 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:

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](#_Toc184984724)

[**RINGKASAN**……………………………………………………………………………………………….3](#_Toc184984725)

[BAB I PENDAHULUAN…………………………………………………………………………………...iv](#_Toc184984726)

[1.1 Deskripsi Project……………………………………………………………………………………...iv](#_Toc184984727)

[1.2 Target dan Cakupan Project…………………………………………………………………………..v](#_Toc184984728)

[BAB II MATERI MATA KULIAH TEKNIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN………………………v](#_Toc184984729)

[2.1 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah…………………………………………………………………..v](#_Toc184984730)

[2.2 Materi Perkuliahan…………………………………………………………………………………...vi](#_Toc184984731)

[2.2.1 Pengenalan Perawatan dan Perbaikan……………………………………………………..vi](#_Toc184984732)

[2.2.2 Kegagalan/kerusakan……………………………………………………………………..vii](#_Toc184984733)

[2.2.3 Jenis Perawatan (Preventif, Proaktif, Prediktif, dll)……………………………………..viii](#_Toc184984734)

[2.2.4 Pengelolaan dan Penerapan Sistem Perawatan dalam Industri…………………………...ix](#_Toc184984735)

[BAB III ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH………………………………..xi](#_Toc184984736)

[BAB IV MATERI YANG PERLU DIPERDALAM………………………………………………………xi](#_Toc184984737)

[DAFTAR PUSTAKA…………………………………………………………………………………….xiii](#_Toc184984738)

**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***

# 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[1].

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[2].

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[3].

* + 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 TEKNIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN

* 1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mampu memahami konsep perawatan dan perbaikan khususnya dalam keteknikan
2. Mampu mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan
3. Mampu menerapkan prinsip perawatan dalam kehidupan sehari-hari
4. Mampu menerapkan teknik perbaikan dan penggantian dalam kehidupan sehari-hari
5. Mampu menerapkan pengelolaan sistem perawatan dan perbaikan pada persoalan industri dengan memperhatikan aspek lingkungan
   1. Materi Perkuliahan

Mata kuliah ini memberikan pembelajaran tentang dasar manajemen perawatan dan perbaikan dalam industri dan teknik perawatan sederhana pada peralatan elektrik dan elektronik pada industri.

1. Pengenalan Perawatan dan Perbaikan

**2.2.1.1 Pengertian Perawatan**

Perawatan adalah suatu usaha yang dilakukan secara sengaja dan sistematis terhadap peralatan hingga mencapai hasil/kondisi yang dapat diterima dan diinginkan.Dari pengertian di atas jelas bahwa kegiatan perawatan itu adalahkegiatan yang terprogram mengikuti cara tertentu untuk mendapatkan hasil/kondisi yang disepakati.Perawatan hendaknya merupakan usaha/kegiatan yang dilakukan secara rutin/terus menerus agar peralatan atau sistem selalu dalam keadaansiap pakai.Kegiatan perawatan dapat dibedakan menjadi dua bagian besar yaitu :1. Perawatan berencana2. Perawatan darurat

Beberapa istilah tentang perawatan, antara lain :

1. Perawatan pencegahan (preventive)Perawatan yang dilakukan terhadap peralatan untuk mencegah terjadinya kerusakan.2. Perawatan dengan cara perbaikan (corrective)Perawatan yang dilakukan dengan cara memperbaiki dari peralatan(mengganti, menyetel) untuk memenuhi kondisi standard peralatantersebut.3. Perawatan jalan (running)Perawatan yang dilakukan selama peralatan dipakai4. Perawatan dalam keadaan berhenti (shut − down)Perawatan yang dilakukan pada saat peralatan tidak sedang dipakai.

**2.2.1.2 Perawatan dan Perbaikan**

Tujuan pemeliharaann dan perbaikan di kampus umumnya hanya untuk memperpanjang usia pakai alat. Banyak kampus yang belum mempunyai unit khusus untuk penanganan pemeliharaan dan perbaikan peralatan maupun fasilitas lainnya. Bagi sebagian industri, masalah pemeliharaan dan perbaikan secara umum selalu dikaitkan dengan tanggung jawabnya terhadap produk yang berkualitas, tepat waktu dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Beberapa industri atau organisasi yang besar bahkan mempunyai misi yang selalu dikaitkan dengan aset dan investasi. Jadi kegiatan pemeliharaan dan perbaikan alat dan fasilitas lain diperhitungkan sebagai bagian dari aset dan investasi. Oleh karena itu, bagian atau unit pemeliharaan dan perbaikan merupakan bagian yang sangat penting dari organisiasi semacam

