

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN PH AIR PDAM BERBASIS IOT
DENGAN INTEGRASI GOOGLE SPREADSHEET DAN NOTIFIKASI
TELEGRAM****Moch Rizal Jibrán Alamsyah¹, Miftahur Rohman², Bambang Suprianto³, Pradini
Puspitaningayu⁴**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: mochalamsyah.21009@mhs.unesa.ac.id, miftahurrohman@unesa.ac.id,
bambangsuprianto@unesa.ac.id, pradinip@unesa.ac.id**Abstract (English)**

The quality of PDAM water is strongly influenced by its acidity level (pH), which must be continuously monitored. Manual measurement often takes time and is prone to human error. This research aims to design an automatic pH monitoring system based on the Internet of Things (IoT) that can record and transmit data in real time. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, a pH sensor 4502C for measuring acidity, an LCD 16x2 I2C as a display unit, a 4x4 keypad for location input, and a 10,000 mAh powerbank as a portable power source. The collected data are automatically sent to Google Spreadsheet, while notifications are delivered through Telegram. The research method used is Research and Development (R&D), consisting of design, testing, and analysis stages. The results show that the system operates stably with a 100% data transmission success rate and an average pH reading error of less than 1% compared to PDAM reference data. Therefore, the system proves to be accurate, efficient, and reliable for real-time water quality monitoring.

Article History*Submitted: 23 Januari 2026**Accepted: 26 Januari 2026**Published: 27 Januari 2026***Key Words***Water pH, ESP32, IoT,
Google Spreadsheet,
Telegram***Abstrak (Indonesia)**

Kualitas air PDAM sangat dipengaruhi oleh tingkat keasaman (pH) yang harus selalu terpantau. Pengukuran secara manual sering memakan waktu dan berisiko terjadi kesalahan. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengukuran pH air otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau dan mengirim data secara real-time. Sistem menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor pH 4502C untuk membaca nilai pH, LCD 16x2 I2C sebagai tampilan, keypad 4x4 untuk input lokasi, dan powerbank 10.000mAh sebagai sumber daya portabel. Data hasil pengukuran dikirim otomatis ke Google Spreadsheet dan notifikasi dikirim ke Telegram. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) melalui tahap perancangan, pengujian, dan analisis. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu bekerja stabil dengan tingkat keberhasilan pengiriman data 100%, serta rata-rata error pembacaan pH di bawah 1% dibandingkan data PDAM. Dengan demikian, sistem ini dinilai akurat, efisien, dan dapat digunakan sebagai alat pemantauan kualitas air secara real-time.

Sejarah Artikel*Submitted: 23 Januari 2026**Accepted: 26 Januari 2026**Published: 27 Januari 2026***Kata Kunci***pH air, ESP32, IoT, Google
Spreadsheet, Telegram***PENDAHULUAN**

Pengukuran pH merupakan salah satu parameter penting dalam laboratorium, terutama dalam analisis berbagai larutan (Devirizanty dkk., 2021). pH menentukan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang berpengaruh pada berbagai reaksi kimia. Dalam proses ini, pengukuran pH yang akurat dan cepat sangat diperlukan untuk memastikan kualitas hasil analisis dan keefektifan proses penelitian.

Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet of Things (IoT) memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengukuran pH. IoT memungkinkan sistem pengukuran bekerja secara otomatis, dengan data yang dikirimkan dan diproses

secara real-time (Hamidah dkk., 2023).

Dalam penelitian Rizky dkk pada tahun 2020 yang meneliti alat ukur warna dari tabel indikator universal pH yang diperbesar berbasis mikrokontroler arduino yaitu alat ini mampu membedakan warna dengan akurat untuk pemindaian warna antara pH 1 sampai pH 14, namun alat ini mengalami masalah saat membedakan warna pH 12 dan 14 (Wibowo&Ali, 2019).

Penelitian Arief dkk. (2020) tentang rancang bangun pH meter otomatis berbasis ATmega16 menunjukkan bahwa alat ini memiliki akurasi pembacaan pH lebih baik dibanding indikator konvensional dan mampu mengurangi risiko kontak langsung dengan larutan kimia. (Arief dkk., 2020)

