



## Rancang Bangun Monitoring Tempat Sampah Berbasis Mikrokontroler

Sujono Sujono<sup>1</sup>, Moh Anshori Aris Widya<sup>2</sup>, Firhan Nur Akbar Adffiansyah<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Universitas Kh. A Wahab Hasbullah, Indonesia

Alamat: Jl. Garuda No.9 Tambakberas Jombang Jawa Timur, Indonesia

Korespondensi penulis: [sujono.unwaha@ac.id](mailto:sujono.unwaha@ac.id)

**Abstract.** *Islamic boarding schools, as one of the oldest Islamic educational institutions in Indonesia, play an important role in rural communities. However, Islamic boarding schools often face hygiene problems, especially in waste management. The large number of students produces large volumes of waste, so effective management is needed. The waste management paradigm must now be changed to reduce, recycle and reuse (3R: Reduce, Reuse, Recycle). In the Industry 4.0 era, technology such as microcontroller-based smart trash cans and IoT have become effective solutions. This smart trash can can measure the weight and height of waste in real-time, providing data that can be accessed via smartphone and website, making it easier for waste managers to maintain a clean environment. This smart trash can will be placed at the Denanyar Islamic Boarding School and managed by a non-governmental organization that cares about cleanliness and the use of recycled waste.*

**Keywords:** *Islamic boarding school, waste, IoT*

**Abstrak.** Pondok pesantren, sebagai salah satu lembaga pendidikan Islam tertua di Indonesia, memainkan peran penting di masyarakat pedesaan. Namun, pesantren sering menghadapi masalah kebersihan, terutama dalam pengelolaan sampah. Banyaknya santri menghasilkan volume sampah yang besar, sehingga diperlukan pengelolaan yang efektif. Paradigma pengelolaan sampah kini harus diubah menjadi pengurangan, daur ulang, dan pemanfaatan kembali (3R: Reduce, Reuse, Recycle). Di era Industri 4.0, teknologi seperti tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler dan IoT menjadi solusi efektif. Tempat sampah pintar ini dapat mengukur berat dan ketinggian sampah secara real-time, memberikan data yang dapat diakses melalui smartphone dan website, sehingga memudahkan pengelola sampah dalam menjaga kebersihan lingkungan. Tempat sampah pintar ini akan ditempatkan di Ponpes Denanyar dan dikelola oleh lembaga swadaya masyarakat yang peduli terhadap kebersihan dan pemanfaatan sampah.

**Kata kunci:** pondok pesantren, sampah, iot

### 1. LATAR BELAKANG

Pondok pesantren adalah salah satu institusi pendidikan Islam paling tua di Indonesia., terutama yang berada di pedesaan. Lembaga ini tidak hanya berfungsi sebagai pusat pendidikan tetapi juga sebagai komunitas yang dipimpin oleh kyai atau ulama dan didukung oleh para ustadz (Asr Himsyah & Rahmatullah, 2021). Namun, dengan jumlah santri yang banyak, masalah kebersihan menjadi tantangan utama, terutama dalam hal pengelolaan sampah. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah yang efektif dan efisien berbasis teknologi. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler dan IoT. Tempat sampah pintar ini dapat membantu mengelola sampah dengan lebih baik melalui sistem pemantauan terpadu yang mengukur berat dan ketinggian sampah secara real-time. Tempat

sampah pintar ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dengan memanfaatkan sistem pemantauan terpadu yang mengukur berat dan ketinggian sampah secara real-time. Dengan adanya teknologi ini, pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih terstruktur, memungkinkan penjadwalan pengangkutan yang lebih tepat waktu dan mengurangi risiko penumpukan sampah yang berlebihan. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di pondok pesantren dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan nyaman bagi para santri (Zulfa et al., 2022).

