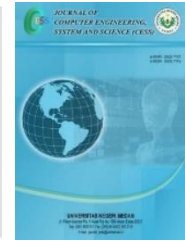


Contents list available at www.jurnal.unimed.ac.id

CESS
(Journal of Computing Engineering, System and Science)

journal homepage: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>



**Sistem Management Water Sprayer Automatization Pada Truk Pertambangan
Batubara Berbasis Internet of Things**

**Water Sprayer Automatization Management System for Coal Mining Trucks
Using the Internet of Thing**

Abdul Hafid Assidiq¹, Nurchim², Rudi Susanto³

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara No 56-57 Tipes, Serengan, Kota Surakarta, Jawa Tengah

email: ¹202021008@mhs.udb.ac.id, ²nurchim@udb.ac.id, ³rudi_susanto@udb.ac.id

ABSTRAK

Dalam proses pengangkutan batubara tidak sedikit menimbulkan debu batubara yang memiliki dampak negatif terhadap kesehatan fungsi paru. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyiraman air otomatis pada truk pertambangan batubara dengan menggunakan teknologi IoT (Internet of Things). Pengembangan sistem dilakukan dengan melakukan kajian pustaka, observasi, dan wawancara, selanjutnya dilakukan perancangan alat dan konfigurasi alat dengan program yang dijalankan. Dari pengembangan sistem tersebut dihasilkan sistem manajemen penyiraman otomatis pada truk pertambangan dengan menggunakan RFID sebagai pengenalan unit truk serta sensor aliran air untuk memonitor penggunaan air yang kemudian data tersebut ditampilkan pada website monitoring. Faktor kalibrasi yang digunakan dalam sensor aliran air sebesar 11.5 berdasarkan hasil uji dengan nilai persentase error sebesar 1%. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem otomatisasi penyemprotan air pada truk pengangkut batubara menggunakan teknologi IoT. Sistem ini mengintegrasikan RFID untuk identifikasi truk, sensor aliran air, dan mikrokontroler ESP32 untuk pengolahan data. Hasilnya, sistem dapat bekerja otomatis, mengurangi penggunaan air dan biaya operasional, serta meningkatkan standar keselamatan kerja di pertambangan.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT); RFID; Air; Water Sprayer; Otomatisasi*

ABSTRACT

In coal transportation, considerable coal dust is generated, which hurts lung function and health. This research aims to develop an automatic water spraying system on coal mining trucks using Internet of Things (IoT) technology. The system development involved a literature review, observation, and interviews, followed by the design and configuration of the device with the implemented program. The developed system resulted in an automatic water

*Penulis Korespondensi:

email: 202021008@mhs.udb.ac.id

management system for mining trucks using RFID for truck unit identification and a water flow sensor to monitor water usage, with the data displayed on a monitoring website. The calibration factor used in the water flow sensor is 11.5, based on the test result with an error percentage of 1%. This research successfully developed an automated water spraying system for coal-carrying trucks using IoT technology. The system integrates RFID for truck identification, water flow sensors, and an ESP32 microcontroller for data processing. As a result, the system operates automatically, reduces water usage and operational costs, and enhances safety standards in mining operations.

Keywords: *Internet of Things (IoT); RFID; Water; Water Sprayer; Automation*

1. PENDAHULUAN

Pertambangan batubara merupakan tahapan kegiatan pengelolaan batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan, penjualan, serta kegiatan pascatambang [1]. Dalam dunia pertambangan khususnya batubara sudah dipastikan bahwa setiap pemroduksian sangat diperhatikan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja [2]. Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja memang merupakan Standar Operasional Prosedur wajib yang harus dilaksanakan di dalam pertambangan [3]. Bagi truk trailer juga tidak luput dari perhatian, baik untuk operatornya maupun dampak dari alat yang digunakan. Dalam hal ini suatu truk trailer pengangkut batubara saat beroperasi sangat berisiko menimbulkan debu panas yang dapat mengganggu kesehatan orang lain dikarenakan batubara yang diangkut oleh truk trailer. Debu batubara sendiri dapat menimbulkan dampak gangguan kesehatan terutama pada fungsi paru [4]. Maka dari itu perlu adanya penyiraman truk trailer pengangkut batubara untuk mengantisipasi risiko yang ada.

