



Laporan *Project Based Learning*
Semester Genap 2024/2025

Structural Health Monitoring System

Disusun oleh:

- | | | |
|----|---------------------------|------------|
| 1. | Taufiq Septiyawan Azhari | 2040221004 |
| 2. | Jonathan Oktaviano Frizzy | 2040221060 |
| 3. | Kevin Safrisal Maulana | 2040221125 |
| 4. | Theo Andre Gunawan | 2040221039 |
| 5. | Raihan Dzikry Wahidin | 2040221105 |

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknik Elektro Otomasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Desember 2024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RINGKASAN.....	5
BAB I KONSEP UMUM	6
1.1 Deskripsi Project	6
1.2 Target dan Cakupan Project	7
1.3 Tinjauan Pustaka	8
1.3.1 Struktural.....	8
1.3.2 Fuzzy Logic.....	9
1.3.3 ESP32-S3	10
1.3.4 Akselero Meter MPU 6050	11
1.3.5 ADXL345.....	12
1.3.6 Sensor Kelembaban Udara DHT22.....	13
1.3.7 Sensor Strain Gauge.....	13
1.3.8 Arduino IDE.....	14
BAB II REALISASI PROJECT	15
2.1 Rancangan Project.....	15
2.2 Ketercapaian Project	20
BAB III PENUTUP	24
3.2 Rekomendasi Pengembangan.....	24
3.2.1 Penambahan Modul Kamera untuk Mendeteksi Keretakan	24
3.2.2 Pengoptimalan Algoritma Analisis	25
3.2.3 Pengembangan User Interface.....	25
3.2.4 Pengembangan Device yang “ <i>Friendly Use</i> ”	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	27
Dokumentasi	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 ESP32 S3.....	10
Gambar 1. 2 MPU 6050	11
Gambar 1. 3 ADXL345	12
Gambar 1. 4 DHT22.....	13
Gambar 1. 5 Strain Gauge Y3 Module.....	13
Gambar 1. 6 Arduino IDE	14
Gambar 2. 1 Rencana Model Alat.....	15
Gambar 2. 2 Rancangan Model Website (dokumen pribadi)	16
Gambar 2. 3 Blok Diagram	17
Gambar 2. 4 Arsitektur Daya	17
Gambar 2. 5 Arsitektur Komunikasi	18
Gambar 2. 6 Flowchart.....	19
Gambar 2. 7 Model Hardware.....	20
Gambar 2. 8 Website SHMS (Dashboard)	20
Gambar 2. 9 Website SHMS (Line-Chart).....	21
Gambar 2. 10 Realisasi wiring elektrikl.....	22
Gambar 2. 11 Tabel Database Akselero.....	22
Gambar 2. 12 Tabel Database Akselero.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rancangan Elektrikal.....	17
---	----

LEMBAR PENGESAHAN
Structural Health Monitoring System
PROJECT-BASED LEARNING

Oleh :

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Taufiq Septiyawan Azhari | 2040221004 |
| 2. Jonathan Oktaviano Frizzy | 2040221060 |
| 3. Kevin Safrisal Maulana | 2040221125 |
| 4. Theo Andre Gunawan | 2040221039 |
| 5. Raihan Dzikry Wahidin | 2040221105 |

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk lulus pada mata kuliah paralel pada kurikulum semester VI (Angkatan 2022) Tahun Ajaran 2024/2025

Disetujui Oleh :

PIC Laboratorium Programmable Logic Controller

*Dosen Pembimbing
Project Based Learning*

Joko Priambodo, S.T. M.T
NPP : 1992202011021

Joko Priambodo, S.T. M.T
NPP : 1992202011021

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Elektro Otomasi

Lucky Putri Rahayu, S.Si., M.Si.
NPP : 1991201712058

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 KONSEP UMUM

1.1 Deskripsi Project

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 mendeteksi 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].

1.2 Target dan Cakupan Project

Target pada *Project Based Learning* ini dilaksanakan dengan harapan mampu mengurangi kebutuhan untuk inspeksi visual secara konvensional dan dapat memonitoring perubahan struktur bangunan secara *real-time*. Oleh karena itu, pihak terkait dapat melakukan tindakan perbaikan secara berkala. Adapun target yang perlu dicapai sebagai berikut :

- a. Menjadikan *Structural Health Monitoring System* (SHMS) mudah digunakan oleh masyarakat awam.
- b. Sistem yang dibuat dapat mengurangi kebutuhan inspeksi visual konvensional.
- c. Sistem dapat membuat kesimpulan yang menunjukkan nilai akumulasi data mengenai kemiringan, suhu, dan kelembaban.

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

- a. Pembuatan dan Perancangan Sistem Elektrikal dan Mekanis.
- b. Penentuan fitur pada website.
- c. Desain Website SHMS.
- d. Perancangan RAB.
- e. Pembuatan Alat Monitoring.
- f. Uji Coba Alat Monitoring.
- g. Pengambilan data dan pengolahan data menggunakan Fuzzy Logic.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Struktural

Struktur bangunan adalah kerangka utama yang mendukung beban dan menjaga kestabilan sebuah bangunan. Elemen-elemen utama dalam struktur bangunan meliputi kolom, balok, dinding geser, dan fondasi. Struktur ini dirancang untuk menahan beban vertikal (seperti beban mati dan hidup) serta beban lateral seperti angin dan gempa. Desain struktur bangunan melibatkan perhitungan dan analisis yang cermat untuk memastikan keamanan dan kestabilan. Beberapa aspek penting dalam desain struktur bangunan meliputi Analisis Beban yang Memperhitungkan berbagai jenis beban yang akan bekerja pada bangunan, termasuk beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa, Pemilihan Material seperti Memilih bahan yang tepat seperti beton bertulang, baja, atau komposit berdasarkan kekuatan dan durabilitasnya, pengujian dan simulasi Menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memodelkan perilaku struktural bangunan di bawah berbagai kondisi beban [4].

Penerapan desain dan teknologi mutakhir dalam struktur bangunan dan jembatan menawarkan berbagai keuntungan serta tantangan. Keuntungan utama dari penerapan ini termasuk peningkatan keamanan dan kestabilan struktur. Desain yang lebih baik memastikan bangunan dan jembatan lebih aman dan stabil, mengurangi risiko kerusakan dan kegagalan struktural. Selain itu, penggunaan teknologi seperti Building Information Modeling (BIM) mampu mengurangi biaya konstruksi dan pemeliharaan dengan memperbaiki koordinasi dan efisiensi proyek. Material-material canggih juga berkontribusi pada durabilitas yang lebih tinggi, memperpanjang umur bangunan dan jembatan tersebut[5]. Namun, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi. Pertama, kompleksitas desain yang meningkat. Desain yang lebih canggih memerlukan perhitungan dan analisis yang lebih mendalam, yang membutuhkan keahlian khusus dan alat analisis yang lebih kuat. Kedua, biaya awal yang tinggi. Implementasi teknologi dan material baru seringkali memerlukan investasi awal yang besar, yang bisa menjadi hambatan bagi beberapa proyek. Ketiga, pemeliharaan dan monitoring. Struktur yang menggunakan teknologi canggih memerlukan sistem pemantauan yang terus menerus untuk memastikan kinerja optimal sepanjang masa pakainya. Sistem ini tidak hanya memerlukan investasi dalam perangkat keras dan perangkat lunak, tetapi juga tenaga ahli untuk mengoperasikannya[6].