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah bentuk komputer dalam chip yang mengendalikan peralatan elektronik untuk efisiensi biaya. Ada dua jenis utama: RISC (Reduced Instruction Set Computer) dan CISC (Complex Instruction Set Computer), masing-masing dengan ciri khasnya. RISC memiliki instruksi sederhana dengan fasilitas lebih banyak, sementara CISC menyediakan instruksi kompleks dengan fasilitas terbatas. Mikrokontroler dapat diprogram untuk mengendalikan perangkat sesuai kebutuhan (Sunardi et al., 2024). Mikrokontroler adalah komputer miniatur dalam sebuah chip, dirancang untuk mengendalikan perangkat elektronik dengan biaya efisien. Terdapat dua jenis utama: RISC (Reduced Instruction Set Computer) dan CISC (Complex Instruction Set Computer). RISC menggunakan instruksi sederhana dan cepat, sementara CISC memiliki instruksi lebih kompleks untuk pemrograman fleksibel. Mikrokontroler dapat diprogram untuk berbagai tugas, dari kontrol sederhana hingga operasi rumit, menjadikannya komponen penting dalam banyak perangkat elektronik modern (Si Made Angga Dwitya P et al., 2020).

### Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini adalah papan WiFi mini berbasis ESP8266, terkenal ekonomis dan dapat diandalkan. ESP8266 ini dapat menghubungkan perangkat mikrokontroler seperti arduino ke internet melalui WiFi (Prastianto et al., 2021). Wemos D1 Mini adalah papan mikrokontroler berbasis ESP8266 yang sangat kompak dan ekonomis, tetapi tetap menawarkan keandalan tinggi. Fitur ini membuatnya sangat ideal untuk berbagai aplikasi Internet of Things (IoT), seperti pengendalian jarak jauh dan pengumpulan data secara real-time. Dengan ukuran kecil namun kemampuan yang kuat, Wemos D1 Mini menjadi pilihan populer bagi para penggemar dan profesional dalam dunia elektronika dan

pemrograman (Abrianto & Sari, 2021).

### **Loadcell**

Load cell adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan dari satu sistem ke sistem lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan dan energi dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik (Nurlette & Wijaya, 2016). load cell sering digunakan untuk mengukur berat atau tekanan, dengan memanfaatkan perubahan fisik yang dialami oleh sensor sebagai respons terhadap gaya yang diterapkan, yang kemudian diubah menjadi sinyal listrik untuk dianalisis lebih lanjut.

### **Modul HX711**

Modul HX711 merupakan modul amplifier yang biasa digunakan dalam rangkaian timbangan digital sebagai modul konversi sinyal analog ke digital pada load cell (Laili et al., 2020). Load cell adalah sensor yang mengukur berat atau gaya dengan sinyal analog. Modul HX711 menghubungkan sinyal analog dari load cell ke sistem digital, memperkuat sinyal, dan mengubahnya menjadi format digital untuk akurasi dan konsistensi pembacaan timbangan digital. (Shudhuashar, 2023). Penggunaan modul ini meningkatkan presisi dan keandalan timbangan digital, sehingga membuatnya menjadi komponen esensial dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pengukuran berat yang tepat.

### **Sensor Ultrasonik HCSR04**

Sensor ultrasonik HCSR04 adalah alat untuk mengukur jarak objek, dengan rentang pengukuran 2-450 cm. Sensor ini menggunakan dua pin digital untuk mengomunikasikan jarak yang terukur. Cara kerjanya adalah dengan mengirimkan pulsa ultrasonik sekitar 40 KHz, menerima pantulan pulsa echo, dan menghitung waktu yang dibutuhkan dalam mikrodetik. (Adebola Olayinka et al., 2021).

