

Sistem Monitoring Kadar Kaporit Pada Air Kolam Berenang Untuk Menjaga Kesehatan Perenang Berbasis Internet Of Things Menggunakan NodeMCU

Semper Reformanda Pasaribu¹, Saniman², Usti Fatimah Sari Sitorus Pane³

^{1,2}Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

³Sistem komputer, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹semperreformanda0@gmail.com ²sanisani.murdi@gmail.com ³ustipaneeee@gmail.com

Email Penulis Korespondensi : semperreformanda0@gmail.com

Abstrak

Permasalahan yang terjadi saat ini masih jarang ditemukan kolam renang yang menggunakan sebuah sistem untuk memonitoring kadar kaporit yang ada pada kolam sehingga membuat perenang menjadi kurang nyaman karena kadar kaporit yang terlalu tinggi dan dapat menyebabkan perih pada mata bahkan secara tidak sadar sering sekali para perenang tertelan air kolam yang mengandung kaporit pada saat melakukan pengambilan nafas ketika berenang dan itu tidak baik bagi kesehatan tubuh apabila banyak tertelan air kolam yang mengandung kaporit. Dari permasalahan tersebut maka dibuatlah sistem yang dapat mendeteksi kadar kaporit pada kolam yang dimana sistem ini dapat menetralkan kadar kaporit pada kolam dengan menggantikan air baru. Dalam pembuatan sistem ini di butuhkan beberapa komponen seperti nodeMCU, Sensor pH, Mosfet, dan LCD. NodeMCU merupakan mikrokontroler yang dapat mengendalikan outputan sistem berupa pompa air yang berfungsi untuk menormalkan kadar kaporit pada kolam. Sedangkan sensor pH berfungsi untuk membaca kadar kaporit pada kolam renang dan mosfet berfungsi untuk mengatur kecepatan pergantian air lama ke air baru. Perancangan prototype pada sistem ini berhasil dilakukan menggunakan IoT (Internet Of Things) yang dimana berfungsi untuk mengirimkan notifikasi kadar pH air pada kolam renang. Sehingga pemilik kolam renang dapat mengetahui kadar pH air Tersebut.

Kata kunci: NodeMCU, IOT, Sensor pH, Mosfet

Abstract

The problem that is currently occurring is that it is still rare to find swimming pools that use a system to monitor the chlorine levels in the pool, making swimmers less comfortable because the chlorine levels are too high and can cause eye pain and swimmers often swallow the water without realizing it. Pools contain chlorine when taking a breath while swimming and it is not good for your health if you swallow a lot of pool water containing chlorine. Based on this problem, a system was created that can detect chlorine levels in the pool, where this system can neutralize the chlorine levels in the pool by replacing it with new water. In making this system, several components are needed such as nodeMCU, pH sensor, MOSFET, and LCD. NodeMCU is a microcontroller that can control the system output in the form of a water pump which functions to normalize chlorine levels in the pool. Meanwhile, the pH sensor functions to read chlorine levels in the swimming pool and the MOSFET functions to regulate the speed of changing old water to new water. The prototype design for this system was successfully carried out using IoT (Internet of Things) which functions to send notifications of the pH level of the water in the swimming pool. So that swimming pool owners can find out the pH level of the water.

Keywords: NodeMCU, IOT, pH sensor, MOSFET

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi internet telah banyak membawa perubahan pada perkembangan teknologi yang lain, salah satunya teknologi data akusisi. Penerapan teknologi internet pada sistem data akusisi telah melahirkan teknologi IoT. Teknologi IoT adalah sistem fisik cyber atau jaringan dari jaringan yang terdiri dari banyak *object/things* dan sensor/aktuator yang saling terhubung dalam jaringan internet yang sangat besar dan digunakan sebagai sarana untuk mengalirkan data yang dihasilkan oleh sensor/things[1].

Kolam renang adalah suatu konstruksi buatan yang dirancang untuk diisi dengan air dan digunakan untuk berenang, menyelam, atau aktifitas air lainnya. Antusiasme tersebut muncul karena berbagai manfaat yang didapatkan oleh tubuh seperti menyehatkan jantung, melatih pernafasan, meninggikan badan, menurunkan resiko penyakit asma, serta dapat mengurangi stress[2].

