

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang sangat vital dalam kehidupan sehari-hari. Hampir seluruh aktivitas manusia, mulai dari konsumsi, kebersihan, sanitasi, hingga kegiatan ekonomi, sangat bergantung pada ketersediaan air bersih. Di Indonesia, tanggung jawab penyediaan dan distribusi air bersih kepada masyarakat luas diemban oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM berperan strategis dalam memastikan akses air bersih yang merata, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan, sehingga kualitas hidup masyarakat dapat terjaga dan mendukung pembangunan berkelanjutan [1].

PDAM Pagar Sejahtera merupakan salah satu perusahaan daerah yang menyediakan layanan air bersih di wilayah Kecamatan Pagerbarang dan sekitarnya. Saat ini, PDAM Pagar Sejahtera melayani lebih dari 1.500 pelanggan yang tersebar di berbagai desa dengan kondisi geografis dan infrastruktur yang beragam. Dalam menjalankan fungsinya, PDAM Pagar Sejahtera memegang tanggung jawab penting dalam menjaga keberlangsungan distribusi air bersih, namun masih menghadapi tantangan dalam proses pencatatan pemakaian air dan penagihan kepada pelanggan.

Salah satu permasalahan utama dalam operasional PDAM Pagar Sejahtera adalah masih digunakannya sistem pencatatan pemakaian air secara manual. Petugas harus mengunjungi rumah pelanggan satu per satu untuk membaca meteran

air dan mencatat data secara fisik. Proses ini rentan terhadap kesalahan pencatatan (human error), keterlambatan penginputan data, serta potensi kehilangan data, yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara konsumsi air riil dengan tagihan yang diterima pelanggan. Berdasarkan observasi awal, proses pencatatan manual ini memakan waktu signifikan dan rawan kesalahan, namun data kuantitatif terkait besarnya tingkat human error maupun durasi pencatatan secara rinci masih perlu dikumpulkan melalui studi lanjutan. Keluhan terkait ketidakakuratan dan kurangnya transparansi informasi tagihan juga pernah dilaporkan pada sistem PDAM di wilayah lain, yang menunjukkan bahwa sistem manual cenderung menurunkan kepercayaan pelanggan [2].

Selain itu, keterbatasan jaringan internet di beberapa daerah pedesaan yang menjadi wilayah layanan PDAM Pagar Sejahtera turut menjadi hambatan dalam penerapan sistem pencatatan digital secara penuh. Kondisi ini menuntut solusi teknologi yang dapat menjawab tantangan keterbatasan infrastruktur, sekaligus meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan pemakaian air [3].

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, terutama Internet of Things (IoT), peluang transformasi digital layanan PDAM semakin terbuka. IoT memungkinkan integrasi perangkat sensor, mikrokontroler, dan web maupun mobile untuk melakukan pencatatan, pemantauan, serta pengelolaan data pemakaian air secara digital dan real-time [4]. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa sistem monitoring dan kontrol penggunaan air berbasis IoT mampu meningkatkan akurasi pencatatan, efisiensi operasional, serta transparansi informasi kepada pelanggan. Misalnya, penggunaan sensor *flow meter*

YF-S201 yang terintegrasi dengan aplikasi web dapat mencatat konsumsi air dengan tingkat error yang sangat rendah (sekitar 0,78%) [5].

Beberapa penelitian dan implementasi di PDAM lain menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi web maupun mobile yang terhubung dengan perangkat IoT mampu memberikan transparansi informasi kepada pelanggan, mempermudah pengecekan tagihan, serta mempercepat respon terhadap keluhan dan layanan pelanggan [6]. Aplikasi semacam ini dapat diakses kapan saja tanpa perlu datang ke kantor PDAM, sehingga meningkatkan kualitas layanan dan efisiensi operasional [7].

Dalam konteks PDAM Pagar Sejahtera yang masih mengandalkan pencatatan manual dan memiliki keterbatasan infrastruktur, pengembangan aplikasi mobile yang dapat menampilkan data pemakaian air berbasis IoT menjadi solusi yang tepat dan realistis. Dengan model semi-otomatis, data yang dibaca oleh perangkat IoT dapat disimpan secara lokal dan kemudian disinkronkan ke sistem aplikasi ketika koneksi tersedia.