### **Website**

Situs web pada umumnya merupakan kumpulan halaman web yang terhubung satu sama lain dan bisa diakses melalui internet. Halaman-halaman tersebut berisi berbagai informasi, seperti teks, gambar, video, atau animasi.(Asri, 2022). Dalam bisnis, website memasarkan produk, berinteraksi dengan pelanggan, dan meningkatkan visibilitas merek. Dengan kemampuannya mengakomodasi berbagai konten dan tujuan, website menjadi alat penting dalam kehidupan modern dan penghubung berbagai aspek kehidupan dengan dunia digital (Surentu et al., 2020).

## **Internet**

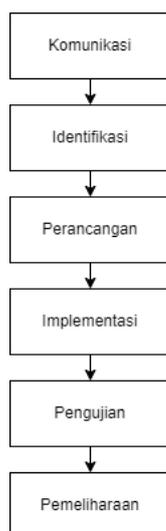
Internet, yang merupakan singkatan dari Interconnected Network, adalah sebuah jaringan komunikasi yang berfungsi untuk menghubungkan berbagai media elektronik dengan cepat dan akurat. (Wibawanto, 2018). Dengan teknologi jaringan, internet memungkinkan pertukaran informasi real-time, akses ke sumber daya digital, dan mendukung berbagai aplikasi serta layanan online. Koneksi stabil dan cepat internet juga memberikan akses luas ke informasi, menjadikannya alat penting dalam kehidupan sehari-hari dan perkembangan teknologi modern (Nugroho, 2020).

## **MySQL**

MySQL adalah jenis server basis data yang sangat terkenal dan termasuk dalam kategori RDBMS (Relational Database Management System). MySQL mendukung bahasa pemrograman PHP serta bahasa query terstruktur, karena SQL mengikuti aturan-aturan standar yang ditetapkan oleh asosiasi ANSI (Anugraha et al., 2020). Sebagai salah satu jenis dari RDBMS (Relational Database Management System), MySQL mendukung berbagai bahasa pemrograman, termasuk PHP, dan menggunakan Structured Query Language (SQL).

### **3. METODE PENELITIAN**

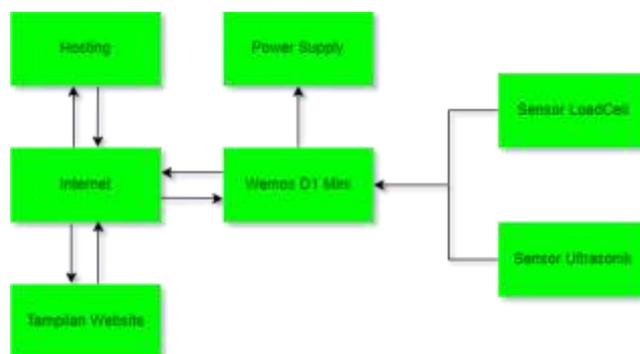
Penelitian ini mengadopsi desain penelitian kualitatif dengan metode Pengembangan Model Prototyping. Prototyping adalah salah satu metode dalam pengembangan perangkat lunak yang menawarkan paradigma baru dalam pembuatan atau pengembangan perangkat lunak (Wicaksana & Rachman, 2019). Dengan prototipe, pengembang dan pemangku kepentingan dapat memberikan umpan balik dan melakukan penyesuaian sebelum produk akhir dikembangkan sepenuhnya. Pendekatan ini mempercepat pengembangan, mengurangi kesalahan, dan memastikan produk akhir sesuai dengan kebutuhan pengguna. Prototyping meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses pengembangan (Roihan et al., 2019). Pengembangan system tersebut melalui tahapan- tahapan model prototype sebagai berikut :



Gambar 1. Metode penelitian prototype

Metode prototyping dimulai dengan komunikasi dengan klien untuk menentukan sasaran, kebutuhan. Tahap identifikasi melibatkan diskusi dengan pengelola sampah untuk memahami masalah dan menganalisis kebutuhan spesifik. Tahap perancangan fokus pada pembuatan monitoring sampah real-time, termasuk fungsi dan fitur sistem. Tahap implementasi mencakup pembuatan sistem dan membentuk produk jadi. Tahap pengujian melakukan simulasi penggunaan kondisi nyata. Sedangkan pada tahap pemeliharaan melibatkan pemantauan terus-menerus terhadap kinerja sistem.