1.3.2 Fuzzy Logic

Structural Health Monitoring System (SHMS) adalah sebuah sistem yang dirancang untuk menganalisis kesehatan bangunan berdasarkan berbagai faktor seperti kemiringan, getaran, suhu, dan kelembaban. SHMS menggunakan berbagai sensor yang dipasang pada titik-titik kritis dari sebuah bangunan untuk mengukur parameter-parameter ini secara kontinu. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini kemudian dianalisis untuk mendeteksi anomali atau perubahan yang dapat mengindikasikan potensi kerusakan struktural. Salah satu metode analisis yang digunakan dalam SHMS adalah fuzzy logic.

Fuzzy logic adalah pendekatan matematika yang digunakan untuk menangani ketidakpastian dan ketidaktepatan dalam data. Dalam konteks SHMS, fuzzy logic digunakan untuk menganalisis data sensor yang dapat bervariasi dan tidak selalu presisi. Algoritma fuzzy logic mampu mendeteksi pola yang tidak biasa atau perubahan signifikan dalam data sensor yang mungkin menandakan kerusakan struktural. Misalnya, peningkatan suhu di suatu area tertentu dapat menunjukkan adanya masalah pada sistem pendingin atau isolasi, sementara perubahan kelembaban dapat mengindikasikan masalah lainnya yang dapat mempengaruhi integritas struktur [7].

Proses analisis dengan fuzzy logic dalam SHMS melibatkan beberapa langkah utama. Pertama, data mentah dari sensor dikumpulkan dan dikirimkan ke database. Selanjutnya, data ini diproses menggunakan algoritma fuzzy logic yang dirancang untuk mengidentifikasi pola-pola tertentu. Algoritma ini menggunakan aturan-aturan berbasis logika fuzzy untuk menilai kondisi struktur. Misalnya, jika sensor suhu mendeteksi peningkatan yang signifikan dan bersamaan dengan itu sensor kelembaban menunjukkan peningkatan, algoritma fuzzy logic dapat mengindikasikan adanya potensi kerusakan pada material bangunan. Penggunaan fuzzy logic memungkinkan SHMS untuk memberikan rekomendasi pemeliharaan secara proaktif. Dengan mendeteksi masalah potensial lebih awal, pihak terkait dapat melakukan tindakan preventif guna menghindari kerusakan yang lebih besar dan biaya perbaikan yang lebih tinggi. Ini menjadikan fuzzy logic sebagai alat yang sangat efektif dalam manajemen kesehatan bangunan [8].

1.3.3 ESP32-S3

ESP32-S3 pada Gambar 1.1 adalah salah satu varian dari keluarga mikrokontroler yang dirancang untuk aplikasi IoT. Chip yang digunakan merupakan bagian dari keluarga ESP32, yang memiliki 45 pin *General Purpose Input/Output* (GPIO) dengan prosesor *dual-core*. Dengan konektivitas Wi-Fi 2.4 GHz dan Bluetooth, ESP32-S3 menawarkan komunikasi nirkabel yang lebih cepat dan stabil. Selain itu varian ini memiliki pilihan kapasitas memori hingga 32 MB yang dapat melakukan pemrosesan data terus menerus atau penyimpanan yang luas.

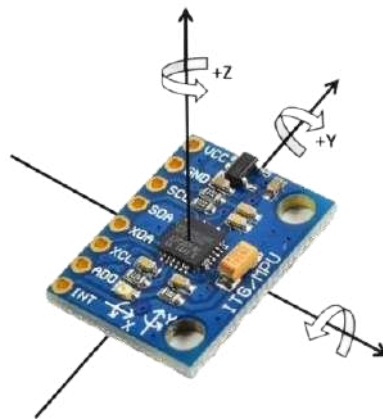


Gambar 1.1 *ESP32 S3*

ESP32-S3 mampu menangani tugas pemrosesan data, tugas kontrol, dan konektivitas nirkabel untuk mengirim dan menerima data melalui internet. Keuntungan dari menggunakan ESP32-S3 terletak pada fiturnya yang banyak, performa yang tinggi dengan biaya yang lebih rendah[9].

1.3.4 Akselero Meter MPU 6050

MPU-6050 pada Gambar 1.2 adalah salah satu sensor yang dapat mendeteksi getaran (giroskop) dalam satu chip. Sensor ini memiliki tiga sumbu (x,y dan z)[10]. MPU-6050 menggunakan komunikasi antarmuka I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, dan memiliki built-in *Digital Motion Processor* (DMP) yang dapat memproses data gerakan secara langsung. Fitur ini mengurangi beban pemrosesan pada mikrokontroler, meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran.

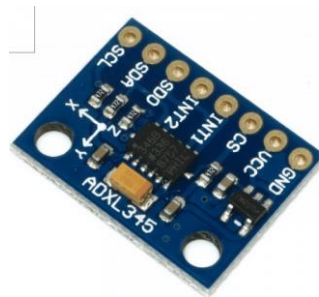


Gambar 1. 2 MPU 6050

MPU-6050 memberikan kinerja yang baik dalam suatu sistem pengukuran getaran yang di mana sensor ini mampu mendeteksi perubahan orientasi dan percepatan dengan akurasi tinggi. Dalam hal konsumsi daya, Sensor MPU-6050 ini memiliki daya yang tidak terlalu besar yakni (3,3 v) dan kemudahan integrasi dengan berbagai platform mikrokontroler, membuatnya lebih ideal untuk aplikasi yang portable dan tertanam. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan MPU-6050 dalam proyek-proyek yang memerlukan sensor inersia yang andal dan efisien[11].

1.3.5 ADXL345

ADXL345 adalah sensor yang dapat mendeteksi kemiringan suatu bangunan (akselerometer) yang membuatnya sangat kompatibel untuk pengaplikasian dalam pengukuran orientasi, gerakan, dan percepatan. Sensor ini memiliki tiga sumbu (x,y dan z), memungkinkan pengukuran percepatan linier serta kecepatan sudut. ADXL345 menggunakan antarmuka I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, dan memiliki built-in *Digital Motion Processor* (DMP) yang dapat memproses data gerakan secara langsung. Fitur ini mengurangi beban pemrosesan pada mikrokontroler, meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran[10].

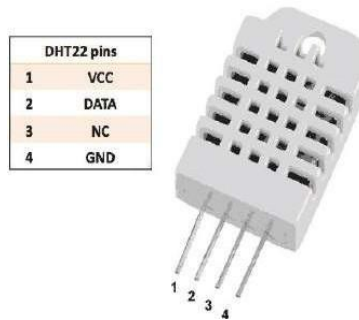


Gambar 1. 3 ADXL345

ADXL345 memberikan kinerja yang sangat baik dalam sistem pengukuran gerakan manusia, di mana sensor ini mampu mendeteksi perubahan orientasi dan percepatan dengan akurasi tinggi. Studi ini juga menyoroti keunggulan ADXL345 dalam hal konsumsi daya yang rendah dan kemudahan integrasi dengan berbagai platform mikrokontroler, membuatnya ideal untuk aplikasi portable dan tertanam. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan ADXL345 dalam proyek-proyek yang memerlukan sensor inersia yang andal dan efisien[11].

1.3.6 Sensor Kelembaban Udara DHT22

Sensor DHT22 pada Gambar 1.3 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor ini dikenal karena tingkat akurasi yang tinggi dan kemampuannya untuk mengukur dalam berbagai rentang. DHT22 dapat mengukur suhu dari -40 hingga +80 derajat Celcius dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban dari 0 hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$ RH.

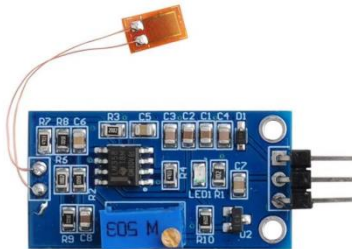


Gambar 1. 4 DHT22

Sensor ini sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan lingkungan yang akurat, seperti sistem kontrol iklim, perangkat IoT, dan proyek otomasi rumah[12].

