

Perancangan Alat Ukur Tinggi Debit Air Bendungan Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis NodeMCU

Hanggoro Aji Al Kautsar¹, Firmansyah², Destiana Putri³

^{1,2,3}Universitas Bina Sarana Informatika

e-mail: hanggoro.hgr@bsi.ac.id, firmanysyah.fmy@bsi.ac.id, destiana.dtp@bsi.ac.id

Diterima	Direvisi	Disetujui
01-01-2020	01-02-2020	01-03-2020

Abstrak - IoT (*Internet of Things*) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Saat ini pemanfaatan dalam dunia IoT sudah merambah banyak tempat, salah satunya adalah pemantauan debit air di bendungan. Bendungan adalah suatu konstruksi bangunan yang bertujuan untuk menahan laju air. Salah satu bagian pada bendungan sistem saat ini yaitu pintu air, pintu air bertujuan untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat ukur tinggi debit air pada bendungan yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram menggunakan teknologi NodeMCU. Metodologi yang digunakan meliputi pengembangan perangkat keras yang terdiri dari sensor ultrasonik untuk mengukur tinggi air dan modul Wi-Fi NodeMCU untuk mengirim data. Data yang diperoleh akan diproses dan dikirim secara otomatis ke aplikasi Telegram, memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi dan informasi secara langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat mengukur tinggi debit air dengan akurasi yang baik dan mengirimkan data dalam waktu nyata. Implementasi alat ini diharapkan dapat membantu pengelola bendungan dalam mengambil keputusan yang lebih cepat dan efektif terkait pengelolaan air.

Kata kunci: Bendungan, NodeMCU, Telegram.

Abstract - The Internet of Things (IoT) is a concept aimed at expanding the benefits of continuously connected internet connectivity. Currently, the utilization of IoT has spread to various domains, one of which is water flow monitoring in dams. A dam is a structure designed to hold back water flow. One component of the current dam system is the sluice gate, which serves to gradually or continuously release unwanted water. This study aims to design a water flow measurement tool for dams that integrates with a Telegram application using NodeMCU technology. The methodology involves the development of hardware consisting of an ultrasonic sensor to measure water height and a NodeMCU Wi-Fi module to transmit data. The data collected will be processed and automatically sent to the Telegram application, allowing users to receive notifications and information in real-time. Testing results show that this tool can measure water flow height with good accuracy and transmit data instantaneously. The implementation of this tool is expected to assist dam managers in making quicker and more effective decisions regarding water management.

Keywords: Dam, NodeMCU, Telegram.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi terasa begitu cepat. Dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin cepat, perpindahan informasi dan komunikasi begitu sangat cepat dan mudah dengan adanya teknologi internet. Teknologi internet ini dapat penyampaian informasi di seluruh dunia dengan cepat. Perluasan teknologi internet ini yang akan menciptakan sebuah konsep IoT (*Internet of Thing*) yaitu sebuah konsep yang dimana menjadikan internet mampu memonitor, bebrbagai data, mengontrol dengan internet dimana saja diseluruh dunia tanpa terbatas ruang dan waktu.

Bendungan adalah suatu konstruksi bangunan yang bertujuan untuk menahan laju air. Salah satu bagian pada bendungan sistem saat ini yaitu pintu air, pintu air bertujuan untuk membuang air yang tidak diinginkan secara bertahap atau berkelanjutan. Sistem pengaturan air di bendungan saat ini masih menggunakan secara manual. Dengan adanya IoT ini kami membuat alat yang digunakan untuk notifikasi ketika air tinggi dan menghitung debit tinggi air yang mampu dipantau dimana saja dan kapan saja. Kami merancang alat ini agar mempermudah mendapatkan tinggi debit air secara langsung melalui *smartphone* serta mudah dalam mendapatkan notifikasi ketika debit air sedang tinggi.



Dalam perancangan alat ini kami menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan *software* untuk memantau ketinggian debit air kami menggunakan telegram. Kami menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dikarenakan mikrokontroler ini sudah terdapat wifi serta harganya yang murah juga mudah didapatkan.