Manfaat yang didapat dengan berenang sangatlah banyak, namun tanpa disadari berenang juga dapat menimbulkan penyakit bagi tubuh. Penyakit yang timbul dapat disebabkan oleh kualitas air yang rendah ataupun oleh penularan melalui air dengan sesama pengguna kolam renang lain. Untuk mengurangi resiko timbulnya penyakit, pihak pengelola kolam renang harus memperhatikan kualitas dari air kolam. Kualitas air kolam yang baik menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan fisika, kimia dan mikrobiologi. Beberapa syarat tersebut meliputi pH, kesadahan, dan suhu[3].

Permasalahan yang terjadi saat ini masih jarang ditemukan kolam renang yang menggunakan sebuah sistem untuk memonitoring kadar kaporit yang ada pada kolam sehingga membuat perenang menjadi kurang nyaman karena kadar kaporit yang terlalu tinggi dan dapat menyebabkan perih pada mata bahkan secara tidak sadar sering sekali para perenang tertelan air kolam yang mengandung kaporit pada saat melakukan pengambilan nafas ketika berenang dan itu tidak baik bagi kesehatan tubuh apabila banyak tertelan air kolam yang mengandung kaporit[4].

Dengan adanya masalah tersebut maka akan dibuatkan sistem monitoring kadar kaporit pada air kolam renang menggunakan mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sensor *turbidity* yang berfungsi untuk mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar *Total Suspended Solids* (TTS). Sistem tersebut mampu mengukur nilai-nilai senyawa air dan mengirimkan notifikasi secara real-time[5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

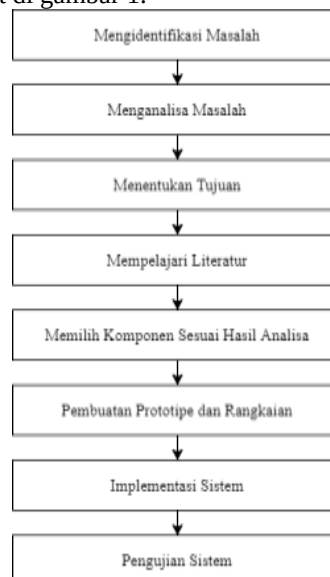
2.1 Metodologi Penelitian

Dalam meningkatkan dasar penelitian yang baik dan mendapatkan data yang akurat maka penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa metode pengumpulan data untuk mendukung penelitian dan perancangan sistem. Adapun metode-metode yang digunakan antara lain:

1. Studi Literatur
Merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dari beberapa sumber seperti jurnal, artikel dan hasil penelitian. Literatur berfokus pada teoritis terkait objek penelitian, *hardware* dan *software* perancangan sistem.
2. Pengamatan
Dari hasil pengamatan langsung yang dilakukan di kolam renang Selayang jl.Dr.Mansyur No. 71 D Kec. Medan Baru Kota Medan, dari hasil pengamatan didapatkan bahwa masih sering terjadinya kekeruhan air yang tidak normal sehingga pengunjung yang ingin berenang melihat secara kasat mata permasalahan tersebut yang membuat pengunjung tidak nyaman. Karena pada fungsinya kolam renang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan, seperti berenang, bermain air, serta untuk menjaga kesehatan tubuh dengan melakukan latihan berenang. Oleh karena itu akan dilakukan perbaikan kadar kaporit pada kolam renang dengan mendeteksi dan mengurangi kadar kaporit menggunakan sistem yang otomatis[6].
3. Pengujian
Salah satu metode yang dilakukan guna membuktikan data-data yang diperoleh dari metode sebelumnya untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan terpercaya.

