

Sistem Kendali Pompa Lumpur Bak Penampung Sementara Berbasis IoT

IoT-Based Sludge Pump Control System for Temporary Holding Tank

Qirom¹, Septyawan Bagus Wibowo², Bayu Setiawan³, Pratama Satrio Pamungkas⁴,
Bahrun Niam⁵, Ulil Albab⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi D3 Teknik Elektronika, Universitas Harkat Negeri
^{1,2,3,4,5,6}Jl. Mataram No.9, Pesurungan Lor, Kec. Margadana, Kota Tegal, Jawa Tengah 52147
email: ¹qirom.bahagia2@gmail.com, ²septyawanbaguswibowo@gmail.com,
³bayusrahmat060798@gmail.com, ⁴pratamasp007@gmail.com, ⁵bahrun08@gmail.com,
⁶italbabz@gmail.com

Informasi Artikel

Dikirim, 9 Mei 2025
Diterima, 14 Agustus 2025
Diterbitkan, 5 Desember 2025

Kata Kunci :

Penguras lumpur, ESP32, Relay 5-kanal, Blynk, IoT

Keyword :

Sludge Drainer, ESP32, Relay 5-chanel, Blynk, IoT

ABSTRAK

Kebutuhan air bersih terus meningkat seiring bertambahnya populasi dan aktivitas manusia. Namun, sumber air bersih yang berasal dari bumi semakin menipis, sehingga pengolahan air menjadi salah satu solusi efektif untuk mendapatkan air bersih berkualitas. Seringkali, air baku mengandung berbagai zat pengotor seperti sampah daun, plastik, lumut, lumpur, dan lain-lain. Salah satu langkah penting untuk mengurangi zat pengotor tersebut adalah pengurasan lumpur di bak penampungan sementara sebelum air memasuki bak proses utama. Pengurasan lumpur bertujuan untuk mengurangi kadar lumpur dalam air sehingga penggunaan bahan kimia dalam proses penjernihan dapat diminimalkan. Di era modern ini, pengurasan lumpur dapat dilakukan dengan lebih efisien berkat teknologi pintar berbasis internet (IoT) menggantikan peran operator dilapangan. Alat penguras lumpur dikontrol menggunakan mikrokontroler ESP-32 untuk mengendalikan motor 3 fasa dan pompa submersible dengan perantara relay 5 kanal dengan sensor *turbidity* sebagai pendeteksi kekeruhan dan *interface* Blynk agar dapat dikendalikan dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perintah dengan delay rata-rata 1–3 detik, dan tetap bekerja meskipun dalam kondisi cuaca mendung atau suhu tinggi, walau dengan delay maksimum hingga 10 detik. Sensor *turbidity* menunjukkan akurasi di atas 96% saat dibandingkan dengan hasil laboratorium. Sistem ini dapat beroperasi dalam mode manual atau otomatis dan mampu meningkatkan efisiensi serta kepraktisan pengurasan lumpur tanpa keterlibatan langsung operator.

ABSTRACT

The demand for clean water continues to rise in line with the increasing population and human activities. However, clean water sources from the earth are becoming increasingly scarce, making water treatment one of the most effective solutions for obtaining high-quality clean water. Raw water often contains various impurities such as leaf debris, plastic, algae, sludge, and others. One important step to reduce these impurities is sludge draining in a temporary holding tank before the water enters the main processing tank. Sludge draining aims to reduce the sludge content in the water, thereby minimizing the use of chemicals in the purification process. In the modern era, sludge draining can be carried out more efficiently thanks to smart Internet of Things (IoT)-based technology, which replaces the role of on-site operators. The sludge draining device is controlled using an ESP-32 microcontroller to operate a three-phase motor and submersible pump through a 5-channel relay, with a turbidity sensor detecting water clarity and the Blynk interface enabling remote control. Test results show that the system can respond to command with an average delay of 1–3 seconds and continues to function even under cloudy weather or high temperatures, although with a maximum delay of up to 10 seconds. The turbidity sensor demonstrated

accuracy above 96% when compared with laboratory results. The system can operate in either manual or automatic mode and effectively improves the efficiency and practicality of sludge draining without direct operator involvement.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan sumber daya yang sangat penting bagi berbagai aspek kehidupan. Namun, seiring dengan perkembangan zaman, ketersediaan air bersih semakin menipis. Salah satu upaya untuk memastikan ketersediaan air bersih adalah melalui proses penjernihan[1], yang umumnya dilakukan terhadap air sungai. Untuk mengurangi kandungan lumpur dalam air sungai, lumpur dapat dipompa dari bak penampungan sementara sehingga kadar lumpur dalam bak proses berkurang [2].