Metode penyemprotan air konvensional yang masih dilakukan secara manual membuat kurang efisien, pemborosan air, peningkatan biaya operasional, serta potensi risiko keselamatan kerja. Kemajuan dalam teknologi Internet of Things (IoT) menghadirkan peluang untuk otomatisasi dan peningkatan operasi industri yang beragam [5], seperti pengelolaan air dalam sektor pertambangan. IoT memfasilitasi penggabungan berbagai sensor dan perangkat yang mampu berkomunikasi satu sama lain, sehingga memungkinkan pemantauan dan regulasi operasi *real-time* [6]. Ketika diterapkan pada proses penyemprotan air pada truk pertambangan, implementasi IoT dapat meningkatkan efektivitas, presisi, dan konservasi sumber daya, sementara juga secara nyata meningkatkan standar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem untuk mengelola penyemprot air pada truk pertambangan batubara menggunakan teknologi IoT, dengan fokus pada keselamatan (K3). Sistem ini menggunakan teknologi RFID untuk identifikasi objek (truk) secara otomatis [7]. Selain itu, sensor aliran air akan memantau laju aliran dan volume air yang disemprotkan dengan prinsip elektromagnetik dengan menghitung pulsa listrik yang dihasilkan [8]. Selanjutnya, mikrokontroler ESP32 akan bertindak sebagai unit pemrosesan pusat sistem, mengontrol integrasi dari semua komponen dan memungkinkan transisi data ke platform IoT [9]. Sistem IoT dapat mengelola perangkat dan sensor yang terhubung ke internet melalui berbagai protokol dan parameter [10].

Dengan penerapan sistem ini, diharapkan dapat mencapai berbagai tujuan utama: mengurangi kebutuhan akan keterlibatan manual dalam proses penyemprotan air,

meningkatkan ketepatan dalam pengelolaan sumber daya air, mengurangi pemborosan air dan pengeluaran operasional, dan meningkatkan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) dalam pengaturan pertambangan. Peningkatan pengelolaan sumber daya air akan menyebabkan penurunan tingkat debu dan perbaikan kondisi jalan, sehingga menurunkan kemungkinan kecelakaan dan masalah kesehatan yang terkait dengan debu batubara.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler populer yang dikembangkan oleh Espressif System. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan WiFi dan Bluetooth yang membuatnya dapat berkomunikasi dengan *gateway* lokal yang dikonfigurasi sebagai *access point* [11]. ESP32 dilengkapi dengan berbagai antarmuka periferi sebagai alat komunikasinya seperti GPIO (General-Purpose Input/Output), UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), SPI (Serial Peripheral Interface) dan banyak lagi, sehingga cocok untuk proyek IoT yang membutuhkan banyak sensor. ESP32 mendukung pemrograman dalam bahasa C dan C++ sehingga dapat dengan mudah untuk membangun kode-kode program secara *open source*. Dalam proyek ini akan menggunakan mikrokontroler ESP-WROOM-32 sebagai perangkat yang akan menghubungkan komunikasi antara sensor dengan *web monitoring*.

2.2. Modul RFID RC522

RFID RC522 sebuah modul yang biasa digunakan untuk membaca dan menulis kartu RFID atau NFC. Sensor RFID dibentuk dari dua buah unit, yaitu unit penerima dan unit pemancar. Perangkat ini biasanya digunakan untuk pengembangan prototipe yang melibatkan pengenalan atau identifikasi dengan menggunakan kartu atau tag RFID [12]. Pada proyek ini perangkat RFID RC522 digunakan sebagai pendeteksi dan pengenalan ID yang telah terdaftar oleh sistem.

2.3. Modul Relay 12V

Relay adalah sebuah saklar yang beroperasi secara elektrik dengan menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga pada saat menerima arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi [13]. Relay memiliki 4 komponen dasar, yaitu elektromagnetik (*coil*), *armature*, *switch contact point* (saklar), dan *spring*. Pada proyek ini modul relay digunakan untuk mengontrol tegangan dari mikrokontroler ke pompa air.