2.2 Tahapan Penelitian

Dalam metodologi penelitian terdapat kerangka kerja yang harus ada. Kerangka kerja merupakan langkah-langkah sistematis yang dibuat agar penelitian dapat berjalan dengan baik. Berikut gambar-gambar langkah-langkah sistematis kerangka kerja metodologi penelitian yang terlihat di gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar 1. maka dapat diuraikan langkah-langkah kerja penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Masalah
Kolam renang pada umumnya diterapkan untuk pengunjung melakukan kegiatan berenang yaitu salah satu olahraga yang melibatkan gerakan mengatur napas untuk menggerakkan tubuh di dalam air. Renang adalah proses bergerak melalui air dengan cara menggunakan teknik tertentu dan menggunakan gaya dan rotasi tepat. Kolam renang yang memiliki kadar kaporit yang tidak baik untuk kesehatan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk masalah pernapasan, iritasi pada kulit atau mata, dan bahkan keracunan. Kadar kaporit yang tinggi juga dapat menyebabkan alergi pada orang yang rentan terhadap bahan kimia ini. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa kolam renang Anda memiliki kadar kaporit yang terkendali dengan benar. Selain menjaga kadar kaporit yang tepat, Anda juga harus menjaga kolam renang Anda dengan benar, termasuk membersihkan kotoran atau sisa-sisa kimia dengan benar.
Pada penempatan masalah ini dilakukan wawancara di beberapa lokasi pada kolam renang untuk mencari solusi agar kadar kaporit pada kolam renang dapat dikendalikan dengan normal dan membuat pengunjung lebih nyaman. Dengan adanya sistem otomatis pada pendeteksi kadar kaporit dapat meringankan pekerjaan bagi pengelola atau pemilik kolam renang.
2. Menganalisa Masalah
Melakukan Analisa terhadap hasil pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan, Analisa permasalahan dituliskan pada rumusan permasalahan yang telah diamati.
3. Menentukan Tujuan
Menentukan tujuan yang hendak dicapai dimaksudkan agar hasil yang diharapkan tidak berbeda dengan tujuan yang diharapkan sebelumnya. Adapun target yang akan dituju dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem cerdas berbasis mikrokontroler dengan teknologi *Internet of Things* untuk kemudahan dalam melakukan implementasi PWM untuk sistem pengatur kadar air kolam renang menggunakan mikrokontroler[7].
4. Mempelajari Literatur
Dibutuhkan beragam referensi dari buku, jurnal ilmiah dan *website* yang dapat membantuk penyelesaian dalam penelitian ini.
5. Memilih Komponen Sesuai Hasil Analisa
Pemilihan komponen yang tepat dalam penelitian ini dilakukan dari hasil pengamatan dan tujuan yang telah dirumuskan.
6. Pembuatan *Prototipe* dan Rangkaian
Perancangan *prototipe* dan rangkaian dibuat untuk mendukung hasil penelitian dan memberikan penilaian terhadap sistem kendali untuk pengatur kadar air kolam renang menggunakan mikrokontroler. Implementasi Sistem
Hasil dari perancangan yang dilakukan uji coba untuk melihat kemampuan sensor dan algoritma yang dirancang. Hasil implementasi ini kemudian akan dilakukan beberapa kali percobaan dengan beragam kondisi.
7. Pengujian Sistem
Pengujian sistem dilakukan selama proses uji coba sistem guna mendapatkan hasil kesalahan ataupun *bug* dari perancangan ataupun algoritma yang diterapkan.

2.3 Metode Perancangan Sistem

Methods. Adapun metode-metode yang diterapkan adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan
Pada tahapan ini proses mengidentifikasi pemangku kepentingan dalam pengembangan sistem, persyaratan, informasi dan pengumpulan terkait keamanan serta perjanjian tingkat layanan dalam suatu kondisi.
2. Analisis
Menangkap cerita terkait sistem ini, prioritaskan data dari narasumber pada proses wawancara, menentukan estimasi waktu yang digunakan dalam pengembangan sistem.
3. Desain
Memulai perancangan bentuk model 3 dimensi sesuai dengan skenario hasil dan perancangan rangkaian komponen sesuai dengan fungsi kerjanya.
4. Eksekusi
Proses pengkodean dan pengujian kode sesuai dengan panduan manual berdasarkan skenario dengan melengkapi hasil pengujian hasil. dalam pengujian kode ini akan dilihat dari kinerja sistem dengan beragam cara pengujian guna mendapatkan hasil yang terbaik dari algoritma sistem. Pengujian
Pengujian dalam ukuran kecil sesuai dengan data yang dikumpulkan. Proses demonstrasi untuk mendapatkan catatan dari hasil pengujian untuk proses pengembangan berikutnya.
5. Perawatan

Melaksanakan pelatihan pengguna sistem dari produk yang telah dilakukan pengujian, melakukan peninjauan strategi dan dukungan produksi dalam skala yang lebih besar.

2.4 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan sebuah urutan atau tahapan proses dari suatu sistem yang dibuat untuk menyelesaikan tugas dan fungsinya. Algoritma sistem juga suatu aliran proses cara kerja sistem yang dibuat dari *input* dan *output*, algoritma ini dibuat agar mengetahui tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam tugas yang dibuat dan dapat mengetahui tahapan apa selanjutnya yang akan dikerjakan hingga menuju *output* yang diinginkan.