PT ASB (Air Semarang Barat) adalah merupakan perusahaan pengolah air baku menjadi air yang layak digunakan untuk kebutuhan Masak Cuci Kakus (MCK). Dalam pengoperasian untuk menguras lumpur di dalam bak penampungan sementara yang bersumber dari sungai masih secara manual. Operator perlu datang ke bak penampungan sementara yang berjarak 1,5 km. Hal ini akan menghambat jalannya mesin pemurnian yang bekerja 24 jam jika harus membersihkan lumpur secara manual. Dengan adanya teknologi IoT[3] proses pengurasan lumpur dapat kita jalankan tanpa harus berada dilapangan serta dapat dilihat dan diawasi lewat kamera pemantau yang terpasang.

Irfan Irawan dkk telah melakukan penelitian dengan judul “Iot Pada Sistem Monitoring Kecepatan Air Sungai Babura Sebagai Peringatan Dini Banjir Berbasis Node Mcu” dengan membuat alat berbasis mikrokontroler ESP8266[4] dan berfungsi dengan baik pembacaan sensor yang digunakan. Rizky Ariska Pratama telah melakukan penelitian dengan judul “prototipe sistem pendeteksi kekeruhan air dengan pengisian air otomatis pada bak mandi berbasis Arduino”. Pada penelitiannya telah digunakan sensor photodiode dan ultrasonik untuk mengukur kekeruhan dan ketinggian air. Arduino Uno sebagai sumber kontrol menggerakkan pompa air dengan tambahan modul ESP8266 untuk media pengiriman ke android. Penggunaan sensor photodiode menjadi kelemahan penelitian ini sebagai sensor pendeteksi kekeruhan dan modul ESP8266 kurang maksimal sebagai media mengirimkan data [5]. Wahyu Dewantoro dkk telah melakukan penelitian dengan judul “rancang bangun sistem monitoring kualitas air pada budidaya ikan hias air tawar berbasis IoT (*Internet of Things*)”. Pada penelitian ini penggunaan sensor *turbidity* hanya melakukan pengujian nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan sampel air mineral, air teh dan air kopi yang tidak mewakili nilai air dilapangan tanpa perbandingan pengujian kekeruhan di laboratorium [6].

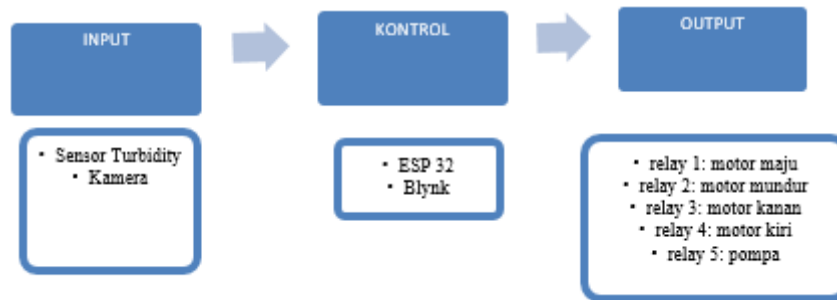
Hendry Prayoga dkk telah melakukan penelitian serupa dimana sensor *turbidity* dapat membaca nilai kekeruhan sehingga mengaktifkan solenoid untuk membuang air kotor pada kolam ikan [7]. Nur Aini Syam dkk menambahkan dengan sistem monitoring berbasis web untuk menguras kolam ikan dengan sensor tubidity dan ultrasonik sebagai input untuk mengendalikan pompa dengan mikrokontroler NodeMCU[8].

Penelitian Anton Prafanto dkk “Pendeteksi Kehadiran Menggunakan ESP32 Untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis” membuat sistem penguncian secara otomatis dengan ESP32 dan *bluetooth*, secara fungsi ESP32 dan relay bekerja dengan baik[9]. Bayu Hafit Setiawan dan Erfian Junianto telah melakukan riset untuk mengendalikan pintu gerbang dengan Blynk dengan hasil menunjukkan waktu respon yang efisien dengan nilai eror rata-rata 1 detik [10].

Dari latar belakang di atas dapat dibuat sebuah alat untuk mengontrol pompa lumpur di bak penampungan sementara di PT ASB yang dapat dikendalikan dari berbagai tempat yang berfungsi untuk mengurangi beban kerja karyawan, serta mempermudah pengoperasian karena tidak harus berada dilapangan. Penggunaan komponen sensor *turbidity*, kamera, ESP32, relay 8 kanal[11], serta pompa penyedot dan Blynk berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, yaitu dengan merancang dan melakukan pengujian secara langsung berdasarkan desain yang telah disusun. Proses pengujian dipantau melalui kamera yang dipasang untuk mengamati kinerja pompa. Desain alat disajikan secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.