2.4. Sensor Water Flow

Sensor *water flow* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur laju air atau jumlah air yang melewati suatu titik dalam suatu sistem perpipaan. Sensor yang digunakan pada proyek ini yakni sensor *water flow* YF-S201 yang memiliki komponen utama berupa *flow sensor* (menggunakan teknologi *Hall Effect*), *body*, dan konektor.

2.5. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah sebuah perangkat lunak *open source* yang digunakan untuk membuat program dan untuk meng-*upload* program ke papan Arduino. Perangkat lunak ini sering digunakan para pengembang elektronika maupun pengembang IoT. Arduino IDE disediakan dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++ sehingga mempermudah para pengembang dalam membuat kode program yang akan

dijalankan. Perangkat ini juga memiliki *library* yang lengkap sehingga dapat mempermudah dalam mengembangkan proyek sesuai dengan kebutuhan. arduino IDE sudah menyediakan *compiler* dan *uploader* sehingga pengguna dapat dengan mudah untuk mengkompilasi kode programnya ke papan arduino melalui koneksi USB serta menyediakan serial monitor yang dapat digunakan untuk memantau dan berkomunikasi dengan perangkat arduino melalui koneksi serial.

3. METODE

Data memiliki kepentingan yang signifikan dalam penelitian karena memainkan peran penting dalam mempengaruhi kualitas dan hasil studi penelitian [14]. Dalam hal ini pengumpulan data dilakukan dengan melalui tahapan kajian pustaka, observasi, dan wawancara [15]. Pada tahap kajian pustaka dilakukan tinjauan literatur terhadap jurnal dengan penelitian yang relevan. Tujuan utama dari tinjauan literatur adalah untuk meningkatkan pemahaman tentang subjek yang diteliti dengan memeriksa sumber-sumber penelitian sebelumnya [16]. Tahap observasi dilakukan dengan melihat secara langsung lokasi yang akan mengimplementasikan sistem manajemen *water sprayer automatization* sehingga akan mendapatkan data berupa kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Tahap wawancara dilakukan secara *online* melalui *platform meeting online* dengan penanggung jawab vendor yang bergerak di industri pertambangan batubara. Dalam tahap ini didapatkan beberapa data berupa kendala, kekurangan, dan kebutuhan sistem yang diharapkan.

Tahap pengembangan sistem ini menggunakan metode *prototype* (Gambar 1). *Prototype* ini adalah tahap sistem perangkat untuk menyajikan ide, bereksperimen dengan desain, mengidentifikasi masalah yang ada, dan mengembangkan solusi [17]. Tahapan yang dilakukan dalam metode *prototype* antara lain sebagai berikut:

1. *Communication*

Berdasarkan hasil kajian pustaka, observasi, dan wawancara maka kebutuhan sistem yang diperlukan berupa RFID MFRC522, Sensor Aliran Air, Relay, ESP32, Pompa Air, *Power Supply*, Arduino IDE, Visual Studio Code, XAMPP, dan *Web Browser*. Dimana rencana kebutuhan merupakan tahap awal dalam pengumpulan data serta identifikasi masalah [18].

2. *Quick Plan and Modelling Quick Design*

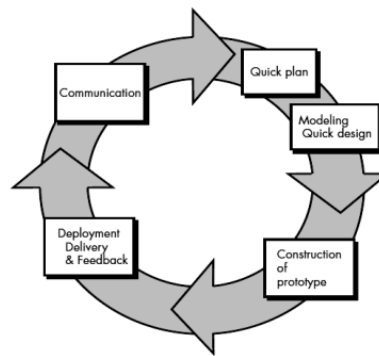
Melakukan perancangan berupa pembuatan desain rangkaian sistem manajemen *water sprayer automatization*, *flowchart* sistem, dan desain *packaging*.

3. *Construction of Prototype*

Pada tahap ini dilakukan perakitan komponen hardware kemudian dikonfigurasi terhadap kode program yang telah dibuat.