1.3.7 Sensor Strain Gauge

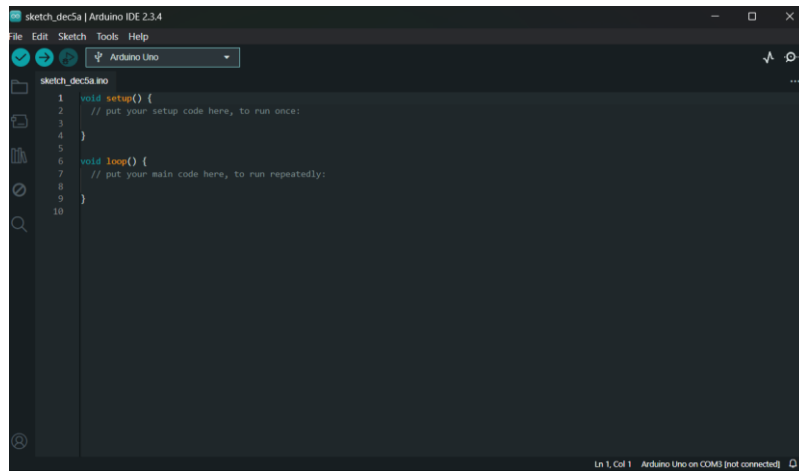
Sensor Strain Gauge pada Gambar 1.4 adalah sensor analog yang digunakan untuk mengukur keregangan struktur bangunan. Sensor ini bekerja dengan prinsip perubahan resistansi listrik ketika material yang ditempelkan sensor mengalami deformasi akibat gaya eksternal. Dengan tingkat akurasi yang tinggi, Strain Gauge dapat mendeteksi perubahan regangan yang sangat kecil, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi.



Gambar 1. 5 Strain Gauge Y3 Module

Sensor ini sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan lingkungan yang akurat, seperti sistem kontrol iklim, perangkat IoT, dan proyek otomasi rumah[12].

1.3.8 Arduino IDE



Gambar 1. 6 *Arduino IDE*

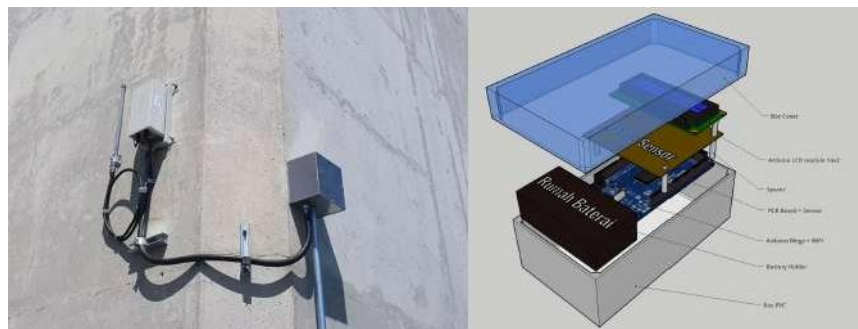
Pada Gambar 1. 4 *Arduino Integrated Development Environment (IDE)* adalah software pengembangan yang dirancang khusus untuk memudahkan pengembangan sert pemrograman mikrokontroler Arduino. IDE ini menyediakan berbagai fitur seperti editor kode, pemantau serial, dan kemampuan untuk mengunggah kode ke mikrokontroler dengan mudah. Penggunaan Arduino IDE dimulai dengan menulis kode program dalam editor IDE. Setelah itu, pengguna dapat memilih port komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan Arduino ke komputer. Setelah kode program disusun, pengguna dapat mengunggahnya ke mikrokontroler dengan sekali klik menggunakan kabel USB. IDE akan mengkonfigurasi pengaturan yang diperlukan dan mengirimkan kode program ke mikrokontroler, sehingga memungkinkan perangkat untuk menjalankan tugas yang diprogram. Arduino IDE juga menyediakan berbagai pustaka (library) yang mempermudah penggunaan sensor dan perangkat tambahan, serta memungkinkan integrasi dengan berbagai modul dan perangkat eksternal[13].

BAB II REALISASI PROJECT

2.1 Rancangan Project

Rancangan kami buat sebelum melakukan eksekusi alat. Tahapan ini sangat penting untuk memastikan bahwa semua aspek teknis dan fungsional dari sistem yang akan dibangun telah dipertimbangkan dengan matang. Dalam perancangan ini, kami akan mendetailkan langkah-langkah dan komponen yang akan digunakan, termasuk sensor, mikrokontroler, algoritma pengolahan data, dan metode komunikasi data. Berikut adalah penjelasan rinci dari setiap komponen yang terlibat dalam rancangan proyek ini. Perancangan dari Proyek *Structural Health Monitoring System* dari beberapa bagian antara lain :

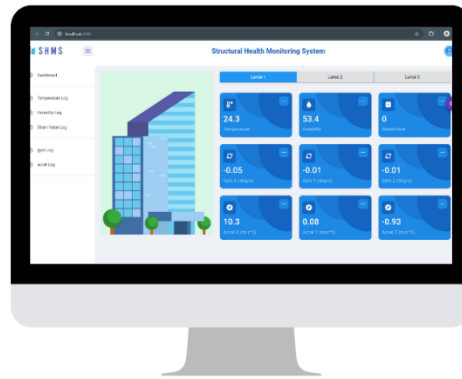
1. Perancangan Hardware



Gambar 2. 1 *Rencana Model Alat*

Perencanaan design hardware dirancang menggunakan software 3d terlebih dahulu seperti menggunakan Adobe Inventor ataupun sketchup. Gambar 2.1 merupakan kiblat dari perancangan design. Kami ingin membuat produk dari proyek ini menjadi alat yang *portable* dan mudah untuk dilakukannya perawatan. Desain yang baik akan memastikan bahwa semua komponen hardware dapat terpasang dengan rapi dan fungsionalitas alat dapat dioptimalkan, serta mempermudah dalam hal pemeliharaan dan perbaikan

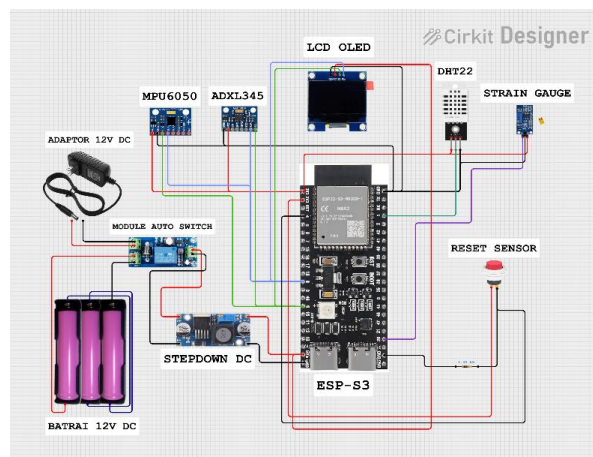
2. Perancangan Website Monitoring



Gambar 2. 2 Rancangan Model Website (dokumen pribadi)

Untuk menampilkan hasil dari pengambilan data oleh sensor-sensor maka diperlukan sebuah antarmuka untuk meningkatkan efektivitas penggunaan. Antarmuka yang sederhana akan mempermudah pengguna dalam memantau kondisi bangunan dan mengambil tindakan yang diperlukan. Untuk itu, diperlukan desain antarmuka agar lebih *user-friendly*, dengan tata letak yang jelas dan navigasi yang mudah dipahami. Oleh karena itu, dibuatlah rancangan *front end* seperti pada gambar 2.2 di atas.