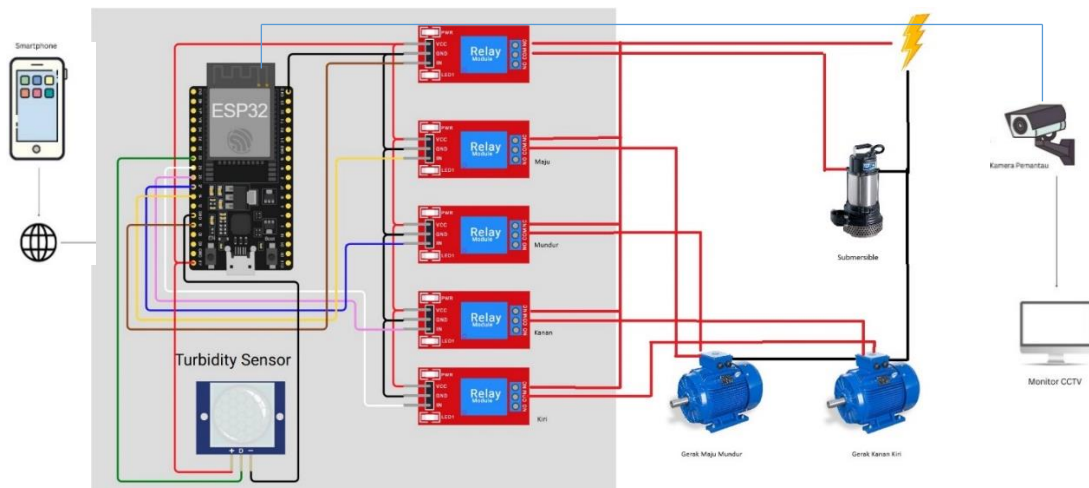


Gambar 1. Diagram Blok

Gambar 1 menunjukkan alur sistem secara keseluruhan dengan parameter *input* berupa sensor kekeruhan (*turbidity*) [12] dan kamera. Parameter *input* diproses oleh ESP32[13] yang telah terhubung ke blynk cloud[14]. Hasil pemrosesan digunakan untuk mengaktifkan relay lima kanal yang terhubung ke pompa dan motor penggerak tiga fasa[15]. Seluruh proses penyedotan lumpur dipantau melalui CCTV [16] untuk memastikan bahwa kualitas air telah memenuhi kriteria yang ditetapkan.

2.1. Perancangan Alat

Pada tahap ini adalah menyusun desain pengkabelan yang meliputi komponen masukan, mikrokontroler dan komponen keluaran.



Gambar 2. Perancangan Hardware

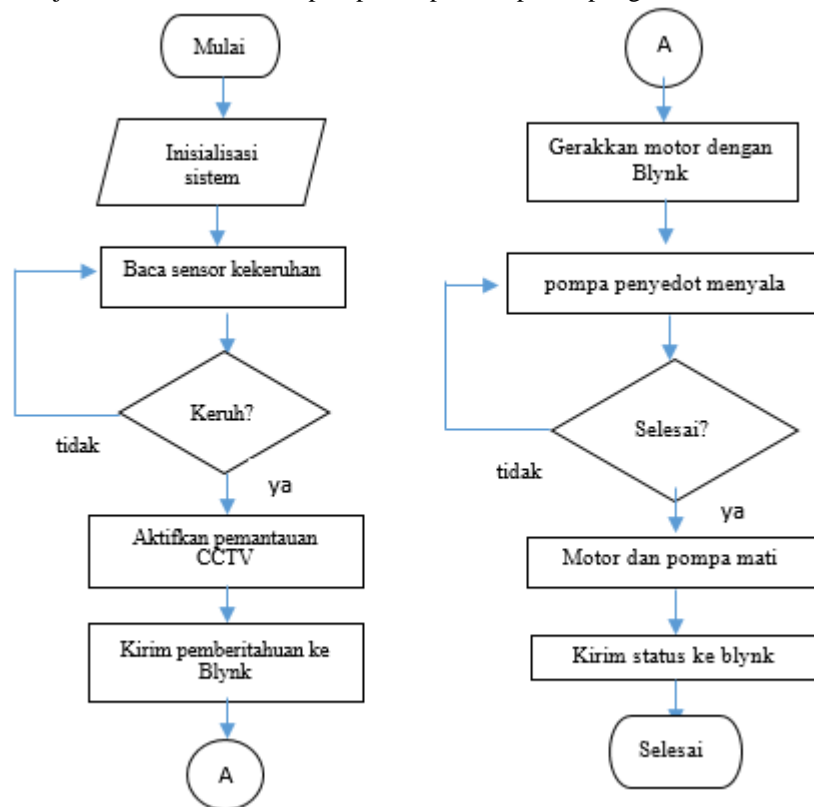
Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pin pada ESP32 dikoneksikan secara langsung dengan masukan berupa sensor *turbidity* dan keluaran relay sebanyak lima kanal yang dihubungkan dengan motor 3 fasa dan pompa submersible yang detailnya ditunjukkan pada Tabel 1. Adapun koneksi dengan blynk IoT dan kamera CCTV dihubungkan dengan koneksi *wireless*.

