 Icon

Description automatically generated

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

**VW230504 – Rekayasa Teknologi Cerdas**

**Semester Ganjil 2024/ 2025**

***Structural Health Monitoring System***

Disusun oleh:

Taufiq Septiyawan Azhari

2040221004

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknik Elektro Otomasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

**DAFTAR ISI**

[RINGKASAN 3](#_Toc170150757)

[BAB I 4](#_Toc170150758)

[PENDAHULUAN 4](#_Toc170150759)

[1.1. Deskripsi Project 4](#_Toc170150760)

[1.2. Rumusan Masalah 5](#_Toc170150761)

[1.3. Tujuan 5](#_Toc170150762)

[1.4. Target dan Cakupan Project 5](#_Toc170150763)

[BAB II 6](#_Toc170150764)

[MATERI MATA KULIAH 6](#_Toc170150765)

[BENGKEL OTOMASI INDUSTRI 6](#_Toc170150766)

[2.1. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah 6](#_Toc170150767)

[2.2. Penjabaran Materi dalam Mata Kuliah 6](#_Toc170150768)

[BAB III 10](#_Toc170150769)

[BAB VI 13](#_Toc170150770)

[DAFTAR PUSTAKA 14](#_Toc170150771)

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

## 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 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.

## 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.

## Tujuan

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.

## 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

# BAB II

## MATERI MATA KULIAH

## BENGKEL OTOMASI INDUSTRI

## Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

Adapun capaian pembalajaran mata kuliah yang telah dirancang sebagai berikut:

1. Mampu bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial dalam tim PBL
2. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu dan terukur
3. Mampu menjelaskan konsep teknologi industri 4.0
4. Mampu menjelaskan teknologi penanda industri 4.0
5. Mampu memahami kecerdasan buatan
6. Mampu menerapkan teknologi industri 4.0 untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang

## Penjabaran Materi dalam Mata Kuliah

Pada Mata Kuliah ini, mahasiswa akan mempelajari tentang penerapan rekayasa teknologi cerdas yang dapat diaplikasikan pada berbagai bidang dalam konsep IR. 4.0. Dengan pola Project-based Learning, mahasiswa diharapkan dapat merancang dan mensimulasikan sistem otomasi pada industri skala besar yang merupakan integrasi dari mata kuliah penunjangnya.

### **2.2.1 Data Base, Big Data, Data Mining**

*Data Base* atau biasa dikenal dengan basis data merupakan sebuah perkumpulan data yang telah disusun secara sistematis untuk meningkatkan efisiensi pengolahan data. Data base terdiri atas Kumpulan program yang digunakan untuk mengakses data dan dapat menyimpan sebuah informasi. Dasis data atau *data base* memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan data serta pengambilan data[5].

Dalam pemrosesan data dalam skala besar diperlukan model yang tepat untuk memproses data secara efisien, oleh karena itu diperlukan sebuah *big data* untuk memproses hal tersebut. Big Data adalah perkumpulan data yang memiliki kapasitas penyimpanan data yang besar, serta memiliki sumber data yang bervariasi sehingga memerlukan pengolahan dengan menggunakan metode dan perangkat yang memiliki kinerja yang sesuai[6].

Data mining adalah sebuah proses pencarian informasi yang dapat digunakan secara otomatis yang memiliki manfaat pada penyimpanan data yang berskala besar. Tahapan data mining adalah:

a) *Data Cleaning* (untuk menghilangkan noise data yang tidak konsisten)

b) *Data Integration* (dimana sumber data yang terpecah dapat disatukan).

c) *Data selection* (di mana data yang relevan dengantugas analisis dikembalikan ke dalam database).

d) *Data transformation* (di mana data berubah atau bersatu menjadi bentuk yang tepat untuk menambang dengan ringkasan performa atau operasi agresi).

e) *Data mining* (proses esensial di mana metode yang intelijendigunakan untuk mengekstrak pola data).

f) *Pattern evolution* (untuk mengidentifikasi pola yang benar-benar menarik yang mewakili pengetahuan berdasarkanatas beberapa tindakan yang menarik).

g) *Knowledge presentation* (di mana gambaran teknik visualisasi danpe-ngetahuan digunakan untuk membe rikanpengetahuan yang telah ditam-bang kepada user)[7].

