



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

**UG234912 – Bahasa Indonesia**

**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
BAB I PENDAHULUAN .....	2
1.1 Deskripsi Project .....	2
1.2 Target dan Cakupan Project .....	2
BAB II MATERI MATA KULIAH BAHASA INDONESIA .....	4
2.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah.....	4
2.2 Materi Perkuliahan .....	4
2.2.1 Latar Belakang .....	4
2.2.2 Rumusan Masalah .....	5
2.2.3 Tujuan Penulisan.....	5
2.2.4 Manfaat Penulisan.....	5
2.2.5 Konsep Etika Akademik .....	5
2.2.6 Teknik Pereferensian dalam Kutipan KTI .....	6
2.2.7 Sistematis penulisan KTI .....	6
2.2.8 Persentasi KTI yang efektif.....	7
BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH BAHASA INDONESIA.....	8
BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM.....	9
DAFTAR PUSTAKA .....	10

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.8 1 Persentasi.....	7
Gambar 3 1 Jurnal POMI.....	8

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Deskripsi Pembagian Kerja.....	2
Tabel 1. 2 Target Proyek.....	3

## 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 5 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.*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 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 tertentu. 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].

## 1.2 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
<i>Embedded System</i>	Jonathan Oktaviano Frizzy	Membuat desain sistem proyek meliputi redundansi, power dan komunikasi, melakukan pemrograman kontrol, mikrokontroler, dan sensor
<i>Web Developer</i>	Kevin Safrisal Maulana	Melakukan pemrograman <i>Back-end</i> untuk mengolah <i>database</i> & dan pemrograman <i>Front-end</i> untuk menampilkan sistem monitoring berbasis lokal
<i>Electrical Designer</i>	Taufiq Septiyawan Azhari	Membuat desain skematik elektrik, dan <i>prototyping</i> pada SHMS, <i>debugging</i> & manajemen tim
<i>Administration</i>	Raihan Dzikry Wahidin	-
<i>Hardware &amp; Logistic</i>	Theo Andre Gunawan	Melakukan <i>assembly</i> 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	✓
Melakukan pemrograman <i>embedded</i> dan <i>website</i> monitoring	✓
Implementasi Kalman Filter sebagai filter untuk noise	✓
Implementasi logika Fuzzy untuk menentukan kekuatan getaran	✓
Melakukan perancangan prototipe	✓
Memastikan data seluruh sensor terbaharui setiap 5hz	✓
Setiap data pada sensor terbaharui di sistem monitoring setiap 5hz	✓
<i>Website</i> monitoring dapat menampilkan grafik sensor	✓
Modul memiliki <i>power emergency</i> jika sumber <i>power</i> utama mati	✓
Modul dapat menampilkan kemiringan bangunan	✓
Modul dapat menampilkan satuan richter dan magnitude	✓

## **BAB II MATERI MATA KULIAH BAHASA INDONESIA**

### **2.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah**

1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dan manfaat memahami penerapan etika akademik dengan benar dalam menyusun KTI.
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan teknik pereferensian dan kutipan dengan tepat.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan dan/ atau memberikan contoh sistematika, formulasi Bahasa Indonesia yang digunakan dalam KTI dengan memperhatikan kaidah gramatika, PUEBI, dan KBBI.
4. Mahasiswa mampu menyusun KTI dengan baik sebagai wujud kemampuan berfikir logis, kritis, sistematis, dan inovatif menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
5. Mahasiswa mampu mempresentasikan hasil penyusunan KTI dengan baik sesuai prinsip komunikasi efektif.

### **2.2 Materi Perkuliahan**

#### **2.2.1 Latar Belakang**

Laporan karya tulis ilmiah (KTI) merupakan salah satu bentuk komunikasi akademik yang digunakan untuk menyampaikan hasil penelitian, analisis, atau gagasan yang telah dipelajari dan dianalisis oleh penulis. Dalam penyusunan KTI, mahasiswa diharapkan dapat menggunakan pendekatan yang logis dan sistematis, serta memperhatikan kaidah-kaidah penulisan yang sesuai dengan standar akademik. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan adalah penerapan etika akademik, yang mencakup kejujuran dalam menyusun karya, penghargaan terhadap hasil karya orang lain, serta penghindaran plagiarisme. Etika akademik menjadi landasan utama dalam menghasilkan karya ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan profesional. Tanpa pemahaman yang mendalam tentang etika akademik, karya ilmiah yang dihasilkan berisiko rendah kualitasnya dan berpotensi melanggar standar yang ada. Dalam konteks ini, penting bagi mahasiswa untuk mempelajari dan memahami penerapan etika akademik, teknik kutipan dan pereferensian yang tepat, serta cara menyusun karya tulis ilmiah yang baik sesuai dengan pedoman yang berlaku. Selain itu, penggunaan bahasa yang baik dan benar juga sangat penting dalam penulisan KTI. Bahasa Indonesia yang sesuai dengan kaidah gramatika, PUEBI, dan KBBI akan membuat karya ilmiah menjadi lebih jelas dan mudah dipahami. Penggunaan struktur kalimat yang tepat, pemilihan kata yang sesuai, dan penghindaran kesalahan bahasa merupakan hal-hal yang harus diperhatikan dalam setiap penulisan KTI.



