

Sistem Pendeteksi Tekanan Air Berbasis Internet Of Thing (IoT) Di PDAM Tirta Galuh Kabupaten Ciamis

Ahmad Miftah Fauzi¹, Rudi Hermawan²

¹Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

²Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi YBS Internasional

¹fauziahmad7383@gmail.com, ²rudihermawan567@gmail.com

Abstract

Regional Mineral Water Company (PDAM) Tirta Galuh is a company that manages clean water in Ciamis Regency. At each certain point on the PDAM water pipe, a pressure device is installed that functions as a water pressure gauge. But the measurement system that is owned is still manual. This causes officers to be unable to receive accurate information regarding measurements every day. After the analysis is carried out, a PDAM water pressure monitoring system is needed in the form of data that can be read. The purpose of this study is to be able to display water pressure data to a server at the PDAM head office so that it can facilitate monitoring of the stability of PDAM water pressure. So in this study, a water pressure monitoring system based on the Internet of Things (IoT) was designed in PDAM using a pressure sensor controlled by the Arduino Uno microcontroller and sending the data by node mcu esp8266 via the internet to the server so that data is obtained in the form of numbers with units of bars that can be monitored on the web on the PDAM server. For its resources, it utilizes sunlight which can be converted into electricity by solar panels. With this tool, PDAM employees can monitor water pressure on the monitor screen. If there is a leak, the officer will go straight to the point where the leaking pipe is not required to check from end to end.

Keywords: IoT, Solar Panel, Water Pressure

Abstrak

Perusahaan Daerah Air Mineral (PDAM) Tirta Galuh adalah sebuah perusahaan yang mengelola air bersih di Kabupaten Ciamis. Di setiap titik tertentu pada pipa air PDAM terpasang alat *pressure* yang berfungsinya pengukur tekanan air. Tetapi sistem pengukuran yang dimiliki masih bersifat manual. Hal ini menyebabkan petugas tidak dapat menerima informasi yang akurat terkait pengukuran pada setiap harinya. Setelah dilakukan analisis dibutuhkan suatu sistem monitoring tekanan air PDAM dalam bentuk data yang dapat dibaca. Tujuan dari penelitian ini yaitu mampu menampilkan data tekanan air ke server yang ada di kantor pusat PDAM sehingga dapat memudahkan monitoring ke setabilan tekanan air PDAM. Maka pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring tekanan air berbasis *Internet of Thing* (IoT) di PDAM menggunakan sensor *pressure* yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno dan dikirim datanya oleh nodemcu esp8266 melalui jaringan internet ke server sehingga diperoleh data berupa angka dengan satuan bar yang dapat di monitoring pada web di server PDAM. Untuk sumber dayanya memanfaatkan sinar matahari yang bisa dikonversi menjadi tenaga listrik oleh panel surya. Dengan adanya alat ini pegawai PDAM untuk memonitor tekanan air dilayar monitor jika ada kebocoran maka petugas langsung ke titik pipa yang bocor tidak perlu memeriksa dari ujung ke ujung.

Kata kunci: Tekanan Air, IoT, Panel Surya

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan teknologi komputer lahirlah sebuah teknologi bernama *Internet Of Things (IoT)* yang bisa membantu dan mempermudah pekerjaan manusia. Teknologi ini sudah banyak digunakan oleh industri – industri di Negara maju [1].

Oleh karena itu sudah seharusnya industri di Indonesia untuk menerapkan teknologi dalam pengelolaan perusahaannya, Contoh kasus sebuah perusahaan daerah yang mengelola air yaitu PDAM yang berlokasi di Kabupaten

Ciamis sedang mencoba menerapkan teknologi *IoT* dalam pengelolaan prusahaannya yaitu pada monitoring tekanan air awalnya perusahaan ini menggunakan alat ukur manual yang harus dicek beberapa jam sekali karena takut ada kebocoran yang membuat pelanggan kecewa karena kurangnya pasokan air ke rumahnya.

Energi listrik yang digunakan untuk alat ini menggunakan solar panel karna mengacu pada PERMEN Energi dan Sumber Daya Mineral RI No. 13 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik, maka sudah saatnya pemerintah provinsi maupun pemerintah kota

menganjurkan penggunaan panel surya sebagai solusi untuk menggantikan energi fosil yang selama ini digunakan sebagai energi utama dalam membangkitkan listrik [2].

