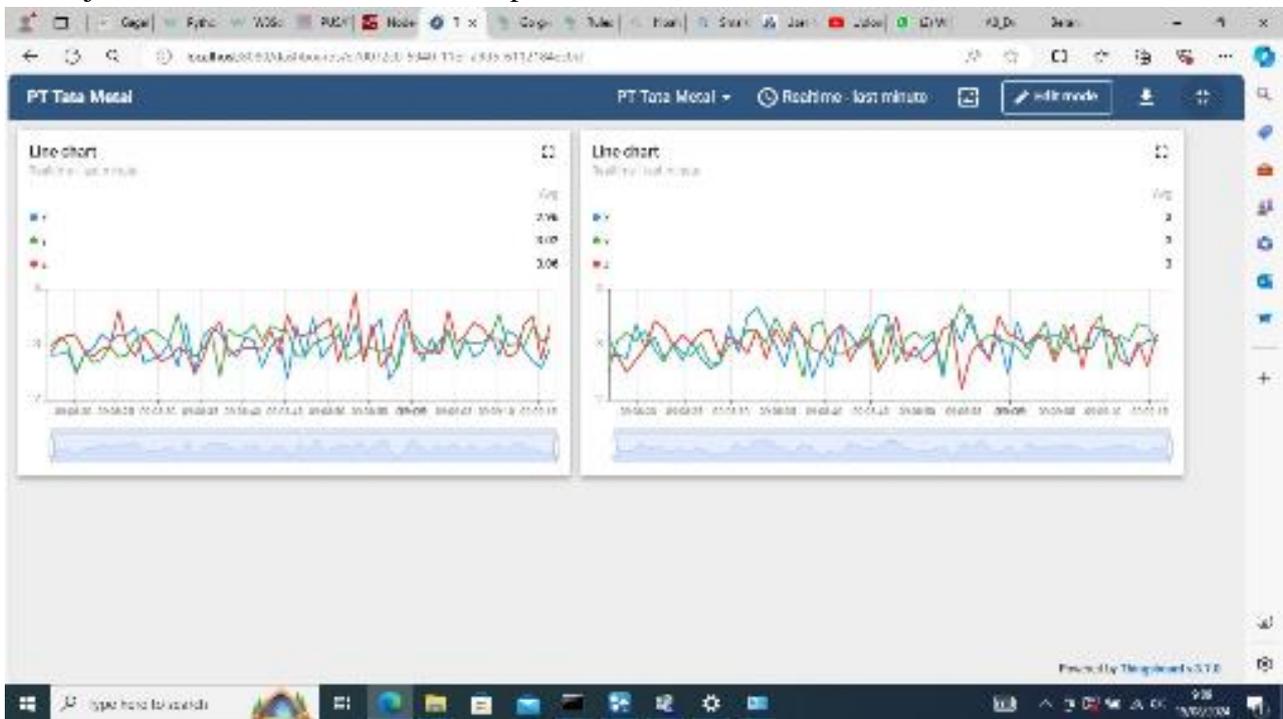
Kelemahan dari tipe ini adalah ketersediaan komponen esp32-s3 1,14 TFT display di pasaran. Ketersediaannya di pasaran sudah cukup langka mencari tipe komponen ini sangat sulit dah harus melakukan import dari luar, sehingga diputuskan untuk mengganti komponen tersebut dengan sensor MPU 6050 [18-21]. Versi ke 2 portable dengan MPU 6050 nantinya akan dipasangkan dengan komponen *contactless infrared temperature sensor* Suhu MLX90614 GY-906 ESF GY906 supaya didapatkan sebuah alat yang menyerupai komponen sebelumnya. Gambar 13 menunjukkan bentuk alat portable

menggunakan komponen MPU 6050 dan sensor suhu MLX90614.