Pengukuran pH secara otomatis telah banyak dikembangkan dalam penelitian sebelumnya. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti sistem yang hanya menampilkan hasil pada layar LCD tanpa integrasi notifikasi real-time. Hal ini membuka peluang untuk mengembangkan sistem yang lebih inovatif dengan memanfaatkan teknologi IoT, dimana hasil pengukuran pH air PDAM dapat dikirimkan secara otomatis ke Google Spreadsheet dan diteruskan melalui notifikasi Telegram untuk memudahkan pemantauan kualitas air secara jarak jauh dan real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengukuran pH otomatis berbasis IoT yang digunakan untuk memonitor pH air PDAM. Sistem ini tidak hanya mampu mengukur dan memantau nilai pH secara otomatis, tetapi juga mencetak hasil pengukuran dalam bentuk struk fisik sebagai dokumentasi tambahan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan kualitas air, mengurangi kesalahan pencatatan manual, serta mendukung pengelolaan air bersih yang lebih modern dan berbasis data.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pengukuran pH air otomatis di PDAM ?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem IoT untuk mengirimkan data hasil pengukuran pH secara real-time pada Telegram dan Google Spreadsheet?
3. Bagaimana hasil pengujian pengukuran pH pada sistem yang dikembangkan dibandingkan dengan metode manual?

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* (R&D), yaitu suatu proses atau langkah-langkah sistematis untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Penelitian pengembangan merupakan salah satu jenis penelitian yang berperan sebagai penghubung antara penelitian dasar dan penelitian terapan. Penelitian ini menyempurnakan beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penggunaan sensor pH untuk monitoring, dengan menambahkan teknologi Internet of Things (IoT) guna melakukan pendataan monitoring pH secara *real time*, penyimpanan data pada basis data berbentuk *spreadsheet*, serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikroprosesor A8 pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, dengan cakupan lokasi penelitian meliputi beberapa titik distribusi yang telah ditentukan oleh pihak PDAM.

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, yang menggambarkan tahapan penelitian secara menyeluruh dari awal hingga akhir, dimulai dari identifikasi masalah, perancangan dan pengembangan sistem, pengujian, hingga penyusunan kesimpulan dan saran. Seluruh proses penelitian diharuskan mengikuti tahapan pada diagram alir Gambar 2.1 agar pelaksanaannya dapat berjalan secara sistematis dan

terstruktur.



Gambar 2.1 Alur Penelitian

1. Identifikasi Masalah

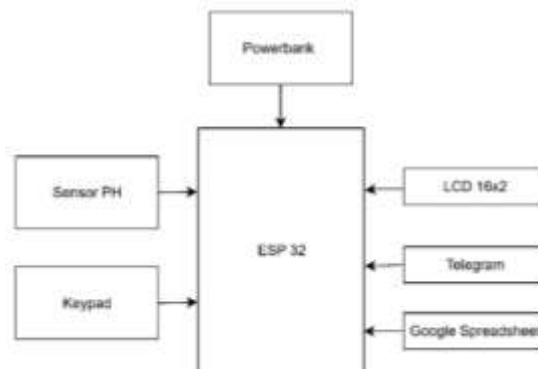
Tahap ini adalah langkah paling awal yang dilakukan pada penelitian. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap permasalahan yang terjadi pada laboratorium, khususnya permasalahan dalam pengecekan pH. Proses pengecekan dan pendataan pH larutan senyawa kimia manual tidak hanya menghabiskan banyak waktu tetapi seringkali menyebabkan kesalahan, kurang efektif dan efisien, sulit untuk dipantau secara real-time data larutan yang telah dicek dan dipantau yang kurang baik dan teliti. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan solusi berupa sistem otomatisasi yang dapat digunakan untuk melakukan pendataan pH secara cepat, akurat, aman, serta dapat dipantau secara real-time dan terdata di data base.

2. Studi Literatur

Sebelum memulai penelitian, penulis menggali berbagai karya ilmiah yang relevan dengan judul penelitian ini. Dari penelitian-penelitian terdahulu, penulis menemukan inovasi-inovasi terbaru. Selanjutnya, penelitian-penelitian terkini harus dipelajari untuk mencari inovasi terbaru dengan memanfaatkan praktikum dan informasi dari buku serta sumber-sumber lainnya. Sebagai bahan literatur, penulis memeriksa buku manual dan jurnal-jurnal yang membahas tentang teknologi internet of things dan integrasi monitoring pH. Studi literatur ini bertujuan untuk mencari informasi seputar topik penelitian pemanfaatan teknologi IoT dan membantu pengembangan mengenai monitoring pH.

