 Icon

Description automatically generated

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

**VE230521 – Sistem Kendaraan Cerdas**

**Semester Gasal 2024/2025**

***Structural Health Monitoring System***

Disusun oleh:

Taufiq Septiyawan Azhari

NRP 2040221004

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknik Elektro Otomasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

DAFTAR ISI

[DAFTAR ISI 2](#_Toc184986363)

[RINGKASAN 3](#_Toc184986364)

[*`*Bab I PENDAHULUAN 3](#_Toc184986365)

[1.1 Deskripsi Project 4](#_Toc184986366)

[1.2 Target dan Cakupan Project 5](#_Toc184986367)

[BAB II MATERI MATA KULIAH TEKNIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN 6](#_Toc184986368)

[2.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah 6](#_Toc184986369)

[2.2 Materi Perkuliahan 6](#_Toc184986370)

[2.2.1 Konsep Dasar Mobile Robot dan Identifikasi Kerusakan 6](#_Toc184986371)

[2.2.2 Penerapan Kinematika dan Dinamika Mobile Robot 7](#_Toc184986372)

[2.2.3 Penerapan Machine Vision pada Mobile Robot 7](#_Toc184986373)

[2.2.4 Kecerdasan Buatan untuk Membuat Robot Cerdas 8](#_Toc184986374)

[BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH 9](#_Toc184986375)

[BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM 10](#_Toc184986376)

[DAFTAR PUSTAKA 11](#_Toc184986377)

RINGKASAN

Teknologi 4.0 atau Revolusi Industri 4.0 mengedepankan penggunaan teknologi digital dan otomatisasi dalam produksi. Penerapannya tidak hanya terbatas pada sektor industri tetapi juga menawarkan peluang besar bagi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi produksi, mempercepat waktu respon terhadap permintaan pasar, dan mengurangi risiko kecelakaan. Beberapa teknologi kunci dalam Industri 4.0 termasuk *Internet of Things* (IoT), *big data*, robotika, dan kecerdasan buatan (AI). Penerapan teknologi 4.0 dapat mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, dan memungkinkan perusahaan untuk lebih inovatif dalam menciptakan produk dan layanan yang lebih baik. Namun, perusahaan juga perlu memperhatikan aspek keamanan siber dan privasi data untuk menghindari risiko yang mungkin terjadi. Salah satu aplikasi teknologi 4.0 adalah dalam *Structural Health Monitoring System* (SHMS), yang bertujuan untuk memantau kondisi fisik struktur gedung guna mendeteksi kerusakan. Dengan menggunakan sensor, data mengenai getaran, kemiringan, keregangan, suhu dan kelembaban dapat dikumpulkan secara *real-time* dari berbagai bagian struktur. Data ini kemudian dianalisis menggunakan kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi pola dan anomali yang mungkin menunjukkan potensi kerusakan atau kegagalan struktural. Penggunaan teknologi 4.0 dalam SHMS memungkinkan deteksi dini masalah struktural, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum kerusakan menjadi parah, mengurangi biaya perbaikan, dan meningkatkan keselamatan publik dengan mengurangi risiko kegagalan struktural yang dapat berakibat fatal.

***Kata Kunci : Monitoring, SHMS, dan fitur***

*`*Bab I  
PENDAHULUAN

* 1. Deskripsi **Projec**t
     1. **Latar Belakang**

Structural Health Monitoring System (SHMS) adalah sebuah sistem yang dirancang untuk menganalisis kesehatan bangunan berdasarkan berbagai faktor seperti keregangan, kemiringan, getaran, suhu, dan kelembaban. Dengan menggunakan sensor dan penerapan teknologi 4.0, SHMS dapat memantau kondisi fisik struktur bangunan secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini kemudian dianalisis untuk mendeteksi anomali atau perubahan yang dapat mengindikasikan potensi kerusakan struktural. Hal ini memungkinkan pihak terkait untuk melakukan proactive maintenance guna menghindari risiko kerusakan yang lebih besar. SHMS melibatkan pemasangan sensor pada titik-titik kritis dari sebuah bangunan. Sensor-sensor ini nantinya akan mengukur keregangan, kemiringan, getaran, suhu, dan kelembaban secara kontinu. Misalnya, Sensor akselero digunakan untuk mendeteksi perubahan dalam pola getaran. Sensor MPU6050 digunakan untuk mendekteksi kemiringan pada struktur bangunan. Sensor Strain Gauge digunakan untuk mendeteksi ketika ada retakan dan deformasi pada struktur bangunan. Sensor suhu dan kelembaban digunakan untuk memantau perubahan suhu dan kelembaban yang nantinya akan mempengaruhi kekuatan material pada struktur bangunan.

Data sensor kemudian diolah menggunakan mikrokontroler untuk melakukan analisis pendeteksian getaran ringan hingga getaran berat. Pengolahan data tersebut menggunakan algoritma fuzzy logic. Algoritma ini mendeteksi perubahan getaran signifikan pada sebuah struktur bangunan.

