

Website Monitoring Non-Revenue Water Berbasis Internet of Things

1st Muhammad Afif Rizki

Prodi SI Teknik Telekomunikasi
Telkom Univeristy
Bandung, Indonesia
mhdafifrzki@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Rendy Munadi

Prodi SI Teknik Telekomunikasi
Telkom Univeristy
Bandung, Indonesia
rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Nurwulan Fitriyanti

Prodi SI Teknik Fisika
Telkom Univeristy
Bandung, Indonesia
nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Di Indonesia, air bersih didistribusikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Keberadaan PDAM diharapkan mampu memenuhi kebutuhan masyarakat, karena air adalah salah satu kebutuhan yang krusial bagi kehidupan. Salah satu masalah yang dihadapi oleh PDAM adalah adanya *non-revenue water (NRW)* atau biasa disebut air tak berekening. *Non revenue water* menyebabkan air yang seharusnya dapat dijual ke pelanggan menjadi sia-sia. Hal ini tentu menjadi sebuah kerugian yang besar bagi PDAM. Upaya pengurangan *non-revenue water* menjadi salah satu focus PDAM guna memastikan air bersih dapat dinikmati seluruh lapisan masyarakat. Berdasarkan hal tersebut maka dibuat sistem yang dapat mendeteksi adanya *non revenue water* yang didasari pada deteksi kebocoran pada suatu pipa dan dapat dimonitoring secara *real time* pada sebuah *website* dengan menggunakan *Internet of Things*. *Website* ini menggunakan *firebase* sebagai *database* untuk menerima data dari mikrokontroler utama. Data yang diterima oleh *firebase* akan dikirimkan ke *website* dan pada *website* akan menampilkan data tersebut secara *real time*. *Website* dapat diakses dimana saja dan kapan saja

Kata kunci— *Non-Revenue Water, Website, Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang krusial bagi makhluk hidup. Air dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan, seperti mencuci, minum, dan bertani. Selain itu, air bersih juga berperan penting kepada Kesehatan masyarakat. Semakin hari, seiring semakin banyaknya jumlah penduduk, kebutuhan air juga meningkat. Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, tiap orang memerlukan 90 hingga 140 liter air per hari [1]. Pada tahun 2020, Indonesia memproduksi sebanyak 5 miliar liter air bersih [2].

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan sebuah badan usaha yang kepemilikannya berada di pemerintah daerah. PDAM bertanggung jawab dalam menyediakan air minum/air bersih bagi masyarakat dengan tujuan memberikan pelayanan yang merata kepada seluruh lapisan masyarakat. PDAM juga berperan dalam mendukung perkembangan sektor usaha dan menetapkan struktur tarif yang sesuai dengan kemampuan ekonomi masyarakat. Dengan demikian, PDAM memiliki dua peran penting, yaitu

pelayanan publik kepada masyarakat dan peningkatan pendapatan daerah[3].

Dengan statusnya sebagai Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), kehadiran PDAM dapat berperan penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, mendukung pertumbuhan sektor usaha dan ekonomi di daerah, serta mempercepat pembangunan di wilayah tersebut. Hal ini dikarenakan air bersih yang disediakan oleh PDAM merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan banyak orang.

Non-Revenue Water atau biasa disebut kehilangan air saat ini menjadi salah satu masalah pokok dalam penyelenggaraan pelayanan penyediaan air bersih/minum perpipaan. Berdasarkan hasil laporan PERPAMSI, PDAM Tirtawening Kota Bandung mengalami NRW sebesar 33% [4]. Angka ini jauh melewati standar NRW nasional yang hanya sebesar 20%.

Pada zaman yang serba digital seperti sekarang, dibutuhkan suatu teknologi yang memudahkan untuk memantau *non-revenue water* agar tidak ada lagi air yang terbuang dengan sia-sia. Informasi debit air, volume air dan tekanan air yang ada pada suatu pipa akan dikirimkan dari alat ke *website* yang terkoneksi secara *real time*, sehingga PDAM dapat mengatasi terjadinya NRW dengan sesegera mungkin ketika ditemukan adanya indikasi kebocoran di sebuah *webiste* dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT). Sistem tersebut diharapkan dapat membantu PDAM dalam mengetahui kondisi pipa dari jarak jauh tanpa mengalami kendala.