3. Perancangan Alat

Tahap perancangan perangkat keras (hardware) diawali dengan pembuatan desain sistem, dimana setiap blok dirancang dengan fungsi tertentu sehingga saling terintegrasi dan membentuk suatu sistem yang bekerja secara terpadu. Desain sistem yang telah dirancang ditampilkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Desain Sistem

Dalam menentukan komponen utama untuk sistem pendataan pH ini, penulis mempertimbangkan sejumlah faktor untuk memastikan alat memiliki kinerja yang optimal, andal, dan efisien. Berikut ini adalah daftar komponen yang digunakan:

1. **Mikrokontroler ESP32**
2. **Sensor pH**
3. **Keypad**
4. **LCD 16x2**

5. Telegram

6. Google Spreadsheet

7. Powerbank

a) Perancangan Perangkat Lunak (Software)



Gambar 2. 3 Flowchart Software

Pada Gambar 2.3 ditampilkan *flowchart* perangkat lunak sistem yang diawali dengan proses koneksi internet. Setelah koneksi berhasil, pengguna memasukkan Kode NIP Operator dan Kode Larutan melalui keypad untuk diverifikasi oleh sistem. Jika valid, sensor pH akan membaca nilai pH pada bak air, kemudian data hasil pengukuran dikirim ke Google Spreadsheet dan notifikasi dikirim melalui Telegram, setelah itu sistem kembali ke mode awal dan proses selesai.

Data hasil pengukuran tersimpan pada Google Spreadsheet sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.4, yang memuat tanggal, identitas operator, lokasi, nilai pH, dan status kualitas air. Selain itu, inventory larutan yang telah diukur juga dicatat pada Google Spreadsheet seperti ditampilkan pada Gambar 2.5.

b) Perancangan Pemograman



Gambar 2.4 Flowchart Pemograman

Pada Gambar 2.4 ditampilkan *flowchart* pemrograman yang menggambarkan alur kerja sistem dari proses inisialisasi hingga pengiriman data. Proses diawali dengan inisialisasi

perangkat, meliputi koneksi WiFi, pemanggilan library, serta penyiapan LCD dan serial monitor. Selanjutnya, operator memasukkan NIP dan kode lokasi bak air melalui keypad untuk diverifikasi. Setelah valid, sistem membaca nilai pH menggunakan sensor, menentukan status kelayakan air, dan menampilkan hasilnya pada LCD. Pengguna kemudian dapat memilih proses lanjutan, seperti pengiriman data ke Google Spreadsheet dan notifikasi Telegram atau kalibrasi sensor. Jika pengiriman dipilih, data dikirim secara otomatis ke layanan cloud dan Telegram.

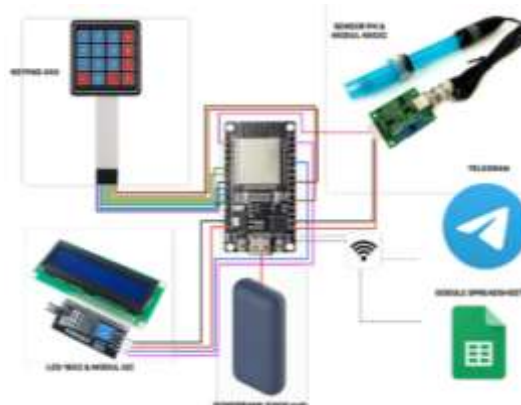
c) Flowchart Pengambilan data



Gambar 2.5 Flowchart Pengambilan Data

Pada Gambar 2.5 ditampilkan *flowchart* pengambilan data yang menggambarkan tahapan pengukuran pH di lapangan. Proses dimulai dengan persiapan alat, meliputi pengecekan sensor pH, ESP32, LCD, sumber daya, koneksi WiFi, dan kalibrasi awal. Selanjutnya dilakukan pencatatan informasi awal di lokasi pengukuran, diikuti dengan proses pengukuran nilai pH menggunakan alat otomatis secara berulang untuk memastikan konsistensi data. Data hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan data PDAM sebagai acuan untuk menilai tingkat akurasi alat, sebelum direkap dan disimpan sebagai data akhir untuk tahap analisis.

4. Integrasi



Gambar 2.6 Wiring Hardware Sistem

Pada Gambar 2.6 yang menampilkan wiring hardware sistem, terdapat sejumlah pin yang digunakan untuk mengintegrasikan setiap komponen. Konfigurasi pin yang digunakan dalam wiring hardware sistem ini dirangkum dalam beberapa tabel dibawah ini:

Tabel 3.2 Wiring Esp32 dengan Sensor pH & Modul 4502C

ESP 32	Sensor pH & Modul 4502C
P0	Vp
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc

Tabel 3.2 merupakan wiring antara mikrokontroler esp32 dengan sensor pH dan modul.

Tabel 3.3 Wiring Esp32 dengan LCD 16x2 (I2C)

ESP 32	LCD 16x2 (I2C)
SDA	D21
Gnd	D22
Vcc	5v
Gnd	Gnd

Tabel 3.3 merupakan wiring antara mikrokontroler Esp32 dengan LCD 16x2 (I2C).