Teknologi IoT bisa menggabungkan antara *software* dan *hardware* teknologi ini lebih cocok dengan memanfaatkan mikrokontroler yang bisa mengkomunikasikan sensor yang bisa mengirimkan data langsung ke sebuah *server* dan ditampilkan pada sebuah web.

Dalam penelitian ini dibuat sebuah perangkat IoT dengan sumber energi ramah lingkungan mengambil data dilapangan berupa Tekanan air yang keluar dari pipa PDAM data – data yang diambil di simpan kedalam database dan ditampilkan dalam sebuah dashboard web untuk menjadi sebuah informasi. Tujuan yang ingin dicapai adalah membuat sebuah sistem teknologi berbasis IoT di PDAM tirta galuh ciamis ini adalah system dapat digunakan oleh perusahaan untuk mempermudah pengelolaannya seperti :

1. Jika terjadi kebocoran atau kecurangan oleh pelanggan bisa termonitor secara langsung dari tekanannya.
2. Perusahaan bisa mempunyai Database.
3. Memudahkan dalam pelaporan karena datanya sudah digital.

Memusatkan data tekanan air diseluruh cabang PDAM Tirta Galuh Ciamis

2. Kajian pustaka

A. Tinjauan Pustaka

Untuk menghasilkan sebuah kebaruan dalam penelitian dan mempelajari perkembangan penelitian mengenai system pendeteksi tekanan air khususnya di kantor PDAM, penulis melakukan *literatur review* antara lain sebagai berikut:

- **Penelitian pertama** adalah mengenai Studi Pustaka Sistem Pemantauan Jaringan Distribusi Air Publik berbasis Internet of Things (IoT), dalam penelitian ini dibahas mengenai proses pengelolaan air bersih yang memiliki permasalahan disebabkan oleh variasi faktor, seperti pasokan air dari pusat yang menipis, sumber air yang tidak layak, atau pipa yang bermasalah. Penelitian ini berbasis *Literature Review* dengan

mempelajari penelitian - penelitian terkait yang dipublikasikan pada jurnal internasional yang terindeks dengan usia jurnal 5 tahun terakhir. Hasil dari Penelitian ini menemukan 2 yaitu masalah kebocoran pada pipa dan masalah kualitas air reservoir. Dalam penelitian ini dibuat sebuah system tertanam sensor dengan daya yang dapat diperbarui dan robot smartboat. [3]

- **Penelitian kedua** adalah rancang bangun sistem monitoring pulsa air Prabayar berbasis IoT (Internet of Things) dalam penelitian ini dibahas mengenai proses pengukuran meter air dengan konversi data analog pada meteran air di rangkai menjadi data digital. Hasil penelitian ini yaitu berupa system IoT yang terintegrasi dengan website untuk memudahkan petugas agar tidak berkunjung secara langsung ke tempat pelanggan. Sistem yang dibangun memiliki fitur penutupan keran otomatis jika pulsa habis dan otomatis terbuka kembali jika pelanggan telah mengisi pulsa melalui system yang disediakan, untuk mengingatkan pelanggan jika pulsa akan habis maka system IoT akan menyalakan buzzer dan dapat di monitoring melalui website admin dan user. Hasil penelitian ini dapat di harapkan membantu masyarakat dan pegawai dalam pembayaran air agar menghindari saling mencurigai terhadap tagihan air. [4].
- **Penelitian Ketiga** adalah mengenai Sistem Monitoring Tekanan Pada Pipa Air Menggunakan Arduino Uno Pada Jaringan Lora 920-923 Mhz hampir sama dengan penelitian pertama dalam penelitian ini membahas mengenai masalah kebocoran pada pipa air yang disebabkan adanya tekanan udara. Hal ini menyebabkan distribusi air menjadi tersendat dan kualitas air menjadi tidak layak. Penelitian ini membuat sebuah teknologi IoT untuk memonitoring pipa menggunakan sensor Pressure transmitter yang memiliki fungsi membaca tekanan pipa air, setelah terbaca hasil pembacaan dikirimkan oleh LoRa pada server yang telah disediakan. LoRa memiliki

keandaan karena dapat berkomunikasi hingga jarak 5 sampai 15 kilometer. [5].