### Diagram Blok



Gambar 2. Diagram Blok

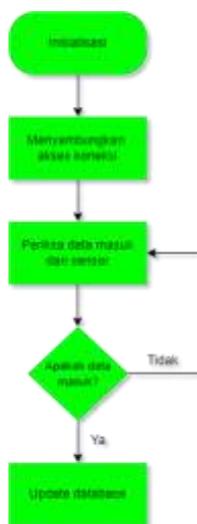
Sistem ini terdiri dari beberapa komponen penting. Power supply digunakan untuk mengisi daya Wemos D1 mini, yang berfungsi sebagai microcontroller. Wemos D1 mini tidak hanya menjalankan perintah dan menyimpan kode pemrograman, tetapi juga berperan dalam komunikasi jaringan WiFi, memungkinkan data ditampilkan di website. Sensor Loadcell digunakan untuk mengukur berat sampah dalam tempat sampah, sedangkan sensor Ultrasonic

mengukur ketinggian sampah. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini ditampilkan di website, yang disimpan di hosting agar dapat diakses.

### Flowchart

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program (Zalukhu et al., 2023). Berikut adalah flowchart dari penelitian ini.

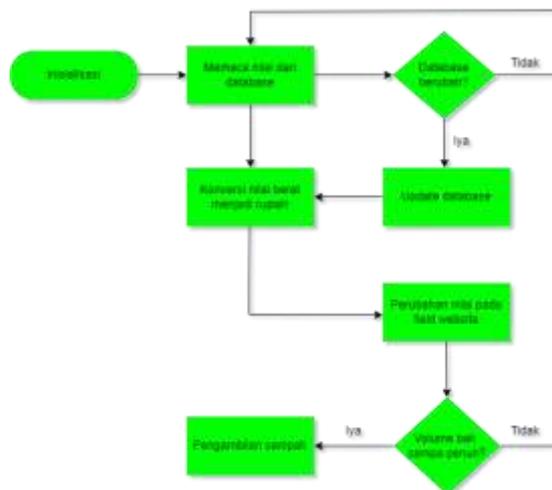
#### 1. Flowchart Koneksi Wemos D1 Mini Ke Internet



Gambar 3. Flowchart Koneksi Wemos D1 Mini Ke Internet

Berdasarkan flowchart pada Wemos D1 Mini, langkah awal prosesnya adalah inisialisasi. Inisialisasi ini penting agar Wemos D1 Mini dapat berfungsi dengan baik sesuai sistem yang diinginkan. Setelah inisialisasi, Wemos D1 Mini akan terhubung ke jaringan Wi-Fi melalui proses verifikasi. Setelah terhubung, Wemos D1 Mini menerima data dari sensor, yang kemudian diteruskan dan diolah oleh database.

## 2. Flowchart Koneksi Wemos D1 Mini Ke Internet



Gambar 4. Flowchart Koneksi Wemos D1 Mini Ke Internet

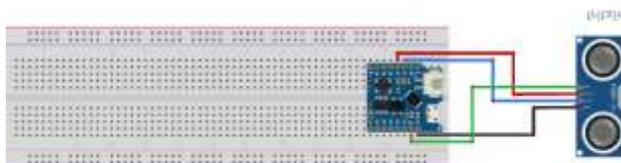
Berdasarkan flowchart alur website, proses dimulai dengan inisialisasi. Setelah itu, website membaca variabel volume dan berat dari database, dan mengonversi berat menjadi rupiah. Ketika nilai variabel di database berubah, tampilan website otomatis diperbarui untuk mencerminkan perubahan tersebut. Jika sensor mencapai nilai yang telah ditetapkan, website akan memberikan peringatan segera untuk mengambil sampah. Perubahan nilai pada field terjadi secara otomatis, merespons data dari database.