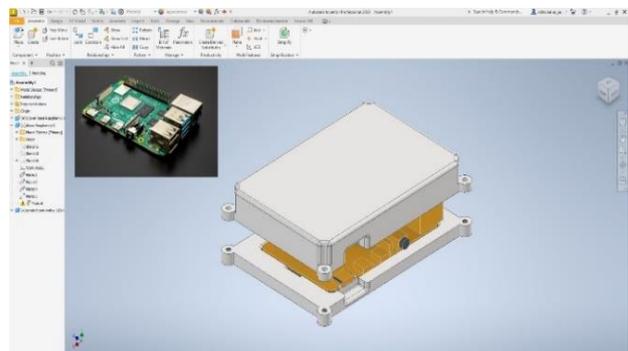
Gambar 13. Bentuk versi kedua dari alat portable

Hasil grafik dari alat ini ditampilkan pada Gambar 14. Dimana API testing hasil dari alat ini dipakai di 2 *device* selama 10 jam penggunaan dan berjalan lancar.

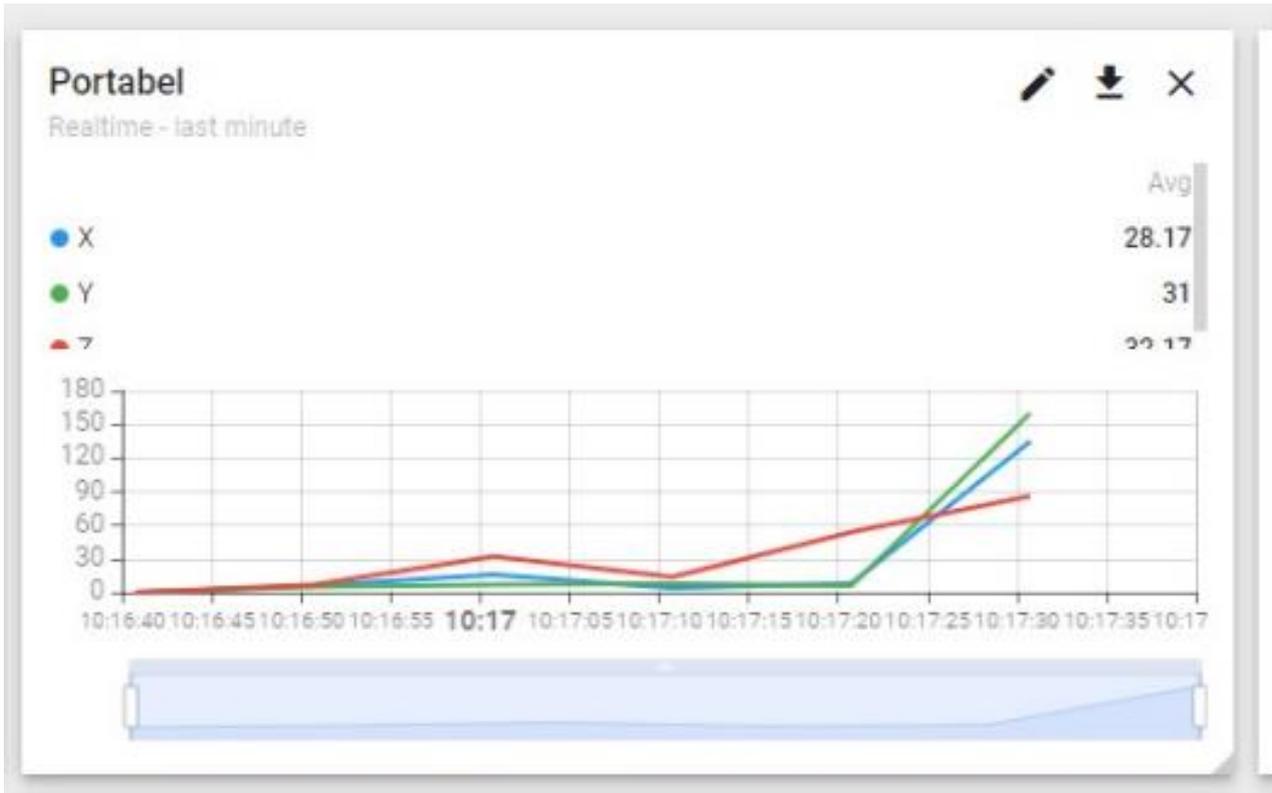


Gambar 14. Tampilan Vibration Sensor Renatta menggunakan Program HaiwellHappy

Selanjutnya hasil pengujian tipe semi portable, prototype ini menggunakan raspberry pi sebagai komponen utamanya bentuk desain sistem ini menggunakan baterai yang perlu dicharge oleh karena itu tipe ini disebut sebagai tipe semi portable. Gambar 15 menunjukkan bentuk desain dari alat semi portable yang dibuat. Grafik tampilan pada alat ke 3 semi portable ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 15. Bentuk desain semi portable menggunakan raspberry pi



Gambar 16. Tampilan dashboard dari alat ukur semi portable

Kelemahan dari alat ini ada di power untuk menyalakan sistem dimana sistem charger tipe c digunakan untuk menyalakan alat dan dijadikan sebagai sumber daya utamanya.

Ketiganya diuji pada lingkungan sebenarnya dimana motor yang akan di cek terlebih dahulu menggunakan alat vibrasi meter dan thermo kamera Gambar 17 menunjukkan proses pengujian menggunakan alat pengukur getaran.



Gambar 17. Pengujian manual

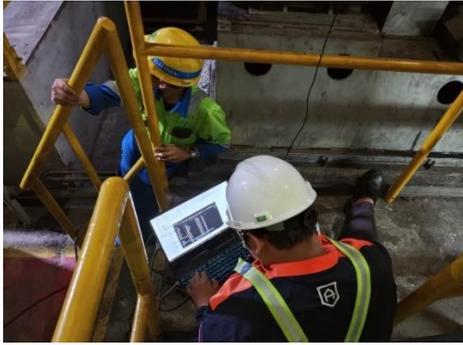