- **Penelitian Keempat** adalah mengenai pengembangan purwarupa monitoring tagihan air pdam berbasis internet of things dalam penelitian ini membuat sebuah system monitoring manajemen pembayaran dan tagihan air, dalam penelitian ini mengintegrasikan perangkat IoT dengan sebuah system berbasis web yang dapat memonitoring distribusi air, menghitung tagihan air dan mengontrol distribusi air Ketika pelanggan masih memiliki tagihan yang belum terbayarkan, website dikelola oleh seorang admin yang dapat melihat hasil dari sensing data IoT sebagai referensi untuk pengelolaan tagihan. [6].
- **Penelitian Kelima** pada penelitian sebelumnya dibahas mengenai Perancangan Sistem Perhitungan Debit Air Otomatis Berbasis Internet of Things pada PDAM Tirta Garut dalam penelitian ini berorientasi pada pelanggan PDAM, membuat sebuah system mengintegrasikan IoT dengan sebuah server yang didapat diakses oleh pelanggan secara realtime untuk mengetahui konsumsi air yang digunakan oleh pelanggan. Penelitian ini menjawab keraguan pelanggan terhadap tagihan air memastikan bahwa tagihan sesuai dengan distribusi air yang digunakan oleh pelanggan. [7].

B. Kajian Teori

- *Internet of Things* merupakan singkatan dari IoT, adalah suatu konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat dari internet yang tersambung. Teknologi internet Of things identik dengan sistem automasi dan sensing data. Penggunaan teknologi ini biasanya digunakan untuk sebuah projek yang memerlukan keandalan dalam pengumpulan data dalam jumlah banyak dan realtime [8].
- **Panel surya** merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Di Indonesia Cahaya matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai suplai terhadap kebutuhan energi listrik.

Teknologi panel surya sangat berpotensi untuk diterapkan di Indonesia yang mempunyai iklim tropis [9]. Panel surya memerlukan tambahan perangkat berupa penyimpanan energi listriknya, Untuk proses penyimpanan energi digunakan baterai dengan kapasitas yang disesuaikan dengan spesifikasi dari panel surya, panel surya memerlukan pengontrolan agar tidak terjadi over charging agar baterai yang digunakan bisa tahan lama, hal ini senada dengan penelitian yang menyatakan bahwa besaran listrik yang dihasilkan dari solar cell akan mempengaruhi umur baterai sehingga diperlukan sebuah sistem kontrol tegangan dan arus [10].

- **Mikrokontroler** merupakan sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler lebih kompleks dari sebuah mikroprosesor, hal ini disebabkan karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya telah terdapat komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yaitu antarmuka I/O dan memori, beberapa mikrokontroler memiliki spesifikasi tambahan lain seperti ADC, PLL, EEPROM dalam satu kemasan, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja [11]. Adapun mikrokontroler yang penulis gunakan yaitu

1) Arduino UNO

Arduino UNO R3, merupakan board berbasis mikrokontroler pada ATmega328 berfungsi untuk transaksi data mengirim, memproses dan menerima data hasil dari sensing yang dilakukan berdasarkan perintah yang ditanamkan pada chip ATmega328 [12].

2) Nodemcu esp8266

NodeMCU adalah sebuah perangkat yang sering digunakan untuk sebuah project *internet of things*, esp 8366 bersifat opensource. NodeMCU merupakan mikrokontroler berbasis ESP8266 dilengkapi dengan fasilitas

micro USB port untuk menanamkan perintah yang akan digunakan. Dalam penelitian ini ESP8266 digunakan untuk proses penangkapan sinyal internet, hal ini dikarenakan EP8266 memiliki fasilitas wifi [13].

- **Sensor tekanan** adalah sensor untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan (p) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Dalam penelitian ini, sensor ini digunakan untuk sensing data dengan tujuan mendeteksi tekanan air yang di distribusikan kepada setiap pelanggan, sehingga akan menghasilkan informasi berupa signal listrik hasil dari konversi tegangan mekanis yang diterima oleh sensor ini.



Gambar 1 Sensor Tekanan

Spesifikasi sensor adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi sensor Tekanan

Working Voltage	DC 5,0 Volt
Output Voltage	DC 0,5-4,5 Volt
Sensor material	Carbon steel alloy
Working Current	≤10 mA
Working Pressure Range	0-1,2 MPa
The Biggest Pressure	2,4 MPa
Cable length	19cm
Destroy Pressure	3,0 MPa
Working TEMP. Range	0-85°C

Storage Temperature Range	0-100°C
Measuring Error	±1,5 %FSO
Temperature Range Error	±3,5 %FSO
Response Time	≤2,0 ms
Cycle Life	500,000 pcs
Application	non-corrosive gas liquid measurement

- Modul SD Card



Gambar 2 Modul SD Card dan SD Card
 Selain data dikirim dari sebuah perangkat IoT ke server, digunakan juga Modul SD CARD untuk menyimpan hasil dari sensing data. Modul ini berkomunikasi menggunakan SPI dilengkapi dengan pin MOSI dan MISO untuk proses pemeriksaan berulang pada pin yang digunakan di mikrokontroler. SD Card menghasilkan data logger yang terinsialisasi dengan mode SPI melalui perintah reset dan init pada SD Card yang dilakukan pada saat penanaman program pada mikrokontroler. Komunikasi yang dapat dilakukan oleh modul SD Card ini antara lain dengan menggunakan crystal 4 Mhz – 20 Mhz. [14].