Dengan mempertimbangkan konteks dan tantangan yang dihadapi oleh PDAM Pagar Sejahtera, pengembangan aplikasi mobile berbasis IoT menjadi solusi strategis untuk meningkatkan akurasi pencatatan, transparansi tagihan, dan kenyamanan pelanggan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada proses perancangan, implementasi, dan evaluasi aplikasi mobile tagihan PDAM berbasis IoT.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan aplikasi mobile berbasis Internet of Things (IoT) untuk pencatatan serta pengelolaan tagihan air PDAM Pagar Sejahtera agar memberikan kemudahan akses dan transparansi informasi kepada pelanggan?
2. Sejauh mana penerapan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi operasional PDAM, yang diukur melalui pengurangan waktu pencatatan dan pengolahan data?
3. Sejauh mana penggunaan aplikasi ini meningkatkan kepuasan pelanggan, berdasarkan hasil survei kepuasan pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan fokus, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek Penelitian dibatasi pada PDAM Pagar Sejahtera dan hanya mencakup proses pencatatan konsumsi air, pengolahan data tagihan, serta notifikasi kepada pelanggan tanpa memasukkan aspek pemantauan kualitas air atau deteksi kebocoran.
2. Sistem yang dikembangkan adalah aplikasi mobile berbasis Internet of Things (IoT) dengan model semi-otomatis, di mana data pemakaian air dibaca oleh sensor flow meter YF-S201 dan diunduh ke aplikasi mobile melalui koneksi Bluetooth.

3. Pengukuran konsumsi air menggunakan sensor YF-S201 memiliki tingkat akurasi sekitar $\pm 7\%$, sehingga hasil pengukuran bersifat estimasi dengan toleransi kesalahan tertentu. Evaluasi terkait akurasi sensor ini tidak menjadi fokus utama penelitian, mengingat hasil pengujian sebelumnya telah menunjukkan tingkat keandalan sensor flow YF-S201 dengan tingkat error yang rendah.
4. Aplikasi ini difokuskan untuk memberikan kemudahan akses dan transparansi bagi pelanggan dalam memantau konsumsi air dan tagihan, bukan menggantikan sepenuhnya sistem administrasi PDAM.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan dan menguji coba sistem mobile berbasis Internet of Things (IoT) dengan model semi-otomatis untuk pencatatan dan pengelolaan data tagihan air di PDAM Pagar Sejahtera.
2. Mengukur peningkatan efisiensi operasional dan transparansi informasi tagihan air melalui perbandingan data waktu pencatatan sebelum dan sesudah penerapan sistem, serta hasil survei kepuasan pelanggan.

1.4.2. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Manfaat untuk Peneliti:

1. Menambah pengalaman dan wawasan dalam pengembangan aplikasi mobile berbasis IoT, khususnya dalam integrasi perangkat sensor dan mikrokontroler.
 2. Menjadi portofolio karya inovatif yang dapat digunakan sebagai dasar pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (HKI).
 3. Melatih kemampuan analisis, pemecahan masalah, dan implementasi teknologi pada kasus nyata di sektor layanan publik.
- b. Manfaat untuk Politeknik Harapan Bersama:
1. Menjadi referensi dan contoh nyata penerapan teknologi IoT dalam tugas akhir atau penelitian mahasiswa di bidang teknik informatika.
 2. Meningkatkan reputasi kampus sebagai institusi yang menghasilkan karya inovatif dan aplikatif di bidang teknologi informasi.
 3. Mendukung pengembangan kurikulum berbasis proyek dan kolaborasi dengan instansi eksternal seperti PDAM.
- c. Manfaat untuk PDAM Pagar Sejahtera:
1. Meningkatkan efisiensi operasional melalui proses pencatatan dan penagihan yang lebih cepat, akurat, dan terdokumentasi secara digital.
 2. Mengurangi potensi kesalahan pencatatan, kehilangan data, dan kecurangan yang terjadi dalam sistem manual.
 3. Mendukung transformasi digital dan modernisasi layanan, sehingga meningkatkan citra dan daya saing PDAM.
 4. Mempercepat proses pelaporan dan rekapitulasi tagihan, sehingga arus kas perusahaan menjadi lebih teratur dan transparan.

d. Manfaat untuk Masyarakat:

1. Memberikan solusi digital yang meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan serta penagihan air di PDAM Pagar Sejahtera.
2. Memudahkan pelanggan dalam memantau konsumsi air dan tagihan secara mandiri melalui aplikasi mobile.
3. Meningkatkan transparansi, kecepatan layanan, dan kepuasan pelanggan terhadap layanan PDAM.