Tabel 1. Koneksi pin ESP32

No	Pin ESP32	Koneksi	Keterangan
1	3V3	VCC Relay 1, Relay 2, Relay 3, Relay 4, Relay 5, VCC <i>turbidity</i>	
2	GND	GND Relay 1, Relay 2, Relay 3, Relay 4, Relay 5, GND <i>turbidity</i>	
3	13	IN Relay 1	Koneksi Pompa penyedot
4	14	IN Relay 2	Gerakan motor maju
5	27	IN Relay 3	Gerakan motor mundur
6	26	IN Relay 4	Gerakan motor ke kanan
7	25	IN Relay 5	Gerakan motor ke kiri
8	33	Sensor <i>turbidity</i>	Mendeteksi kekeruhan

2.2. Sistem Kerja Alat

Pada tahap ini dijelaskan sistem kendali pompa lumpur bak penampung sementara berbasis IoT.



Gambar 3. Sistem Kerja Alat

Sistem penyedotan lumpur pada bak penampungan sementara berbasis IoT pada Gambar 3 diawali dengan proses inisialisasi perangkat, yang meliputi pengaktifan sensor *turbidity*, relay lima kanal, motor penggerak (maju, mundur, kanan, kiri), pompa submersible, modul IoT (seperti ESP32), serta kamera CCTV untuk keperluan monitoring visual. Setelah inisialisasi selesai, sensor *turbidity* melakukan pembacaan tingkat kekeruhan air secara berkala. Apabila nilai kekeruhan melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sistem secara otomatis mengaktifkan kamera CCTV untuk monitoring dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Blynk IoT.

Setelah notifikasi diterima, sistem menunggu instruksi lebih lanjut melalui Blynk untuk memilih mode operasi, yaitu mode manual atau otomatis. Pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan arah gerakan motor dan pengoperasian pompa submersible secara langsung melalui *keypad* yang terhubung dengan boks kontrol. Pada mode otomatis, sistem akan mengatur pergerakan motor dan menyalakan pompa berdasarkan logika yang telah diprogram. Proses penyedotan berlangsung hingga kriteria selesai terpenuhi, baik berdasarkan batas waktu operasional maupun perubahan nilai sensor *turbidity*. Setelah penyedotan selesai, sistem menghentikan semua aktivitas motor dan pompa, mengirimkan status operasi ke aplikasi Blynk, serta menyimpan data monitoring sebagai rekaman proses. Seluruh tahapan ini dilakukan untuk memastikan proses penyedotan lumpur berjalan efektif dan dapat dipantau secara *real-time*

2.3. Evaluasi

Evaluasi pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan nilai eror dan akurasi sensor *turbidity* untuk membaca kekeruhan yang ditentukan dengan persamaan (1) dan (2).

$$\text{nilai eror} = \frac{x-y}{x} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{akurasi} = \frac{x}{y} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana x merupakan nilai kekeruhan yang dihasilkan dari pembacaan sensor *turbidity* dan y adalah pembacaan kekeruhan yang dilakukan dengan pengujian laboratorium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penerapan Sistem Penyedot Lumpur di *Grit Chamber Intake*

Bagian ini akan membahas hasil dari kinerja alat yang sudah di bangun seperti ditunjukkan pada Gambar 4(a) dan dipasang pada box kontrol Gambar 4(b) untuk menghubungkan dengan aktuator motor maju, motor mundur, motor ke kanan, motor ke kiri dan pompa penyedot lumpur pada bak penampungan sementara berbasis IoT menggunakan ESP-32.



Gambar 4. (a)Alat Kontrol Penyedot Lumpur (b) Penempatan di Box Kontrol

Penempatan kontrol penyedot lumpur pada Gambar 4 disesuaikan dengan kondisi alat sebelumnya untuk memudahkan sistem kontrol dan monitoring penyedotan lumpur pada bak penampungan sementara. Adapun motor 3 fasa untuk menggerakkan motor maju, mundur, ke kanan dan ke kiri serta pompa *submersible* sudah terpasang sebelum sistem otomatisasi di rancang.

3.2. Pengujian Kontrol dan *Monitoring* Sistem

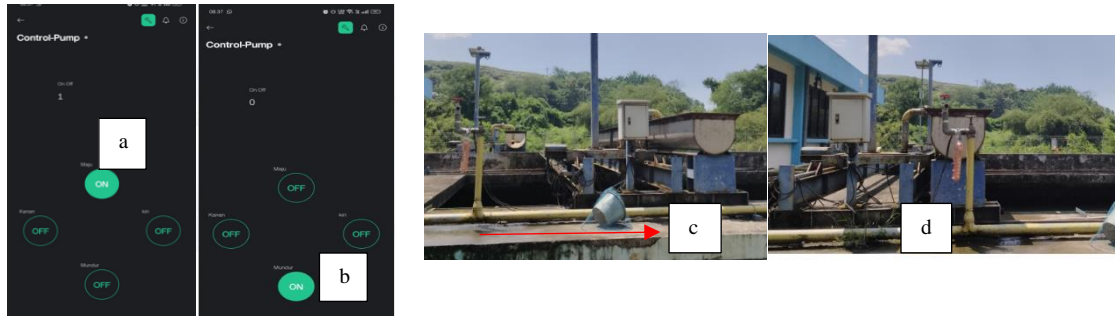
Pengujian ini meliputi kontrol blynk dengan output ESP32 sebelum dipasang, Kontrol ESP32 saat di kontrol panel dan gerakan motor dan pompa dengan kontrol blynk. Pada pengujian *delay* antara blynk dengan *output* relay ESP32 sebelum terpasang dengan kontrol panel untuk mengetahui kehandalan sinyal dalam beberapa kondisi seperti cerah, mendung ataupun hujan dengan jarak pengukuran 0- 5meter seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Semua pengujian menggunakan Hotspot Seluler karena sinyal internet yang terpasang pada bak penampungan sementara sedang mengalami gangguan. Adapun pengujian kualitas koneksi ESP32 yang terhubung ke pompa, alat kendali kali ini diletakan di dalam panel dan tertutup ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian kontrol blynk dan Output ESP32