- Modul *Real Time Clock* (RTC) Modul ini digunakan untuk memantau dan menampilkan informasi waktu. Modul ini terdapat beberapa fungsi antara lain dapat menampilkan data berupa waktu, tanggal, bulan dan tahun. RTC memiliki baterai CMOS yang digunakan untuk menyimpan konfigurasi atau acuan waktu. CMOS memiliki peranan penting dalam RTC karena jika CMOS rusak atau tidak teraliri listrik maka perhitungan waktu, tanggal,

bulan dan tahun tidak dapat dilakukan oleh modul RTC ini [15].

- Lcd (*Liquid Crystal Display*) digunakan untuk menampilkan informasi secara realtime yang dihasilkan oleh sebuah sistem mikrokontroler. Dalam penelitian ini digunakan LCD dengan ukuran 16x2 dilengkapi dengan moodul komunikasi I2C. LCD digunakan untuk quality proses memastikan data yang terkirim ke server sama dengan data yang dihasilkan oleh sistem secara langsung [16].

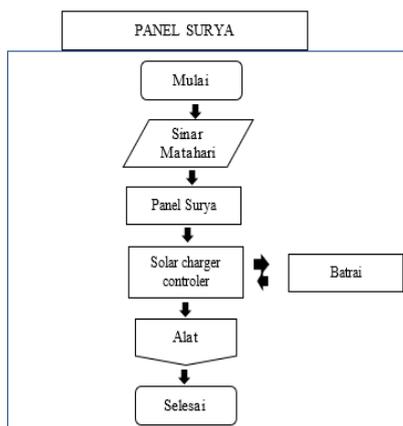
3. Metode Penelitian

Metode penelitian dibagi menjadi dua bagian yaitu : Metode pengumpulan data & Metode pengembangan sistem. Dalam pengumpulan data dilaksanakan proses observasi, Wawancara dan Studi Literature dengan menghasilkan beberapa referensi terkait dengan proses bisnis sistem yang dikembangkan. Selanjutnya dari hasil proses pengumpulan data dilaksanakan beberapa tahapan untuk metode pengembangan system, pada penelitian ini digunakan metode *exploratiove research*.

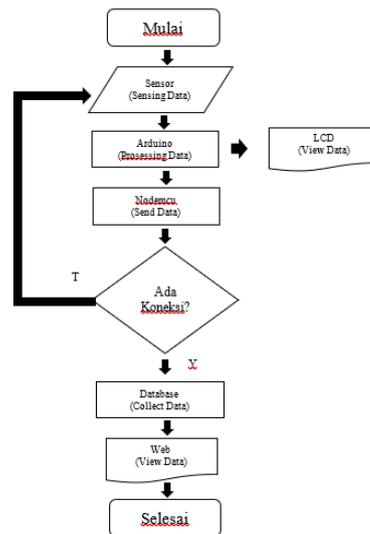
Explorative research sebuah metode atau jenis penelitian yang memiliki hasil akhir untuk melakukan analisis dan eksplorasi atau memperdalam pengetahuan ataupun mencari ide-ide baru mengenai suatu hal tertentu, guna merumuskan permasalahan dengan secara lebih terperinci ataupun mengembangkan hipotesis dan bukanlah untuk menguji hipotesis.