1. Kegagalan/kerusakan

**2.2.2.1 Keandalan dan Kegagalan**

Suatu peralatan elektronika yang dibuat dengan mempertahankan faktor kualitas akan beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang lebih lama daripada suatu alat sistem yang dikerjakan dengan kurang memperhatikan faktor kualitas. Untuk dapat meramalkan seberapa jauh keandalan suatu

alat, maka definisi tentang keandalan itu sendiri harus diketahui. Keandalan adalah kemampuan suatu item untuk melakanakan suatu fungsi yang dipersyaratkan dibawah suatu kondisi yang ditentukan dalam periode waktu tertentu. Dalam hal ini item berarti komponen, instrumen atau sistem. Angka keandalan tidak dapat diramalkan tanpa mengkhususkan waktu dan kondisi operasinya. Hal-hal lebih rinci yang menyangkut keandalan akan dibahas pada sub-bab tersendiri pada buku ini. Untuk mengetahui gambaran yang lebih lengkap, karena keandalan sangat erat hubungannya dengan kegagalan, maka perlu disimak suatu definisi kegagalan. Kegagalan adalah akhir kemampuan suatu item untuk melaksanakan fungsi yang dipersyaratkan. Dari dua defenisi tersebut diatas, maka dapat dilihat hubungan antara keandalan dan kegagalan. Bila suatu item menunjukkan penurunan keandalannya, maka ini menunjukkan adanya gejala kegagalan. Tahap kegagalanAda tiga tahap kegagalan selama usia pakai suatu peralatan.

1. Tahap pertama disebut dengan kegagalan dini (infant mortality), yakni kegagalan peralatan sesaat setelah alat tersebut dibuat dan dikirimkan ke pelanggan. Kegagalan selama tahap ini disebabkan oleh kerusakan komponen yang telah dipasang pada peralatan tersebut. Biasanya kondisi operasi alat tidak berlangsung lama. Peralatan biasanya masih berada dalam garansi perusahaan dan perbaikan menjadi tanggung jawab perusahaan. Penyebab lain dari kegagalan yang terlalu dini adalah kesalahan perancangan yang terlalu menitikberatkan pada satu bagian dari peralatan tersebut. Hal ini hanya mungkin terjadi pada produk yang baru dirancang dan ketidakmampuan perusahaan menyelesaikan. Semua kelemahan produk tersebut.
2. Tahap kedua adalah kegagalan normal usia kerja peralatan. Laju kegagalan pada waktu tersebut adalah paling rendah.
3. Tahap ketiga adalah periode suatu peralatan mengalami laju kegagalan paling tinggi, yang disebabkan oleh usia kerja alat sudah berakhir.

Selama waktu ini, semua tampak salah. cara pemeliharaan peralatan sela- ma digunakan. Misalnya, jika telah diketahui suatu komponen telah habis masa pakainya, maka sebaik- nya komponen cepat diganti sebelum menyebabkan kegagalan pada peralatan tersebut

1. Jenis Perawatan (Preventif, Proaktif, Prediktif, dll)

2.2.3.1 Pemeliharaan Preventif

Dalam pengertian yang luas, pemeliharaan preventif meliputi aspek rekayasa (engneering) dan manajemen. Di bidang rekayasa, pemeliharaan preventif meliputi: mendeteksi dan atau mengoreksi penggunaan peralatan yang ada saat ini, melalui analisa statistik kegagalan atau kesalahan yang ada atau berdasarkan catatan perbaikan yang ada. Pekerjaan ini harus dapat dilakukan secara tepat oleh orang yang benar-benar ahli dibidangnya dan dengan frekuensi yang tepat pula (misalnya dua kali dalam setahun). Dalam pengertian yang luas, pemeliharaan preventif meliputi aspek rekayasa (engneering) dan manajemen. Di bidang rekayasa, pemeliharaan preventif meliputi: mendeteksi dan atau mengoreksi penggunaan peralatan yang ada saat ini, melalui analisa statistik kegagalan atau kesalahan yang ada atau berdasarkan catatan perbaikan yang ada. Pekerjaan ini harus dapat dilakukan secara tepat oleh orang yang benar-benar ahli dibidangnya dan dengan frekuensi yang tepat pula (misalnya dua kali dalam setahun). Jika terlalu sering, maka bukan saja akan menambah biaya pemeliharaan, tetapi juga akan menurunkan produktifitas dan efisiensi kerja perusahaan.

2.2.3.2 Pemeliharaan Proaktif

Pemeliharaan proaktif adalah pendekatan pemeliharaan yang berfokus pada identifikasi dan pengendalian akar penyebab kegagalan peralatan sebelum terjadi kerusakan. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan keandalan peralatan dengan mencegah masalah sebelum muncul. Pendekatan ini melibatkan analisis kondisi peralatan, data operasional, dan pola kegagalan untuk mengembangkan langkah-langkah preventif yang lebih strategis.