II. KAJIAN TEORI.

2.1 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah teknologi yang menghadirkan inovasi pada objek-objek di sekitar kita dengan memanfaatkan konektivitas internet, sehingga dapat meningkatkan kemudahan dan efisiensi dalam kegiatan sehari-hari. [5]. Pada dasarnya, IoT bekerja dengan cara menghubungkan benda benda di kehidupan sehari-hari dengan internet, seperti sensor yang memberikan data dan actuator yang bertindak berdasarkan lingkungannya. IoT menyediakan teknologi dan sarana untuk mengukur dan menggerakkan dunia fisik [6].

Dengan fokus utamanya pada kemudahan pengawasan dan pengendalian perangkat fisik, konsep Internet of Things (IoT) memiliki potensi yang sangat luas untuk digunakan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Mulai dari penggunaan individu, lingkungan perkantoran, fasilitas kesehatan, sektor pariwisata, industri, transportasi, pelestarian hewan, pertanian, peternakan, hingga dalam konteks pemerintahan. [1].

2.2 Non-Revenue Water

Non-Revenue Water atau biasa disingkat NRW adalah sebuah kondisi terjadinya perbedaan antara jumlah air yang masuk ke sistem distribusi dengan air yang tercatat di rekening. [7]. NRW sendiri secara garis besar disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor teknis dan faktor non teknis. Faktor teknis biasanya berupa kondisi pipa, sambungan illegal, pencurian umum, ataupun kesalahan pembacaan pada *water meter*. Sedangkan faktor non teknis biasanya berupa aspek sumber daya manusia, tidak adanya manajemen yang baik, ataupun kebijakan yang merugikan.

2.3 Website

Website merupakan koleksi halaman tersusun dalam sebuah *domain*, dan berlokasi di *World Wide Web* (WWW). *Website* juga dapat dijelaskan sebagai sebuah halaman yang berisikan berbagai jenis data, seperti teks, gambar, suara, dan lainnya, yang dapat diakses secara daring. [8].

2.4 Firebase Realtime Database

Firestore merupakan API yang disediakan oleh google untuk penyimpanan dan penyelarasan informasi yang dapat digunakan di aplikasi android, iOS, dan *website* [9]. Salah satu produk dari *firebase* adalah *firebase realtime database*.

Firestore Realtime Database adalah sebuah *cloud database* bentukan *google* yang dapat beroperasi di platform seperti android, iOS dan *website* [10]. Saat platform terhubung ke *firebase*, maka platform akan menerima data terbaru secara otomatis.

2.5 HTML

HTML atau *Hypertext Markup Language* merupakan bahasa yang digunakan dalam pengembangan web untuk mengatur dan memformat dokumen[11]. Disebut sebagai *hypertext* karena dalam script HTML, dapat dibuat teks menjadi tautan yang memungkinkan pengguna berpindah dari satu halaman ke halaman lain dengan mengklik teks tersebut. Kode HTML akan diinterpretasikan oleh web browser untuk menampilkan tampilan yang sesuai dengan desain yang telah dirancang.

2.6 CSS

CSS (*Cascading Style Sheet*) merupakan bahasa *stylesheet* yang berfungsi untuk mengatur tampilan sebuah website. Biasanya, CSS digunakan untuk mengatur elemen yang ditulis menggunakan HTML. Terdapat dua pendekatan umum dalam penggunaan CSS pada web, yaitu dengan menyisipkan CSS langsung di dalam file HTML atau mengimpor CSS dari file terpisah yang berfungsi khusus sebagai file CSS. [12].

2.7 JavaScript

JavaScript merupakan bahasa pemrograman yang terdiri dari *script* yang berjalan di dokumen *HTML* [13].

JavaScript digunakan untuk membuat lama situs *website* menjadi dinamis.

2.8 QoS

Quality of Service (QoS) adalah sebuah metode pengukuran yang digunakan untuk menilai kemampuan jaringan. QoS melibatkan berbagai parameter seperti *Delay*, *Packet loss*, dan *Throughput*. Dengan adanya QoS, pengguna dapat mengoptimalkan kinerja aplikasi berbasis jaringan sehingga memperoleh pengalaman yang lebih cepat dan efisien [14].