Tabel 3.4 Wiring Esp32 dengan Keypad

ESP 32	Keypad 4x4
SDA	Row1
Gnd	Row2
Vcc	Row3
Gnd	Row4
D32	Col1
D33	Col2
D4	Col3
D5	Col4

Tabel 3.4 merupakan wiring antara mikrokontroler esp32 dengan dengan keypad 4x4.

5. Pengujian dan Analisis

Tahap pengujian dilakukan setelah proses perancangan dan pembuatan alat selesai dengan tujuan mengevaluasi tingkat akurasi serta memastikan seluruh komponen sistem berfungsi sesuai perencanaan. Pengujian dalam penelitian ini dibagi menjadi empat bagian.

- Pengujian sensor pH dan modul 4502C dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Pengujian meliputi proses kalibrasi menggunakan larutan buffer standar pH 4, pH 7, dan pH 10, kemudian hasil pembacaan dibandingkan dengan nilai referensi untuk menentukan tingkat akurasi dan konsistensi sensor.
- Pengujian komponen pendukung, seperti keypad dan LCD I2C, dilakukan untuk memastikan kinerja dan keandalan masing-masing komponen. Nilai persentase error pada pengujian ini dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\%error = \frac{|x - y|}{y} \dots\dots (1)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum i = 1 n x_i}{n} \dots\dots (2)$$

Keterangan:

X= Nilai bacaan sensor pH PDAM

y = Nilai pH meter IoT

% error = Persentase Kesalahan

\bar{x} = nilai rata-rata

$\sum i=1 n x_i$ = jumlah seluruh data hasil pengujian

n = banyak data uji

- c) Pengujian pengiriman dan penyimpanan data dilakukan untuk memastikan bahwa data pH yang dibaca oleh sensor dapat dikirim dan disimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet melalui sistem keypad tanpa kesalahan pengiriman, kehilangan, maupun duplikasi data, serta untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pengiriman dan pencatatan data.
- d) Pengujian evaluasi kualitas air dilakukan berdasarkan nilai pH yang terukur, di mana nilai pH di atas 7 dikategorikan sebagai *compliant* yang menandakan bahwa kualitas air memenuhi kriteria yang telah ditetapkan.
- e) Pengujian keseluruhan merupakan pengujian terintegrasi seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengetahui kinerja akhir alat, memastikan sistem bekerja sesuai indikator pencapaian, serta mengevaluasi tingkat akurasi sistem dalam menjalankan fungsi utamanya secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah alat sistem pengukuran pH air PDAM berbasis IoT dapat bekerja dengan baik serta memastikan setiap komponen pada rangkaian telah berfungsi sesuai dengan perancangan. Hasil dari rancang bangun sistem pengukuran pH air PDAM berbasis IoT dengan integrasi Google Spreadsheet dan notifikasi Telegram dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 komponen
Esp32 dan Modul 4502C

Gambar 3.2 komponen
LCD 16x212C



Gambar 3.3 komponen
pH Meter & Keypad 4x4



Gambar 3.2 komponen
Power bank 10.000mAh

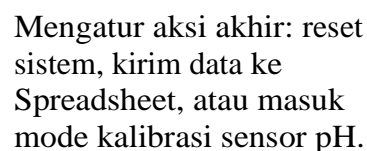
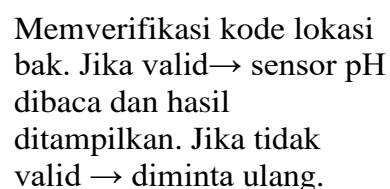
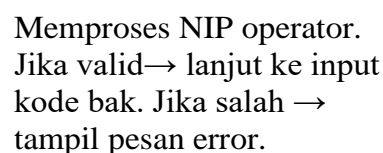
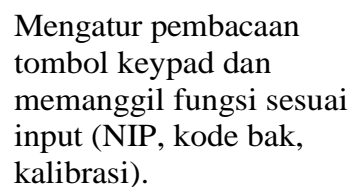
Gambar-gambar tersebut menunjukkan prototipe alat sistem pengukuran pH air PDAM berbasis IoT dengan integrasi Google Spreadsheet dan notifikasi Telegram. Perangkat keras dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan modul koneksi WiFi, sensor pH 4502C beserta modul pengkondisi sinyal, LCD 16x2 I2C sebagai media tampilan, serta keypad 4x4 untuk memasukkan kode lokasi pengukuran. Seluruh sistem disuplai oleh powerbank berkapasitas 10.000 mAh sehingga bersifat portabel. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 berdasarkan hasil kalibrasi, ditampilkan pada LCD, dan dikirim secara otomatis ke Google Spreadsheet melalui jaringan internet. Apabila nilai pH berada di luar rentang standar 6,5–8,5, sistem mengirimkan notifikasi peringatan melalui Telegram. Konfigurasi ini memungkinkan pemantauan kualitas pH air PDAM secara real-time, efisien, dan mendukung pengawasan kualitas air hingga ke konsumen.