Hari Ke	Jarak (Meter)	Kondisi Cuaca	Delay (Detik)
1	0 - 2	Cerah	1 - 2
2	0 - 3	Cerah	1.5 - 2
3	0 - 5	Mendung	2 - 2.5
4	0 - 2	Mendung	1 - 2
5	0 - 3	Hujan	2 - 2.5
6	0 - 5	Cerah	2 - 2.5
7	0 - 2	Mendung	1 - 2
8	0 - 3	Hujan	2 - 2.5
9	0 - 5	Mendung	2 - 2.5
10	0 - 7	Mendung	2- 7

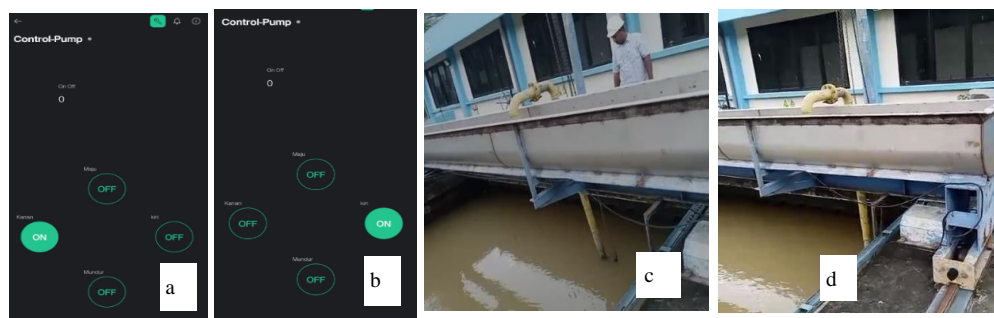
Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem kendali pompa lumpur yang terintegrasi dengan aplikasi Android melalui platform Blynk berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Terdapat lima jenis gerakan utama yang diuji, yaitu: maju, mundur, ke kanan, ke kiri, serta menyedot dan monitoring melalui CCTV.

Pada tahap pertama, dilakukan pengujian gerakan maju. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa ketika tombol “maju” pada aplikasi Blynk ditekan, pompa berhasil bergerak ke arah depan. Respon sistem berjalan secara *real-time* dan sesuai dengan instruksi yang diberikan dari aplikasi Android, yang ditunjukkan melalui antarmuka pengguna pada smartphone serta visualisasi posisi pompa di lapangan pada Gambar 5. Sama seperti pada gerakan maju, tombol “mundur” pada aplikasi Blynk diaktifkan, dan sistem menunjukkan bahwa pompa merespon dengan bergerak mundur. Respon kontrol tetap stabil dan tidak mengalami delay yang signifikan, menunjukkan efektivitas komunikasi antara ESP32 dan aplikasi Blynk melalui jaringan internet.



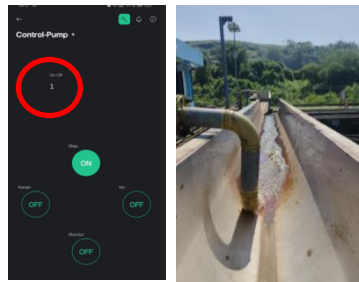
Gambar 5. (a) tombol Blynk maju “ON”(b) tombol Blynk mundur “ON”
(c) motor maju menyala (d) motor mundur menyala

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk gerakan ke kanan. Saat tombol kendali arah kanan pada antarmuka Blynk ditekan, pompa berhasil bergerak ke kanan sesuai harapan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan gerakan ke kanan dengan baik, yang penting untuk navigasi di area lumpur sempit atau tidak rata. Demikian pula untuk gerakan ke kiri, ketika tombol yang bersesuaian ditekan pada aplikasi Blynk, pompa merespon dengan bergerak ke arah kiri. Keseluruhan proses berlangsung tanpa hambatan dan memperlihatkan bahwa seluruh arah gerak dasar (maju, mundur, kanan, dan kiri) dapat dikendalikan secara akurat melalui sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) yang ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. (a) tombol Blynk kanan “ON” (b) tombol Blynk kiri “ON”
(c) motor ke kanan menyala (d) motor ke kiri menyala