### 2.2.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana mahasiswa dapat memahami dan mengaplikasikan etika akademik dalam penyusunan karya tulis ilmiah (KTI)?
- Bagaimana teknik preferensian dan kutipan yang tepat dapat diterapkan dalam KTI?
- Bagaimana mahasiswa dapat menyusun KTI dengan memperhatikan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai dengan pedoman yang berlaku?

### 2.2.3 Tujuan Penulisan

- Menjelaskan Konsep dan Manfaat Etika Akademik: Membahas pentingnya etika akademik dalam dunia akademik, serta manfaat yang dapat diperoleh mahasiswa jika memahami dan mengaplikasikan etika akademik dalam penulisan KTI.
- Mengaplikasikan Teknik Preferensian dan Kutipan dengan Tepat: Memberikan penjelasan mengenai teknik kutipan dan referensi yang tepat, serta cara menghindari plagiarisme dalam penyusunan KTI.
- Menyusun KTI dengan Memperhatikan Kaidah Gramatika, PUEBI, dan KBBI: Membahas bagaimana cara menyusun KTI dengan memperhatikan tata bahasa yang benar sesuai dengan kaidah PUEBI dan KBBI, serta memberikan contoh sistematika yang baik dalam penulisan KTI.

### 2.2.4 Manfaat Penulisan

- Bagi Mahasiswa: Memberikan pemahaman yang lebih baik tentang etika akademik dan penerapannya dalam penulisan KTI, serta meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang berkualitas.
- Bagi Dunia Akademik: Memberikan kontribusi positif dalam peningkatan kualitas penulisan karya ilmiah di kalangan mahasiswa, yang pada gilirannya dapat meningkatkan standar akademik di perguruan tinggi.
- Bagi Pembaca: Memberikan wawasan tentang cara menulis KTI yang sesuai dengan pedoman yang berlaku, serta pentingnya etika akademik dalam dunia penelitian dan pendidikan.

### 2.2.5 Konsep Etika Akademik

Etika akademik adalah seperangkat prinsip dan aturan yang mengatur perilaku individu dalam konteks dunia akademik, dengan tujuan untuk menjaga integritas, kejujuran, dan kredibilitas dalam setiap proses akademik. Dalam penulisan karya tulis ilmiah (KTI), etika akademik sangat penting karena berkaitan dengan tanggung jawab ilmiah penulis terhadap fakta, data, dan sumber-sumber yang digunakan dalam karya tulisnya

### 2.2.6 Teknik Pereferensian dalam Kutipan KTI

Pereferensian dan kutipan merupakan bagian penting dalam penulisan KTI, karena dapat menunjukkan sejauh mana penulis menguasai literatur yang relevan dan memberikan penghargaan kepada penulis lain atas karya mereka. Ada beberapa teknik yang digunakan dalam menyusun referensi dan kutipan:

- Kutipan Langsung: Kutipan langsung adalah pengambilan kalimat atau bagian dari sumber asli yang disalin tanpa perubahan. Kutipan ini harus ditempatkan dalam tanda kutip dan diikuti dengan referensi yang tepat.
- Kutipan Tidak Langsung (Parafrase): Parafrase adalah menyampaikan kembali ide atau informasi dari sumber lain dengan kata-kata sendiri tanpa mengubah makna. Meskipun tidak ada tanda kutip, referensi tetap harus disertakan.
- Sistem Referensi: Ada beberapa sistem referensi yang umum digunakan dalam penulisan ilmiah, di antaranya adalah sistem Harvard, APA, dan MLA. Setiap sistem memiliki aturan yang berbeda dalam menyusun daftar pustaka dan pengutipan di dalam teks.
- Manajemen Referensi: Mahasiswa disarankan untuk menggunakan perangkat lunak manajemen referensi, seperti Mendeley, EndNote, atau Zotero, untuk membantu dalam pengelolaan kutipan dan referensi dengan lebih efisien.

