 Icon

Description automatically generated

**Laporan *Project Based Learning* Mata Kuliah**

**VE230520 – Teknik Perawatan Dan Perbaikan**

**Semester Gasal 2024/2025**

**Structural Health Monitoring System**

Disusun oleh:

Nama : Jonathan Oktaviano Frizzy

NRP : 2040221060

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknik Elektro Otomasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Desember 2022

DAFTAR ISI

[RINGKASAN 2](#_Toc185016624)

[BAB I PENDAHULUAN 3](#_Toc185016625)

[1.1 Deskripsi Project 3](#_Toc185016626)

[1.1.1 Latar Belakang 3](#_Toc185016627)

[1.2 Target dan Cakupan Project 3](#_Toc185016628)

[BAB II MATERI MATA KULIAH [NAMA MATA KULIAH] 4](#_Toc185016629)

[1.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah 4](#_Toc185016630)

[1.2 Materi Perkuliahan 4](#_Toc185016631)

[BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH 5](#_Toc185016632)

[BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM 6](#_Toc185016633)

[DAFTAR PUSTAKA 7](#_Toc185016634)

DAFTAR GAMBAR

RINGKASAN

*Structural Health Monitoring System* (SHMS) berbasis teknologi Industri 4.0, yang dirancang untuk menampilkan dan merekap data *real-time* guna mendukung klasifikasi kesehatan, kerusakan, atau kebutuhan perbaikan suatu bangunan. Sistem ini memanfaatkan data dari berbagai sensor, seperti akselerometer, giroskop, *strain gauge*, sensor suhu, dan kelembaban. Data tersebut digunakan untuk menganalisis kondisi bangunan, terutama deformasi atau potensi kerusakan struktural. Proyek ini mengintegrasikan algoritma *Kalman Filter* untuk mengurangi noise pada data akselerometer dan giroskop (*MPU6050*), sehingga akurasi deteksi derajat kemiringan bangunan meningkat. Selain itu, logika fuzzy sederhana diterapkan untuk memetakan getaran bangunan ke dalam skala magnitudo dan estimasi dampak gempa berdasarkan jarak episenter 500 meter menggunakan akselerometer ADXL345. Meskipun proyek ini belum menghasilkan klasifikasi kesehatan bangunan secara komprehensif, data aktual yang diperoleh dari sensor dan algoritma memberikan landasan yang kuat untuk pengembangan selanjutnya. Diharapkan, sistem ini dapat menghasilkan pengambilan keputusan yang mendukung tindakan seperti *maintenance prediktif* atau *preventif maintenance*. Produk ini dirancang agar bersifat portabel, dengan potensi penerapan pada berbagai infrastruktur, seperti bangunan bertingkat, jembatan, atau robot. Keunggulan utama sistem ini adalah kemampuan integrasi real-time dengan website yang mendukung kecepatan pembaruan data hingga 50 Hz, penggunaan sensor presisi tinggi, dan logika filtering yang efektif. Pengembangan lanjutan dari proyek ini mencakup implementasi machine learning untuk prediksi kerusakan serta kebutuhan *predictive, preventive*, atau *corrective maintenance*. Meskipun proyek ini masih menggunakan miniatur sebagai media uji coba, kedepannya sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap analisis, monitoring dan pemeliharaan infrastruktur sipil.

**Kata Kunci: *Structural Health Monitoring System*, *Kalman Filter, Fuzzy Logic. Real-time.***

# PENDAHULUAN

## Deskripsi Project

*Structural Health Monitoring System* (SHMS) berbasis *low cost sensor* seperti MPU6050 dan ADXL345 digunakan untuk memantau kondisi struktural bangunan secara *real-time[1]*. Sistem ini mengintegrasikan algoritma Kalman Filter untuk meningkatkan keakuratan data kemiringan dan getaran serta logika fuzzy untuk analisis getaran skala Richter dengan radius episenter tertentu. Data yang diperoleh mencakup parameter seperti getaran, kemiringan, keregangan, suhu, dan kelembaban, yang diolah untuk mendukung pengambilan keputusan terkait perawatan bangunan. Proyek ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi monitoring infrastruktur dengan pendekatan yang portable, presisi, dan terjangkau[2].