3. Rancangan Elektrikal *Structural Health Monitoring System*



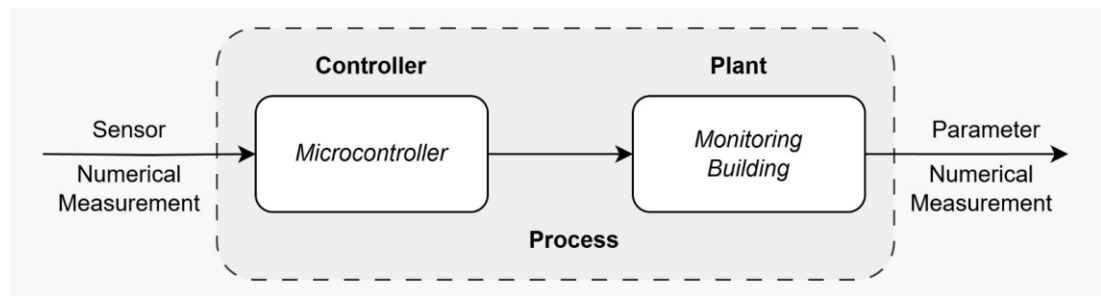
Gambar 2.3 Rancangan Elektrikal

Rangkaian elektrikal Gambar 2.3 pada *Structural Health Monitoring System* diperlukan untuk mengukur data sensor suhu, kelembapan, kemiringan, getaran dan keregangan, mengolah sinyal, dan mengirimkannya ke database MySQL melalui komunikasi nirkabel. Selain itu, rangkaian ini mencakup 2 sumber daya listrik yang handal dengan menggunakan baterai serta adaptor. Keseluruhan sistem ini bekerja sinergis untuk memantau kondisi struktur bangunan secara realtime dan melalui lcd oled sebagai notifikasi hardware untuk membantu perawatan prediktif untuk memperpanjang umur struktur serta meningkatkan keselamatan.

Tabel 2. 1 Rancangan Elektrikal

Warna Kabel	Deskripsi
Merah	Vcc
Hitam	GND
Hijau	SDA
Biru	SCL
Hijau	Pin Out DHT22 (GPIO 1)
Ungu	Out Strain Gauge (GPIO 20)

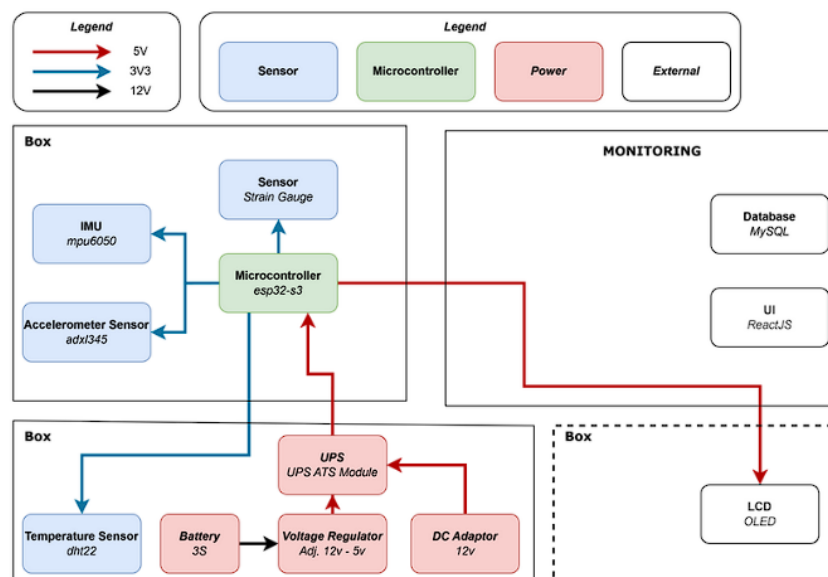
4. Blok Diagram



Gambar 2. 3 Blok Diagram

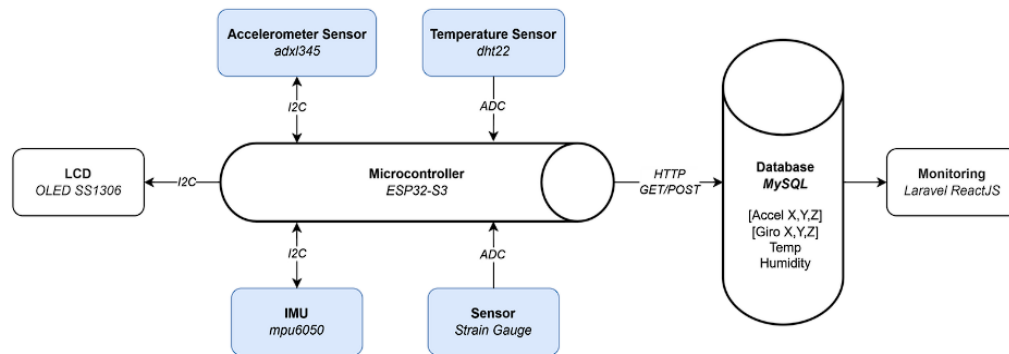
Blok diagram diatas pada Gambar 2.3 menggambarkan sistem dari *Structural Health Monitoring System* yang menggunakan ESP32 S3. ESP32 akan mengumpulkan data dari sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban serta sensor MPU 6050 untuk akselerasi dan rotasi. Data tersebut kemudian diproses dan ditampilkan pada layar LCD I2C.

5. Diagram Arsitektur



Gambar 2. 4 Arsitektur Daya

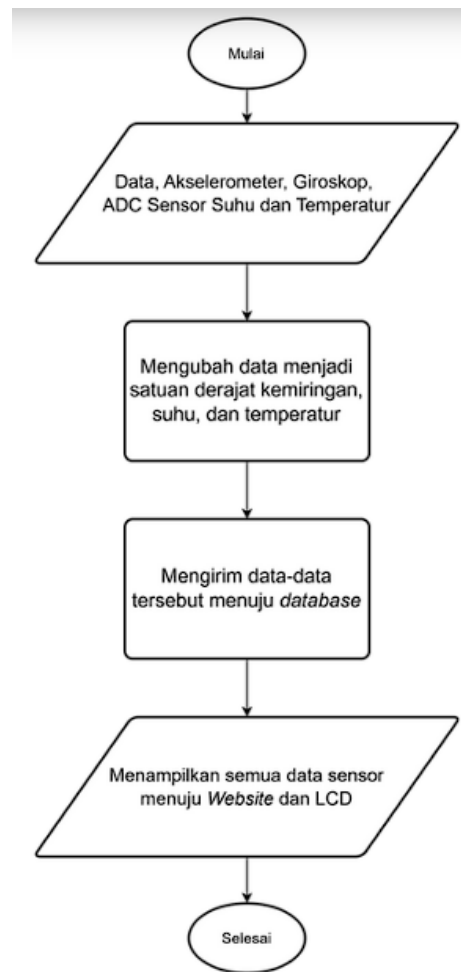
Blok diagram diatas pada Gambar 2.4 menggambarkan sumber daya atau tegangan agar alat *Structural Health Monitoring System* dapat beroperasi. ESP32 memiliki 2 sumber melalui adaptor DC dan Batrai, Batrai berfungsi sebagai daya cadangan apabila terjadi pemadaman listrik PLN. Daya yang disalurkan untuk ESP32S3 dan LCD Oled adalah 5VDC. Daya sensor menggunakan 3,3VDC yang diambil dari output tegangan dari ESP32S3.



Gambar 2.5 *Arsitektur Komunikasi*

Pada Gambar 2.5 diatas merupakan jalur komunikasi yang digunakan ESP32S3 dengan Sensor dan LCD Oled. Jalur komunikasi sensor ADXL345, MPU6050 dan LCD Oled menggunakan I2C pada pin *Serial Data Line* (SDA) dan *Serial Clock Line* (SCL). Sensor DHT22 dan Strain Gauge menggunakan jalur komunikasi *Analog Digital Converter* (ADC). Kemudian data dari semua sensor akan diolah dan dikirimkan ESP32S3 ke database MySQL untuk disimpan serta menampilkan data monitoring pada Website.