**2.2.2 Revolusi Industri 4.0**

Revolusi 4.0 ini berfokuskan pada pengembangan otomatisasi industri dan mengkolaborasikannya dengan teknologi cyber. Ciri utama dari revolusi industry 4.0 ini ditandani dengan adanya pencampuran antara informasi dengan teknologi komunikasi dalam bidang industri. Lahirnya revolusi industri ini mengakibatkan terjadinya perubahan dalam berbagai bidang[8].

Berkembangnya industri pada era revolusi industri 4.0 membawa pengaruh yang positif yang menguntungkan untuk keberlangsungan kehidupan manusia, namun revolusi industri 4.0 juga membawa pengaruh negatif yang harus dihindari

Dampak Positif Revolusi Industri 4.0

Perkembangan industri 4.0 meningkatkan efisiensi kinerja industri serta meningkatnya efektivitas pemanfaatan sumber daya perusahaan. Peningkatan digitalisasi manufaktur yang menimbulkan peningkatan interaksi antara manusia dengan mesin yang menimbulkan kenaikan dari kinerja industri.

Dampak Negatif Revolusi Industri 4.0

Maraknya kemunculan alat alat baru yang dapat meningkatkan kinerja perusasahaan namun menurunkan penyerapan tenaga kerja merupakan salah satu dari banyaknya contoh dampak negatif dari revolusi industri 4.0 serta peningkatan kejahatan cyber yang dapat melemahkkan sistem perlindungan data perusahaan.

**2.2.3 Data Acquisition Technologies**

*Data Acquisition* atau akuisisi data adalah sebuah proses pengambilan sampel data dari sebuah peristiwa(tekanan udara, suhu, dll) dan mengubahnya menjadi sebuah data yang dirubah menjadi nilai numerik yang dapat dimanipulasi oleh komputer.

Elemen-elemen dasar dari sistem akuisisi data berbasis komputer (PC):

1. Transduser
2. Pengkondisi sinyal (*signal conditioning*)
3. Perangkat keras (*hardware*) akuisisi data
4. Sebuah komputer PC
5. Perangkat lunak (*software*) yang terkait[9].

Sebuah gambar berisi teks, Font, putih, garis

Deskripsi dibuat secara otomatis

*Gambar 2.1 Elemen-elemen Sistem Akuisisi Data Berbasis PC*

**2.2.4 AI Ethics**

Kecerdasan buatan merupakan sebuah bidang ilmu komputer yang sangat dibutuhkan dalam pengaplikasian komputer. Dalam bahasa asing Artificial Intelligent memiliki artian yang terbagi menjadi “*Artificial*” yang berarti buatan serta “*Intelligence*” adalah bahasa Latin “*intelligo*” yang memiliki arti “saya paham”. Sehingga arti intelligence adalah suatu kehandalan dalam mengerti dan melaksanakan aksi[10].

Perkembangan sebuah teknologi sangat perlu dibarengin dengan adanya etika, sama halnya dengan perkembangan AI pada zaman sekarang. Etika merupakan sebuah prinsip yang mengatur moral dari tingkah laku dari seseorang atau sebuah kegiatan. Etika AI sangat berhubungan dengan pengembangan manusia, dan cara harus berperilaku untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan dari AI di masyarakat yang buruk, penerapan yang tidak tepat, sampai penyalahgunaan[11].

**2.2.5 Fuzzy Logic**

Fuzzy memiliki defisini sistem yang samar samara tau tidak jelas. Logika fuzzy adalah cara berhitung dengan menggunakan kalimat atau perkataam sehari-hari untuk menggantikan berhitung menggunakan angka.

Istilah-istilah dalam Logika Fuzzy Terdapat beberapa hal yang harus dimengerti dalam memahami Logika Fuzzy, diantaranya:

a. Variabel Fuzzy Variabel Fuzzy adalah variabel yang akan dibahas dalam sebuah sitem Fuzzy. Contohnya produksi barang, temperatur, umur, curah hujan, dsb.

b. Himpunan Fuzzy Himpunan Fuzzy merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau situasi tertentu. Sebagai contoh, variabel permintaan terbagi menjadi 3 himpunan Fuzzy yaitu sedikit, normal, banyak. Himpunan Fuzzy mempunyai 2 atribut yaitu:

1) Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili sebuah keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti tidak jelas, kurang jelas, jelas.

2) Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti 450,200,800, dsb.

c. Semesta Pembicaraan, semesta pembicaraan merupakan keseluruhan nilai yang diizinkan untuk dioperasikan dalam sebuah variabel Fuzzy. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan negatif maupun bilangan positif yang bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Namun kadang kala nilai sistem pembicaraan tidak dibatasi batas atasnya. Sebagai contoh, semesta pembicaraan untuk variabel umur kucing adalah [0,+∞). Sehingga semesta pembicaraan untuk variabel umur kucing adalah 0 ≤ umur < +∞. Artinya, nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan pada variabel umur kucing berkisar antara 0 sampai tak hingga.

d. Domain Domain himpunan Fuzzy merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan untuk dioperasikan dalam himpunan Fuzzy. Sama halnya dengan semesta pembicaraan, domain dapat berupa bilangan positif maupun bilangan negatif yang bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Contoh domain Fuzzy untuk variabel umur kucing adalah junior [0,15], dewasa [12,18], senior [15,+∞][12].

**2.2.5 Genetic Algorthm, PSO, Swarm Intelligence**

Genetic Algorthm atau algoritma genetika merupakan sebuah metode yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan proses evolusi alam. Salah satu contoh penerapan algoritma genetic atau genetic algorithm adalah untuk meningkatkan efisiensi pemecahan masalah.

Algoritma genetika sangat berguna dan efisien untuk masalah dengan karakteristik sebagai berikut:

a. Ruang masalah sangat besar, kompleks dan sulit dipahami.

b. Kurang atau bahkan tidak ada pengetahuan yang memadai untuk merepresentasikan masalah ke dalam ruang pencarian yang lebih sempit.

c. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai.

d. Ketika metode-metode konvensional tidak mampu lagi menyelesaikan masalah yang dihadapi.

e. Solusi yang diharapkan tidak selalu bagus, tapi yang paling optimal

f. Terdapat Batasan waktu dalam sistem waktu nyata.

Particle Swarm Optimization disingkat dengan PSO merupakan algoritma yang menirukan perilaku dari serangga(semut, rayap, lebah, dan burung). Metode optimasi yang didasarkan pada *swarm intelligence* ini disebut *algoritma behaviorally inspired* sebagai alternatif dari algoritma genetika, yang sering disebut *evolution-based procedures*. Setiap partikel diasumsikan memiliki dua karakteristik: posisi dan kecepatan. Setiap partikel bergerak dalam ruang/space tertentu dan mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui atau ditemukan terhadap sumber makanan atau nilai fungsi objektif. Setiap partikel menyampaikan informasi atau posisi bagusnya kepada partikel yang lain dan menyesuaikan posisi dan kecepatan masing masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi yang bagus tersebut[13].

*Swarm intelligence* adalah suatu cabang kecerdasan artifisial atau buatan yang mencoba membuat komputer dan robot meniru perilaku yang sangat efisien dari kerumunan serangga seperti semut-semut atau lebah-lebah. Semut semut, misalnya, memakai jejak-jejak feromon, senyawa kimiawi yang dihasilkan dan dikeluarkan semut, untuk menandai rute yang mereka pakai untuk menemukan makanan. Jejak yang mereka makin lewati membentuk suatu akumulasi feromon yang menarik semut-semut yang baru sementara feromon yang mereka lepaskan di lintasan yang kurang mereka lewati akhirnya menguap. Keuntungan menggunakan *swarm intelligence* dalam penelitian bidang robotika meliputi peningkatan kemampuan pencarian dalam cakupan dinamis dan toleransi kesalahan yang lebih luas[14].