2.2.3.2 Pemiliharaan Korektif

Pemeliharaan yang bersifat memperbaiki (corrective maintenance) akan berkaitan dengan deteksi kerusakan, penentuan lokasi kerusakan, dan perbaikan atau penggantian bagian yang rusak.

1. Pengelolaan dan Penerapan Sistem Perawatan dalam Industri

Pengelolaan dan penerapan sistem perawatan dalam industri bertujuan untuk menjaga keandalan, efisiensi, dan umur panjang peralatan atau mesin yang digunakan dalam proses produksi. Sistem perawatan ini penting untuk memastikan kelangsungan operasional industri, mengurangi waktu henti (downtime), dan meminimalkan biaya akibat kerusakan yang tidak direncanakan. Terdapat beberapa jenis sistem perawatan yang umum diterapkan, yaitu pemeliharaan korektif, preventif, prediktif, dan proaktif. Pemeliharaan korektif dilakukan setelah kerusakan terjadi untuk mengembalikan fungsi normal peralatan, sementara pemeliharaan preventif dilakukan secara berkala untuk mencegah kerusakan. Pemeliharaan prediktif memanfaatkan teknologi pemantauan seperti analisis getaran, termografi, atau ultrasonik untuk memprediksi potensi kerusakan berdasarkan kondisi nyata peralatan. Di sisi lain, pemeliharaan proaktif berfokus pada identifikasi dan pengendalian akar penyebab masalah untuk mencegah kerusakan di masa depan.Langkah-langkah pengelolaan sistem perawatan meliputi perencanaan, pelaksanaan, pencatatan dan dokumentasi, serta evaluasi dan perbaikan. Perencanaan mencakup identifikasi kebutuhan perawatan, penjadwalan kegiatan, dan alokasi sumber daya. Pelaksanaan dilakukan dengan mengimplementasikan kegiatan perawatan sesuai rencana, seperti inspeksi rutin, penggantian suku cadang, atau perbaikan. Pencatatan setiap aktivitas perawatan sangat penting untuk keperluan analisis data dan pelaporan, sementara evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas sistem perawatan dan mengidentifikasi area perbaikan. Keberhasilan sistem perawatan bergantung pada beberapa faktor, seperti ketersediaan sumber daya manusia yang terampil, pemanfaatan teknologi modern, pengelolaan data yang baik melalui sistem manajemen pemeliharaan terkomputerisasi (CMMS), dan ketersediaan suku cadang.

Penerapan sistem perawatan yang efektif mencakup identifikasi kebutuhan peralatan, pengembangan jadwal perawatan, penerapan standar operasional prosedur (SOP), serta pengawasan dan audit untuk memastikan kepatuhan terhadap jadwal dan prosedur yang telah ditetapkan. Dengan pengelolaan sistem perawatan yang baik, industri dapat mengurangi biaya perbaikan akibat kerusakan mendadak, meningkatkan efisiensi operasional, memperpanjang umur peralatan, dan meningkatkan keselamatan kerja. Dengan demikian, sistem perawatan yang efektif dapat mendukung keberlanjutan operasi industri serta meningkatkan produktivitas dan profitabilitas.

# ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH

Project PBL yang dikerjakan berkolesai dengan mata kuliah teknik perawatan dan perbaikan diantaranya :

**Corrective Maintenance**

* Melakukan pendeteksian kerusakan pada struktur bangunan, menentukan titik lokasi kerusakan pada struktur bangunan agar mengetahui mana yang harus segera diperbaiki.

**Proactive Maintenance**

* Memeriksa kondisi pembacaan monitoring pada alat dan koneksi pada jaringan agar alat dapat mengirimkan data keseluruhan pada database.

**Perbaikan**

* Apabila alat tidak dapat mendeteksi getaran, kemiringan, suhu, kelembaban dan keregangan serta tidak dapat mengirimkan data sensor ke database.

# MATERI YANG PERLU DIPERDALAM

Dalam pelaksanaan proyek *Structural Health Monitoring System* (SHMS), terdapat hubungan yang erat antara proyek ini dengan mata kuliah yang saya tempuh pada semester ini, salah satunya adalah mata kuliah Teknik Perawatan dan Perbaikan. Beberapa materi yang dibahas dalam mata kuliah tersebut masih memerlukan pendalaman lebih lanjut, yaitu:

1. Penggantian/ Repair
2. Reliability-Centered Maintenance
3. Condition-Based Maintenance
4. Total Productive Maintenance
5. Pengelolaan dan Penerapan Sistem Perawatan dalam Industri

DAFTAR PUSTAKA

[1] 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.

[2] 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.

[3] 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.