### 2.2.7 Sistematis penulisan KTI

Sistematis penulisan karya tulis ilmiah adalah urutan dan struktur yang digunakan untuk menyusun laporan atau penelitian. Dalam penyusunan KTI, penting untuk mengikuti pedoman sistematika yang telah ditetapkan untuk memastikan tulisan tersebut mudah dipahami dan sesuai dengan standar akademik. Adapun sistematika penulisan KTI umumnya terdiri dari:

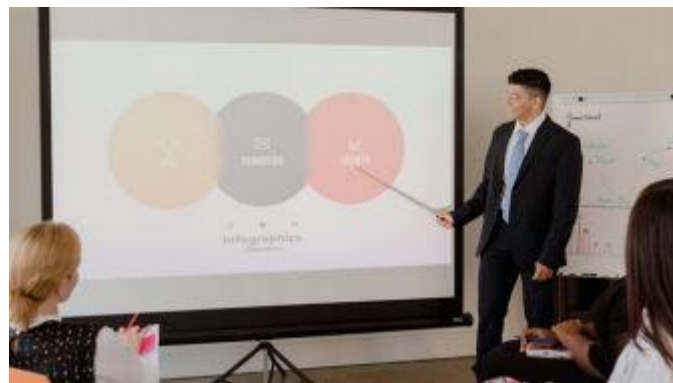
- Pendahuluan: Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, serta manfaat dari penelitian atau kajian yang dilakukan.
- Tinjauan Pustaka: Bab ini berisi kajian teori atau penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang dibahas. Tujuannya adalah untuk memberikan landasan teori yang mendukung penelitian atau kajian yang dilakukan.
- Metodologi Penelitian: Menyajikan cara atau metode yang digunakan dalam penelitian atau kajian, mulai dari jenis penelitian, teknik pengumpulan data, hingga cara analisis data.
- Hasil dan Pembahasan: Bagian ini menyajikan temuan atau hasil penelitian, serta analisis yang mendalam terhadap hasil tersebut. Penulis juga dapat membandingkan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu.

- Kesimpulan dan Saran: Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian.

### 2.2.8 Persentasi KTI yang efektif

Selain menyusun KTI dengan baik, kemampuan untuk mempresentasikan hasil karya ilmiah juga sangat penting. Presentasi yang efektif tidak hanya melibatkan penyampaian materi dengan jelas, tetapi juga melibatkan kemampuan komunikasi yang baik agar pesan yang disampaikan dapat diterima dengan baik oleh audiens. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam mempresentasikan KTI antara lain:

- Pemahaman Materi: Presentasi harus didasarkan pada pemahaman yang mendalam terhadap materi yang telah ditulis. Penulis harus mampu menjelaskan ide dan temuan dalam KTI dengan percaya diri dan tanpa kebingungan.
- Penggunaan Visualisasi: Penggunaan alat bantu visual, seperti slide PowerPoint, dapat memudahkan audiens dalam memahami materi yang disampaikan. Visualisasi yang tepat dapat menggambarkan data atau hasil penelitian dengan lebih jelas.
- Komunikasi yang Efektif: Presentasi yang baik melibatkan komunikasi dua arah dengan audiens. Mahasiswa harus siap untuk menjawab pertanyaan dan memberikan klarifikasi terkait materi yang dipresentasikan.



*Gambar 2.2.8 1 Persentasi*

# BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH BAHASA INDONESIA

Proyek yang dikerjakan dalam konteks *Structural Health Monitoring System* (SHMS) berbasis teknologi memiliki korelasi yang erat dengan mata kuliah Bahasa Indonesia, terutama dalam hal penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI), yang mana, kami selaku mahasiswa membuat jurnal menggunakan format jurnal teknik ITS

JURNAL TEKNIK ITS Vol. X, No. Y, 2024 ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)

1

## Sistem Monitoring Kemiringan Pilar Beton Berbasis Kalman Filter menggunakan Triaxial Akselerometer pada Laboratorium PLC SCSL

Jonathan Oktaviano Frizzy  
Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
e-mail: jonathanoktavianofrizzy@email.com