**2.2.6 Neural Network**

*Neural Network* merupakan suatu model komputasi paralel yang meniru fungsi dari sistem jaringan syaraf biologi otak manusia. Cara kerja struktur neural network diatas tidak jauh berbeda dengan struktur jaringan syaraf pada manusia. Informasi (input) akan dikirimkan dengan bobot kedatangan tertentu. Input tersebut kemudian diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini kemudian akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*treshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Jika input tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka neuron tersebut akan diaktifkan. Jika tidak, neuron tersebut tidak akan diaktifkan. Apabila neuron diaktifkan, selanjutnya neuron tersebut akan mengirimkan output melalui bobot-bobot outputnya ke semua neuron yang berhubungan dengannya, begitu seterusnya. Pada *neuron layer*, penempatan neuron-neuron akan dikumpulkan dalam neuron layer (lapisan-lapisan). Kemudian neuron-neuron pada satu lapisan akan di hubungkan dengan lapsan-lapisan sebelum dan sesudahnya, kecuali lapisan input II-7 dan output. Informasi yang di bawa dari langkah input awal akan dirambatkan dari lapisan ke lapisan dari lapisan input sampai lapisan output. Lapisan ini sering disebut dengan istilah hidden layer (lapisan tersembunyi). Pada umumnya setiap neuron terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Sehingga pada setiap lapisan sama, setiap neuron akan memiliki fungsi aktifasi yang sama. Koneksi antar lapisan dengan neuron harus selalu berhubungan. Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu neuron adalah terletak pada pola bobot dan fungsi aktivasinya[15].

.

# BAB III

**ANALISA KORELASI PROJECT DENGAN MATA KULIAH**

Korelasi mata kuliah Rekayasa Teknologi Cerdas berada pada penggunaan database MySQL sebagai penampung data dari sensor yang digunakan pada project weather monitoring. Dibawah ini menjelaskan tentang kodingan untuk menerima data dari sensor lalu menyimpannya pada database di phpMyAdmin (lebih tepatnya database MySQL yang dikelola oleh phpMyAdmin). data\_Lidar yang ada pada kodingan dibawah ini merupakan data sensor yang nantinya akan dimasukkan ke dalam tabel ketinggian\_alun di database MySQL.

Sebuah gambar berisi cuplikan layar, teks, software, Software multimedia

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.1 Kodingan koneksi

Gambar diatas merupakan kodingan untuk koneksi ke database, berikut keterangan dari masing-masing komponen yang ada.

* $dbname, $dbuser, $dbpass, $dbhost adalah parameter untuk koneksi ke database MySQL.
* @mysqli\_connect(...) digunakan untuk membuat koneksi ke MySQL.
* Jika koneksi gagal, fungsi mysqli\_connect\_error() akan mencetak pesan kesalahan, dan program dihentikan dengan exit().

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, Font, jam

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.2 Kodingan validasi parameter

Gambar diatas merupakan kodingan untuk memvalidasi parameter data yang ada pada phpmyadmin. Berikut keterangan pada masing masing komponen.

* Mengambil data dari URL atau request dengan key data\_Lidar menggunakan $\_GET
* Jika data\_Lidar tidak ditemukan (null), kode akan mencetak error dan menghentikan eksekusi dengan exit()

Sebuah gambar berisi teks, Software multimedia, cuplikan layar

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.3 Kodingan memasukkan data ke tabel database

Gambar diatas merupakan kodingan untuk memasukkan data ke tabel database phpmyadmin. Berikut keterangan pada masing-masing komponen.

* Data dari parameter data\_Lidar disimpan ke tabel Ketinggian\_alun dalam kolom data\_Lidar
* mysqli\_query() digunakan untuk menjalankan perintah SQL.
* Jika berhasil, pesan "Insertion Success!" dicetak.
* Jika gagal, error dari mysqli\_error() akan ditampilkan.
* header, Mengatur jenis konten menjadi JSON agar API respons dapat dikonsumsi dengan baik oleh aplikasi front-end atau client.

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, software, Software multimedia

Deskripsi dibuat secara otomatisGambar 3.4 Kodingan untuk fetching data

Gambar diatas adalah kodingan untuk koneksi baru fetching data dan fetching data dari database. Berikut keterangan pada masing-masing komponen.

* Menggunakan new mysqli(...) dengan parameter koneksi (seperti nama database, username, dan password).
* Jika koneksi gagal, error akan di-encode ke dalam format JSON.
* Mengambil data dari tabel data\_sensor dengan kolom id, data\_Lidar, dan waktu.
* Data diurutkan berdasarkan id dalam urutan menurun (DESC) dan hanya mengambil 15 data terakhir (LIMIT 15).
* fetch\_assoc() digunakan untuk mengambil data dari hasil query sebagai array asosiatif.
* Data ditambahkan ke array $data
* Setelah semua data dikumpulkan, diubah menjadi format JSON menggunakan json\_encode() dan dikirim ke client.
* Koneksi MySQL ditutup dengan $conn->close() untuk membebaskan sumber daya.