Dirumuskan beberapa hal dalam tahapan menggunakan metode *explorative research* ini antara lain sebagai berikut:

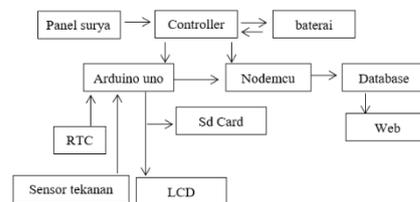
Flowmap Cara Kerja Panel Surya



Gambar 2 Flow Map Panel surya
Flowmap Proses Bisnis Perangkat IoT pada Layer Perceptron



Gambar 3 Flow Map Layer Perceptron
Rancangan Konektivitas Sistem

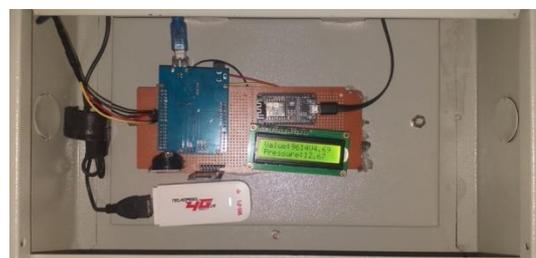


Gambar 4 Rancangan Konektivitas sitem

4. Hasil dan Pembahasan

Implementasi dari Perangkat yang dibuat yang pertama adalah tahap perangkaian perangkat yang baru dibuat supaya nantinya siap dioperasikan sesuai dengan yang diharapkan. Tujuan dari tahapan implementasi ini adalah menyiapkan semua kegiatan penerapan sistem dengan rancangan yang telah ditentukan.

Berikut Implementasi dari perangkat yang dipasang.



Gambar 5 Alat Monitoring Tekanan Air

Dari Rangkaian Perangkat tersebut disisi lain penulis juga telah mengimplementasikan Website monitoring untuk melihat data hasil sensing yang telah dilakukan perangkat Monitoring Tekanan air diatas.



Gambar 6. Tampilan Website

Langkah Selanjutnya dalam melaksanakan Explorative Research penulis melakukan pengujian terhadap beberapa perangkat dan modul yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan berikut adalah hasil pengujian dengan menggunakan metode *black box testing* berdasarkan rencana pengujian :

a). Pengujian Sensor

Tabel 2 Pengujian Sensor

Setatus sensor	Yang diharapkan	Pengamatan	kesimpulan
Aktif	Dapat menginput	Menginput	Valid
Tidak Aktif	Tidak menginput	Tidak menginput	Valid

b). Pengujian Panel Surya

Tabel 3 Pengujian Panel Surya

Kondisi panel surya	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Terkena sinar matahari cerah	Mengisi daya ke baterai maksimal 1A (1 Amper)	Mengisi maksimal	Valid
Terkena sinar matahari mendung	Tidak mengisi daya maksimal 1A ke baterai	Mengisi sekitar 0,45A – 0,20A tergantung cuaca mendungnya	Valid
Tidak terkena sinar matahari	Tidak mengisi daya ke baterai	Tidak mengisi	Valid

c). Pengujian Rangkaian Perangkat

Table 4 Pengujian Perangkat

Kondisi alat	Yang diharapkan	Pengamatan	kesimpulan
Mendapatkan koneksi internet	Mengirim data ke server	Mengirim	Valid
Tidak mendapatkan koneksi internet	Tidak mengirim data ke server	Tidak mengirim	Valid

Berdasarkan hasil pengujian black box yang telah dilakukan secara fungsional seluruh proses pada Sistem Monitoring Tekanan Air Berbasis IoT di PDAM Tirta Galuh Ciamis berjalan sesuai yang diharapkan.

Dari sistem yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki keunggulan :

- Memudahkan petugas dalam memantau tekanan air secara *real time*.
- Bisa menghemat waktu pekerjaan karena data dikirim ke database pusat PDAM melalui jaringan internet.
- Menghemat pengeluaran untuk biaya listrik karena sudah menggunakan solar panel sebagai sumber listriknya.
- Menghemat tenaga karena petugas tidak perlu mengunjungi ke tiap titik dimana alat dipasang.

Selain memiliki keunggulan sistem ini masih ada kekurangan – kekurangan yang perlu diperbaiki seperti :

- Pengisian batrai listrik masih belum setabil karena arus listrik masuk dan keluar masih belum seimbang.
- Seringnya melakukan *reset* sendiri tiap harinya pada nodemcu karena factor komunikasi antara nodemcu dan arduino uno.
- Transfer* data dari nodemcu ke databse sering bermasalah karena lemahnya koneksi internet.