A. Pengujian Fungsionalitas Sistem Monitoring pH Air Berbasis ESP32

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi utama program pada ESP32 berjalan sesuai rancangan. Proses meliputi inialisasi library pendukung seperti keypad, Wi-Fi, HTTPClient, LCD I2C, serta integrasi Telegram Bot dan Google Spreadsheet. Pengujian dilanjutkan pada tahap *setup()* yang mencakup koneksi Wi-Fi, sinkronisasi waktu, dan inialisasi LCD. Selanjutnya dilakukan pengujian input keypad untuk memasukkan NIP operator dan kode bak penampungan yang divalidasi dan ditampilkan pada LCD. Pengujian juga mencakup kalibrasi sensor pH menggunakan tiga titik acuan (pH 4.1, 6.5, dan 9.0) guna memastikan keakuratan pembacaan. Data pH yang diperoleh ditampilkan, dianalisis untuk menentukan status kualitas air, serta dikirim ke Google Spreadsheet dan Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik sehingga sistem monitoring pH air dapat beroperasi secara real-time dan efisien.

Tabel 3.1 Pengujian Fungsionalitas ESP32

Serial Monitor hasil pengujian	Keterangan
	Library yang digunakan: Keypad, WiFi, HTTP Client, Time, LCD I2C, Universal Telegram Bot, dan WiFi Client Secure untuk mendukung fungsionalitas sistem monitoring pH berbasis IoT
	Menginisialisasi serial monitor, LCD, koneksi Wi-Fi, bot Telegram, serta sinkronisasi waktu NTP agar sistem siap digunakan.



B. Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pengujian kalibrasi dilakukan untuk memastikan sensor pH memberikan pembacaan yang akurat sesuai nilai standar. Proses kalibrasi menggunakan larutan buffer pH 4, pH 7, dan pH 10, dengan membandingkan tegangan keluaran sensor terhadap nilai referensi. Berdasarkan hasil tersebut, sistem menyesuaikan konversi tegangan menjadi nilai pH guna meminimalkan error pembacaan sehingga hasil pengukuran berada dalam rentang akurasi yang dapat diterima.

Tabel 3.2 Kalibrasi Sensor pH

Jenis pH	Nilai dari sensor pH PDAM	Nilai dari Sensor pH berbasis IoT	Nilai eror
pH4	4,02	4,10	1,99%
pH7	7,05	7,33	3,87%
pH9	10,01	9,85	1,60%

Berdasarkan Tabel 3.1, sensor pH mampu membaca seluruh larutan buffer standar dengan tingkat keberhasilan 100%, meskipun masih terdapat selisih pembacaan yang menghasilkan error antara 1,60% hingga 4,71%. Error tertinggi terjadi pada larutan buffer pH 7,00 dengan hasil sensor 7,33, sedangkan error terendah diperoleh pada pH 10,01. Variasi error ini dipengaruhi oleh ketelitian kalibrasi, kondisi elektroda sensor, stabilitas larutan buffer, suhu lingkungan, serta durasi perendaman sensor

C. Pengujian Pengiriman Data ke Telegram

Pengujian pengiriman data ke Telegram dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengirimkan notifikasi pH secara otomatis kepada multi-user. Pengujian mencakup keberhasilan pengiriman, waktu tunda (*latency*), kelengkapan isi pesan (waktu, operator, lokasi, nilai pH, dan status), serta ketahanan sistem terhadap kondisi jaringan yang tidak stabil.