Pengujian yang dilakukan di 2 titik pemasangan. Posisi sensor dan sesuai dengan tipe alat monitoring yang digunakan, gambar posisi sensor motor pada Gambar 18 a dan b menunjukkan posisi sensor dan alat portable yang dipasang.



a b

Gambar 18. Posisi pemasangan alat / sensor, a. tipe PLC, b. tipe portable

Proses pengambilan data dilakukan dari jarak jauh menggunakan wifi untuk mendapatkan data yang dihasilkan. Gambar 19 Pengambilan data diambil di PT. TML yang dilakukan oleh mahasiswa.



**Gambar 19. Proses pengambilan data**

Hasil yang didapatkan dikontrol dan direkam pada pos *maintenance* pada setiap plan, Gambar 20 menunjukkan hasil tampilan yang didapatkan di laar monitoring yang ada di pos *maintenance* di PT. TML



**Gambar 20. Bentuk tampilan dari hasil pengumpulan data oleh alat.**

Hasil pengujian nilai getaran prototipe memiliki hasil rata-rata 2% lebih besar seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data pengujian getaran antara alat ukur dan prototype**

Waktu (jam)	Alat ukur (m/s <sup>2</sup> )	Prototype (m/s <sup>2</sup> )
1	8.14	8.16
3	7.13	7.14
5	8.11	78.16
7	10.01	10.21

Sedangkan suhu rata-rata 1,5% lebih besar dari nilai pada alat ukur seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data pengujian suhu antara alat ukur dan prototype**

Waktu (jam)	Alat ukur (°C)	Prototype (°C)
1	52,7	52.78
3	55,8	55.83
5	77,8	78.15
7	79	80.19