4. *Deployment Delivery and Feedback*

Dalam tahap ini dilakukan pengujian UID (Unique Identification) truk dan jumlah aliran pada sensor *water flow* agar sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 1. Metode *Prototype* [19]

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap sensor aliran air yang kemudian ditampilkan pada serial monitor pada perangkat lunak Arduino IDE [20]. Selanjutnya juga dilakukan pengujian UID (Unique Identification) truk yang akan mengaktifkan relay untuk memastikan kesesuaian UID yang terdaftar pada sistem monitoring dengan pembacaan sensor yang datang.

4.1. Hasil Rancangan Alat

Pada gambar 2. menunjukkan rangkaian alat yang telah dibangun. Pada rangkaian tersebut terdapat beberapa komponen diantaranya box panel yang didalamnya berisi esp32, relay, dan RFID. Selanjutnya pada komponen lain terdapat sensor aliran air, pompa air, dan *power supply*. Pada box panel, modul RFID ditempatkan pada tutup panel yang berguna untuk mendeteksi tag RFID dari truk yang melintas. Sehingga ketika truk melintas akan otomatis terbaca UID truk tersebut.



Gambar 2. Rangkaian Alat

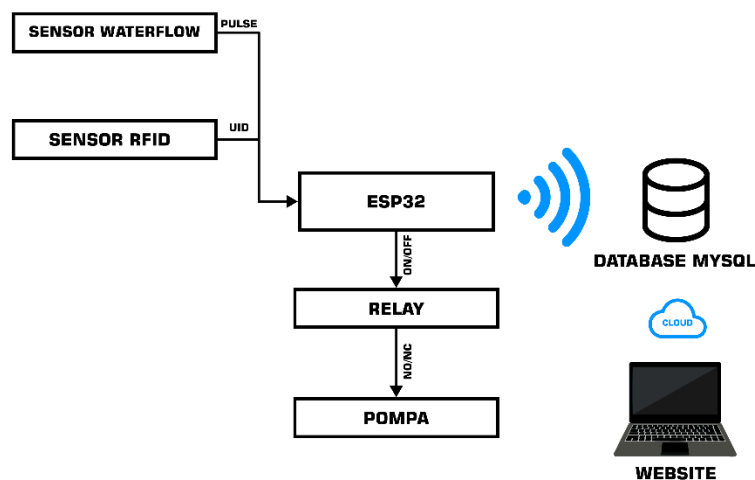
Pada gambar 3. berupa prototype *gate* penyiraman truk pengangkut batubara yang dimana *gate* tersebut akan dilalui oleh truk kemudian akan secara otomatis menyiramkan air pada bak truk agar debu batubara yang dihasilkan dapat diminimalisasikan. Pada *gate* ini dilengkapi dengan *toggle sprayer* yang berguna untuk membuat penyiraman dapat tersebar dengan baik.



Gambar 3. Prototype gate penyiraman truck tambang

4.2. Cara Kerja Sistem

Sistem ini dirancang dengan membaca data tag UID yang mengarah pada *reader* RFID, kemudian mikrokontroler akan menerima data dan akan menyesuaikan data yang diterima terhadap data yang sudah didaftarkan pada sistem monitoring. Apabila data yang diterima sesuai dengan data yang ada pada database, maka mikrokontroler akan mengirim perintah untuk mengaktifkan relay, selanjutnya sensor aliran air akan membaca jumlah aliran dan volume air kemudian mikrokontroler menerima data dan selanjutnya akan dikirim ke web server. Selanjutnya data akan ditampilkan pada website monitoring secara *real-time*. Sesuai dengan yang ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

4.3. Pengujian RFID

Pengujian RFID dilakukan untuk memastikan data UID yang akan mengaktifkan relay sesuai dengan data yang telah didaftarkan ke sistem monitoring.

