 Icon

Description automatically generated

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

**VE230521 – Sistem Kendaraan Cerdas**

**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 2024

DAFTAR ISI

[RINGKASAN 1](#_Toc185034290)

[BAB I PENDAHULUAN 2](#_Toc185034291)

[1.1 Deskripsi Project 2](#_Toc185034292)

[1.2 Target dan Cakupan Project 2](#_Toc185034293)

[BAB II MATERI MATA KULIAH SISTEM KENDARAAN CERDAS 4](#_Toc185034294)

[1.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah 4](#_Toc185034295)

[1.2 Materi Perkuliahan 4](#_Toc185034296)

[BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH SISTEM KENDARAAN CERDAS 5](#_Toc185034297)

[BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM 6](#_Toc185034298)

[DAFTAR PUSTAKA 7](#_Toc185034299)

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

[Tabel 1.1 Deskripsi Pembagian Kerja 5](#_Toc185032218)

[Tabel 1. 2 Target Proyek 6](#_Toc185032219)

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) adalah alat berbasis *low cost sensor* seperti MPU6050 dan ADXL345 yang 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 tertentuea. Data yang diperoleh mencakup parameter seperti getaran, kemiringan, keregangan, suhu, dan kelembaban, yang diolah untuk mendukung pengambilan keputusan terkait perawatan bangunan[2]. Proyek ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi monitoring infrastruktur dengan pendekatan yang portable, presisi, dan terjangkau[3] [4].

## Target dan Cakupan Project

Pada proyek kali ini, *Structural Health Monitoring System* dibuat dengan tim pelaksana yang terdiri dari mahasiswa angkatan 2022. Berikut Merupakan penjelasan lebih detail mengenai cakupan proyek, dan pembagian tugasnya.

Tabel 1.1 Deskripsi Pembagian Kerja

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cakupan Proyek | Nama | Deskripsi |
| *Embedded System* | Jonathan Oktaviano Frizzy | Membuat desain sistem proyek meliputi redundansi, power dan komunikasi, melakukan pemrograman kontrol, mikrokontroler, dan sensor |
| *Web Developer* | Kevin Safrisal Maulana | Melakukan pemrograman *Back-end* untuk mengolah *database* & dan pemrograman *Front-end* untuk menampilkan sistem monitoring berbasis lokal |
| *Electrical Designer* | Taufiq Septiyawan Azhari | Membuat desain skematik elektrik, dan *prototyping* pada SHMS, *debgguging* & memanajemen tim |
| *Administration* | Raihan Dzikry Wahidin | - |
| *Hardware & Logistic* | Theo Andre Gunawan | Melakukan *assembly* pada alat, mengurus segala hal dibidang logistic dan administrasi |

Kemudian berikut merupakan target yang ditetapkan untuk proyek *Structural Health Monitoirng System*

Tabel 1. 2 Target Proyek

|  |  |
| --- | --- |
| Target | Ketercapaian |
| Perancangan sistem elektrik dan komunikasi | Ya |
| Melakukan pemrograman *embedded* dan *website* monitoring | Ya |
| Implementasi Kalman Filter sebagai filter untuk noise | Ya |
| Implementasi logika Fuzzy untuk menentukan kekuatan getaran | Ya |
| Melakukan perancangan prototipe | Ya |
| Memastikan data seluruh sensor terbaharui setiap 5hz | Ya |
| Setiap data pada sensor terbaharui di sistem monitoring setiap 5hz | Ya |
| *Website* monitoring dapat menampilkan grafik sensor | Ya |
| Modul memiliki *power* *emergency*  jika sumber *power* utama mati | Ya |
| Modul dapat menampilkan kemiringan bangunan | Ya |
| Modul dapat menampilkan satuan richter dan magnitude | Ya |

# MATERI MATA KULIAH SISTEM KENDARAAN CERDAS

## Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

*Diisi dengan daftar capaian pembelajaran mata kuliah*

## Materi Perkuliahan

*Diisi ringkasan materi perkuliahan*

# ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH SISTEM KENDARAAN CERDAS

*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] J. Yoon, J. Lee, G. Kim, S. Ryu, and J. Park, “Deep neural network-based structural health monitoring technique for real-time crack detection and localization using strain gauge sensors,” *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-24269-4.

[3] 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.

[4] F. Di Nuzzo, D. Brunelli, T. Polonelli, and L. Benini, “Structural Health Monitoring System with Narrowband IoT and MEMS Sensors,” *IEEE Sens J*, vol. 21, no. 14, pp. 16371–16380, Jul. 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3075093.