Pada tahap selanjutnya, dilakukan pengujian fungsi penyedotan lumpur yang dikombinasikan dengan monitoring melalui CCTV. Ketika pompa diaktifkan untuk menyedot lumpur (indikator “1” menyala dalam aplikasi Blynk), sistem menunjukkan bahwa pompa dalam kondisi ON dan berhasil melakukan proses penyedotan. Gambar dari CCTV yang terpasang pada Gambar 7 memperlihatkan kondisi aktual di lapangan, sehingga operator dapat memantau kinerja penyedotan secara langsung dari perangkat Android. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis aplikasi Blynk pada perangkat Android dapat menjalankan seluruh fungsi kendali pompa dengan baik, responsif, dan *real-time*. Hal ini menunjukkan keberhasilan integrasi antara perangkat keras (pompa, ESP32, dan CCTV) dengan perangkat lunak (Blynk dan Android), yang menjadikan sistem ini layak diterapkan dalam pengendalian pompa untuk kebutuhan penyedotan lumpur secara efisien dan jarak jauh.



Gambar 7. Pompa Menyedot Lumpur

Tabel 3. Hasil Uji ESP32 dalam Panel Kondisi Tertutup

Hari ke	Jarak (Meter)	Suhu (Celcius)	Delay (Detik)
1	0 - 2	33.5	1 - 2
2	0 - 3	34	1.5 - 3
3	0 - 5	33	2 - 3
4	0 - 2	33.6	1 - 2
5	0 - 3	33.9	2 - 2.9
6	0 - 5	34	2 - 2.9
7	0 - 2	34	2 - 2.7
8	0 - 3	34.3	2 - 2.8
9	0 - 5	34.2	2 - 2.9
10	0 - 7	35	2.4 - 10

Pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 dilakukan selama 10 hari dengan waktu yang sama pada pukul 12.30 WIB. Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol penyedot lumpur berbasis IoT dengan kontrol ESP32 dan Blynk, diperoleh data yang menunjukkan adanya keterkaitan erat antara parameter jarak dengan delay respon sistem, serta pengaruh kondisi lingkungan seperti cuaca dan suhu. Dari data pengujian pada hari ke-1 hingga ke-10, diketahui bahwa pada jarak pendek (0-2 meter), delay yang tercatat berada dalam rentang 1-2 detik, dengan kondisi cuaca cerah maupun mendung, serta suhu sekitar 33,5-34°C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja optimal dalam kondisi ideal dengan jarak yang pendek dan suhu yang tidak ekstrem.

Seiring bertambahnya jarak, nilai delay pun meningkat. Pada jarak 0-3 meter, delay bervariasi antara 1,5 hingga 3 detik, dengan kecenderungan meningkat ketika cuaca hujan atau suhu sedikit lebih tinggi (sekitar 34°C ke atas). Peningkatan delay yang lebih signifikan tercatat pada jarak 0-5 meter, dengan nilai delay berkisar antara 2 hingga 3 detik, baik pada cuaca mendung maupun cerah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun tidak ada hujan, jarak yang lebih jauh tetap menyebabkan penurunan performa sistem karena kemungkinan penurunan kekuatan sinyal WiFi atau latensi jaringan.

Puncak delay tertinggi terjadi pada hari ke-10, ketika jarak uji mencapai 0-7 meter, suhu mencapai 35°C, dan cuaca mendung. Pada kondisi ini, delay melonjak drastis hingga mencapai 10 detik. Ini menunjukkan bahwa kombinasi antara jarak yang jauh [17], cuaca mendung, dan suhu tinggi dapat menyebabkan gangguan serius terhadap kinerja sistem kontrol berbasis IoT, kemungkinan besar karena gangguan pada kestabilan sinyal WiFi dan penurunan efisiensi kerja perangkat ESP32 akibat suhu dan medan area bak penampungan sementara yang berada di area yang sulit dijangkau sinyal. Penggunaan komunikasi berbasis frekuensi radio (LoRa) dapat dijadikan solusi untuk jarak yang jauh lebih efektif [18].