Tabel 1. Uji kesesuaian UID sebelum ditambahkan unit baru

UID RFID	Status	
	UID	Relay
8A6B3E0E	Terdaftar	ON
E3CBE01D	Tidak Terdaftar	OFF
B3CDAD1D	Tidak Terdaftar	OFF
33D97AB7	Tidak Terdaftar	OFF

Tabel 2. Uji kesesuaian UID setelah ditambahkan unit baru

UID RFID	Status	
	UID	Relay
8A6B3E0E	Terdaftar	ON
E3CBE01D	Terdaftar	ON
B3CDAD1D	Terdaftar	ON
33D97AB7	Tidak Terdaftar	OFF

Berdasarkan Tabel 1. dan Tabel 2. dapat diambil pengertian unit truk dengan UID yang telah didaftarkan ke sistem saja yang dapat mengaktifkan sistem penyiraman otomatis. Sehingga apabila terdapat unit lain yang belum terdaftar perlu dilakukan pendaftaran unit baru sebagai pencegahan agar sistem tidak digunakan untuk sembarang unit.

4.4. Pengujian Sensor Aliran Air

Pada sensor aliran air ini akan terjadi pergerakan rotor ketika terdapat aliran air yang keluar, sehingga menghasilkan impuls pulsa [21]. Debit dan volume air didapatkan dengan mengambil frekuensi sinyal pulsa yang kemudian dibagi dengan faktor kalibrasi. Sehingga dapat dituliskan rumus sebagai berikut.

$$Debit = \frac{1000.0 \times \text{frekuensi pulsa}}{\text{faktor kalibrasi}} \quad (1)$$

$$Volume = \frac{Debit}{60} \times 1000 \quad (2)$$

Pengujian sensor ini dilakukan menggunakan metode *trial and error* [22] dengan mengubah nilai faktor kalibrasi hingga mendapatkan nilai pembacaan yang mendekati kesesuaian dengan ukuran air yang digunakan. Alat ukur yang digunakan dalam mengukur penggunaan air dengan satuan gram, sehingga harus dilakukan konversi satuan dari satuan gram ke mililiter.

Tabel 3. Uji faktor kalibrasi sensor *water flow*

Kalibrasi Faktor	Percobaan Ke-	Volume Uji	Volume Hasil	Nilai Error	Error Rata-Rata	Persentase Error
9	1	1.000 ml	1.247 ml	0,247	0,253333333	25%
	2	1.000 ml	1.254 ml	0,254		
	3	1.000 ml	1.259 ml	0,259		
9.5	1	1.000 ml	1.200 ml	0,2	0,2	20%
	2	1.000 ml	1.205 ml	0,205		
	3	1.000 ml	1.195 ml	0,195		
10	1	1.000 ml	1.131 ml	0,131	0,125333333	13%
	2	1.000 ml	1.126 ml	0,126		
	3	1.000 ml	1.119 ml	0,119		
10.5	1	1.000 ml	1.109 ml	0,109	0,082666667	8%
	2	1.000 ml	1.074 ml	0,074		
	3	1.000 ml	1.065 ml	0,065		

11	1	1.000 ml	1.028 ml	0,028	0,033333333	3%
	2	1.000 ml	1.032 ml	0,032		
	3	1.000 ml	1.040 ml	0,04		
11.5	1	1.000 ml	990 ml	0,01	0,014333333	1%
	2	1.000 ml	989 ml	0,011		
	3	1.000 ml	978 ml	0,022		
12	1	1.000 ml	952 ml	0,048	0,059666667	6%
	2	1.000 ml	936 ml	0,064		
	3	1.000 ml	933 ml	0,067		

Berdasarkan tabel diatas, maka faktor kalibrasi yang digunakan pada program ESP32 adalah 11.5 dimana nilai tersebut memiliki persentase error yang paling kecil. Nilai *error* didapatkan dengan menggunakan rumus persentase error [23] sebagai berikut :

$$\mathbf{Error} = \left| \frac{X_i - X}{X} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