Tabel 3.3 Pengujian Pengiriman Data ke Telegram

Percobaan ke-	Id pengguna dan pengiriman data	Statusdata
1	Id 1, data lengkap	Terkirim
2	Id 1, data lengkap	Terkirim
3	Id 1, data lengkap	Terkirim
4	Id 1, data lengkap	Terkirim
5	Id 1, data lengkap	Terkirim
6	Id 1, data lengkap	Terkirim
7	Id 1, data lengkap	Terkirim
8	Id 1, data lengkap	Terkirim
9	Id 1, data lengkap	Terkirim
10	Id 1, data lengkap	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel, seluruh percobaan menunjukkan bahwa data berhasil dikirim dan diterima melalui Telegram dengan status lengkap tanpa kegagalan, sehingga tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100%. Hal ini menunjukkan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik serta sistem mampu mengirimkan notifikasi pH secara real-time dan andal. Dengan demikian, sistem telah berfungsi sesuai tujuan perancangan dan siap untuk diimplementasikan lebih lanjut, sebagaimana tampilan hasil pengiriman data pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pengiriman Data di Telegram

D. Pengujian Pengiriman Data ke Google Spreadsheet

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan data hasil pembacaan sensor dapat dikirim dan tersimpan secara otomatis ke Google Spreadsheet secara lengkap tanpa kehilangan informasi, serta untuk mengevaluasi ketepatan sistem dalam proses pencatatan data agar dapat dipantau secara real-time.

Tabel 3.4 Pengiriman Data ke Google Spreadsheet

Percobaan ke-	Id pengguna dan Pengiriman data	Status data
1	Id 1, data lengkap	Terkirim
2	Id 1, data lengkap	Terkirim
3	Id 1, data lengkap	Terkirim
4	Id 1, data lengkap	Terkirim
5	Id 1, data lengkap	Terkirim
6	Id 1, data lengkap	Terkirim
7	Id 1, data lengkap	Terkirim
8	Id 1, data lengkap	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel, seluruh percobaan menunjukkan bahwa data berhasil tersimpan di Google Spreadsheet secara lengkap tanpa error, menandakan integrasi sensor, mikrokontroler, dan layanan cloud berjalan dengan stabil. Keberhasilan ini menunjukkan sistem memiliki reliabilitas dan konsistensi yang baik dalam mendukung monitoring pH secara real-time, sehingga tujuan pengujian telah tercapai sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 data di Google Spreadsheet

Tanggal	Nip	Nama	Lokasi	ph	Status
27-08-2025 13:26:41	123	Jibran	Lokasi PDAM	7.59	Compliant
27-08-2025 13:29:15	123	Jibran	Lokasi PDAM	7.56	Compliant
27-08-2025 13:36:52	123	Jibran	Lokasi1	7.71	Compliant

27-08-2025 13:42:45	123	Jibran	Lokasi2	7.68	Compliant
27-08-2025 13:48:26	123	Jibran	Lokasi3	7.44	Compliant
27-08-2025 13:53:31	123	Jibran	Lokasi4	7.51	Compliant

E. Pengujian Sistem

1. Pengujian hari ke-1 (Rabu, 27-08-2025)

Tabel 3.6 Pengujian Sistem hari ke-1

Lokasi	Nilai pH meter PDAM	Nilai Sensor pHIoT	Persentase Nilai Error	Status Air
PDAM Ngagel	7,50	7,56	0,80%	Compliant
Jl.Wonokromo Tengah5 No.8	7,65	7,71	0,78%	Compliant
Jl.Ketintang2	7,62	7,68	0,79%	Compliant
Jl.Ketintang Baru	7,40	7,44	0,54%	Compliant
Jl.PuriKencana KarahB26	7,48	7,51	0,40%	Compliant

Pada pengujian hari pertama di lima lokasi, hasil menunjukkan bahwa nilai pH yang dibaca sensor IoT masih sesuai dengan nilai referensi PDAM, dengan persentase error berkisar antara 0,40% hingga 0,80%. Error tertinggi terjadi di PDAM Ngagel dan terendah di Jl. Puri Kencana Karah B26, serta seluruh nilai error berada di bawah 1%, menandakan sensor IoT memiliki akurasi tinggi dan andal untuk pemantauan kualitas air.

2. Pengujian hari ke-2 (Kamis, 28-08-2025)

Tabel 3.7 Pengujian Sistem hari ke-2

Lokasi	Nilai pH meter PDAM	Nilai Sensor pHIoT	Persentase Nilai Error	Status Air
PDAM Ngagel	7,62	7,68	0,78%	Compliant
Jl.Rungkut Industri2	7,49	7,53	0,53%	Compliant
Jl.Rungkut Industri Rentokil	7,80	7,87	0,90%	Compliant
Jl.Bendul	7,50	7,55	0,66%	Compliant

Merisi4 Jl.JagirSido MuktiNo.14	7,76	7,82	0,77%	Compliant
---------------------------------------	------	------	-------	-----------

Pada pengujian hari kedua di lima lokasi, nilai pH yang dibaca sensor IoT konsisten dengan data PDAM, dengan persentase error berkisar antara 0,53% hingga 0,90%. Error tertinggi terjadi di Jl. Rungkut Industri 2 dan terendah di Jl. Bendul Merisi 4, sementara seluruh nilai error tetap berada di bawah 1%, menunjukkan sensor IoT akurat dan layak digunakan untuk pemantauan kualitas air.