Gambar 2 Algoritma halfduplex

Pada gambar 2 ini merupakan tahapan utama sistem pengatur kadar air kolam renang menggunakan mikrokontroler. Pada tahapan tersebut bukanlah *flowchart* sistem melainkan langkah-langkah sistem kendali digunakan. Berdasarkan gambar 2 di atas, maka diperoleh beberapa langkah utama dalam menjalankan sistem yakni:

1. **Inisialisasi Sistem**
Pada penggunaan sistem diawali dengan menghubungkan sistem dengan sumber daya agar sistem aktif.
2. **Membaca nilai kaporit air**
berikutnya menerapkan perintah *input* data untuk membaca nilai analog dari sensor dan kalibrasi data agar menyesuaikan berdasarkan kadar untuk kaporit kolam renang.
3. **Proses Pengolahan Data**
Proses pengolahan data *input* dan *output* dilakukan oleh sistem kendali yang digunakan. Biasanya konfigurasi akan terjadi setelah sistem diaktifkan dan data sensor atau *inputan* akan otomatis dikirim ke sistem kendali untuk diolah berdasarkan metode yang diterapkan.
4. **Implementasi Metode PWM (Pulse With Modulation)**
Program yang telah dimasukkan di dalam sistem dengan ketentuan algoritma dari metode PWM diperuntukkan sebagai model pemrosesan kendali motor pada pompa yang digunakan untuk menetralsasi kaporit air menggunakan cairan *water buffer*. Fungsi metode PWM merupakan metode perhitungan untuk kendali kecepatan motor berdasarkan data yang akan di aplikasikan sesuai dengan tujuan penelitian[8].
5. **Proses Hasil atau Output**
Tahap ini dimana sistem yang berjalan akan memproses data yang telah di program sebelumnya. Sistem dengan kondisi keluaran nantinya mengindikasikan data kaporit pada air kolam renang dan jika kaporit pada kolam renang mengalami kondisi yang tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka dari tahapan *output* yaitu pompa mengendalikan cairan buffer untuk menetralsasi air dan kaporit pada air dapat terkontrol dengan sempurna sesuai tujuan dari penelitian. Implementasi Dan Penerapan Metode

Pada penerapan metode PWM dengan menggunakan mikrokontroller dengan arduino. Arduino uno adalah salah jenis mikrokontroller yang berbasis inti chip Atmega328P, Mikrokontroller ini memiliki clock speed sampai 16MHz. Pada penelitian ini clock pensaklaran MOSFET yang digunakan adalah sebesar 61Khz.

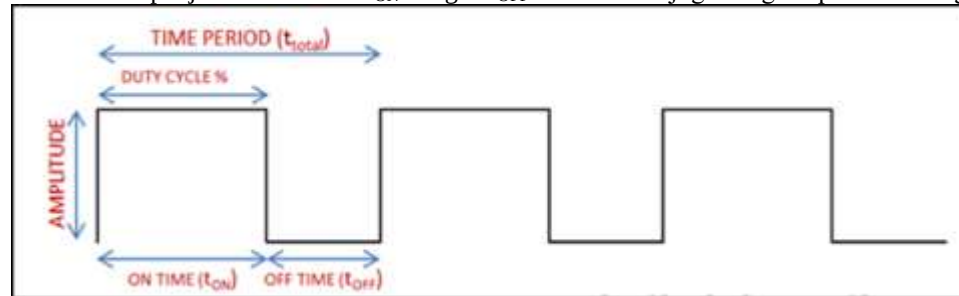
Pin yang digunakan sebagai pin PWM untuk swicthing MOSFET[9]. Menentukan duty cycle dapat dicari dengan persamaan dibawah ini sehingga didapatkan nilai *dutycycle* seperti berikut:

$$\text{Duty Cycle} = t_{\text{ON}} / (t_{\text{ON}} + t_{\text{OFF}}) \quad \text{atau}$$

$$\text{Duty Cycle} = t_{\text{ON}} / t_{\text{total}}$$

Dimana :

1. t_{ON} = Waktu ON atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (high atau 1)
2. t_{OFF} = Waktu OFF atau Waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (low atau 0)
3. t_{total} = Waktu satu siklus atau penjumlahan antara t_{ON} dengan t_{OFF} atau disebut juga dengan “periode satu gelombang”