X_i = Volume Hasil

X = Volume Uji

Maka hasil perhitungan pada percobaan kalibrasi faktor dengan nilai 11.5 dengan membuat rata-rata volume hasil dari 3 percobaan menggunakan rumus di atas sebagai berikut:

$$\mathbf{Error} = \left| \frac{\frac{990 + 989 + 978}{3} - 1000}{1000} \right| \times 100\%$$

$$\mathbf{Error} = \left| \frac{\frac{2957}{3} - 1000}{1000} \right| \times 100\%$$

$$\mathbf{Error} = \left| \frac{985.666 - 1000}{1000} \right| \times 100\%$$

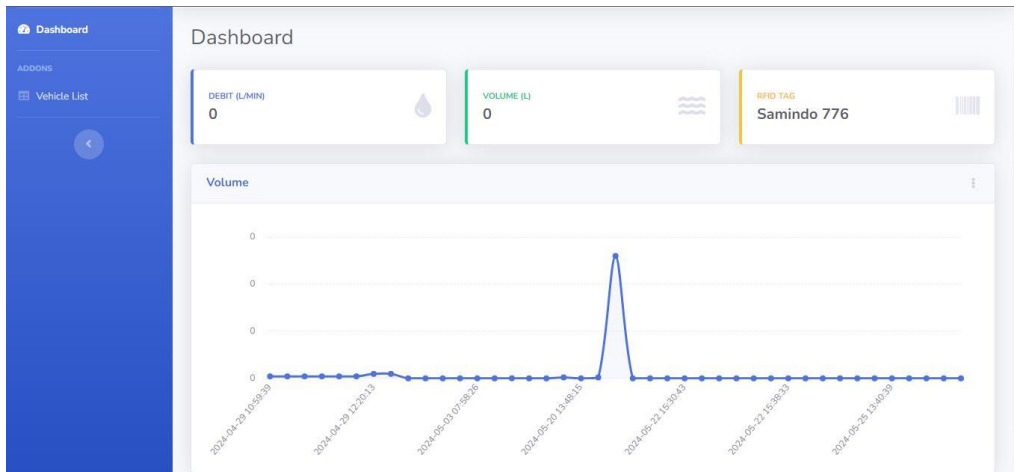
$$\mathbf{Error} = \left| \frac{-14.333}{1000} \right| \times 100\%$$

$$\mathbf{Error} = 0.014333 \times 100\%$$

$$\mathbf{Error} = 1.4333\%$$

Sehingga dari hasil perhitungan tersebut menghasilkan nilai persentase error sebesar 1.433% yang dimana nilai tersebut adalah nilai terkecil dari keseluruhan percobaan.

4.5. Hasil Tampilan Monitoring



Gambar 5. Tampilan *dashboard monitoring*

Pada menu *dashboard* akan ditampilkan informasi berupa debit air dalam satuan L/Min, volume air dalam satuan Liter, serta grafik volume air secara *realtime*. Tampilan *dashboard* ini akan melakukan *refresh* halaman setiap 10 detik untuk membantu user agar tidak perlu melakukan *refresh* halaman untuk melihat data terakhir yang tampil.

RFID	Nomor Lambung	Action
8A6B3E0E	Samindo 776	ubah hapus

Gambar 6. Tampilan *vehicle list*

Pada menu *vehicle list* akan disediakan tabel berupa UID RFID, Nomor Lambung, serta Action yang dimana action tersebut dapat digunakan untuk mengubah maupun menghapus data UID RFID dan Nomor Lambung. Kemudian pada halaman tersebut juga disediakan menu tambah data yang dapat digunakan untuk menambahkan UID yang dapat mengaktifkan relay atau dengan kata lain unit truk yang dapat melakukan penyiraman otomatis.

Kajian penelitian terakhir telah banyak penelitian berkaitan penerapan IoT dalam mendukung peningkatan K3 di lingkungan pertambangan. Darwanto dkk [24], mengembangkan deteksi karbon monoksida dengan memanfaatkan IoT yang dikemas dalam bentuk *smart safety helmet*. Selanjutnya, Hidayat dkk [25] mengintegrasikan IoT sebagai keamanan alat berat dalam bentuk pengereman otomatis ketika mendeteksi adanya halangan. Adapun, Viedyatha dan Gusman [26] membuat perancangan IoT untuk mencegah ledakan gas metana pertambangan batu bara bawah tanah. Sedangkan hasil penelitian ini difokuskan pada *water sprayer automatization* truk penambangan batubara agar mengurangi polusi debu yang