Adapun pengujian terhadap sistem kontrol dan monitoring telah berhasil untuk menggerakkan motor 3 fasa untuk maju, mundur, ke kanan, ke kiri dan pompa submersible menyedot lumpur seperti ditampilkan pada Gambar 7 menyedot dan monitoring CCTV walaupun dengan delay yang telah dibahas sebelumnya. Hal ini

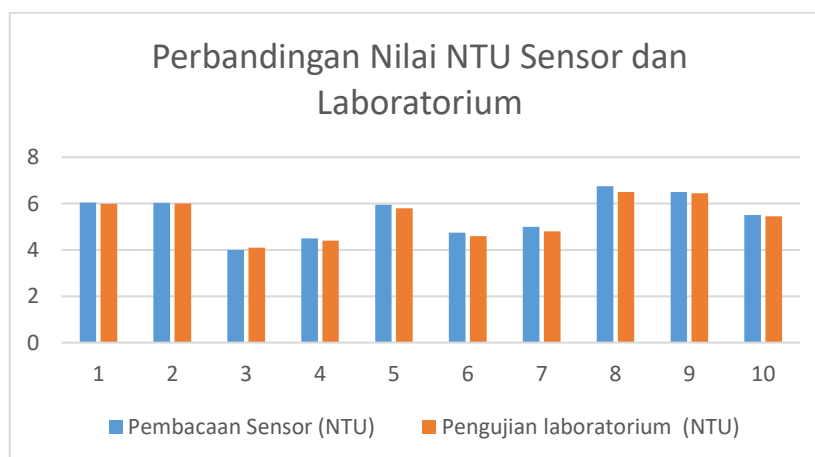
menunjukkan bahwa motor dan pompa memiliki kinerja yang baik dengan sebagai aktuator. CCTV juga menunjukkan sistem monitoring yang jelas terpantau untuk penyedotan lumpur.

3.3. Performa Sensor *Turbidity*

Evaluasi performa sensor *turbidity* memegang peranan krusial dalam berbagai aplikasi lingkungan dan industri, terutama yang berkaitan dengan pemantauan kualitas air secara *real-time*[19]. Sensor *turbidity* bekerja berdasarkan prinsip optik, di mana cahaya yang dipancarkan akan berinteraksi dengan partikel-partikel tersuspensi dalam air, dan intensitas cahaya yang tersebar atau ditransmisikan diukur untuk menentukan tingkat kekeruhan[20]. Pada pengujian performa sensor *turbidity* dilakukan dengan membandingkan antara pembacaan kekeruhan yang dihasilkan oleh sensor *turbidity* dengan hasil yang diperoleh laboratorium. Pengujian dilakukan selama 10 hari dengan pengambilan sampel dari bak penampungan sementara seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil yang diperoleh dibandingkan untuk memperoleh nilai eror dan akurasi dari sensor *turbidity*.

Tabel 4. Pembacaan Sensor Kekeruhan (*Turbidity*)

Hari ke	Pembacaan Sensor (NTU)	Pengujian laboratorium (NTU)	Nilai eror (%)	Akurasi (%)
1	6,05	5,99	0,99	99,01
2	6,03	6	0,5	99,50
3	4	4,1	2,44	97,56
4	4,5	4,4	2,22	97,78
5	5,95	5,8	2,52	97,48
6	4,75	4,6	3,16	96,84
7	5	4,8	4	96,00
8	6,75	6,5	3,71	96,29
9	6,5	6,45	0,77	99,23
10	5,5	5,45	0,91	99,09



Gambar 8. Perbandingan Nilai Kekeruhan Sensor dengan Hasil Laboratorium

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 4 dan Gambar 8 menunjukkan perbandingan nilai NTU antara pembacaan sensor dan hasil pengujian laboratorium selama 10 hari, diketahui bahwa sistem sensor *turbidity* menunjukkan performa yang cukup akurat dan konsisten. Nilai akurasi yang diperoleh selama periode