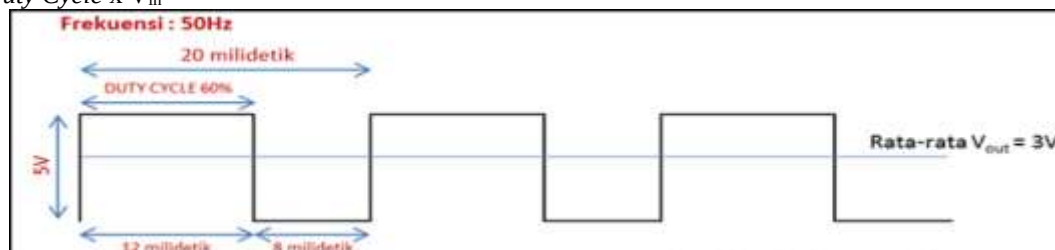


Gambar 3 Sinyal PWM dengan siklus 60%

Tegangan output sinyal PWM yang telah diubah menjadi analog akan menjadi persentase dari siklus kerja (*Duty Cycle*). Jika tegangan operasi 12V maka sinyal PWM juga akan memiliki 12V ketika tinggi. Apabila *Duty Cycle* atau siklus kerja adalah 100%, maka tegangan output akan menjadi 12V. Sedangkan untuk siklus kerja 50% akan menjadi 6V. Demikian juga apabila siklus kerja 60% maka Tegangan Output analognya akan menjadi 7,2V[10].

Rumus perhitungan tegangan output sinyal PWM ini dapat dilihat seperti persamaan dibawah ini :

$$V_{\text{out}} = \text{Duty Cycle} \times V_{\text{in}}$$



Gambar 4 Hasil Perhitungan dutycycle dengan rate frekuensi 50hz

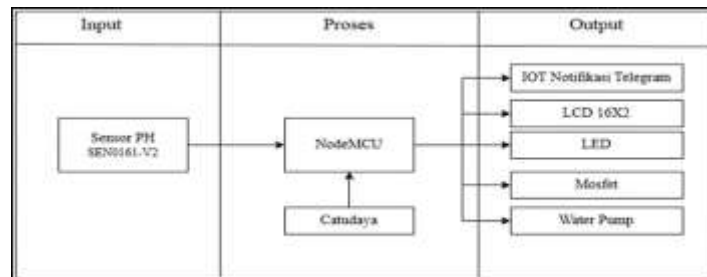
Berikut ini merupakan tabel persentasi tegangan jika V_{out} pada motor bernilai 12volt untuk mengendalikan kolom renang udang :

Tabel 1 Persentasi Tegangan V_{out} motor pompa 12volt

No	Duty Cycle	Vin	Rumus	Vout/Output PWM ke pompa
1	10%	12 volt	$V_{\text{out}} = \text{Duty Cycle} \times V_{\text{in}}$	1,2 volt
2	20%	12 volt		2,4 volt
3	30%	12 volt		3,6 volt
4	40%	12 volt		4,8 volt
5	50%	12 volt		6 volt
6	60%	12 volt		7,2 volt
7	70%	12 volt		8,4 volt
8	80%	12 volt		9,6 volt
9	90%	12 volt		10,8 volt
10	100%	12 volt		12 volt

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Blok Diagram



Gambar 5 Blok Diagram

1. Blok *Input* terdiri dari sensor yang berfungsi untuk mendeteksi dan monitoring data pH pada kadar air kolam renang[4].
2. Blok *Proses* yaitu mikrokontroler NodeMCU yang berfungsi sebagai pemrosesan sistem dan kendali utama dari keseluruhan perangkat yang terhubung[11].
3. Blok *Output* yaitu LCD 16 x 2 yang berfungsi sebagai *output* untuk menampilkan data sensor pH pada layar LCD[12].
4. Blok output yaitu LED yang berfungsi sebagai indikator LED hijau kuning dan merah[13].
5. Blok Output mosfet yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor water pump[14].
6. Blok output pompa air yang berfungsi untuk mengalirkan cairan water buffer untuk menetralsir kaporit air[15].

3.2 Rancangan Keseluruhan Sistem

Berikut ini merupakan rancangan keseluruhan sistem.



Gambar 5 Rancangan Keseluruhan Sistem

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem.