5. Simpulan

Adapun kesimpulan sebagai hasil dari pembuatan sistem monitoring tekanan air berbasis IoT yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

- Sudah dibuat sistem monitoring tekanan air berbasis IoT di PDAM Tirta Galuh Ciamis yang bisa memonitoring tekanan air *real time* dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber daya yang dikonversi oleh solar panel menjadi energy listrik.
- Dengan adanya sistem monitoring tekanan air berbasis IoT ini diharapkan sebagai langkah awal untuk menerapkan teknologi di PDAM Tirta Galuh Ciamis dalam semua pengelolaannya.
 Berdasarkan aktivitas pembuatan sistem, maka dihsilkan sebua alat sistem monitoring tekanan air berbasis IoT. Pembuatan sistem ini belum cukup sampai

disini karena kebutuhan sistem ini akan terus bertambah. Untuk itu penulis mencoba memberikan saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu diantaranya :

1. Jika alat ini akan dikembangkan penulis menyarankan untuk memperbaiki dulu kelemahan – kelemahan yang ada dipembahasan kelemahan system
2. Untuk mendapatkan hasil maksimal dalam pembuatan alat penulis sarankan untuk menggunakan alat – alat yang lebih bagus lagi agar sistemnya berjalan sesuai yang diharapkan.

6. Ucapan Terimakasih

Dalam penyusunan Jurnal ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, memberikan pengarahan-pengarahan dan membimbing penyusun dalam menyusun Jurnal ini.

Daftar pustaka

- [1] A. Abdullah, C. Cholish, and M. Zainul haq, “Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Pergerakan Kamera,” *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, p. 86, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8497.
- [2] R. Kango, H. Hadiyanto, S. Suhaedi, and I. Ihsan, “Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Fasilitas Bangku Taman Ruang Terbuka Hijau Taman Tiga Generasi wilayah Ruang Terbuka Hijau,” *J. Pengabd. Masy. Dan Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 0–5, 2021.
- [3] A. Dharmadi and D. M. Sri Arsa, “Studi Pustaka Sistem Pemantauan Jaringan Distribusi Air Publik berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 1, p. 54, 2020, doi: 10.24843/jim.2020.v08.i01.p06.
- [4] Yonathan D. Pandiangan, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Parkir berbasis IoT (Internet Of Things),” *Politek. Negeri Medan*, vol. 5, no. 1, pp. 1–87, 2019.
- [5] S. Pramono, P. Yuliantoro, and S. R. Pamungkas, “Sistem Monitoring Tekanan Pada Pipa Air Menggunakan Arduino Uno Pada Jaringan Lora 920-923 Mhz,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 473, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3448.
- [6] H. Sujadi and A. Mardiana, “Pengembangan Purwarupa Monitoring Tagihan Air Pdam Berbasis Internet of Things,” *INFOTECH J.*, vol. 7, pp. 9–14, 2021, doi: 10.31949/infotech.v7i2.1251.
- [7] A. L. Latifah, Y. Septiana, and A. A. Nurhakim, “Perancangan Sistem Perhitungan Debit Air Otomatis Berbasis Internet of Things pada PDM Tirta Garut,” *J. Sist. Cerdas*, vol. 04, no. 03, pp. 161–170, 2021, [Online]. Available: <https://apic.id/jurnal/index.php/jsc/article/view/181%0Ahttps://apic.id/jurnal/index.php/jsc/article/download/181/91>
- [8] Y. A. Alfaridzi, “Sistem Kendali Perangkat Iot Menggunakan Voice Command Berbasis Natural Language,” vol. 2, 2021.
- [9] P. P. T. D. Priatam, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” *RELEJurnal Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021.
- [10] I. A. Akhinov and D. Handaya, “Sistem Kontrol Pengisian Baterai pada Penerangan Jalan Umum Berbasis Solar Cell,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 93, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.93-98.
- [11] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, and S. Sompie, “Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [12] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, “Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” *J. Teknol. dan Sist.*

- Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [13] P. I. A. Guna, I. M. A. Suyadnya, and I. G. A. P. R. Agung, "Sistem Monitoring Penetasan Telur Penyu Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Protokol MQTT dengan Notifikasi Berbasis Telegram Messenger," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 2, p. 80, 2018, doi: 10.29303/jcosine.v2i2.135.
- [14] R. Rijal Syah, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis Sensor Tekanan dan Mikrokontroler," p. 6, 2018.
- [15] R. SUSANA, M. ICHWAN, and S. AL PHARD, "Penerapan Metoda Serial Peripheral Interface (SPI) pada Rancang Bangun Data Logger berbasis SD card," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 2, p. 208, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v4i2.208.
- [16] R. R. Putra, H. Hamdani, S. Aryza, and N. A. Manik, "Sistem Penjadwalan Bel Sekolah Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Mikrokontroler," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 2, p. 386, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i2.1957.