Arduino uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada Atmega328 diarduino terdapat *bootloder* yang memungkinkan untuk mengupload kode baru itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari:

- a. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dan bahasa *processing*.
- b. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler adalah kode biner, itulah sebabnya *compile* diperlukan.
- c. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*.

Sedangkan kami menggunakan *software* telegram dikarenakan telegram dapat membuat bot untuk alat yang kami buat serta untuk pembuatan account telegram hanya menggunakan nomor telepon. Alat ini memberikan kemudahan dalam implementasi dan pemrosesan data dengan bahasa yang relatif mudah. Alat ini dilengkapi dengan 3 lampu led yaitu berwarna merah, kuning, dan biru.

Ketinggian air adalah ukuran air dari bawah ke atas. Kebanyakan tracking saat ini menggunakan cara konvensional atau menggunakan bandul, namun hal ini memakan banyak tenaga dan waktu serta terbatas jika hujan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan teknologi *Internet of Things* yang mampu melakukan beberapa eksperimen terhadap instrumen yang akan digunakan. (Safii et al., 2022)

Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Suharyanto melaporkan ada 1.300 kali bencana yang terjadi sejak Januari 2024 hingga 3 September 2024, sebagian besar di antaranya adalah bencana banjir. (Agus Suprianto, 2024)

Banjir sudah sering dirasakan oleh masyarakat kota Jakarta, fenomena banjir merupakan fenomena yang tidak diinginkan oleh masyarakat kota Jakarta dikarenakan membawa kerugian dan ketidaknyamanan, ketidaknyamanan yang dirasakan berupa secara kasat mata yaitu aliran air yang kotor, kerugian material akibat barang terendam banjir dan mengganggu aktivitas sehari-hari akibat genangan air banjir yang terjadi. (Rendi & Liauw, n.d.)

Blynk adalah *platform* untuk aplikasi *OS Mobile* (IOS dan Android) yang bertujuan untuk mengendalikan perangkat atau modul Arduino, *Raspberry Pi*, *Esp8266*, *Wemos D1* dan modul

sejenisnya yang terhubung langsung dengan jaringan internet yang dapat dikendalikan secara jarak jauh. Blynk juga merupakan aplikasi berbasis android yang berguna sebagai wadah kreatifitas dalam membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode *drag and drop widget* saja. (Supriyade et al., 2020)

Peralatan yang diperlukan dalam perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

1. IC (*Intergrated Circuit*)

“IC (*Intergrated Circuit*) merupakan gabungan komponen-komponen elektronika yang dikemas dalam sebuah komponen tunggal. IC juga merupakan bentuk miniatur dari gabungan komponen-komponen aktif (misalnya: transistor dan diode), maupun komponen-komponen pasif (misalnya: kapasitor dan resistor) yang koneksi rangkaiannya disebut pada sebuah substrat tipis dari bahan semi konduktor (umumnya silikon).” (Dasatrio, 2017)

2. Catu Daya

Sumber tegangan biasa disebut dengan *power supply* adalah suatu alat yang dapat digunakan sebagai sumber tenaga bagi alat lain. Sumber tenaga listrik pada dasarnya bukanlah suatu alat yang hanya menghasilkan energi listrik, tetapi ada beberapa jenis sumber tenaga yang menghasilkan energi mekanik dan energi lainnya. Tenaga untuk menjalankan peralatan elektronik dapat diperoleh dari berbagai sumber. Baterai dapat menghasilkan gaya gerak listrik arus searah melalui reaksi kimia. Pada dasarnya semua *power supply* memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai penyearah dari AC ke DC. (Purwokerto & Purwokerto, 2018)



Sumber : (*Fungsi Dan Jenis Adaptor - Authorized Distributor Kabel Prysmian, n.d.*)

Gambar 1. Adaptor

Arduino dapat diberi daya melalui koneksi *universal serial bus* (usb) atau melalui *power supply* eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. *Power supply* eksternal (yang bukan

melalui usb) dapat berasal dari adaptor ac ke dc atau baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin gnd dan vin yang berada pada konektor power.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5v pada board arduino akan menyediakan tegangan dibawah 5 volt dan mengakibatkan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7-12 volt.