Data dikumpulkan oleh sensor akan dikirimkan dan kemudian ditampung pada database. Data-data tersebut nantinya akan dianalisis menggunakan algoritma fuzzy logic. Algoritma ini mampu mendeteksi pola yang tidak biasa atau perubahan signifikan yang mungkin menandakan kerusakan struktural. Sebagai contoh, peningkatan suhu di suatu area tertentu dapat menunjukkan adanya masalah pada sistem pendingin atau isolasi, sementara perubahan kelembaban bisa mengindikasikan masalah lainnya yang dapat mempengaruhi integritas struktur.

* + 1. **Rumusan Masalah**

Dari desrkipsi projek diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendeteksi dan menganalisis secara *Real-Time* perubahan fisik pada struktur bangunan,
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor dan teknologi *Internet Of Think* untuk memantau kesehatan bangunan secara efisien.
   * 1. **Tujuan Proyek**

Tujuan dari pembuatan *Structural Health Monitoring System* (SHMS) adalah memantau kondisi Kesehatan struktur bangunan secara *Real-Time* dengan menggunakan sensor yang mendeteksi kemiringan, getaran, suhu, dan kelembaban. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi perubahan yang menjadi indikasi potensi kerusakan struktural sehingga memungkinkan perawatan bangunan sebelum kerusakan yang lebih besar.

* 1. **Target dan Cakupan Project**

Kemudian rincian cakupan proyek yang harus dibuat dalam pelaksanaan proyek sebagai berikut :

1. Pembuatan dan Perancangan Sistem Elektrikal dan Mekanis.
2. Penentuan fitur pada website.
3. Desain Website SHMS.
4. Perancangan RAB.
5. Pembuatan Alat Monitoring.
6. Uji Coba Alat Monitoring.
7. Pengambilan data dan pengolahan data menggunakan Fuzzy Logic

# MATERI MATA KULIAH SISTEM KENDARAAN CERDAS

* 1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mampu memahami konsep dasar mobile robot
2. Mampu mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan
3. Mampu menerapkan konsep kinematika dan dinamika mobile robot
4. Mampu memahami dan menerapkan machine vision pada mobile robot
5. Mampu memahami dan menerapkan kecerdasan buatan untuk membangun robot cerdas yang memenuhi misi yang ditentukan
   1. Materi Perkuliahan

Mata kuliah ini memberikan pembelajaran tentang kecerdasan buatan yang dapat diaplikasikan dalam perkembangan teknologi saat ini, dan dalam berbagai aspek kehidupan maupun dalam perkembangan sektor industri.

1. Konsep Dasar Mobile Robot dan Identifikasi Kerusakan

**2.2.1.1 Pengantar Mobile Robot**

Mobile robot adalah perangkat otonom yang dapat bergerak di lingkungannya tanpa memerlukan infrastruktur tetap. Robot ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti industri, navigasi, dan layanan masyarakat. Komponen utamanya meliputi aktuator (seperti roda atau kaki), sensor (misalnya LIDAR, kamera, atau ultrasonik), dan kontroler yang bertugas memproses data dan mengatur gerakan.

**2.2.1.2 Jenis-Jenis Mobile Robot**

* Robot Beroda (Wheeled Robot): Hemat energi, cepat, ideal untuk permukaan datar.
* Robot Berkaki (Legged Robot): Fleksibel, cocok untuk medan tidak rata.
* Robot Terapung (Floating Robot): UAV (drone), AUV (underwater)

**2.2.1.3 Identifikasi Kerusakan**

1. **Kerusakan pada Aktuator:**

* Motor macet, gerakan tidak stabil.
* Diagnosa: Pemeriksaan sinyal PWM dan torsi.

1. **Kerusakan Sensor:**

* Data tidak sesuai, sensor mati.
* Diagnosa: Kalibrasi ulang, uji komunikasi I2C/serial.

1. **Kerusakan Perangkat Lunak:**

* Respons tidak sesuai.
* Diagnosa: Debugging log sistem

1. Penerapan Kinematika dan Dinamika Mobile Robot

Kinematika adalah studi tentang hubungan antara posisi, kecepatan, dan kontrol input robot tanpa mempertimbangkan gaya atau momen. Model kinematika unicycle adalah dasar untuk robot beroda, di mana kecepatan linier (𝑣) dan sudut (ω) menentukan gerakan. Dinamika, di sisi lain, mempertimbangkan gaya dan momen yang bekerja pada robot, menggunakan hukum Newton-Euler untuk menjelaskan hubungan antara gaya eksternal dan gerakan.

Model kinematika dan dinamika ini sangat penting dalam desain robot untuk memastikan navigasi yang tepat, pengendalian gerak, dan efisiensi energi​

1. Penerapan Machine Vision pada Mobile Robot

Machine vision memungkinkan robot untuk "melihat" dan memahami lingkungan sekitarnya. Komponen utama sistem ini meliputi kamera (seperti RGB atau depth camera) dan perangkat lunak untuk memproses gambar. Penerapan machine vision meliputi navigasi (seperti line following dan deteksi jalur), lokalisasi, serta deteksi dan pengenalan objek.