2.8.1 Delay

Delay adalah periode waktu yang diperlukan bagi data atau informasi untuk mencapai tujuan mereka setelah dikirim. Jika *delay* tinggi, hal itu dapat mengindikasikan bahwa jaringan sedang sibuk atau memiliki kapasitas yang terbatas. [5].

2.8.2 Throughput

Pengukuran *throughput* adalah nilai rata-rata kecepatan transfer data yang diterima atau dikirim pada suatu lokasi dalam periode waktu tertentu. Nilai *throughput* dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menghambat koneksi. Satuan yang digunakan untuk mengukur *throughput* adalah Bytes/s. [5].

2.8.3 Packet Loss

Packet loss adalah sebuah parameter yang mengindikasikan kondisi di mana sejumlah paket data hilang dalam pengiriman. *Packet loss* dapat disebabkan oleh adanya *collision* (tabrakan) dan *congestion* (kelebihan beban) dalam jaringan. [5].

III. METODE

3.1. Gambaran Umum Sistem



Gambar 3.1
Gambaran Umum Sistem

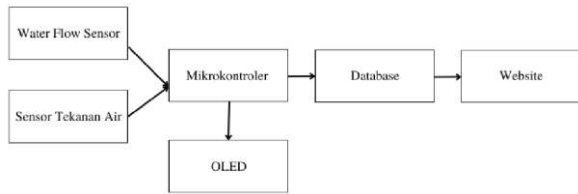
Gambar 3.1 memperlihatkan sistem monitoring yang dirancang. Sistem terbagi menjadi 2 bagian utama, yaitu *sensing* dan *connectivity*.

Data yang diterima mikrokontroler dari sensor akan dikirim ke *database* untuk disimpan. Selanjutnya data tersebut akan diambil oleh *website* untuk ditampilkan secara *real time*.

Data akan ditampilkan di website dalam berbagai bentuk, seperti bentuk grafik, *card* dan tabel. Data yang dapat diamati

pada website adalah debit air, tekanan air, volume air, status kebocoran pipa, dan waktu.

3.2. Diagram Blok

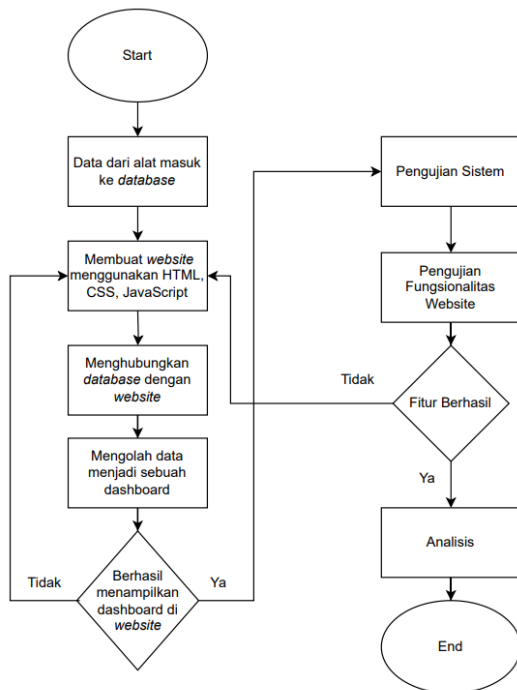


Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 menjelaskan tentang alur data dimana data dari sensor akan masuk ke mikrokontroler. Data tersebut akan ditampilkan di OLED dan diteruskan ke *firebase* selaku database yang digunakan.

Data kemudian akan ditampilkan di *website* yang telah dibuat. Data akan diambil dari *database* dan ditampilkan di *website* secara *real time* sehingga pengguna dapat memantau data secara langsung.