#### 4. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan sudah sampai pada tahap realisasi alat sistem monitoring getaran dan suhu mesin nirkable. Dari 3 desain yang telah dibuat masih diperlukan beberapa penyempurnaan seperti pada desain PLC penggunaan sensor getaran masih belum sesuai, untuk tipe ke 2 semi portable alat ini masih memerlukan beberapa penyempurnaan dan pengujian, sedangkan desain ke 3 sudah bisa digunakan dalam lingkungan pabrik tetapi perlu dibuat agar lebih rigid dalam pencekaman karena getaran dan suhu kadang kadang tidak terdeteksi dengan baik karena antara alat ukur dan hasil nilai getaran alat 2% lebih besar sedangkan suhu 1,5% lebih besar sehingga perlu pengulangan pengambilan data. Jadi bisa ditarik kesimpulan dari ketika desain dan prototype sudah bisa digunakan secara real tetapi perlu dikalibrasi trus menerus.

Hal lain yang menjadi catatan adalah penelitian ini hanya sebatas alat bisa menampilkan dan menunjukkan data hasil rekam getaran dan suhu sesuai dengan yang dibutuhkan oleh PT. Tata Metal Lestari, proses pengolahan data ini masih belum dilakukan karena keterbatasan waktu. Selanjutnya pada penelitian lanjutan akan disertai Analisis data dari data data yang sudah didapatkan.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada pihak PT. Tata Metal Lestari dan Program Dana Padanan Vokasi yang telah memberi dukungan dalam penelitian ini, baik berupa sarana maupun dana terhadap penelitian sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

#### Daftar Pustaka

[1] L. Rohana, A. Kurniawan, D. A. Ningsih, A. P. Septiana, And A. D. Aisyah, "Analysis Of Raw Material Inventory Control Using The Economic Order Quantity (Eoq) Method In Determining The Periodic Order Quantity (Poq): Case Study At Cv. Tahu Bandung Nn," *Jisosepol: Jurnal Ilmu Sosial*