3. Sensor Ultrasonic HC- SR04

Sensor jarak ultrasonic HC-SR04 adalah sensor 40 KHz. HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.



Sumber : (Cara Kerja Sensor HC-SR04 Dan Contoh Program HC-SR04 Dengan Arduino - NN Digital | Belajar Arduino, ESP8266 / NodeMCU, STM32, Raspberry Pi, Mikrokontroler Dan Teknologi Informasi Lainnya, n.d.)

Gambar 2. Sensor Ultrasonic HC- SR04

4. Node MCU ESP8266

“Node MCU adalah sebuah board elektronika yang berbasis chip ESP8266 yang mempunyai kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga mampu koneksi internet (Wifi).” (Ibrahim & Setiyadi, 2021) ESP 8266 memiliki kemampuan *on-board processing* dan *storage* yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor menuju aplikasi atau alat tertentu melalui *pin input output* hanya dengan pemrograman tingkat dengan level yang tinggi berupa *on-chip* yang terintegrasi memungkinkan external sirkuit yang ramping dan semua solusi, termasuk modul sisi depan, didesain untuk menempati area PCB yang sempit. Modul ESP8266 bekerja dengan tegangan maksimal 3,6V.



Sumber: (NodeMCU ESP8266 Pinout, Specifications, Features & Datasheet, n.d.)

Gambar 3. Node MCU ESP8266

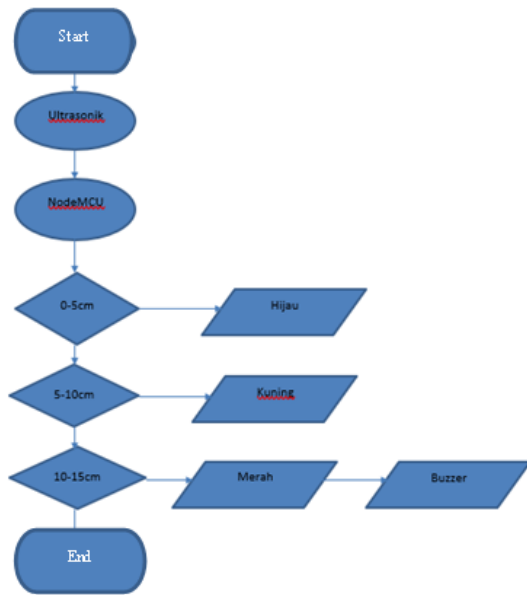
5. Buzzer

Buzzer ialah perangkat elektronika yang dapat menghasilkan bunyi atau suara. Komponen *buzzer* akan dirangkai hingga menghasilkan suatu alat yang nantinya difungsikan untuk menangkap gerakan orang atau gerakan cahaya. Rangkaian ini berfungsi sebagai penanda jika terjadi tindak kejahatan seperti pencurian. Rangkaian alarm *buzzer* tidak hanya digunakan sebagai penanda pada sistem keamanan. *Buzzer* juga digunakan pada bel rumah, jam alarm, AC, dan perangkat elektronik lainnya yang menggunakan sistem pengingat. Rangkaian *buzzer* sederhana terdiri dari transistor sebagai driver yang berfungsi sebagai saklar dan penguat arus. Cara kerja rangkaian alarm *buzzer* yaitu ketika sinyal keluar dari mikrokontroler berlogika high, maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke *buzzer* sehingga memicu *buzzer* untuk bekerja. Ketika *buzzer* telah bekerja maka akan menciptakan suara yang telah diatur sesuai dengan instruksi coding pada mikrokontroler. (Martias et al., n.d.)

METODE PENELITIAN

Secara umum perancangan sistem alat ini menggunakan komponen *input*, proses dan *output*. Komponen input terdapat Sensor Ultrasonik (HC-SR04). Komponen proses menggunakan *NodeMCU*. Dan komponen *output* terdapat Telegram, *Light Emitting Diode* (LED) dan *Buzzer*.