### Skematik

Berikut adalah skema pengkabelan yang terjadi pada breadboard dan sensor.

#### 1. Skematik Arduino Dengan Sensor Ultrasonik

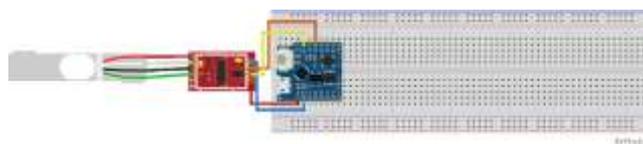
Skematik ini akan menunjukkan bagaimana Wemos D1 Mini akan terhubung dengan sensor ultrasonic. Dalam penelitian ini sensor ultrasonic akan bekerja sebagai pendeteksi jika sampah sudah mendekati sensor yang mengartikan sampah telah penuh.



Gambar 5. Skematik Wemos D1 Mini Dengan Sensor Ultrasonik

## 2. Skematik Arduino Dengan Sensor Loadcell

Skematik ini akan menunjukkan bagaimana Wemos D1 Mini akan terhubung dengan sensor load cell. Dalam penelitian ini sensor load cell akan bekerja sebagai alat pengukur berat pada bak sampah. Gambar di bawah ini adalah skematik dari system Wemos D1 mini dan Sensor Loadcell.

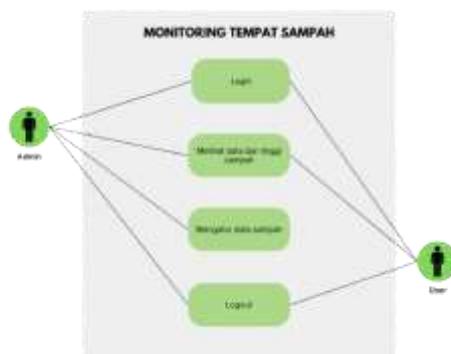


Gambar 6. Skematik Wemos D1 Mini Dengan Sensor Ultrasonik

## Rancangan Sistem

### 1. Use Case Diagram

Pada tahap selanjutnya, penulis merancang sistem dengan menyertakan case diagram dan activity diagram untuk menggambarkan aktivitas yang berlangsung dalam sistem (Kurniati, 2021). Pada gambar 2, use case diagram Bertujuan untuk menggambarkan seluruh aktivitas yang dilakukan oleh sistem dari perspektif pengguna.



Gambar 7. Use Case Diagram

### 2. Database

Database adalah sebuah system yang di buat untuk mengorganisasi, menyimpan dan menarik data dengan mudah (Ramadhan & Mukhaiyar, 2020) Desain tabel akan digunakan untuk menentukan kolom-kolom kebutuhan. Pada table 1 adalah desain table alatku, Table ini bertujuan untuk mengidentifikasi data alat, pengguna, dan tanggal masuk data.

Tabel 1. Struktur Tabel Alatku

alatku
id_alat
id_user
tgl_buat

Tabel 2. Struktur tabel sampahku

sampahku
id_sampah
Berat
Tinggi
id_alat
tanggal_sampah

Table userku terdiri dari 8 kolom. Table ini berfungsi untuk sistem login user pada website.

### Desain tampilan sistem

Desain tampilan yang baik dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyajikan informasi secara jelas dan menarik, serta memastikan website responsif dan mudah digunakan di berbagai perangkat.