1.5 Tinjauan Pustaka

Aplikasi Mobile Tagihan PDAM berbasis *Internet of Things* (IoT) adalah aplikasi yang dirancang untuk mempermudah pengelolaan sistem distribusi air bersih dengan memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau penggunaan air secara real-time dan menghitung tagihan secara otomatis. Berikut adalah penelitian terdahulu yang dapat menjadi pembanding untuk penelitian ini:

Penelitian dengan judul Aplikasi Mobile Penagihan untuk Pencatatan Data PAMDES mengembangkan sebuah aplikasi yang memungkinkan petugas pencatatan meter air di lapangan untuk menginput data secara langsung ke dalam sistem database terintegrasi melalui perangkat mobile. Sistem ini dirancang khusus untuk mengatasi kendala pencatatan dan penagihan manual yang kurang efektif di PAMDES. Meskipun demikian, pada penelitian tersebut sistem yang digunakan hanya sebatas menginputkan data secara manual dan belum menggunakan teknologi IoT untuk komunikasi langsung dengan perangkat maupun fitur pembayaran langsung pada aplikasi [3].

Penelitian yang berjudul *Prototype Sistem Monitoring Penggunaan Air Berbasis Internet of Things (IoT) pada PDAM Tirta Benteng Kota Tangerang* bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat memantau penggunaan air secara real-time dan menghitung biaya yang dikenakan kepada pelanggan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini dan sensor *water flow* untuk mengukur volume air yang digunakan. Data yang terkumpul kemudian diproses untuk menampilkan informasi volume penggunaan air dan biaya pada LCD dan website. Keunggulan dari sistem ini adalah transparansi yang diberikan kepada pelanggan terkait dengan penggunaan air dan tagihan yang lebih akurat, serta memungkinkan monitoring secara *real-time* melalui website. Namun, kekurangan yang ditemukan adalah keterbatasan sistem dalam penyesuaian biaya jika terjadi perubahan tarif per meter air, yang memerlukan pengkodean ulang pada aplikasi [1].

Penelitian yang berjudul *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Penggunaan Air PDAM Berbasis Internet of Things*, bertujuan untuk mengatasi permasalahan pencatatan penggunaan air pelanggan PDAM yang masih dilakukan secara manual oleh petugas sehingga berisiko terjadi kesalahan pencatatan maupun pembengkakan tagihan akibat estimasi pemakaian yang tidak akurat. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor water flow YF-S201 untuk mengukur jumlah air yang mengalir. Perangkat ini dikendalikan oleh NodeMCU V3 dan terhubung ke aplikasi berbasis web melalui jaringan internet, sehingga memungkinkan monitoring penggunaan air. Data yang tercatat disimpan ke dalam database *Firebase*, dan seluruh proses monitoring serta kendali dapat diakses oleh pelanggan

maupun petugas PDAM melalui aplikasi web. Hasil pengujian menunjukkan sensor mampu membaca aliran air dengan rata-rata *error* hanya 0,78%. Kelebihan dari sistem ini adalah pencatatan penggunaan air menjadi jauh lebih transparan dan akurat. Meskipun demikian, sistem ini masih berfokus pada monitoring dan kontrol debit air, belum mengintegrasikan fitur pembayaran atau perhitungan tagihan air langsung melalui aplikasi [4].