Diagram alur menjelaskan bagai mana alat ini bekerja. Dimulai dari *start* kemudian sensor ultrasonik menerima sinyal berupa *input* dengan format kedalaman air kurang dari 15-5 cm dari sensor, kemudian di lanjutkan ketahap proses dimana komponen yang bertugas adalah Arduino, ketika mencapai ketinggian normal. LED akan menerima sinyal berupa *output*. LED yang akan menyala ya itu LED warna hijau kedalaman 4 cm, LED kuning kedalaman 9 cm, LED merah kedalaman 14 cm serta setiap lampu nyala akan di kirimkan sebuah pemberitahuan melalui telegram dan *buzzer* akan berbunyi.



Sumber: Dokumentasi Pribadi
Gambar 4. Flowchart Program

Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang kami gunakan dalam pencarian dan pengumpulan data serta informasi-informasi yang mendukung di dalam pembuatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan (*observation*)
 Penelitian ini melakukan pengamatan secara langsung segala sesuatu yang berkaitan dengan objek penelitian. Peneliti menggunakan teknik observasi di dalam pengumpulan data yaitu agar dapat melihat proses atau prosedur kerja secara langsung dan juga untuk dapat mengetahui secara pasti segala sesuatu yang diperlukan pada saat terjadinya proses.
2. Wawancara (*interview*)
 Tujuan peneliti menggunakan teknik wawancara adalah untuk mencari dan memeriksa kebenaran suatu informasi juga mendapatkan informasi yang spesifik dan jelas dari para penghobi tanaman.
3. Studi Pustaka (*Library Study*)
 Sebagai pendukung untuk mencari berbagai informasi atau literatur peneliti menggunakan teknik studi pustaka dengan mengambil beberapa literatur berupa buku, referensi, jurnal dan catatan-catatan yang berkaitan dengan penelitian ini
4. Pengujian Sistem
 Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan alat bisa bekerja sesuai dengan harapan. Selain itu, pengujian sistem ini juga bermaksud sebagai media pengecekan terhadap kegagalan alat yang kami rancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Alat Ukur Tinggi Debit Air otomatis ini adalah sebuah alat yang digunakan untuk memonitoring debit air pada sebuah bendungan. Yang mana sensor akan mendeteksi atau memberi tahu jika kondisi debit air ada perubahan. Kemudian sensor akan mengirimkan data ke unit pengolahan data yang berbasis di NodeMCU.

Pengaturan yang dipakai untuk alat ini yaitu ketika tinggi air berkisar 15 – 5 cm dari sensor, maka sensor akan memberikan sinyal adanya perubahan debit air. Kemudian buzzer dan LED akan aktif. LED yang akan menyala yaitu LED warna hijau kedalaman 15 cm, LED kuning kedalaman 10 cm, LED merah kedalaman 5 cm serta setiap lampu nyala akan di kirimkan sebuah pemberitahuan melalui telegram dan buzzer akan berbunyi.

Pembahasan

Pada bagian ini, akan kami jabarkan hasil penelitian dan pada saat yang sama diberikan pembahasan yang komprehensif. Hasil percobaan menjadi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Hasil Percobaan *Input*

Hasil percobaan input dari tegangan atau daya sebesar 5 Volt berhasil menyalakan NodeMCU sehingga membuat komponen elektronika menjadi aktif. Sensor ultrasonik berfungsi dengan baik sesuai dengan jarak kedalaman air. LED berfungsi dengan baik dimana setiap kedalaman air akan menyala.

Tabel 1. Tabel Hasil *Input* Alat

Kedalaman Air (cm)	Sensor Ultrasonik	LED
>15 cm	Mati	Mati
15 cm	Hidup	Hijau
9 cm	Hidup	Kuning
5 cm	Hidup	Merah

Sumber: Hasil Percobaan

2. Hasil Percobaan *Output*

Hasil percobaan *output* dari sistem otomatis berkerja dengan baik, dimana LED dan Telegram akan menyala sebagai tanda jika kedalaman air telah mencapai batas yang telah ditentukan.