Gambar 8 Desain tampilan website

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil alat

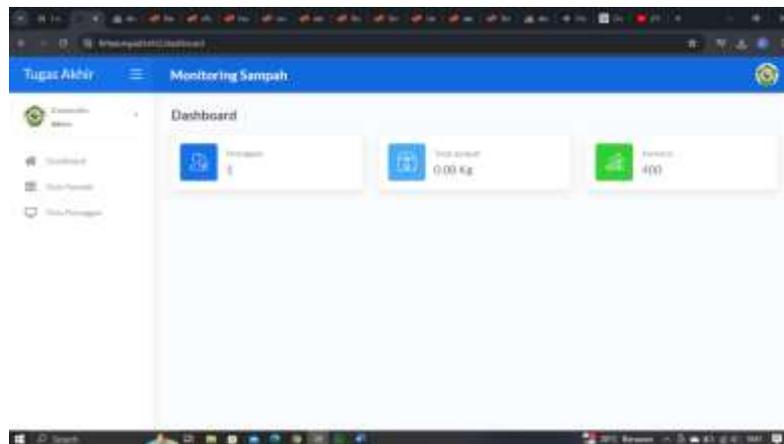
Hasil pada penelitian ini berupa rancang bangun monitoring tempat sampah berbasis mikrokontroler, ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Alat

#### Hasil tampilan website

Seperti pembahasan sebelumnya, sistem monitoring akan ditampilkan pada situs website. Hasil tampilan website bisa dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Tampilan Website

#### Pengujian

Hasil menyeluruh dari sistem monitoring ini adalah berfungsinya komponen-komponen yang terancang dan fungsionalitas dari fitur-fitur yang terdapat pada website. Berikut adalah hasil dari pengujian tempat sampah dan tampilan website yang menunjukkan data real-time dari tempat sampah.



Gambar 11. Hasil pengujian alat

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### **Kesimpulan**

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring tempat sampah yang memudahkan pengelolaan limbah dan meningkatkan efisiensi pengumpulan. Sistem ini mengkonversi berat sampah menjadi rupiah, menguntungkan pengelola dan klien. Pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi optimal dan konsisten, mempermudah pengelolaan data tempat sampah. Secara keseluruhan, sistem ini berhasil mengatasi masalah sampah dan pencemaran lingkungan.

##### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan untuk melakukan kajian lanjut guna mendesain sistem monitoring yang dapat menangani lebih banyak bak sampah, seperti sepuluh atau lebih, agar sistem dapat diterapkan secara nyata. Hal ini memerlukan manajemen data, keamanan, dan suplai tenaga perangkat keras yang lebih baik. Selain itu, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi, sistem monitoring tempat sampah sebaiknya dikembangkan menjadi aplikasi berbasis Android. Mengingat popularitas dan penggunaan luas Android, aplikasi ini akan memudahkan pengguna dalam memantau tempat sampah langsung melalui smartphone, meningkatkan mobilitas dan kenyamanan klien.