3.3. Diagram Alir Pengerjaan

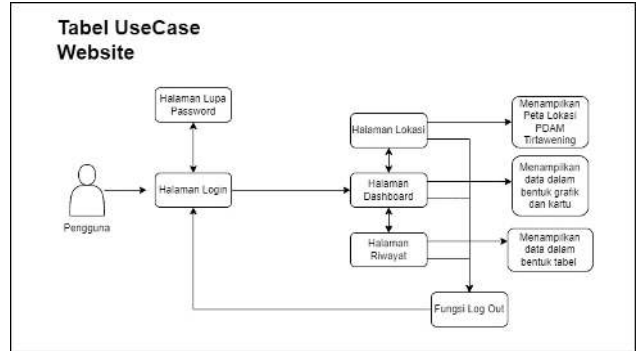


Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem

Gambar 3.3 menjelaskan tentang alur dari sistem yang dirancang. Dimulai dengan mengirimkan data dari alat ke *firebase* sebagai *database*. Selanjutnya dilakukan perancangan terhadap website dan menghubungkan website tersebut ke *database*. Data tersebut kemudian diolah menjadi sebuah *dashboard* yang selalu di *update* secara *real time*.

Kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem, dimana terbagi menjadi pengujian fungsionalitas *website* dan pengujian *quality of service*. Tahapan akhir adalah dilakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem.

3.4. Use Case Diagram Website

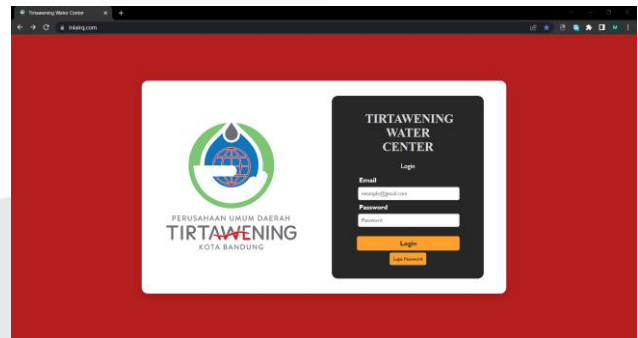


Gambar 3.4 Use Case Diagram Website

Gambar 3.4 menjelaskan skema penggunaan *website* yang dirancang. *Website* dapat diakses oleh pengguna yang memiliki akun. Terdapat halaman lupa password bagi pengguna yang sudah memiliki akun namun mendapati kesulitan saat memasukkan *password*. Setelah masuk *website*, pengguna akan masuk ke halaman *dashboard* yang menampilkan data seperti tekanan air, debit air, *volume* air, status pipa, dan waktu. Pengguna juga memiliki akses ke halaman lokasi, dan halaman riwayat. Halaman lokasi berisi lokasi dari PDAM Tirtawening. Halaman Riwayat berisikan data yang divisualisasikan dalam bentuk tabel dan dapat di unduh ke perangkat pengguna. Terdapat fungsi *log out* pada masing-masing halaman yang memungkinkan pengguna untuk keluar dari *website*.

3.5. Perancangan Website

3.5.1. Tampilan Menu Login



Gambar 3.5

Tampilan Halaman Login

Gambar 3.5 menunjukkan tampilan dari halaman *login website*. Halaman *login* merupakan tampilan awal ketika pengguna mengakses *website*. Disini pengguna diminta untuk memasukkan *email* dan *password* yang terdaftar, jika kombinasi *email* dan *password* sesuai maka pengguna akan dialihkan ke halaman *dashboard*. Jika tidak sesuai, maka akan muncul notifikasi kesalahan.

Terdapat juga fitur lupa password, dimana pengguna diminta untuk memasukkan *e-mail* yang digunakan. Ketika telah dimasukkan, pengguna akan mendapatkan *e-mail* dimana isinya adalah petunjuk untuk mengatur ulang *password* pengguna

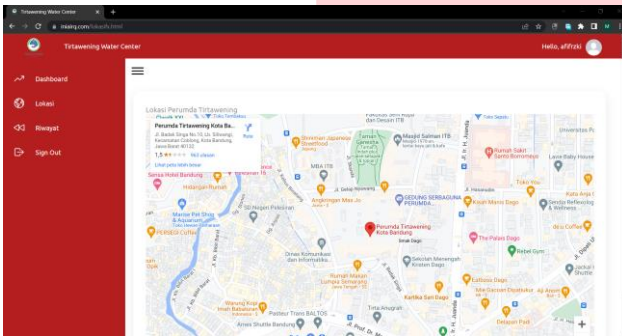
3.5.2. Tampilan Menu Dashboard



Gambar 3. 6
Tampilan Halaman Dashboard

Gambar 3.6 menunjukkan tampilan dari halaman *dashboard*. Halaman ini berisikan informasi yang dibutuhkan pengguna seperti debit air, tekanan air, volume air, dan status kebocoran pipa. Informasi yang tersedia pada halaman ini akan terus di *update* secara *real time*.