pengujian umumnya berada di atas 96%, dengan puncak akurasi mencapai 99,50% pada hari ke-2 dan titik terendah pada 96,00% pada hari ke-7. Nilai eror yang tercatat berkisar antara 0,5% hingga 4%, yang mengindikasikan adanya deviasi antara pembacaan sensor dan hasil uji laboratorium, namun deviasi ini masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk aplikasi lapangan[21]. Grafik batang memperkuat hasil ini dengan menunjukkan kesesuaian pola antara dua sumber data, dimana fluktuasi nilai sensor selalu mengikuti tren hasil laboratorium. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor mampu merepresentasikan nilai turbiditas secara *real-time* dengan akurasi yang cukup tinggi, sehingga layak digunakan untuk sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kendali pompa lumpur berbasis IoT pada bak penampung sementara. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor *turbidity*, relay 5 kanal, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka kendali jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol pompa dan motor 3 fasa secara responsif dengan delay rata-rata 1–3 detik dalam kondisi normal, serta tetap dapat berfungsi meskipun dalam suhu tinggi dan cuaca buruk, meski dengan peningkatan delay hingga 10 detik pada kondisi ekstrem. Sensor *turbidity* menunjukkan akurasi tinggi dengan rata-rata di atas 96% dibanding hasil laboratorium. Integrasi kamera pemantau juga memungkinkan sistem ini untuk dimonitor secara *real-time*. Dengan performa yang andal dan kemampuan kendali jarak jauh, sistem ini layak diterapkan untuk mendukung efisiensi operasional pengelolaan lumpur dan pengolahan air bersih di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. D. Prianti, S. Hadianoro, and P. Prastijono, "Pengaruh Penambahan PAC terhadap Tingkat Kekeruhan pada Proses Penjernihan Air Sungai Di Perumda Delta Tirta-Sidoarjo," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 3, pp. 526–531, 2022.
- [2] M. I. Mukrim *et al.*, "Teknik penyediaan air minum (PAM)," no. September, pp. 1–30, 2023.
- [3] S. A. Putra, I. S. Adz-Dzikri, G. Permadi, and Q. Qirom, "Sistem Monitoring Dan Data Logger Produksi Gas Metana Pada Biodigester Berbasis Mikrokontroler ESP32," *J. Disprotek*, vol. 15, no. 2, pp. 144–151, 2024.
- [4] I. Irawan, Z. Azmi, and M. Hutashut, "Iot Pada Sistem Monitoring Kecepatan Air Sungai Babura Sebagai Peringatan Dini Banjir Berbasis Node Mcu," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 3, no. 3, pp. 80–87, 2024, doi: 10.53513/jursik.v3i3.9289.
- [5] Y. B. PRASETYA, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kekeruhan Air Dengan Penyaringan Air Dalam Tandon Menggunakan Internet Of Things (IoT) Berbasis Wemos D1 Mini Via Android." Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2022.
- [6] W. DEWANTORO and M. B. Ulum, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Hias Air Tawar Berbasis Iot (Internet of Things)," *J. Komputasi*, vol. 9, no. 2, pp. 67–75, 2021, doi: 10.23960/komputasi.v9i2.2858.
- [7] H. Prayoga, Q. Hidayati, and A. Wahyu, "Rancang bangun alat penggantian air dan pemberian Pakan secara otomatis pada akuarium ikan hias berbasis Mikrokontroler," *JIMREK J. Ilm. Rekayasa Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 87–99, 2024.
- [8] N. A. Syam, A. Fadli, R. Rahmawati, D. M. Sari, and ..., "Prototype Smart Water Monitoring Untuk Pengembangan Fishery Management System," *Edu Elektr.*, vol. 11, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edue/article/view/56894>
- [9] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, "Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis," *JIT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [10] B. Hafit Setiawan and E. Junianto, "Sistem Pengendalian Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk," *E-Prosiding Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2024, [Online]. Available: <https://eprosiding.ars.ac.id/index.php/pti/article/view/1137>
- [11] M. W. S. Syam, U. Latifa, and L. Nurpulaela, "Perancangan Kontrol Aktuator Berbasis Nodemcu Esp32 Pada Smart Agriculture," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 141–151, 2023, doi: 10.30604/jti.v5i2.145.
- [12] J. Trevathan, W. Read, and A. Sattar, "Implementation and calibration of an IoT light attenuation turbidity sensor," *Internet of Things*, vol. 19, p. 100576, 2022.
- [13] H. Supriyono, A. Hibatullah, and K. Harismah, "Turbidity Monitoring of Freshwater Using Internet of Things Platform," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1858, no. 1, p. 12048.
- [14] N. Krishnaraj, "Implementation of a human activity monitoring system through IoT sensor and blynk cloud platform," *J. Inf. Technol. Digit. World*, vol. 4, no. 2, pp. 105–113, 2022.
- [15] K. G. S. M. Ismail, N. I. Suwono, R. Maulana, D. Fahrizal, S. Setiawan, and Y. Muliawati, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Motor 3 Phase Berbasis Iot," *J. Tek. Mek. Bandar Udar.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–27, 2024.
- [16] A. R. Mahbub, J. Warta, A. Hidayat, and W. Priatna, "Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Daya Pintar untuk CCTV Berbasis IoT dengan Model Scrum," *JSI (Jurnal Sist. Informasi) Univ. Suryadarma*, vol. 12, no. 1, pp. 31–42, 2025.
- [17] A. Herlina, M. I. Syahbana, M. A. Gunawan, and M. M. Rizqi, "Sistem Kendali Lampu Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk 2.0 Dengan Modul Nodemcu Esp8266," *INSANtek*, vol. 3, no. 2 SE-, pp. 61–66, Nov. 2022, doi:

- 10.31294/instk.v3i2.1532.
- [18] I. S. Wibowo, M. A. F. Adit, and T. T. Laksana, "Sistem Monitoring Ruang Server Berbasis IoT Menggunakan Komunikasi Lora Ebyte E32," *J. Sist. Cerdas*, vol. 6, no. 3, pp. 222–231, 2023.
- [19] P. Wibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencemaran Air Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solids (Tds) Dan Kekeruhan," Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.
- [20] G. F. Arafat, A. Wijayanto, and N. A. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengolahan Limbah Cair Tahu Di Kabupaten Purbalingga Berbasis Internet of Things," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1329, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.3863.
- [21] I. A. N. Kurniawan, A. Sholeh, and P. D. Mariadi, "Pemeriksaan Amonia dalam Air Menggunakan Metode Fenat dengan Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi," in *Gunung Djati Conference Series*, 2022, vol. 7, pp. 77–82.