## DAFTAR REFERENSI

- Zulfa, M. C., Akbar, A. S., & Azzat, N. N. (2022). Pengelolaan sampah organik dan anorganik dalam upaya pemberdayaan santri di Pondok Pesantren Al-Mustaqim. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSIQ*, 9(2), 167–172. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v9i2.954>
- Zalukhu, A., Purba, S., & Darma, D. (2023). Perangkat lunak aplikasi pembelajaran flowchart. *Jurnal Teknologi Informasi dan Industri*, 4(1), 61–70.
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2019). Analisis risiko pada pengembangan perangkat lunak yang menggunakan metode waterfall dan prototyping. *Program Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta*, 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Wibawanto, A. (2018). Penggunaan internet dalam perpustakaan. *Pustakaloka*, 10(2), 191. <https://doi.org/10.21154/pustakaloka.v10i2.1472>
- Surentu, Y. Z., Warouw, D. M. D., & Rembang, M. (2020). Pentingnya website sebagai media informasi destinasi wisata di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Minahasa. *Acta Diurna Komunikasi*, 2(4), 1–17. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/actadiurnakomunikasi/article/view/31117/29843>
- Sunardi, R. A., Wijaya, S. H., Hidayat, I., & Bangun, A. P. R. (2024). Berbasis mikrokontroler Arduino menggunakan RFID dan SIM900. *June*.
- Si Made Angga Dwitya P, Fauzan, M. N., & Pane, S. F. (2020). Tutorial pembuatan prototype pendeteksi kebakaran (FiDo) berbasis IoT dengan metode Naive Bayes. *Kreatif Industri Nusantara*. <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=DRL9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=RISC+dikenal+dengan+instruksi+yang+sederhana+dan+langsung,+memungkinkan+pemrosesan+yang+lebih+cepat+dan+efisien+dengan+fasilitas+yang+lebih+banyak.+Sebaliknya,+CISC+menawarkan+ins>
- Shudhuashar, M. (2023). Sistem pendataan berat badan kambing dengan sensor load cell dan RFID menggunakan teknologi cloud computing berbasis IOT. 4(1), 88–100.
- Roihan, A., Kusumah, H., & Permana, A. (2019). Prototype fast tracking of detection offenders smoking zone berbasis Internet of Things. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 13(2), 111. <https://doi.org/10.30872/jim.v13i2.1304>
- Ramadhan, R. F., & Mukhaiyar, R. (2020). Penggunaan database MySQL dengan interface PhpMyAdmin sebagai pengontrolan smarthome berbasis Raspberry Pi. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 129–134. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.55>
- Prastianto, G. S., Saputra, R. E., & Setianingsih, C. (2021). Perancangan alat pengontrol lampu pintar berdasarkan kebiasaan ruangan berbasis Android. *E-Proceeding of Engineering*, 8(2), 1982–1991.
- Nurlette, D., & Wijaya, T. K. (2016). Perancangan alat pengukur tinggi dan berat badan

ideal berbasis Arduino. 01(2), 1–23.

- Nugroho, C. (2020). Cyber society: Teknologi, media baru, dan disrupsi informasi (cetakan pe). Kencana.  
<https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=OR0REAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Fungsi+utama+internet++adalah+menjembatani+komunikasi+antara+berbagai+perangkat+elektronik,+seperti+komputer,+smartphone,+dan+tablet,+di+seluruh+dunia&ots=kt6TozEkcl&sig=nqNLoYkAU>
- Laili, Triyanto, D., & Bahri, S. (2020). Prototype sistem parkir mobil menggunakan sensor load cell dengan Arduino Mega 2560 berbasis Android. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 8(2), 163–174.
- Kurniati, K. (2021). Penerapan metode prototype pada perancangan sistem pengarsipan dokumen kantor Kecamatan Lais. *Journal of Software Engineering Ampera*, 2(1), 16–27. <https://doi.org/10.51519/journalsea.v2i1.89>
- Asri, M. R. (2022). Analisis dan evaluasi aspek usability pada situs website berita dengan menggunakan metode usability testing (studi pada kasus: Jambione.Com). 8.5.2017. [www.aging-us.com](http://www.aging-us.com)
- Asr Himsyah, U. Z., & Rahmatullah, A. (2021). Konsep pendidikan Hadhari di Pondok Pesantren Darullughah Wadda'wah Bangil-Pasuruan. *Al-Jadwa: Jurnal Studi Islam*, 1(1), 1–21. <https://doi.org/10.38073/aljadwa.v1i1.460>
- Anugraha, N., Angriawan, R., & Mashud, M. (2020). Sistem informasi geografis layanan publik lingkup Kota Makassar berbasis web. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*, 4(1), 35. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v4i1.6073>
- Adebola Olayinka, A., Adewale Oluwadamilare, A., & Femi Emmanuel, A. (2021). Distance measurement and energy conservation using Arduino Nano and ultrasonic sensor. *American Journal of Electrical and Computer Engineering*, 5(2), 40. <https://doi.org/10.11648/j.ajece.20210502.11>
- Abrianto, H. H., & Sari, K. (2021). Sistem monitoring dan pengendalian data suhu ruang navigasi jarak jauh menggunakan WEMOS D1. 4(1), 38–49.