dilengkapi dengan validasi dalam bentuk RFID tagging dan tampilan website untuk manajemen nya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan diatas, maka penelitian ini menggunakan metode prototype sebagai metode pengembangan sistemnya. Kemudian berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, UID RFID yang telah terdaftar pada sistem akan otomatis dapat mengaktifkan relay dan pompa air untuk melakukan penyiraman truk secara otomatis, namun untuk UID RFID yang belum terdaftar pada sistem dapat dilakukan pendaftaran UID terlebih dahulu melalui sistem untuk dapat melakukan penyiraman otomatis. Selanjutnya faktor kalibrasi yang digunakan pada sistem ini bernilai 11.5 berdasarkan tingkat persentase error yang paling rendah. Serta sistem yang dibuat telah diuji dan dapat berjalan dengan baik. Sistem ini dapat menjadi jawaban atas penggunaan sistem penyiraman pada pertambangan yang masih manual dengan mengubah sistem tersebut menjadi penyiraman yang otomatis. Kelebihan sistem ini dapat melakukan pendeteksian unit truk yang lewat dan dapat mengaktifkan pompa air secara spesifik dan efektif, sehingga mengurangi biaya operasional dan ketidakefektifan penggunaan air.

REFERENSI

- [1] Pemerintah Pusat, "Undang-undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara," *Pemerintah Pusat*, vol. 2, no. 4. Jakarta, p. 255, 2020.
- [2] Kementerian ESDM, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik Dan Pengawasan Pertambangan Mineral Dan Batubara," *KEMEN-ESDM*, vol. 596, no. 596. Jakarta, pp. 1–46, 2018.
- [3] R. G. Ahad and T. G. Saldy, "Evaluasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Penambangan Batubara Pt. Dasrat Sarana Arang Sejati Parambahan, Desa Batu Tanjung, Kec. Talawi, Kota Sawahlunto," *J. Bina Tambang*, vol. 6, no. 5, pp. 114–123, 2021.
- [4] I. S. Arumdani, F. H. M. Mawo, E. M. Sakti, M. F. Fuadi, and S. H. Husni, "Systematic Review : Toksisitas Partikel Pm 10 Debu Batubara Dan Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru Dan Kapasitas Paru Pada Pekerja Tambang Batubara," *LEVEN Heal. J. Ilmu Kesehat.*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [5] I. K. Anaam, T. Hidayat, R. Yuga Pranata, H. Abdillah, and A. Yhuto Wibisono Putra, "Pengaruh trend otomasi dalam dunia manufaktur dan industri," *Vocat. Educ. Natl. Semin.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–50, 2022.
- [6] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER J. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021, doi: 10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423.
- [7] I. Komang, "Rancang Bangun Sistem Pengunci Loker Otomatis Dengan Kendali Akses Menggunakan Rfid Dan Sim 800L," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–41, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.187.
- [8] S. Ardhi, T. P. Gunawan, S. Tjandra, and G. L. Dewi, "Penerapan Metode Regresi Linear dalam Pengembangan Pengukuran Aliran Air pada Sensor YF-S201," *J. Tek. Ind.*, vol. 26, no. 1, pp. 10–21, 2023.