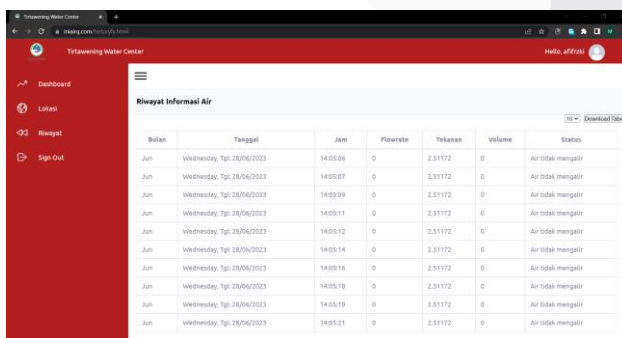
3.5.3. Tampilan Menu Lokasi



Gambar 3. 7
Tampilan Halaman Lokasi

Gambar 3.7 memperlihatkan tampilan dari halaman lokasi. Halaman ini berisikan peta lokasi dari PDAM Tirtawening. Terdapat fitur yang dapat mengalihkan pengguna ke *google maps* untuk bisa menunjukkan rute dari lokasi pengguna saat ini.

3.5.4. Tampilan Menu Riwayat



Gambar 3. 8
Tampilan Halaman Riwayat

Gambar 3.8 memperlihatkan tampilan dari halaman riwayat. Halaman ini berisikan informasi dari sistem yang ditampilkan dengan menggunakan table. Terdapat informasi seperti bulan, tanggal, jam, *flowrate*, tekanan, volume, dan status.

Terdapat fitur untuk *filter* jumlah baris dalam tabel, sehingga tabel dapat dilihat sebanyak 10 baris, 25 baris, dan 50 baris. Selain itu, tabel ini juga dapat di unduh ke perangkat pengguna dan hasilnya berbentuk *csv*.

3.6. Database



Gambar 3. 9
Database Firebase

Gambar 3.9 memperlihatkan *database* yang digunakan. *Database* digunakan sebagai tempat penyimpanan data sebelum diteruskan ke *website*. *Database* yang digunakan adalah *firebase*. Data yang didapatkan oleh sensor akan masuk ke *database*, kemudian disambungkan ke *website* secara *real time*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *website* yang dirancang untuk mengetahui apakah setiap fitur telah berfungsi dengan baik.

4.1.1. Pengujian Halaman Login

Pengujian halaman *login* dilakukan untuk mengetahui apakah pengguna bisa masuk kedalam *website*. Hasil pengujian terlihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1
Pengujian Halaman Login

Parameter Keberhasilan	Skenario Pengujian	Hasil
Berhasil login menggunakan <i>e-mail</i> dan <i>password</i> yang terdaftar dan tidak berhasil ketika menggunakan <i>e-mail</i> dan <i>password</i> yang salah	Mencoba login menggunakan <i>e-mail</i> dan <i>password</i> , baik yang benar maupun yang salah	Berhasil
Berhasil reset <i>password</i> menggunakan fitur lupa <i>password</i>	Menggunakan fitur lupa <i>password</i> di halaman <i>login</i> , mendapatkan <i>e-mail</i> reset	Berhasil

	<i>password</i> , dan login kembali menggunakan <i>password</i> baru	
--	--	--

Dapat terlihat pada tabel 4.1, halaman *login* dapat berfungsi dengan baik.