Penelitian yang berjudul Penerapan IoT pada Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga menggunakan *water flow sensor* dan Node MCU ESP32 untuk memantau penggunaan air dan menghitung tagihan. Data dikirim ke aplikasi *Blynk*, memungkinkan pemantauan real-time. Kelebihan sistem ini adalah akurasi tinggi dan pemantauan tagihan yang real-time melalui smartphone. Kekurangannya adalah aplikasi belum mendukung pembayaran tagihan langsung, yang dapat mempermudah pelanggan [9].

Penelitian yang berjudul Perancangan dan Pengembangan Sistem Pemantauan Tagihan Air PDAM Berbasis IoT untuk Rumah Pribadi berfokus pada pengembangan sistem monitoring dan billing air PDAM menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor water flow dengan aplikasi mobile berbasis MIT App Inventor. Sistem ini mampu memberikan perhitungan tagihan secara real-time dan notifikasi limit penggunaan. Namun, sistem ini masih sangat bergantung pada koneksi internet yang stabil dan belum mengadopsi teknologi Bluetooth sebagai media komunikasi [10].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi mobile pada PDAM Pagar Sejahtera untuk

memantau konsumsi air secara lebih akurat dengan menggunakan meteran otomatis yang terhubung langsung ke sistem backend, sekaligus mengatasi kekurangan sistem sebelumnya yang masih bergantung pada pencatatan manual dan kurang efisien. Selain itu, aplikasi ini mengintegrasikan fitur pembayaran tagihan secara online, memberikan kemudahan dan transparansi bagi pelanggan dalam melakukan pembayaran secara praktis. Meskipun telah banyak sistem monitoring air berbasis aplikasi mobile, masih terdapat kekurangan khususnya pada penggunaan teknologi *Bluetooth* untuk konektivitas di wilayah dengan keterbatasan jaringan internet serta minimnya integrasi fitur pembayaran tagihan langsung pada aplikasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menggabungkan konektivitas Bluetooth, sinkronisasi data ke server backend, dan integrasi *payment gateway* guna meningkatkan layanan di PDAM Pagar Sejahtera.

Tabel 1. 1 Gap Penelitian

No	Tahun	Judul	Teknologi	Hasil	Pembeda
1	2020	Aplikasi Mobile Penagihan untuk Pencatatan Data PAMDES	Aplikasi mobile	Memudahkan pencatatan data meter air secara mobile	Belum menggunakan teknologi IoT, pencatatan masih manual, dan belum terintegrasi dengan fitur pembayaran
2	2020	Prototype Sistem	Mikrokontroler Wemos D1	Sistem memantau	Menggunakan LCD dan

		Monitoring Penggunaan Air Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) pada PDAM Tirta Benteng Kota Tangerang	Mini, Sensor <i>Water Flow</i> , PHP, MySQL	penggunaan air secara <i>real-time</i> , menghitung biaya, menampilkan data pada LCD dan website lokal.	website lokal untuk menampilkan data, tidak dapat mengubah tarif per meter secara otomatis, memerlukan pengkodean ulang jika tarif berubah.
3	2022	Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT	ESP32, Sensor <i>Water Flow YF-S201</i> , <i>Solenoid Valve</i> , Aplikasi Android	Memantau penggunaan air secara <i>real-time</i> , mendeteksi kebocoran saluran air, mengontrol aliran air via aplikasi Android.	Tidak ada fitur pembayaran tagihan, hanya sebatas monitoring penggunaan air dan kontrol aliran, tanpa integrasi sistem pembayaran atau pengelolaan tagihan.

4	2023	Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Penggunaan Air PDAM Berbasis Internet of Things	Sensor water flow YF-S201, NodeMCU V3, Web aplikasi	Sistem memantau dan mencatat penggunaan air secara real-time, data akurat dan dapat diakses pelanggan maupun petugas.	Belum tersedia di Mobile dan Belum terintegrasi fitur pembayaran tagihan otomatis pada aplikasi pelanggan.
5	2023	Penerapan IoT pada Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga	<i>Water Flow Sensor</i> , Node MCU ESP32, Aplikasi <i>Blynk</i>	Monitoring penggunaan air dan tagihan secara <i>real-time</i> , data ditampilkan di aplikasi <i>Blynk</i> .	Tidak ada fitur pembayaran langsung, hanya pemantauan tagihan. Tidak ada sistem backend untuk pengelolaan data pelanggan secara menyeluruh.
6	2025	Perancangan dan Pengembangan Sistem	NodeMCU ESP8266, water flow	Tagihan secara real-time, data di tampilkan di	Alat nya bergantung dengan internet stabil