6. Flowchart



Gambar 2. 6 *Flowchart*

Flowchart pada gambar 2.6 menggambarkan sistem pemantauan kesehatan struktur yang menggunakan ESP32 S3 dengan WiFi, yang mendapat daya dari baterai 9-14V melalui modul step down. ESP32 ini mengumpulkan data dari sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban, sensor MPU 6050 dan ADXL345 untuk akselerasi dan rotasi. Data tersebut kemudian diproses dan ditampilkan pada layar LCD I2C, serta dikirim ke basis data MySQL melalui WiFi untuk penyimpanan. Data yang tersimpan di MySQL dapat diakses dan ditampilkan pada monitor untuk analisis lebih lanjut.

2.2 Ketercapaian Project

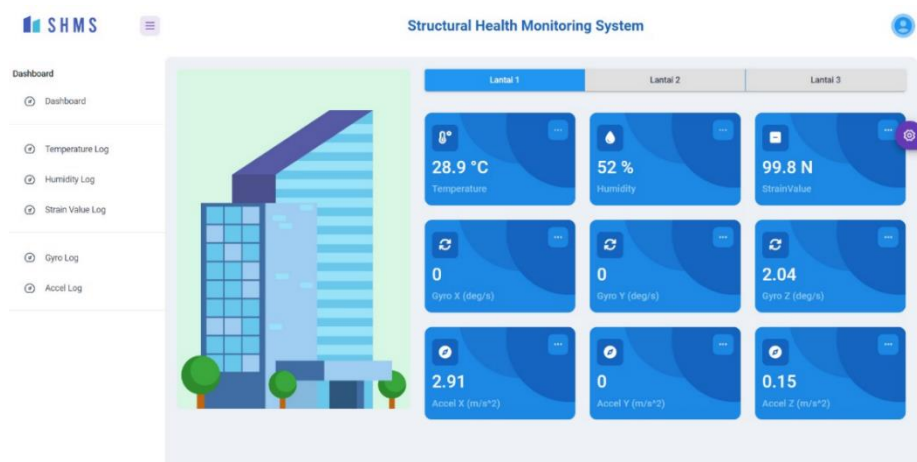
1. Hardware



Gambar 2. 7 Model Hardware

Gambar 2.7 menunjukkan hasil dari desain hardware yang telah dibuat. Kami menggunakan Box PVC sebagai rumah untuk melindungi komponen elektrik di dalamnya agar terhindar dari kondisi lingkungan sekitarnya. Hardware pada gambar diatas merupakan hasil dari versi 2 *project Structural Health Monitoring System*. Pada hardware tersebut juga sudah terpasang LCD untuk memonitoring data kemiringan, suhu, dan kelembaban secara lokal.

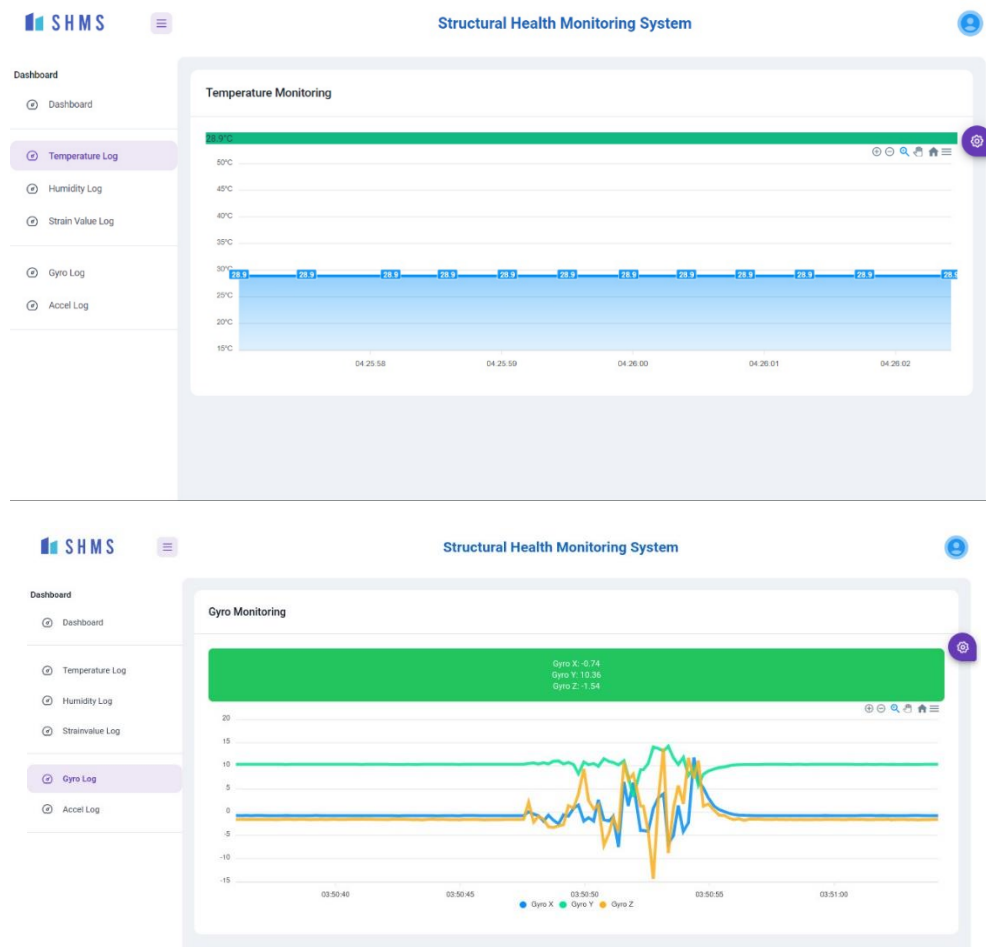
2. Website Monitoring



Gambar 2. 8 Website SHMS (Dashboard)

Gambar 2.8 menunjukkan tampilan front end untuk memonitor *Structural Health Monitoring System*. Website tersebut dapat menampilkan suhu, kelembaban dan kemiringan dari pembacaan sensor DHT22 dan MPU6050 yang diambil dari

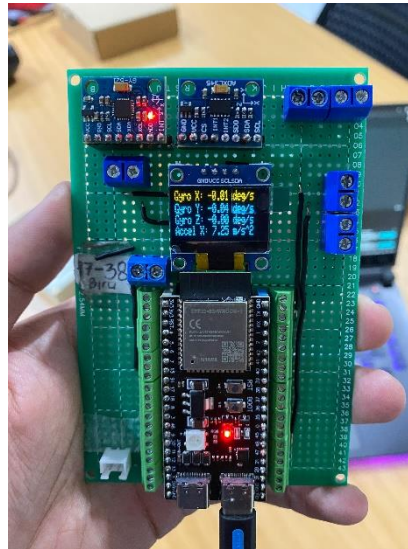
database secara *real-time*.



Gambar 2. 9 Website SHMS (Line-Chart)

Gambar 2.9 menunjukkan tampilan dari riwayat data yang dibaca oleh sensor kemiringan, suhu dan kelembapan dalam bentuk grafik dan tabel yang mana nantinya akan mempermudah pengguna untuk pembacaan data. yang mana juga dilengkapi fitur sortir sehingga pengguna dapat menentukan data yang ingin ditampilkan sesuai kebutuhan.