Gambar 6. Pengujian Telegram

4. KESIMPULAN

Dengan adanya sistem monitoring dan kontrol otomatis pH air, para pengelola kolam dapat secara efektif memantau kondisi kaporit air dan secara otomatis mengatur pH sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan hasil uji coba sistem monitoring dan kontroling pH air pada tanaman kolam ini berjalan dengan baik. Sistem ini berhasil membaca kaporit normal yaitu di pH 6.6 – pH 8.0 dan kaporit sedang di pH 8.0 – 10 dan kaporit tinggi di bawah pH 6.6. sistem ini berhasil mengendalikan kaporit air dengan menggunakan PWM yang dimana ketika kaporit pada kolam tinggi maka pompa akan kencang dan ketika kaporit sedang maka pompa akan pelan dan ketika kaporit normal pompa akan *off* dan ini dilakukan secara otomatis. *simplex* pada sistem ini berhasil dilakukan untuk berkomunikasi satu arah yaitu antara sistem dengan *handphone* untuk memonitoring kaporit pada kolam. Dari hasil uji coba sistem ini dapat di monitoring dari jarak jauh menggunakan aplikasi telegram yang dimana ketika kaporit pada kolam tidak normal maka akan mengirimkan notifikasi pada pemilik kolam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Saniman, S.T., M.Kom., dan ibu Usti Fatimah Sari Sitorus Pane, S.Kom., M.Kom., sebagai dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta semua pihak – pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supria, Zulkarnaen, Wahyat, dan M. N. Faizi, “Penerapan sistem distribusi pengairan otomatis berbasis teknologi IoT dalam pencegahan kekeringan pada tanaman cabe,” *Tanjak J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 1, hal. 181–188, 2022.
- [2] T. Tarial, S. Suratno, dan A. Idrus, “Pengembangan Media Pembelajaran Konstruksi Dan Utilitas Gedung Berbantuan Sketchup 3D Untuk Kompetensi Keahlian Desain Pemodelan Dan Informasi Bangunan Smk,” *J. Manaj. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, vol. 3, no. 2, hal. 829–840, 2022, doi: 10.38035/jmpis.v3i2.1173.
- [3] R. Berlianti dan F. Fibriyanti, “Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega,” *SainETIn*, vol. 5, no. 1, hal. 17–26, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unilak.ac.id/index.php/SainETIn/article/view/6398>
- [4] F. Febrianti, S. Adi Wibowo, dan N. Vendyansyah, “IMPLEMENTASI IoT(Internet Of Things) MONITORING KUALITAS AIR DAN SISTEM ADMINISTRASI PADA PENGELOLA AIR BERSIH SKALA KECIL,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, hal. 171–178, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3249.
- [5] D. Yudo Setyawan dan L. Rosmalia, “Perancangan Sistem Irigasi Tanaman dalam Greenhouse Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jl. ZA. Pagar Alam*, vol. x, No.x, no. 93, hal. 3, 2023.
- [6] A. W. Purwanto, *Anggrek Budi Daya dan Perbanyakkan*. 2016.
- [7] M. A. B. Subroto, “Laporan Small Project,” hal. 1–12, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.31219/osf.io/dk2yz>
- [8] P. Marpaung dan A. Al Hafiz, “Implementasi Metode Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Kendali Lampu Belajar Secara Otomatis Berbasis Arduino,” *J. CyberTech*, vol. 1, no. 3, hal. 196–206, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
- [9] S. Mluyati dan S. Sadi, “INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L,” *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.
- [10] M. Luqman, E. Mandayatma, dan S. Nurcahyo, “Studi Komparasi Unjuk Kerja Inverter 12V-Dc Ke 220 V-Ac Yang Ada Di Pasaran,” *J. Eltek*, vol. 17, no. 1, hal. 95, 2019, doi: 10.33795/eltek.v17i1.135.
- [11] I. N. G. Adrama, G. Ramadhan, dan I. W. Sukadana, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Kebocoran Gas Elpiji dengan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266,” *J. Ilm. Telsinas Elektro, Sipil dan Tek. Inf.*, vol. 5, no. 1, hal. 80–91, 2022, doi: 10.38043/telsinas.v5i1.3754.
- [12] M. I. Hakiki, U. Darusalam, dan N. D. Nathasia, “Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, hal. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [13] F. Kurniawan, “Rancang Bangun Keamanan Rel Kereta Api Berbasis Arduino Dengan Sensor Infrared,” *Portaldata.org*, vol. 2, no. 3, hal. 1–12, 2022.
- [14] M. Yuhendri, “Kendali Tegangan Konverter Boost Berbasis Proposional Integral,” vol. 5, no. 1, hal. 7–15, 2022.
- [15] A. Zainal, Royb Fatkhur Rizal, dan Fajar Yumono, “Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino,” *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, hal. 1–9, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2561.