3. Pengujian hari ke-3 (Jum'at, 29-08-2025)

Tabel 3.8 Pengujian Sistem hari ke-3

Lokasi	Nilai pH meter PDAM	Nilai Sensor pH IoT	Persentase Nilai Error	Status Air
PDAM Ngagel	7,62	7,62	0,00%	Compliant
Jl. Bendul MerisiSelatan 3No18	7,60	7,64	0,53%	Compliant
Jl.Sidosermo Indah4	7,85	7,90	0,64%	Compliant
Jl.Sidosermo Pdk/1A	7,64	7,67	0,39%	Compliant
Jl.Jemursari SelatanNo.16	7,83	7,86	0,38%	Compliant

Pada pengujian hari ketiga di lima lokasi, hasil menunjukkan nilai pH sensor IoT konsisten dengan data referensi PDAM dengan persentase error antara 0,00% hingga 0,64%. Error terendah terjadi di PDAM Ngagel dan tertinggi di Jl. Sidosermo Indah 4, sementara seluruh nilai error tetap berada di bawah 1%, membuktikan sistem akurat dan andal untuk pemantauan kualitas air.

4. Pengujian hari ke-4 (Senin, 01-09-2025)

Tabel 3.9 Pengujian Sistem hari ke-4

Lokasi	Nilai pH meter PDAM	Nilai Sensor pH IoT	Persentase Nilai Error	Status Air
PDAMN gagel	7,78	7,80	0,26%	Compliant
Jl.Taman PanjangJiwo Permai	7,68	7,70	0,26%	Compliant
Jl.Tenggilis Kauman	7,88	7,92	0,51%	Compliant
Jl.Panja ng JiwoGa	7,88	7,91	0,38%	Compliant