Tabel 2. Hasil Percobaan Output

Kedalaman Air (cm)	Sensor Ultrasonik	LED	Telegram
>15 cm	Mati	Mati	Mati
15 cm	Hidup	Hijau	Hidup
10 cm	Hidup	Kuning	Hidup
5 cm	Hidup	Merah	Hidup

Sumber: Hasil Percobaan

3. Hasil Percobaan Keseluruhan

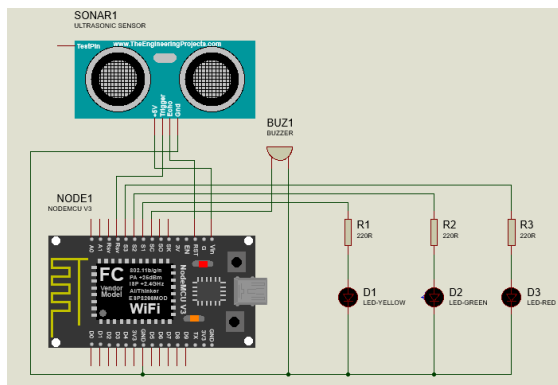
Pada tabel 3 menunjukkan hasil dari keseluruhan alat. Pada saat alat dinyalakan, LED *stanby*/aman berwarna hijau akan menyala. Selanjutnya jika kedalaman 10 cm, maka LED Kuning menyala. Ketika kedalaman air 5 cm, maka LED Merah meyalas serta setiap lampu yang menyala akan diberitahukan melalui telegram.

Tabel 3. Hasil Percobaan Keseluruhan

Kedalaman Air (cm)	Sensor Ultrasonik	LED Hijau	LED Kuning	LED Merah	Output Telegram
>15 cm	Mati	Hidup	Mati	Mati	Mati
15 cm	Hidup	Hidup	Mati	Mati	Hidup
10 cm	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup
5 cm	Hidup	Mati	Mati	Hidup	Hidup

Sumber: Hasil Percobaan

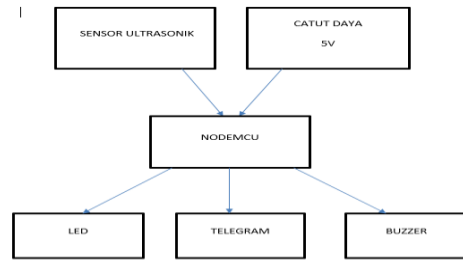
Tinjauan Umum Alat



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 5. Skema alat

NodeMCU yang menggunakan ESP8266 sebagai pusat pemroses data, HC-SR04 (Sensor Ultrasonik) sebagai sensor jarak, dan rangkaian elektronika lain sebagai pendukung sistem.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 6. Blok Diagram

Penjelasan blok diagram alat sebagai tersebut:

1. Input

Komponen input ini merupakan komponen masukan yang akan di proses. Komponen input ini terdiri dari:

- Catut Daya bersumber dari PLN sebesar 220 volt kemudian diturunkan ke 5 volt menggunakan adaptor, lalu di teruskan kedalam rangkaian.
- Sensor Ultrasonik (HC-SR04) berfungsi untuk mendeteksi level kedalaman air.

2. Proses

Proses merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengelola data yang diterima dan masukan yang kemudian akan menghasilkan output. Dalam proses ini menggunakan ESP8266

3. Output

Output merupakan keluaran dari semua proses yang dijalankan. Output yang dihasilkan yaitu:

- LED yang berfungsi sebagai lampu indikator pada kedalaman air level tertentu.
- Telegram yang berfungsi untuk memberitahukan berapa ukuran kedalaman air tersebut
- Buzzer berfungsi sebagai pemberitahuan jika air naik maka buzzer akan berbunyi

KESIMPULAN

Pengujian dan pembahasan mengenai Alat Ukur Tinggi Debit Air otomatis ini, dapat diambil kesimpulan yaitu :