		Pemantauan Tagihan Air PDAM Berdasarkan IoT untuk Rumah Pribadi	sensor, MIT APP	mobile melalui Thingspeak	
--	--	--	--------------------	------------------------------	--

1.6 Data Penelitian

1.6.1 Data Kebutuhan Sistem

Data kebutuhan sistem diperoleh melalui beberapa metode, antara lain observasi langsung ke lapangan, wawancara dengan petugas PDAM, dan studi dokumentasi terkait proses pencatatan serta penagihan air pelanggan. Data kebutuhan sistem yang dikumpulkan meliputi:

1. Kebutuhan Fungsional :

- a. Sistem harus mampu membaca data konsumsi air pelanggan secara digital melalui sensor *flow meter*.
- b. Sistem harus menyediakan fitur pairing antara perangkat ESP32 dan aplikasi mobile menggunakan koneksi Bluetooth.
- c. Aplikasi mobile harus dapat menampilkan data konsumsi air dan rekap tagihan secara real-time.
- d. Sistem harus menyimpan data hasil pembacaan ke dalam basis data untuk keperluan rekapitulasi dan pelaporan.
- e. Aplikasi mobile harus menyediakan fitur notifikasi dan riwayat tagihan bagi pelanggan.

2. Kebutuhan Non-Fungsional :

- a. Sistem harus mudah digunakan oleh pelanggan PDAM dengan tampilan antarmuka yang sederhana.
- b. Sistem harus menjamin keamanan data pelanggan dan transaksi.

Catatan khusus : Keakuratan pengukuran sensor flow meter tidak menjadi fokus utama dalam perumusan kebutuhan sistem. Berdasarkan hasil pengujian dan literatur, sensor ini memiliki toleransi kesalahan tertentu. Oleh karena itu, sistem lebih menitikberatkan pada kemampuan pencatatan data konsumsi air secara digital dan pengelolaan informasi tagihan yang transparan serta mudah diakses oleh petugas maupun pelanggan. Pengembangan sistem tetap mengadopsi kalibrasi dasar untuk mengoptimalkan akurasi sesuai kemampuan sensor, tanpa menetapkan standar tinggi untuk akurasi pengukuran sensor sebagai bagian dari kebutuhan fungsional.

1.6.2 Alat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, diperlukan beberapa alat pendukung yang terbagi dalam kategori perangkat keras dan perangkat lunak. Alat-alat penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. 2 Alat Penelitian

Perangkat Keras		
No	Alat	Fungsi
1	Sensor flow meter YF-S201	Mengukur volume aliran air yang digunakan pelanggan.
2	Mikrokontroler ESP32	Menghubungkan sensor flow meter dengan aplikasi mobile melalui koneksi Bluetooth.
3	Baterai 18650	Sebagai sumber daya portabel untuk perangkat ESP32 dan sensor.

4	Step-up 2A	Menaikkan tegangan output baterai agar sesuai kebutuhan perangkat dari 3,7V ke 5V.
5	Modul proteksi TP4056	Mengisi ulang baterai 18650 sekaligus melindungi dari overcharge dan overdischarge.
6	LED 2 Kaki	Indikator status perangkat
7	Smartphone Android	Digunakan oleh petugas untuk menjalankan aplikasi mobile PDAM dan mengambil data dari ESP32.
8	Laptop Intel Core i5 gen 10, RAM 16GB, SSD 256GB	Untuk proses pengembangan aplikasi, pemrograman perangkat, dan analisis data hasil penelitian.
Perangkat Lunak		
9	Arduino IDE	Untuk Memprogram logika ESP32
10	Visual Studio Code	Untuk pengembangan web dan mobile
11	Figma	Mendesain antarmuka aplikasi mobile dan web (UI/UX)
12	Postman	Menguji API untuk integrasi antar modul sistem
13	MySql	Menyimpan data hasil pembacaan sensor dan rekap tagihan pelanggan secara digital.