4.1.2.Pengujian Halaman *Dashboard*

Pengujian halaman *dashboard* dilakukan untuk mengetahui apakah pengguna dapat melihat data-data yang ditampilkan secara *real time*. Hasil pengujian terlihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2
Pengujian Halaman *Dashboard*

Parameter Keberhasilan	Skenario Pengujian	Hasil
Berhasil menampilkan data dalam bentuk grafik dan kartu	Mengakses halaman <i>dashboard</i> dan melihat data yang ditampilkan	Berhasil
Data yang ditampilkan <i>real time</i>	Membandingkan data yang ditampilkan di <i>website</i> dengan data yang terdapat di <i>database</i>	Berhasil

Dapat terlihat pada tabel 4.2, halaman *dashboard* dapat berfungsi dengan baik.

4.1.3.Pengujian Halaman Lokasi

Pengujian halaman lokasi dilakukan untuk mengetahui apakah pengguna dapat melihat lokasi PDAM Tirtawening. Hasil pengujian terlihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3
Pengujian Halaman Lokasi

Parameter Keberhasilan	Skenario Pengujian	Hasil
Berhasil menampilkan lokasi dari PDAM Tirtawening	Mengakses halaman lokasi dan melihat lokasi yang ditampilkan apakah PDAM Tirtawening atau tidak	Berhasil
Berhasil beralih ke <i>google maps</i> dan dapat	Mengakses peralihan ke <i>google maps</i> di	Berhasil

mengetahui rute dari lokasi pengguna	halaman lokasi dan melihat apakah menunjukkan PDAM Tirtawening atau tidak	
--------------------------------------	---	--

Dapat terlihat pada tabel 4.3, halaman lokasi dapat berfungsi dengan baik.

4.1.4.Pengujian Halaman Riwayat

Pengujian halaman riwayat dilakukan untuk mengetahui apakah pengguna dapat melihat data-data yang ditampilkan dalam bentuk tabel. Hasil pengujian terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4
Pengujian Halaman Riwayat

Parameter Keberhasilan	Skenario Pengujian	Hasil
Berhasil menampilkan data dalam bentuk tabel dan dapat difilter menjadi 10 baris, 25 baris dan 50 baris	Membandingkan data yang ditampilkan bentuk tabel dengan data di <i>database</i> dan mencoba menampilkan data dalam bentuk 10 baris, 25 baris, dan 50 baris	Berhasil
Berhasil mengunduh data dan tersimpan ke perangkat pengguna dalam bentuk csv	Mengunduh data dan membandingkannya dengan data di tabel	Berhasil

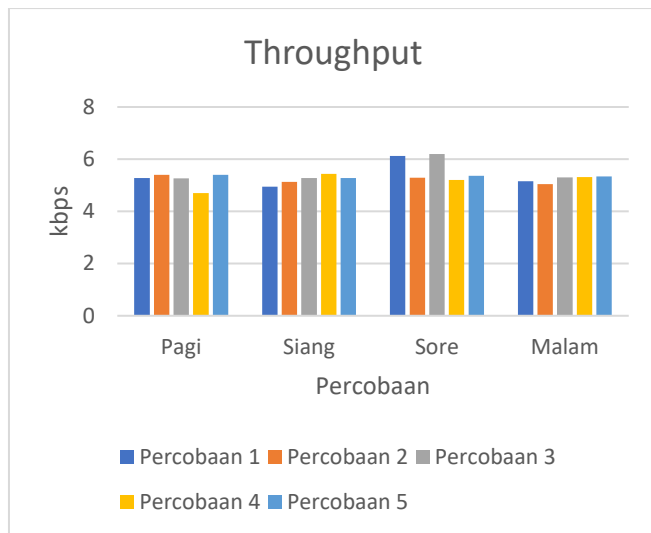
Dapat terlihat pada tabel 4.4, halaman riwayat dapat berfungsi dengan baik.