- Alat ini bekerja sesuai dengan harapan.
- Agar bisa berjalan dengan baik dibutuhkan suplai daya 12Volt agar alat berjalan dengan baik.
- Sensor ultrasonik bekerja sesuai dengan harapan dalam hal pengukuran ketinggian debit air.
- Secara keseluruhan alat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsi alat tersebut.
- Agar alat ini bisa bekerja dengan baik, makan harus dihubungkan dengan perangkat ke jaringan internet
- LED, *buzzer* dan telegram berfungsi sesuai dengan fungsinya yaitu menampilkan peringatan jika ada perubahan debit air.

Walaupun alat ini sudah berjalan sesuai harapan, namun ada beberapa pengembangan yang mungkin bisa diterapkan untuk kedepannya, yaitu:

1. Untuk alat ini diharapkan menggunakan casing agar alat tidak cepat rusak dan melindungi rangkaian agar tidak terkena air.
2. Jika alat ini ingin di kembangkan lebih lanjut bisa ditambahkan beberapa komponen lain.

REFERENSI

- Agus Suprianto. (2024). *BNPB Catat Ada 1.300 Bencana Selama 2024, Banjir yang Terbanyak*.
<https://nasional.kompas.com/read/2024/09/03/15101271/bnpb-catat-ada-1300-bencana-selama-2024-banjir-yang-terbanyak>
- Cara Kerja Sensor HC-SR04 dan Contoh Program HC-SR04 Dengan Arduino - NN Digital | Belajar Arduino, ESP8266 / NodeMCU, STM32, Raspberry Pi, Mikrokontroller dan Teknologi Informasi Lainnya.* (n.d.). Retrieved October 30, 2024, from <https://www.nn-digital.com/blog/2019/07/31/cara-kerja-sensor-hc-sr04-dan-contoh-program-dengan-arduino/>
- Dasatrio, Y. (2017). *Pengantar ilmu elektronika* (1st ed.). Zahara pustaka.
- Fungsi dan Jenis Adaptor - Authorized Distributor Kabel Prysmian.* (n.d.). Retrieved March 20, 2024, from <https://www.abba.co.id/fungsi-dan-jenis-adaptor/#>
- Ibrahim, A. M., & Setiyadi, D. (2021). Prototype Pengendalian Lampu Dan Ac Jarak Jauh Dengan Jaringan Internet Menggunakan Aplikasi Telegram Berbasis NODEMCU ESP8266. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 27–34.
<https://doi.org/10.37365/JTI.V7I1.103>
- Martias, Ghaly, M. A., & Adiarto, H. (n.d.). *Alat Pengaman Kendaraan Berbasis RFID Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno | IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*. Retrieved October 30, 2024, from <https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno/article/view/3214>
- Purwokerto, N. I. F.-A. B., & Purwokerto, A. A.-A. B. (2018). Pembuatan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Accelerometer Berbasis Arduino. *Evolusi: Jurnal Sains Dan Manajemen*, 6(1).
<https://doi.org/10.31294/EVOLUSI.V6I1.3582>
- Rendi, C., & Liauw, F. (n.d.). *View of Mengubah Fenomena Banjir Menjadi Sebuah Pemberian*. Retrieved October 30, 2024, from <https://journal.untar.ac.id/index.php/jstupa/article/view/22222/13639>
- Safii, M., Rosita, I., Jamal, J., Pamungkas, W. H., Atma, Y. D., Idris, N. Bin, & Daffa, A. (2022). Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Telegram Bot Berbasis NODEMCU ESP8266. *Metik Jurnal*, 6(2), 123–132.
<https://doi.org/10.47002/metik.v6i2.384>
- Supriyade, Listiyoko, L., Fahrudin, A., & Saputra, A. A. (2020). Sistem Pendeteksi Ketinggian Air Menggunakan Internet of Things Berbasis Android Untuk Memberikan Informasi Data Ketinggian Air Melalui Notifikasi Email. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 15(1), 260–273.