- [9] R. P. Pratama, A. Mas'ud, C. Niswatin, and A. A. Rafiq, "Implementasi DFPlayer untuk Al-Qur'an Digital berbasis Mikrokontroler ESP32," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 20, no. 2, pp. 51–58, 2020, doi: 10.24036/invotek.v20i2.768.
- [10] I. Ruslianto and Y. Erniajan, "Penerapan Model Waterfall dalam Pengembangan Perangkat Lunak Pemantauan Tanaman Anggur Berbasis Mobile Menggunakan IoT," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 5, no. 3, pp. 526–534, 2024, doi: 10.47065/josyc.v5i3.5099.
- [11] R. A. Abdelouhahid, O. Debauche, S. Mahmoudi, A. Marzak, P. Manneback, and F. Lebeau, "Open Phytotron: A New IoT Device for Home Gardening," *Proc. 2020 5th Int. Conf. Cloud Comput. Artif. Intell. Technol. Appl. CloudTech 2020*, 2020, doi: 10.1109/CloudTech49835.2020.9365892.
- [12] M. Ibrohim, M. S. Lauryn, and R. D. Jaya, "Rancang Bangun Sistem Kehadiran Karyawan Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid). Program Studi Teknik Informatika - Universitas Serang Raya," *J. PROSISKO*, vol. 6, no. 1, p. 45, 2019.
- [13] R. Hamdani, I. Heni Puspita, and B. R. Dedy Wildan, "Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid)," *Indept*, vol. 8, no. 2, pp. 56–63, 2019.
- [14] A. Rohmadi and V. Yasin, "Desain Dan Penerapan Website Tata Kelola Percetakan Pada Cv Apicdesign Kreasindo Jakarta Dengan Metode Prototyping," *J. Inf. Syst. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 71–72, 2020, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicomTelp.+62-21-3905050>,
- [15] D. Bahrudin and U. Izmi Badruzzaman, "Perancangan Sistem Informasi Laporan Kegiatan Berbasis WEB di PT. Areon Bandung," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 2, no. 12, pp. 2203–2213, 2021, doi: 10.36418/jist.v2i12.312.
- [16] A. Setiawan and D. Pasha, "Sistem Pengolahan Data Penilaian Berbasis Web Menggunakan Metode Piecies," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 97–104, 2020, doi: 10.33365/jtsi.v1i1.225.
- [17] E. W. Fridayanthie, H. Haryanto, and T. Tsabithah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 23, no. 2, pp. 151–157, 2021, doi: 10.31294/p.v23i2.10998.
- [18] U. Firgianingsih, Nurchim, and R. Susanto, "Implementasi Sistem Smart Home Untuk Monitoring Dan Kontrol Peralatan Rumah Berbasis Internet of Things," vol. 09, pp. 1–12, 2024.
- [19] D. Ardiyansah, O. Pahlevi, and T. Santoso, "Implementasi Metode Prototyping Pada Sistem Informasi Pengadaan Barang Cetakan Berbasis Web," *Hexag. J. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 2, pp. 17–22, 2021, doi: 10.36761/hexagon.v2i2.1083.
- [20] L. A. Yuliani, L. Nurpulaela, and U. Latifa, "Implementasi Node MCU Sebagai Serial Komunikasi dengan Arduino Uno pada Smart Shopping Trolley," *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 48–55, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.282.
- [21] M. Farhan, N. Rahmah, A. Hafid, and Ridwang, "Simulasi Pengontrolan dan Pengukuran Jumlah Debit Air Berbasis Programmable Logic Controller," *Kohesi J. Multidisiplin Saintek*, vol. 1, no. 3, pp. 1–13, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/kohesi>
- [22] R. Oktaviana and P. W. Rusimamto, "Rancang Bangun Sistem Kendali Water Level Berbasis IoT dengan Metode PID Controller," *J. Tek.*, vol. 11, no. 3, pp. 1–10, 2022,

[Online].

Available:

<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/48804>
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/48804/40666>

- [23] R. Atma Ivory, N. Kholis, Nurhayati, and F. Baskoro, "Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 185–194, 2021.
- [24] A. Darwanto, E. K. Mahardika, N. A. Hermawan, and R. N. Afifah, "SMART SAFETY HELMET: PENDETEKSI KARBON MONOKSIDA (CO) DI LOKASI PENGGALIAN SUMUR DAN PERTAMBANGAN," *J. Inov. Drh.*, vol. 03, pp. 105–115, 2024, doi: 10.566655/jid/v3i1.139.
- [25] H. Sufyan, U. Budi Utomo, F. Ilman Musaid, U. Fadlilah, A. Nur Rohman, and I. Hidayat, "Uji Kinerja Motor Stepper dengan ESP32-CAM pada Prototype Pengaman Alat Berat Pertambangan," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 72–77, 2023, doi: 10.23917/emitor.v1i1.20858.
- [26] R. Viedyatha and M. Gusman, "Rencana Penerapan Internet Of Things (IOT) dalam Proses Pencegahan dan Evakuasi pada Kecelakaan Tambang Batubara Bawah Tanah sebagai akibat dari Ledakan Gas Metana," *J. Bina Tambang*, vol. 8, no. 3, pp. 24–32, 2023.