4.2. Pengujian Quality of Service

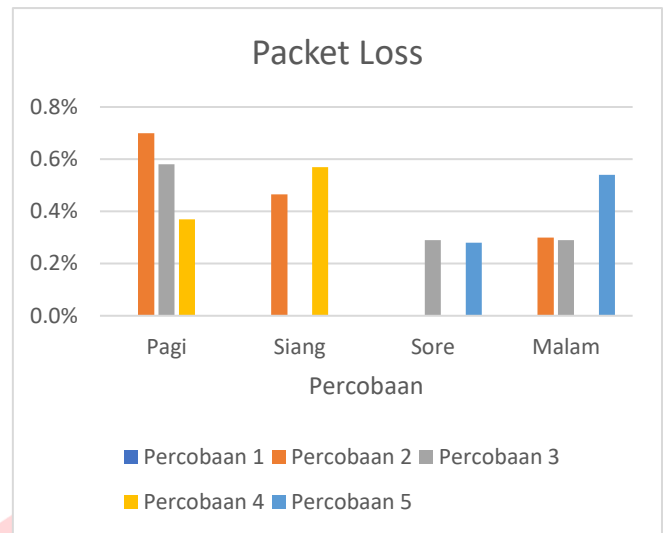
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan disaat alat mengirimkan data. Terdapat 3 parameter yang diuji, yaitu *throughput*, *delay*, dan *packet loss*.

4.2.1.Pengujian *Throughput*

Throughput adalah ukuran kecepatan rata-rata pengiriman atau penerimaan data pada suatu titik dalam periode waktu tertentu..[5]. Pengujian *Throughput* dilakukan sebanyak 20 kali yang dibagi menjadi 4 waktu pengujian, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari. Didapatkan rata-rata *Throughput* sebesar 5.323 kbps. Nilai *Throughput* paling baik didapatkan pada percobaan sore hari dengan rata-rata 5.636 kbps dan nilai paling rendah didapatkan pada percobaan pagi hari dengan rata-rata 5.21 kbps. Hasil pengujian *throughput* dapat dilihat pada gambar 4.1.



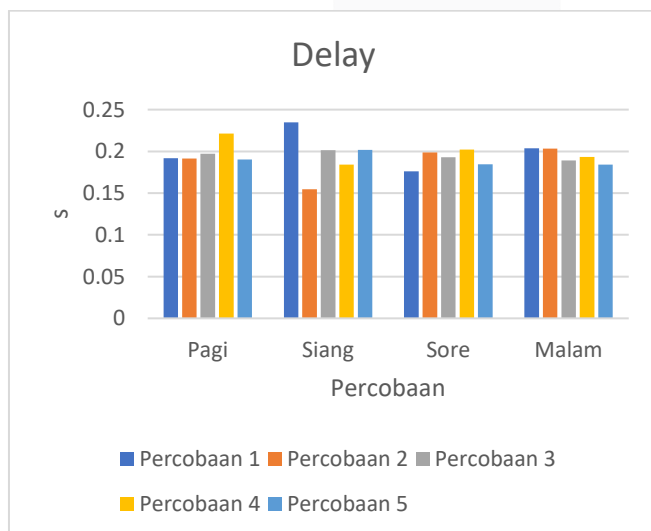
Gambar 4. 1
Pengujian Throughput



Gambar 4. 3
Pengujian Packet Loss

4.2.2.Pengujian Delay

Delay adalah durasi waktu yang diperlukan oleh data atau informasi untuk mencapai tujuan akhirnya setelah dikirim. [5]. Pengujian Delay dilakukan menggunakan software Wireshark. Pengujian delay dilakukan sebanyak 20 kali yang dibagi menjadi 4 waktu pengujian, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari. Didapatkan rata-rata delay sebesar 0.194 s. Nilai delay paling baik didapatkan pada percobaan sore hari dengan rata-rata 0.19 s dan nilai paling rendah didapatkan pada percobaan pagi hari dengan rata-rata 0.198 s.



Gambar 4. 2
Pengujian Delay

4.2.3.Pengujian Packet Loss

Packet loss adalah suatu metrik yang mengindikasikan jumlah paket yang hilang dalam suatu kondisi atau situasi. [5]. Pengujian Packet Loss dilakukan menggunakan software Wireshark. Pengujian Packet Loss dilakukan sebanyak 20 kali yang dibagi menjadi 4 waktu pengujian, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari. Didapatkan rata-rata packet loss sebesar 0.29%. nilai packet loss paling baik didapatkan pada percobaan sore dengan rata-rata 0.114%. Sedangkan kurang memuaskan pada pagi hari dengan rata-rata 0.53%.

V. KESIMPULAN

Website monitoring non-revenue water yang dirancang telah berfungsi dengan baik dan dapat memonitoring sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pengecekan status air yang mengalir. Website telah berhasil menampilkan data secara real time sehingga proses monitoring dapat berjalan lebih akurat.