Algoritma seperti YOLO atau Haar Cascade sering digunakan untuk deteksi objek secara real-time. Sistem ini juga mendukung aplikasi lebih kompleks seperti pemetaan simultan (SLAM) yang memungkinkan robot membangun peta lingkungan saat bergerak

1. Kecerdasan Buatan untuk Membuat Robot Cerdas

Kecerdasan buatan (AI) memainkan peran penting dalam mengembangkan robot yang mampu beradaptasi dan menjalankan misi kompleks. AI memungkinkan robot belajar dari data menggunakan algoritma machine learning dan deep learning. Salah satu aplikasi penting adalah dalam perencanaan jalur, di mana algoritma seperti A\* dan reinforcement learning digunakan untuk mengoptimalkan navigasi otonom. Selain itu, AI juga memungkinkan robot untuk berinteraksi dengan lingkungan melalui sistem pengenalan suara atau visual, serta bekerja dalam tim dengan robot lain untuk mencapai tujuan bersama

# ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH

Project PBL yang dikerjakan tidak berkolesai dengan mata kuliah Sistem Kendaraan Cerdas, namun dalam semester ini kelompok kami mendapat tugas tambahan berupa Sistem Kontrol Motor Menggunakan Trainer Kit PLC Omron CP2E yang mana memiliki korelasi dengan mata kuliah Sistem Kendaraan Cerdas diantaranya :

**Dasar Mobile Robot dan Kontrol Motor**

Proyek PLC Omron CP2E untuk mengontrol kecepatan motor adalah salah satu aplikasi kontrol aktuator. PLC bertindak sebagai kontroler untuk mengelola sinyal PWM atau VFD (Variable Frequency Drive) dalam mengatur kecepatan motor, yang mirip dengan bagaimana robot mengontrol gerakannya menggunakan algoritma pemrograman PLC.

**Kinematika dan Dinamika Mobile Robot**

Dalam aplikasi robot, kecepatan motor harus diatur sedemikian rupa untuk memastikan robot bergerak sesuai dengan lintasan yang direncanakan. Penggunaan PLC untuk mengontrol kecepatan motor dalam proyek Anda adalah salah satu implementasi dari konsep kinematika ini, di mana kecepatan linier dan sudut gerak robot dapat diatur berdasarkan kecepatan masing-masing motor roda.

Ada pula pengembangan dari proyek ini yang mana juga berkorelasi dengan mata kuliah Sistem Kendaraan Cerdas :

**Kecerdasan Buatan dan PLC**

Mengoptimalkan kontrol kecepatan motor melalui metode fuzzy logic, yang mana dapat diimplementasikan pada PLC Omron CP2E. Dengan AI, PLC dapat membuat keputusan real-time untuk mengatur kecepatan motor berdasarkan input lingkungan, seperti beban, rintangan, atau kebutuhan presisi dalam tugas tertentu.

# MATERI YANG PERLU DIPERDALAM

Selama pengerjaan Weather Monitorng dan Sistem Kendali Motor Menggunakan PLC Omron CP2E terdapat hubungan yang saling berkaitan antar mata kuliah yang telah saya ambil di semester ini, salah satunya yaitu mata kuliah Sistem Kendaraan Cerdas, dalam mata kuliah tersebut terdapat materi yang masih perlu diperdalam yaitu :

1. Model gerak robot diferensial
2. Hukum Newton-Euler untuk menganalisis gaya dan torsi pada aktuator
3. Kontrol PID
4. Fuzzy Logic

DAFTAR PUSTAKA

W. F. Darmawan, R. Suryanita, and Z. Djauhari, “Monitoring Kesehatan Struktur Rangka Gedung Tidak Beraturan Berdasarkan Hasil Sensor Akselerometer,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2017.

R. A. T. Aufik *et al.*, “Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Logika Fuzzy,” *Seminar*, vol. 2008, no. RAHMAT TAUFIK, pp. 1–26, 2008.

R. Kusumah, H. I. Islam, and S. Sobur, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center,” *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 7, no. 1, pp. 82–88, 2023, doi: 10.30871/jaic.v7i1.5199.

N. Khlif, N. Khraief and S. Belghith, "Mobile Robot Modelling and Design of Kinematic Controller for trajectory tracking," *2023 20th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD)*, Mahdia, Tunisia, 2023, pp. 170-176, doi: 10.1109/SSD58187.2023.10411315

N. Tlale and M. de Villiers, "Kinematics and Dynamics Modelling of a Mecanum Wheeled Mobile Platform," *2008 15th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice*, Auckland, New Zealand, 2008, pp. 657-662, doi: 10.1109/MMVIP.2008.4749608.

S. Gowtham, R. Praveen, P. S. Charan, M. Parthiban, N. Seenu and R. K. Chetty, "Simulation of Autonomous Multifunctional Mobile Robot using Machine Vision," *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, Coimbatore, India, 2021, pp. 135-140, doi: 10.1109/ICACCS51430.2021.9441946

L. Dong, Z. He, C. Song and C. Sun, "A review of mobile robot motion planning methods: from classical motion planning workflows to reinforcement learning-based architectures," in *Journal of Systems Engineering and Electronics*, vol. 34, no. 2, pp. 439-459, April 2023, doi: 10.23919/JSEE.2023.000051.