3. Elektrikal



Gambar 2. 10 Realisasi wiring elektrik

Pada gambar 2.10 menunjukkan realisasi wiring elektrik pada Proyek *Structural Health Monitoring System* (SHMS). Sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor akselero MPU6050 dan LCD dikoneksikan ke ESP32S3 sebagai sarana untuk pemrosesan dan pengiriman data. Nantinya data akan dapat diakses pada website SHMS yang telah di desain sebelumnya.

4. Koneksi Dengan Database

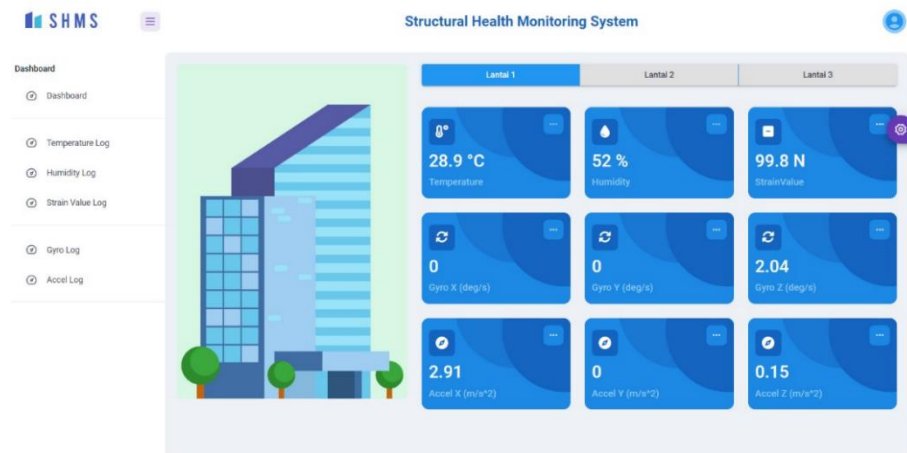
gyrox	gyroz	accelx	accezy	accelz	strainvalue	temperature	humidity	created_at	updated_at
3578	-0.05	-0	-0.01	10.15	-0.28	-0.66	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:44 2024-11-18 19:40:44
3577	-0.04	0.02	-0.01	10.26	0.04	-1.83	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:44 2024-11-18 19:40:44
3576	-0	0.09	-0.01	6.1	-0.27	2.9	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:43 2024-11-18 19:40:43
3575	0.04	0.06	0	9.89	0.55	-0.83	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:43 2024-11-18 19:40:43
3574	-0.15	-0.9	0.08	4.16	0.68	-2.23	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:43 2024-11-18 19:40:43
3573	0.06	0.05	0	9.85	0.33	-0.82	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:43 2024-11-18 19:40:43
3572	-0.03	-0.01	-0	10.19	0.02	-0.4	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:42 2024-11-18 19:40:42
3571	0.06	0.04	-0.01	10.20	0.11	-1.26	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:42 2024-11-18 19:40:42
3570	-0.17	1.45	0.16	5.5	0.56	10.55	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:41 2024-11-18 19:40:41
3569	0.03	-0.01	-0.01	10.16	0.5	0.2	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:41 2024-11-18 19:40:41
3568	-0.04	-0	-0.01	10.22	0.17	-1.18	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:41 2024-11-18 19:40:41
3567	-0.03	0.05	-0.01	10.67	0.35	0.38	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:41 2024-11-18 19:40:41
3566	-0.05	-0.01	-0	10.19	-0.08	-0.24	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:40 2024-11-18 19:40:40
3565	0.26	1.17	0.06	8.29	0.21	17.47	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:40 2024-11-18 19:40:40
3564	-0.01	-0.03	-0.01	10.30	-0.10	-1.19	9	24.8	50.9 2024-11-18 19:40:40 2024-11-18 19:40:40
3563	0.05	0	0	10.19	-0.09	1.49	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39
3562	-0.06	0.1	-0.01	12.64	0.67	0.55	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39
3561	0.03	0.02	0	10.06	0.12	-0.76	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39
3560	-0.19	0.3	-0.02	9.15	0.4	4.97	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39
3559	0.06	0	0	10.11	0.1	0.78	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39
3558	-0.04	-0	-0.01	10.17	-0.13	-0.31	9	24.9	51.3 2024-11-18 19:40:39 2024-11-18 19:40:39

Gambar 2. 11 Tabel Database Akselero

Data-data pada Gambar 2.11 yang diambil oleh sensor akan dikumpulkan di database berbasis MySQL. Penggunaan MySQL berfungsi sebagai platform penyimpanan data memungkinkan pengelolaan data yang efisien dan terstruktur, serta mendukung akses dan analisis data secara cepat dan akurat.

Setiap pembacaan suhu dan kelembaban dari sensor akan secara otomatis disimpan dalam tabel database, mencatat nilai beserta waktu pengambilannya.

5. Data ditampilkan secara *real-time*



Gambar 2. 12 *Tabel Database Akselero*

Data-data yang diambil oleh sensor akan dikumpulkan di database berbasis MySQL. Penggunaan MySQL sebagai platform penyimpanan data memungkinkan pengelolaan data yang efisien dan terstruktur, serta mendukung akses dan analisis data secara cepat dan akurat. Data data tersebut akan diambil dan kemudian ditampilkan dalam website SHMS secara *real-time* seperti pada gambar 2.12

BAB III PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Implementasi *Structural Health Monitoring System* (SHMS) dengan memanfaatkan teknologi 4.0 menawarkan solusi yang efektif untuk memantau kesehatan struktur bangunan secara *real-time*. Sistem ini mengintegrasikan sensor-sensor yang ditempatkan pada titik-titik kritis bangunan untuk mengukur kemiringan, getaran, suhu dan kelembaban. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor tersebut kemudian dianalisis menggunakan algoritma *fuzzy logic*, yang akan mendeteksi anomali atau perubahan signifikan. Hal tersebut akan mengindikasikan potensi kerusakan struktural. Dengan adanya SHMS, pemantauan kondisi fisik bangunan menjadi lebih akurat dan efisien. Pendeteksian dini terhadap kerusakan atau perubahan dalam struktur memungkinkan pelaksanaan pemeliharaan secara proaktif, sehingga dapat mencegah risiko kerusakan yang lebih besar dan mahal. Selain itu, kemampuan sistem untuk menganalisis data secara kontinu memastikan bahwa setiap perubahan kondisi dapat segera terdeteksi dan ditangani. Penerapan SHMS tidak hanya meningkatkan keselamatan dan keamanan bangunan, tetapi juga dapat memperpanjang umur struktur dengan menjaga integritas materialnya. Dengan demikian, SHMS berkontribusi pada pengelolaan bangunan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

3.2 Rekomendasi Pengembangan

3.2.1 Penambahan Modul Kamera untuk Mendeteksi Keretakan

Untuk meningkatkan kemampuan deteksi keretakan pada struktur bangunan, dilakukan penambahan modul kamera sebagai salah satu solusi. Modul kamera akan didesain untuk memantau secara visual kondisi fisik bangunan secara *real-time*. Dengan menerapkan algoritma *machine learning* dan pengolahan citra digital, modul kamera mampu mendeteksi keretakan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Data visual yang diperoleh dari modul kamera ini kemudian dapat diintegrasikan dengan sistem monitoring lainnya, seperti sensor kemiringan, getaran, suhu, dan kelembaban, untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi struktur bangunan. Dengan demikian, penambahan modul kamera menjadi langkah strategis dalam meningkatkan efektivitas dan ketepatan deteksi keretakan pada SHMS.