Fungsionalitas pada website berjalan dengan baik, ditandai dengan dapat berjalannya website sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Pengujian quality of service yang dilakukan berjalan dengan baik, dan mendapatkan hasil yang memuaskan.

Berdasarkan hasil pengukuran quality of service, didapatkan bahwa sistem lebih efektif untuk dijalankan di sore hari. Hal ini berdasarkan nilai throughput, delay dan packet loss yang didapatkan. Hal ini dikarenakan kualitas jaringan yang lebih baik di sore hari karena sedikitnya pengguna jaringan sehingga pengiriman data lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] D. Asuma, R. S. Ardianto Priramadhi, I. M. Porman Pangaribuan, and T. Elektro, "IOT-BASED SMART METERING FOR CALCULATING WATER USE COST," 2019.
- [2] Direktorat Statistik Industri, "Statistik Air Bersih 2017-2021," 2022.
- [3] INDRAWAN AJIE WICAKSONO, "IMPLEMENTASI PERATURAN PEMERINTAH NO 54 TAHUN 2017 TENTANG BADAN USAHA MILIK DAERAH DI PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) SURAKARTA," SURAKARTA, 2020.
- [4] A. Zaenudin, H. Setyawan, and A. B. Nugroho, "Rancang Bangun Prototype Flowmeter Air Digital Prabayar Pada PDAM Berbasis Online Menggunakan Arduino Uno," Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM), vol. 2, no. 2, pp. 134–140, Sep. 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i2.3462.

- [5] S. Rifki Rizaldi, D. Perdana, and I. Alinursfa, "MONITORING KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN MENGGUNAKAN MODUL LORA MONITORING WATER QUALITY OF CITARUM RIVER BASED ON INTERNET OF THINGS USING LORA MODULE," Bandung, 2019.
- [6] M. Milenkovic, *Internet of Things: Concepts and System Design*. Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-41346-0.
- [7] S. Kasus di Perumahan Balikpapan Baru Zona, K. Balikpapan Mustakim, and D. Tegar Pratama, "ANALISIS NON REVENUE WATER (NRW) PADA JARINGAN PIPA AIR BERSIH PDAM KOTA BALIKPAPAN," Balikpapan, 2020.
- [8] A. Josi, K. Akuntansi, S. Prabumulih, J. L. Patra No, K. Sukaraja, and K. P. Selatan, "PENERAPAN METODE PROTOTIPING DALAM PEMBANGUNAN WEBSITE DESA," 2017.
- [9] A. A. Shonta, L. N. Hamidah, M. Hasan, M. M. Dewi, Y. Astuti, and I. R. Wulandari, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Media Informasi dan Pendaftaran Training IT Berbasis Android," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 3, p. 1517, Jul. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4040.
- [10] L. Ramadhani, R. Amalia, and F. Puspita, "IMPLEMENTASI FIREBASE REALTIME DATABASE PADA APLIKASI INTEGRATED PERPUSTAKAAN SMK PRESTASI PRIMA," Jakarta Selatan, 2021.
- [11] A. K. Rahmatika, F. Pradana, and F. Abdurrachman Bachtiar, "Pengembangan Sistem Pembelajaran HTML dan CSS dengan Konsep Gamification berbasis Web," Malang, 2020. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] O. : Taryana and S. M. Kom, "Cascading Style Sheet."
- [13] S. Mariko, "APLIKASI WEBSITE BERBASIS HTML DAN JAVASCRIPT UNTUK MENYELESAIKAN FUNGSI INTEGRAL PADA MATA KULIAH KALKULUS," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 1, pp. 80–91, 2019, doi: 10.21831/jitp.v6i1.22280.
- [14] Y. B. Pello and R. Efendi, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE MENGGUNAKAN METODE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET (STUDI KASUS: FTI UKSW) QUALITY OF SERVICE ANALYSIS USING THE HIERARCHICAL TOKEN BUCKET METHOD (CASE STUDY: SWCU FTI)," *Jurnal Informatika dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, vol. 4, no. 3, 2021, doi: 10.33387/jiko.