Jika koneksi data sudah berhasil maka di phpMyAdmin akan keluar hasil pembacaan sensor beserta waktu pembacaan seperti gambar di bawah ini.

Selanjutnya, atur kodingan sensor pada Arduino IDE agar data sensor dapat terhubung ke database MySQL.

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, Font

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.5 kodingan koneksi wifi

Gambar diatas adalah kodingan untuk menghubungkan ESP32 ke Wi

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, Font, dokumen

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.6 kodingan mengirimkan data ke server

Gambar diatas adalah kodingan untuk mengirimkan data ke server.menggunakan WiFiClient.

Sebuah gambar berisi teks, cuplikan layar, software, Ikon komputer

Deskripsi dibuat secara otomatis

Gambar 3.7 Hasil di phpMyAdmin

# BAB VI

**MATERI MATA KULIAH YANG MASIH PERLU PENDALAMAN**

Selama pengerjaan proyek *Structural Health Monitoring System* (SHMS), terdapat hubungan yang saling berkaitan antar mata kuliah yang telah diampu pada semester ini, salah satunya yaitu mata kuliah Rekayasa Teknologi Cerdas, dalam mata kuliah tersebut terdapat materi yang masih perlu diperdalam yaitu materi:

1. *Neural network, algorithm genetics,* dan *artificial intellegence*

# DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Isyanto, M. A. K. Batubara, and D. Almanda, “Perancangan Alat Pembersih Panel Surya Berbasis Internet of Things,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 6, no. 2, pp. 125–132, 2023.

[2] P. Studi and T. Elektro, “Bambang Adi 2 Agus Tanto.”

[3] . S., S. D. Purwanto, M. Fikri, and C. Christiono, “Dampak Bayangan Pada Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Photovoltaic,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 50–62, 2020.

[4] O. A. Nugroho and Y. B. Adyapaka Apatya, “Desain dan Evaluasi Robot Cleaner Solar Photovoltaics Menggunakan Komunikasi Nirkabel Berbasis Komunikasi Radio Frekuensi,” *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–21, 2023.

[5] I. Fahzirah *et al.*, “PENGENALAN SISTEM DATABASE : KONSEP DASAR,” vol. 1, no. 4, pp. 673–678, 2024.

[6] B. Maryanto, “Big Data dan Pemanfaatannya Dalam Berbagai Sektor,” *Media Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 14–19, 2017.

[7] S. Saefudin and S. DN, “Penerapan Data Mining Dengan Metode Algoritma Apriori Untuk Menentukan Pola Pembelian Ikan,” *JSiI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 2, p. 36, 2019.

[8] A. Sutrisno, “Revolusi Industri 4.0 dan Berbagai Implikasinya,” *J. Tekno Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 5–7, 2018.

[9] U. Suska, “BAB II Dasar Teori,” *UIN Suska*, vol. 5, no. 1, pp. 1689–1699, 2016.

[10] Jamaaluddin and I. Sulistyowati, “Buku Ajar Kecerdasan Buatan,” *Umsida Press*, p. 121, 2021.

[11] D. Nasrullah, *Teori Etika*. 2019.

[12] S. N. I. Wahyuni, “Penerapan Inferensi Fuzzy Tsukamoto DalamPengambilan Keputusan Pengiriman Barang,” no. 1994, 2022.

[13] E. Dermawan, A. Firmanto, S. N. Ambo, E. Diniardi, and A. I. Ramadhan, “Desain Frekuensi Kontrol Pada Hybrid Wind-Diesel Dengan Pid - Particle Swarm Optimization (PSO),” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2016*, no. November, pp. 1–9, 2016.

[14] S. Nurmaini, “Implementasi Prilaku Berkelompok Pada Swarm Robots Menggunakan Teknik Logika Fuzzy-Particle Swarm Optimization,” *J. GENERIC*, vol. 8, no. 2, pp. 263–271, 2013.

[15] L. E. García Reyes, “Cara Kerja Artificial Neural Network,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.