3.2.2 Pengoptimalan Algoritma Analisis

Pengoptimalan Algoritma Analisis diperlukan untuk meningkatkan akurasi deteksi anomali dan perubahan signifikan yang dapat mengindikasikan kerusakan struktural. Dengan melakukan pengoptimalan, seperti penyesuaian parameter dan penambahan fitur-fitur baru dalam algoritma *fuzzy logic*, sistem dapat lebih sensitif dan responsif terhadap perubahan kondisi bangunan. Hal ini akan membantu dalam meminimalkan terjadinya kesalahan deteksi dan memastikan bahwa setiap tanda-tanda potensi kerusakan dapat terdeteksi dengan lebih tepat waktu dan akurat.

3.2.3 Pengembangan User Interface

Pengembangan antarmuka pengguna (*user interface*) merupakan langkah penting untuk meningkatkan efektivitas penggunaan SHMS. Antarmuka yang sederhana sehingga mempermudah pengguna dalam memantau kondisi bangunan dan mengambil tindakan yang diperlukan. Untuk itu, perlu dilakukan perbaikan desain antarmuka agar lebih *user-friendly*, dengan tata letak yang jelas dan navigasi yang mudah dipahami. Selain itu, penyajian data yang lebih visual, seperti grafik atau ilustrasi persebaran sensor, dapat membantu pengguna memahami informasi secara lebih cepat dan efisien. Pengembangan fitur notifikasi dan peringatan juga penting agar pengguna dapat segera mengetahui adanya potensi kerusakan atau perubahan kondisi yang signifikan. Dengan meningkatkan antarmuka pengguna, sistem SHMS akan menjadi lebih efektif dalam mendukung pemeliharaan dan manajemen bangunan secara proaktif.

3.2.4 Pengembangan Device yang “*Friendly Use*”

Mendesain perangkat menjadi lebih “*friendly use*” menjadi fokus penting dalam memastikan bahwa teknologi SHMS dapat diakses dan digunakan oleh berbagai pengguna dengan mudah. Perangkat yang dirancang dengan mempertimbangkan kenyamanan dan kemudahan penggunaan akan mengurangi hambatan teknis dan meningkatkan adopsi teknologi. Langkah ini melibatkan desain antarmuka yang sederhana, panduan pengguna yang jelas, serta fitur-fitur otomatis yang dapat meminimalkan intervensi manual. Selain itu, perangkat harus kompatibel dengan berbagai sistem dan perangkat lain, memastikan integrasi yang tanpa hambatan, seperti tidak adanya masalah kompatibilitas atau gangguan koneksi, dalam ekosistem teknologi yang ada. Dengan demikian, perangkat SHMS yang *user-friendly* akan meningkatkan efektivitas *monitoring*, pemeliharaan, dan manajemen bangunan secara keseluruhan.

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.
- [4] M. Fardis, M. Nakashima, and R. W. Clough, "Issue Information," *Earthq. Eng. Struct. Dyn.*, vol. 47, no. 14, pp. 2733–2734, 2018, doi: 10.1002/eqe.2971.
- [5] B. Manzoor, I. Othman, J. M. Kang, and Z. W. Geem, "Influence of building information modeling (Bim) implementation in high-rise buildings towards sustainability," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 16, 2021, doi: 10.3390/app11167626.
- [6] D. Kim, Y. Yoon, J. Lee, P. J. Mago, K. Lee, and H. Cho, "Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend," *Energies*, vol. 15, no. 12, 2022, doi: 10.3390/en15124278.
- [7] J. Prayudha, A. Pranata, and A. Al Hafiz, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018, doi: 10.33330/jurteks.v4i2.57.
- [8] C. C. Lee, "Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller—Part I," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol. 20, no. 2, pp. 404–418, 1990, doi: 10.1109/21.52551.
- [9] A. Imran, M. Yantahin, A. M. Mappalotteng, and M. Arham, "Development of Monitoring Tower Using Gyroscope Sensor Based on Esp32 Microcontroller," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 405–414, 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.1327.
- [10] J. Ramli, J. Coulson, J. Martin, B. Nagarathnam, K. Poologanathan, and W. M. Cheung, "Crack detection and localisation in steel-fibre-reinforced self-compacting concrete using triaxial accelerometers," *Sensors*, vol. 21, no. 6, pp. 1–20, 2021, doi: 10.3390/s21062044.
- [11] Y. Zhu, H. Sekiya, T. Okatani, M. Tai, and S. Morichika, "B-CNN: a deep learning method for accelerometer-based fatigue cracks monitoring system," *J. Civ. Struct. Heal. Monit.*, vol. 13, no. 4–5, pp. 947–959, 2023, doi: 10.1007/s13349-023-00690-9.
- [12] A. Aris, N. Septiyadi, and R. D. Gustian, "Dasboard Monitoring Temperatur Ruangan Server dengan Sensor DHT22 Berbasis ESP8266 pada Universitas Raharja," *ICIT J.*, vol. 8, no. 2, pp. 206–217, 2022, doi: 10.33050/icit.v8i2.2410.
- [13] D. Suprianto, V. A. H. Firdaus, R. Agustina, and D. W. Wibowo, "Microcontroller Arduino Untuk Pemula (Disertai Contoh-Contoh Proyek Yang Menginspirasi)," *Jasakom*, no. October 2021, pp. 1–39, 2019, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/335219524_Microcontroller_Arduino_Untuk_Pemula_Disertai_Contoh-contoh_Projek_Menarik

LAMPIRAN

Team & Job Desc

NAMA LENGKAP	Cakupan Proyek	NRP	JOBDESC
Taufiq Septiyawan Azhari	<i>Electrical Designer</i>	2040221004	Membuat desain sistem proyek meliputi redundansi, power dan komunikasi, melakukan pemrograman kontrol, mikrokontroler, dan sensor
Jonathan Oktaviano Frizzy	<i>Embedded System</i>	2040221060	Membuat desain sistem proyek meliputi redundansi, power dan komunikasi, melakukan pemrograman kontrol, mikrokontroler, dan sensor
Kevin Safrisal Maulana	<i>Web Developer</i>	2040221125	Melakukan pemrograman <i>Back-end</i> untuk mengolah <i>database</i> & dan pemrograman <i>Front-end</i> untuk menampilkan sistem monitoring berbasis lokal
Theo Andre Gunawan	<i>Hardware & Logistic</i>	2040221039	Melakukan <i>assembly</i> pada alat, mengurus segala hal dibidang logistic dan administrasi
Raihan Dzikry8 Wahidin	<i>Administration</i>		