**Abstrak**— Pemantauan kemiringan struktur beton, seperti pilar, merupakan langkah esensial dalam menjaga integritas dan stabilitas bangunan. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kemiringan pilar beton berbasis Kalman Filter, dengan menggunakan triaxial akselerometer untuk mendapatkan data kemiringan secara akurat dan real-time. Alat yang digunakan adalah sensor MPU6050, yang terintegrasi dengan akselerometer dan giroskop, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data. Pengolahan data dilakukan menggunakan algoritma Kalman Filter untuk menyaring noise pada data mentah akselerometer akibat gangguan lingkungan, seperti getaran dan fluktuasi acak. Sistem dirancang agar mampu memberikan estimasi sudut kemiringan secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil meningkatkan akurasi pengukuran sudut hingga 93,7%, dengan penurunan error rata-rata dari 15,4% menjadi 3,2%. Selain itu, penerapan Kalman Filter secara signifikan mengurangi variansi data dari  $4,4^{\circ 2}$  menjadi  $0,36^{\circ 2}$ , yang menunjukkan peningkatan stabilitas pengukuran dalam kondisi lingkungan yang dinamis. Data sudut kemiringan yang dihasilkan memiliki tingkat konsistensi yang tinggi, mendekati nilai ground truth yang diperoleh dari inklinometer. Kemampuan sistem untuk memantau kemiringan secara real-time memungkinkan deteksi dini perubahan sudut kemiringan yang berpotensi membahayakan stabilitas struktur beton. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi triaxial akselerometer berbasis MPU6050 dengan Kalman Filter adalah solusi efektif untuk pemantauan kemiringan struktur beton. Dengan keakuratan dan efisiensi, sistem ini dapat diimplementasikan tidak hanya di laboratorium tetapi juga pada aplikasi lapangan seperti monitoring jembatan, gedung bertingkat, dan struktur sipil lainnya.

**Kata Kunci**— Kalman Filter, triaxial akselerometer, kemiringan pilar beton, MPU6050, real-time, sistem monitoring.

### I. PENDAHULUAN

MPU6050 menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan fleksibel. MPU6050 merupakan modul yang mengintegrasikan akselerometer dan giroskop triaxial, sehingga mampu mengukur kemiringan dengan tingkat akurasi yang memadai dan harga yang lebih terjangkau. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa MPU6050 efektif dalam mendeteksi kemiringan dan getaran struktur. Salah satu penelitian mencatat bahwa sensor ini dapat digunakan untuk menganalisis getaran serta pergeseran struktural pada bangunan bertingkat, menghasilkan data dengan tingkat akurasi yang relevan untuk aplikasi pemantauan[1].

Lebih lanjut, implementasi metode seperti Kalman Filter telah terbukti mampu meningkatkan kualitas data pengukuran dengan menyaring noise, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih presisi. Dalam konteks ini, penerapan MPU6050 yang dikombinasikan dengan Kalman Filter memungkinkan pengembangan sistem pemantauan kemiringan pilar beton di Laboratorium PLC SCSL. Sistem ini tidak hanya memberikan solusi yang lebih ekonomis, tetapi juga mendukung integrasi digital untuk pemantauan *real-time*, yang dapat meningkatkan akurasi analisis dan pengambilan keputusan berbasis data[2].

### II. URAIAN PENELITIAN

#### A. Metode

Berikut merupakan metode-metode inti yang digunakan, sebagai penunjang analisa pada thesis ini

1. MPU6050 gyroscope dan akselerometer  
MPU6050 adalah modul sensor berbasis *Inertial Measurement Unit* (IMU) yang dirancang untuk mengukur percepatan linier dan kecepatan sudut secara

Gambar 3 1 Jurnal POMI

## BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM

Materi yang perlu diperdalam dalam mata kuliah Bahasa Indonesia terkait penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI) mencakup pemahaman tentang struktur penulisan yang sistematis, penggunaan bahasa yang tepat sesuai kaidah PUEBI dan KBBI, serta penerapan teknik pengutipan dan referensi yang benar untuk mendukung keakuratan informasi dalam KTI. Selain itu, keterampilan dalam menyusun dan menyampaikan presentasi secara efektif, dengan penggunaan perangkat lunak yang mendukung, juga penting untuk memastikan komunikasi yang jelas dan menarik. Materi tentang etika akademik, terutama terkait anti-plagiarisme, juga harus diperdalam agar mahasiswa dapat menghasilkan karya ilmiah yang orisinal dan menghindari pelanggaran etika. Semua aspek ini sangat mendukung kemampuan mahasiswa dalam menyusun dan mempresentasikan KTI dengan baik dan benar.

## 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.