ng				
Besar				
Jl.Rung	7,97	8,00	0,38%	Compliant
kut				
Mejoyo				
Utara				

Pada pengujian hari keempat di lima lokasi, hasil menunjukkan bahwa pembacaan pH sensor IoT konsisten dengan data acuan PDAM dengan persentase error berkisar antara 0,26% hingga 0,51%. Error terendah terjadi di PDAM Ngagel dan tertinggi di Jl. Panjang Jiwo Gang Besar, namun seluruh nilai error tetap berada di bawah 1%, menunjukkan variasi pengukuran masih dalam batas toleransi. Jika dibandingkan dengan pengujian hari pertama hingga ketiga, hasil ini menegaskan konsistensi dan stabilitas kinerja sensor IoT di berbagai lokasi. Secara keseluruhan, rangkaian pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring pH berbasis IoT mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat, stabil, dan andal untuk pemantauan kualitas air secara real-time.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH air PDAM Berbasis IOT dengan Integrasi Google Spreadsheet dan Notifikasi Telegram” telah selesai dilakukan dengan pendekatan berbasis teknologi Internet of Things (IoT). Dari hasil pelaksanaan penelitian, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Sistem pengukuran pH air berbasis ESP32 berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik. Alat mampu membaca nilai pH air secara otomatis dengan menggunakan sensor pH 4502C, menampilkannya pada LCD 16x2 I2C, serta memproses data sesuai hasil kalibrasi dengan tingkat akurasi yang baik dan stabil.
2. Sistem mampu mengirimkan data pengukuran secara otomatis kedalam Google Spreadsheet dan Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh data berhasil terkirim dengan tingkat keberhasilan 100%, tanpa adanya kehilangan data. Hal ini membuktikan bahwa koneksi antara perangkat dan server berjalan stabil dan real-time.
3. Nilai pH yang terukur menunjukkan kesesuaian dengan data PDAM dan masih berada dalam standar kualitas air (6,5–8,5). Rentang tersebut masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, yaitu 1–3% untuk pengukuran pH secara umum, dan 1–2% sesuai standar kelayakan pengukuran yang digunakan oleh PDAM. Dengan demikian, meskipun perangkat yang dikembangkan masih berupa prototipe, sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan alat pemantauan kualitas air berbasis IoT yang akurat, efisien, dan dapat mendukung PDAM dalam proses pengawasan distribusi air ke konsumen. Penelitian ini berhasil menghasilkan sistem pemantauan pH air PDAM berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mengukur.
4. Nilai pH secara otomatis menggunakan sensor pH 4502C, menampilkan hasil pada LCD 16x2 I2C, serta mengirimkan data ke Google Spreadsheet dan Telegram dengan tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100% tanpa kehilangan data, di mana hasil pengukuran menunjukkan kesesuaian dengan data acuan PDAM dan berada dalam rentang standar kualitas air 6,5–8,5 sehingga sistem dinyatakan berfungsi dengan baik, efisien, dan layak digunakan sebagai alat bantu pemantauan kualitas air secara berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Peningkatan pada akurasi dan stabilitas sistem diperlukan untuk kalibrasi sensor pH secara berkala serta pengujian pada berbagai kondisi air agar hasil pembacaan lebih akurat dan sistem tetap stabil saat digunakan dalam jangka waktu lama.
2. Pengembangan pada fitur prototipe dan integrasi sistem Penelitian berikutnya dapat menambahkan fitur peringatan otomatis ketika nilai pH melebihi batas normal, serta pengembangan dashboard berbasis web atau aplikasi agar pemantauan dapat dilakukan lebih mudah dan real-time.
3. Penerapan dilapangan dalam skala lebih luas sistem yang telah dibuat sebaiknya diuji dilebih banyak titik distribusi air PDAM untuk melihat konsistensi hasil pengukuran dan potensi penerapannya secara langsung di lingkungan kerja PDAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, R., Hardianto, & Muliawan, A. (2020). Rancang Bangun pH Meter Otomatis Menggunakan ATmega16 Dalam Upaya Peningkatan Akurasi Pembacaan pH Larutan Senyawa Kimia. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 20(1), 62–69.
- Devirizanty, D., Nurmalawati, S., & Hartanto, C. (2021). Perbandingan Unjuk Kinerja Berbagai Tipe pH Meter Digital Di Laboratorium Kimia. Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains Dan Teknologi, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.33369/labsaintek.v1i1.15460>
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S. I., & Kurnianto, D. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). Elektron : Jurnal Ilmiah, 13–20. <https://doi.org/10.30630/eji.15.1.336>
- Lengkong, O., & Masrikat, O. (2021). Laporan Kehadiran secara Real-Time Pada Kuliah Umum berbasis Mobile Apps menggunakan MIT App Inventor (Studi Kasus : Fakultas Ilmu Komputer – Universitas Klabat). e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi), 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.36774/jusiti.v10i1.816>
- Muslimin, A. M., Karim, K., & Tria Winarsih, T. W. (2022). Perancangan Alat Ukur pH Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega32u4 Menggunakan Sensor Ph Meter V1.1. Jurnal Natural, 18(1), 36–44. <https://doi.org/10.30862/jn.v18i1.175>
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis. JTT (Jurnal Teknologi Terapan), 7(1), 37. <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.318>
- Pratamaa, I. P. Y. P., Wibawa, K. S., & Suarjaya, I. M. A. D. (2022). Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino. JITTER, 3.
- Putra, R. M., Nurcahyo, S., & Priyadi, B. (2022). Kontrol Dan Monitoring Ph Air Pada Budidaya Lobster Air Tawar Dengan Metode Pid Berbasis Internet Of Things. Elkolind, 9.
- Rosyady, P. A., & Agustian, M. A. (2022). Sistem Monitoring dan Kontrol Keasaman Larutan dan Suhu Air pada Kolam Ikan Mas Koki dengan Smartphone Berbasis IoT. Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika, 21(2), 169–188. <https://doi.org/10.31358/techne.v21i2.317>
- Suhadi, Ramdani, & Rahmad, T. Y. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak (BBM) Berbasis Arduino Uno Menggunakan Liquid Crystal Display (LCD). GERBANG, 9.
- Warta, J., Priatna, W., Mahbub, A. R., & Srisulistiowati, D. B. (2023). Sistem Pendeteksi Nilai Ph Dan Temperatur Air Sumur Di Daerah Kp Rawa Menggunakan Metode Saw Berbasis

IoT. JURNAL SISTEM INFORMASI UNIVERSITAS SURYADARMA, 10(2).
<https://doi.org/10.35968/jsi.v10i2.1084>

Wibowo, R. S., & Ali, M. (2019). Alat Pengukur Warna Dari Tabel Indikator Universal pH Yang Diperbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino. Jurnal Edukasi Elektro, 3(2), 99–109.

Widagdo, D. Y. (2020). Recording System of Weighing Results Using Load Cell Sensors Through a Database Based on Arduino Uno. Jurnal Jartel: Jurnal Jaringan Telekomunikasi, 10(1), 13–19. <https://doi.org/10.33795/jartel.v10i1.161>