- Ekonomi Dan Politik*, Vol. 2, No. 2, Pp. 198-204, 2024.
- [2] A. Ishak, K. Siregar, R. Ginting, And A. Manik, "Analysis Roofing Quality Control Using Statistical Quality Control (Sqc)(Case Study: Xyz Company)," In *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 2020, Vol. 1003, No. 1, P. 012085: Iop Publishing.
- [3] Z. Manguluang, F. Fadhli, H. Hartono, And S. Hermin, "Analisa Sifat Mekanik Lembar Baja Seng (Zn) Sebelum Dan Sesudah Proses Continuous Galvanizing Line Pt. Sermani Steel Makassar," *Iltek*, Vol. 12, No. 02, Pp. 1801-1805.
- [4] Y. Wahyudi, "Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektrolating Dengan Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketahanan Korosi Dan Kekerasan Pada Baja," *Rem (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, Vol. 1, No. 1, Pp. Em V1i1. 173-Em V1i1. 173, 2016.
- [5] O. A. Nugroho And Y. A. J. J. E. Apatya, "Rancang Bangun Desain Dan Evaluasi Robot Cleaner Solar Photovoltaics Menggunakan Komunikasi Nirkabel Berbasis Komunikasi Radio Frekuensi: Robot Cleaner Solar Photovoltaics," Vol. 9, No. 1, 2023.
- [6] A. Sulistiawan, A. S. Hasibuan, G. M. T. Sutrisno, M. R. Fika, And M. J. C. D. J. J. P. M. Atho'llah, "Pelatihan Pembuatan Mesin Granulator Jamu Tradisional Di Desa Pomahan Kecamatan Baureno Kabupaten Bojonegoro," Vol. 4, No. 3, Pp. 5745-5751, 2023.
- [7] M. Z. Bisri And I. Anzhory, "Alat Monitoring Getaran Motor Listrik Induksi 1 Phase Berbasis Internet Of Think (Iot)," *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, Vol. 3, No. 2, Pp. 6-6, 2024.
- [8] I. Halimi, "Perancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Getaran Turbin Berbasis Hmi Plc," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, Vol. 3, No. 2, Pp. 3452-3464, 2023.
- [9] R. Alfita *Et Al.*, "Perancangan Sistem Deteksi Vibrasi Dan Perubahan Beban Pada Motor Dengan Menggunakan Metode Fast Fourier Transform," *Sinarfe7*, Vol. 6, No. 1, Pp. 187-192, 2024.
- [10] D. Andianingsari, A. Rahman, S. Parningotan, And D. Kuncoro, "Pengukuran Getaran Seluruh Tubuh Sesuai Dengan Permenaker No. 5 Tahun 2018 Di Pt. A," *Intechno: Journal Of Industrial Management And Technology*, Vol. 4, No. 2, Pp. 129-134, 2023.
- [11] M. Rahmawaty, T. S. Aritonang, W. Styorini, And M. J. J. E. Diono, "Sistem Keseimbangan Segway Menggunakan Kontrol Proportional Integral Dan Derivatif (Pid)," Vol. 8, No. 2, Pp. 71-80, 2022.
- [12] H. R. P. Yongki And R. J. J. T. I. Fitriani, "Analisis Perancangan Alat Bantu Pada Mesin Slitter Menggunakan Metode Ahoq," Vol. 12, No. 2, Pp. 117-124, 2022.
- [13] M. Vejin, M. Đočoš, S. Bučko, J. Katona, S. Kojić, And G. Stojanović, "Fabrication And Characterization Of A Resistor Made Of Carbon Film," In *2024 47th Mipro Ict And Electronics Convention (Mipro)*, 2024, Pp. 2115-2120: Ieee.
- [14] M. I. Badranaya *Et Al.*, "A Method For Micro Powder Dispensing By Using Dc Motor With A 2-Axis Vibration," Vol. 918, Pp. 3-9, 2024.
- [15] G. A. Jara Rodas And A. C. Martínez Muñoz, "Desarrollo De Una Plataforma De Monitoreo Y Control Utilizando Los Sistemas De Comunicación Del Plc Iot A8-E De Haiwell En El Contexto De La Industria 4.0," 2024.
- [16] H. Hasan, I. Irman, And A. A. J. J. E. Putra, "Pengembangan Trainer Praktikum Otomasi Industri Berbasis Plc Haiwell Untuk Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak," Vol. 5, No. 1, Pp. 63-71, 2024.
- [17] E. Nemlaha, P. Štřelec, T. Horák, S. Kováč, And P. Tanuška, "Suitability Of Mqtt And Rest Communication Protocols For Aiot Or Iiot Devices Based On Esp32 S3," In *Proceedings Of The Computational Methods In Systems And Software: Springer*, 2022, Pp. 225-233.
- [18] D. Fedorov, A. Y. Ivoilov, V. Zhmud, V. J. A. Trubin, And S. Enginry, "Using Of Measuring System Mpu6050 For The Determination Of The Angular Velocities And Linear Accelerations," Vol. 11, No. 1, Pp. 75-80, 2015.
- [19] A. A. Rafiq, W. N. Rohman, S. D. J. J. O. R. Riyanto, And Control, "Development Of A Simple And Low-Cost Smartphone Gimbal With Mpu-6050 Sensor," Vol. 1, No. 4, Pp. 136-140, 2020.
- [20] A. Albaghdadi, A. J. I. J. F. E. Ali, And E. Engineering, "An Optimized Complementary Filter For An Inertial Measurement Unit Contain Mpu6050 Sensor," Vol. 15, No. 2, Pp. 71-77, 2019.
- [21] O. A. Nugroho And C. A. J. M. J. T. M. Tandianwan, "Sistem Predictive Maintenance Bearing Pada Mesin Super Mixer Granula Dengan Menggunakan Sensor Acceelerometer Mpu-6050," Vol. 14, No. 02, Pp. 47-54, 2022.