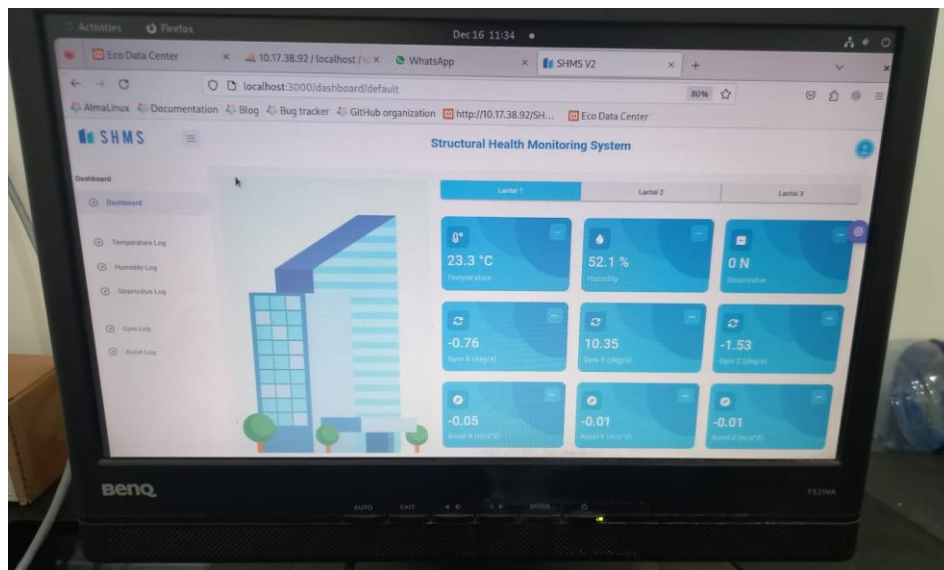
Rancangan Anggaran Biaya

Nama Produk	Kuantitas	Biaya Pengiriman	Harga Satuan	harga satuan mark-up (10%)	Total	reference
ESP32 DEV KIT V1	1	Rp10,000	Rp90,000	Rp99,000	Rp109,000	https://tokopedia.link/xpMD28Lu2Mb
Baterai VTC7 18650	4	Rp10,000	Rp43,000	Rp47,300	Rp229,200	https://id.shp.ee/MrQ8YqY
MPU6050	1	Rp0	Rp25,000	Rp27,500	Rp27,500	akhisshop
Cetak PCB	1	Rp0	Rp200,000	Rp220,000	Rp220,000	
DHT22	1	Rp0	Rp40,000	Rp44,000	Rp44,000	isee
Besi Siku 8x8cm	2	Rp10,000	Rp8,750	Rp9,625	Rp39,250	https://id.shp.ee/vdj6T7X
double tape 3M	1	Rp10,000	Rp33,065	Rp36,372	Rp46,372	https://id.shp.ee/GcZqQjm
LM2596 DC-DC Step Down Module	1	Rp0	Rp12,000	Rp13,200	Rp13,200	akhi
rumah baterai	1	Rp10,000	Rp9,500	Rp10,450	Rp20,450	https://id.shp.ee/XfeC57x
spacer kuningan	12	Rp0	Rp1,500	Rp1,650	Rp19,800	isee
Box	2	Rp16,000	Rp85,000	Rp93,500	Rp219,000	https://id.shp.ee/Equ8A1T
Strain Gauge	1	Rp13,000	Rp400,000	Rp440,000	Rp453,000	https://tokopedia.link/cTYDYfIttNb
HX711	1	Rp5,000	Rp9,000	Rp9,900	Rp14,900	https://tokopedia.link/XIAXibfacNb
Auto Switch DC 5-48v Battery Backup	1	Rp8,000	Rp93,000	Rp102,300	Rp110,300	https://tokopedia.link/BPyS6OCGbcNb
Timah solder	1	Rp0	Rp23,000	Rp25,300	Rp25,300	berkat
OLED 128x64 LCD I2C 0.96" Inch	1	Rp0	Rp30,000	Rp33,000	Rp33,000	https://tokopedia.link/3aDTzQrtNb
ADXL345	1	Rp0	Rp22,000	Rp24,200	Rp24,200	https://tokopedia.link/CbkyZVuacNb
TOTAL KESELURAHAN					Rp1,539,472	

Dokumentasi



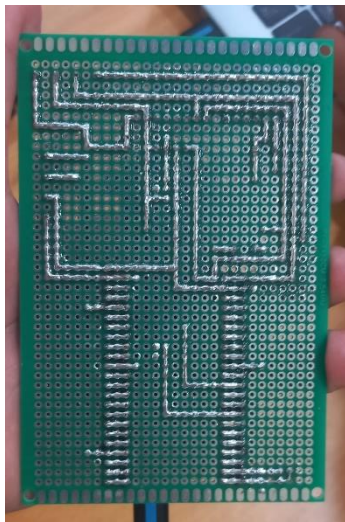
Dokumentasi Pameran Mata Kuliah RTC



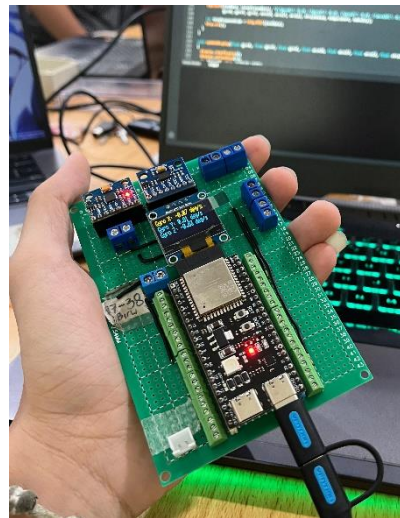
Dokumentasi Pembuatan Front End untuk Pengirim Data Arduino ke Database



Dokumentasi Alat Ketika Membuat Keputusan dan Menampilkan nilai



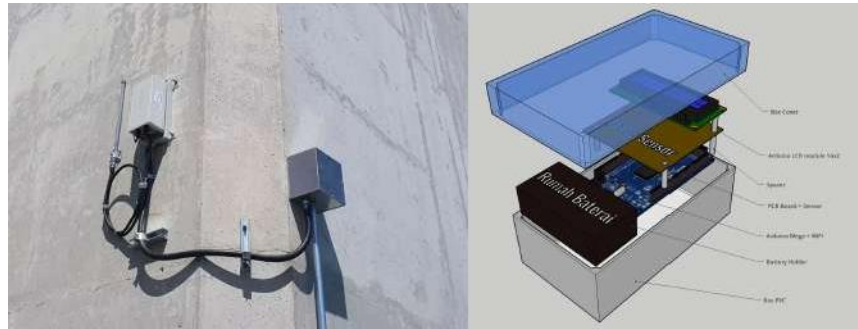
Wiring Electrical PCB



Uji Coba Program



Progress pengerjaan Modul SHMS



Pembuatan Design 3D SHMS Ver II

phpMyAdmin

Server: localhost - Database: shmsv2ke2 - Table: tbl_shms

Showing rows 0 - 24 (4377490 total, Query took 0.0003 seconds.) [id: 4509047... - 4509023...]

SELECT * FROM `tbl_shms` ORDER BY `id` DESC

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

1 > >> Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: PRIMARY (DESC)

Extra options

					id	gyroX	gyroY	gyroZ	accelX	accelY	accelZ	strainValue	temperature	humidity	created_at	updated_at
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509047	-0.73	10.34	-1.56	-0.05	-0.01	-0.01	0.49	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:55	2024-12-16 09:11:55
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509046	-0.74	10.36	-1.61	-0.05	-0.01	-0.01	0.29	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:55	2024-12-16 09:11:55
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509045	-0.77	10.34	-1.6	-0.04	0	-0.01	0.29	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:55	2024-12-16 09:11:55
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509044	-0.78	10.35	-1.59	-0.04	0	-0.01	0.49	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:55	2024-12-16 09:11:55
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509043	-0.75	10.33	-1.57	-0.04	0	-0.01	0.2	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:54	2024-12-16 09:11:54
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509042	-0.72	10.34	-1.58	-0.05	-0.01	-0.01	0.2	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:54	2024-12-16 09:11:54
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509041	-0.73	10.35	-1.53	-0.04	-0	-0.01	0.29	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:54	2024-12-16 09:11:54
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509040	-0.76	10.36	-1.54	-0.05	0.01	-0.01	0.29	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:54	2024-12-16 09:11:54
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509039	-0.73	10.35	-1.56	-0.04	0	-0.01	0.1	23.6	57.7	2024-12-16 09:11:54	2024-12-16 09:11:54
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509038	-0.73	10.34	-1.54	-0.04	-0	-0.01	0.68	23.7	57.8	2024-12-16 09:11:53	2024-12-16 09:11:53
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete		4509037	-0.74	10.34	-1.56	-0.04	0	-0.01	0	23.7	57.8	2024-12-16 09:11:53	2024-12-16 09:11:53

Console

Press Ctrl+Enter to execute query

>SELECT * FROM `tabelpower2`

>SELECT * FROM `tbl_shms_old`

>SELECT * FROM `tbl_shms`

Memunculkan nilai kemiringan pada local monitor.