### **Latar Belakang**

Revolusi Industri 4.0 telah mendorong transformasi signifikan dalam berbagai sektor, termasuk infrastruktur dan konstruksi. Salah satu tantangan yang dihadapi adalah memastikan kesehatan struktural bangunan untuk menjamin keamanan, efisiensi, dan daya tahan infrastruktur. Ancaman seperti gempa bumi, perubahan cuaca ekstrem, serta beban struktural yang terus meningkat dapat mengurangi integritas bangunan jika tidak dimonitor secara efektif. Dalam konteks ini, pengembangan *Structural Health Monitoring System* (SHMS) menjadi kebutuhan yang mendesak. Sistem ini bertujuan untuk memantau kondisi bangunan secara *real-time* dengan memanfaatkan teknologi sensor berbiaya rendah seperti MPU6050 dan ADXL345[3] [4]. Dengan menggunakan sensor ini, data-data penting seperti getaran, kemiringan, keregangan, suhu, dan kelembaban dapat diolah menggunakan algoritma *Kalman Filter* untuk menyaring noise serta logika fuzzy untuk menginterpretasi data ke dalam bentuk yang lebih bermakna[5].

Penelitian ini mengambil studi kasus monitoring *real-time* dan pengambilan keputusan berbasis data aktual yang tersedia. Pendekatan ini memungkinkan deteksi dini kerusakan struktural, mendukung pengambilan keputusan yang tepat untuk perawatan bangunan, dan menjamin keselamatan pengguna infrastruktur. Berbeda dengan sistem *SHMS* konvensional, proyek ini menawarkan keunggulan berupa sensor berbiaya rendah, kemampuan pemantauan secara *real-time*, dan tingkat presisi yang cukup tinggi[6]. Sistem *SHMS* yang dikembangkan tidak hanya dirancang untuk bangunan bertingkat atau bangunan sederhana, tetapi juga memiliki aplikasi pada robot untuk kebutuhan lokalisasi. Dengan potensi penerapannya yang relevan di skala global, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan solusi monitoring struktural yang lebih terjangkau dan efektif. Prototipe yang dirancang pada penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal menuju implementasi sistem *predictive, preventive*, maupun *corrective* *maintenance* pada infrastruktur sipil. Dengan fokus pada inovasi teknologi dan efisiensi, proyek ini memberikan landasan untuk pengembangan lebih lanjut yang mencakup analisis prediktif menggunakan metode pembelajaran mesin di masa mendatang.

## Target dan Cakupan Project

# MATERI MATA KULIAH [NAMA MATA KULIAH]

## Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

*Diisi dengan daftar capaian pembelajaran mata kuliah*

## Materi Perkuliahan

*Diisi ringkasan materi perkuliahan*

# ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH

*Diisi dengan penjabaran:*

* *Jika terkait erat dengan mata kuliah, dijabarkan koreleasinya secara langsung,*
* *Jika tidak terkait erat dengan mata kuliah, dijabarkan rencana pengembangannya yang sesuai dengan mata kuliah,*
* *Jika sangat tidak berkaitan dengan mata kuliah, dijabarkan mengapa tidak ada korelasi*)

# MATERI YANG PERLU DIPERDALAM

*Diisi dengan pembahasan materi mata kuliah yang perlu diperdalam*

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Nithya, R. Rajaduari, M. Ganesan, K. Anand, and A. Prof, “A SURVEY ON STRUCTURAL HEALTH MONITORING BASED ON INTERNET OF THINGS.” [Online]. Available: http://www.ijpam.eu

[2] M. F. Ahsanandi and L. Awaludin, “Sistem Peringatan Tingkat Kerentanan Bangunan Berbasis Sensor IMU dengan Metode Fuzzy,” *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 12, no. 1, p. 93, Apr. 2022, doi: 10.22146/ijeis.70141.

[3] S. K S and S. S. Kumar, “IoT-Based System for Real-Time Fall Risk Assessment and Health Monitoring,” *Journal of Electronics and Electrical Engineering*, Dec. 2024, doi: 10.37256/jeee.3220245472.

[4] J. Iriani and B. V. Sundawa, “Design of Earthquake Warning Alarm Using Accelerometer Sensor Based on Internet of Things,” vol. 3, no. 1, pp. 32–35, 2023.

[5] P. S. Kumar and U. Vignesh, “Analysis of the Kalman Filter with the MPU6050 Accelerometer and Gyroscope,” in *2024 15th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, IEEE, Jun. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCNT61001.2024.10724704.

[6] F. Ugm and F. Ugm, “Sistem Peringatan Tingkat Kerentanan Bangunan Berbasis Sensor IMU dengan Metode Fuzzy,” vol. 12, no. 1, pp. 93–102, 2022, doi: 10.22146/ijeis.70141.