

Perancangan Dan Implementasi *Web Server* Untuk Pemantauan Kualitas Air Berbasis *IoT*

1st Muhammad Fathan Rafdi Kamil

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadfathan@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Basuki Rahmat

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

basukir@telkomuniversity.ac.id

3rd Osphanie Mentari Primadianti

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

osphaniem@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Air merupakan salah satu pendukung kehidupan paling vital untuk semua makhluk hidup termasuk manusia. Kebutuhan akan air bersih terutama air minum bagi manusia diperlukan untuk menjaga kesehatan, Namun, saat ini air bersih merupakan komoditas yang cukup langka. Sebanyak 33,4 juta warga Indonesia kekurangan air bersih. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia saat ini memiliki 72,58% air bersih yang memadai. Angka ini masih di bawah target 100% Sustainable Development Goals (SDGs). Untuk mengetahui kualitas air agar selalu bersih dan bebas dari bakteri merupakan fokus yang harus diutamakan karena menyangkut kesehatan tubuh. Dewasa ini banyaknya perusahaan start-up yang bekerja di lingkup filter air minum, termasuk TELAGA. Permasalahan yang harus dihadapi adalah memantau kualitas air untuk memastikan bahwa kinerja filter masih baik. Pada Tugas Akhir ini penulis bertujuan untuk dapat melakukan pemantauan kualitas air minum menggunakan filter air yang berbasis *IoT* melalui website. Sistem ini dapat memonitor dan membuat keputusan melalui website yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun serta memiliki penyimpanan data berbasis *web server* yang terhubung ke internet. Penulis menyiapkan *hosting server* domain agar website yang dirancang dapat diakses secara daring. Dari hasil pengujian yang penulis telah lakukan, semua fitur pada website berfungsi dengan baik. Selain itu pengujian *Quality of Service* juga dilakukan, pada parameter delay didapatkan rata-rata 38,94 ms, untuk *packet loss* didapatkan nilai 0%, untuk nilai *jitter* didapatkan rata-rata 29,52 ms kemudian untuk nilai rata-rata parameter *throughput* didapatkan nilai 1,63 Kbps.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu pendukung kehidupan paling vital untuk manusia. Kebutuhan akan air bersih terutama air minum bagi manusia diperlukan untuk menjaga kesehatan. Namun, jumlah ketersediaan air bersih yang dimiliki Indonesia menjadi salah satu yang terendah di antara negara-negara ASEAN [1]. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia saat ini memiliki 72,58% air bersih yang memadai. Angka ini masih di bawah target 100% Sustainable Development Goals (SDGs) [2]. Air yang tidak layak untuk diminum akan menyebabkan banyak macam penyakit, salah satunya jika tingkat pH yang tidak sesuai maka dapat menyebabkan gangguan pada gastrointestinal [3]. Doktor Sri Yusnita Irda Sari, seorang dosen dan peneliti di Pusat Studi Kesehatan dan Inovasi Fakultas Kedokteran Universitas

Padjajaran menciptakan TELAGA yaitu filter air tanpa listrik untuk menghasilkan air untuk konsumsi yang sesuai dengan standar kelayakan untuk air minum yang terdapat pada PERMENKES 492/MENKES/PER/IV/2010[4]. Namun untuk memastikan kualitas air serta performansi filter maka dibutuhkan teknologi yang tepat, guna menunjang efektivitas dan efisiensi pemantauan kualitas.

Penerapan teknologi Internet of Things diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam pemantauan kualitas air sehingga dapat memastikan bahwa air yang diminum layak untuk dikonsumsi. Penelitian sebelumnya tentang pemantauan kualitas air telah dilakukan, beberapa diantaranya adalah “Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis *IoT* untuk Air Minum yang Aman di Pakistan” pada tahun 2018 oleh Abdul Rauf Memon dengan menggunakan pH, Kekeruhan, dan Suhu sebagai parameter pengamatan[5], penelitian terkait berikutnya adalah “Perancangan Dan Pengawasan Akuaponik Pintar Berbasis *Web Server*” pada tahun 2021 oleh Iqbal Adi Putra dengan hasil *QoS* hasil Delay 99,40 ms dan dikategorikan sangat baik dan nilai *throughput* sebesar 8195 bps dikategorikan baik.

Berdasarkan hasil kedua penelitian tersebut, studi desain akhir ini dibagi menjadi dua proyek, yaitu merancang prototipe filter air dan merancang *web server*. Penulis lebih fokus merancang dan membangun *web server* yang terintegrasi dengan alat.

II. KAJIAN TEORI

A. Air Minum

Air minum adalah air yang digunakan untuk konsumsi manusia. Menurut persyaratan departemen kesehatan, air minum harus tidak berasa, tidak berwarna, bebas mikroorganisme berbahaya dan bebas logam berat. Air minum adalah air yang diolah atau tidak diolah yang memenuhi persyaratan sanitasi dan dapat dikonsumsi secara langsung[6].

1. Kualitas Air Minum

Standar Baku Mutu untuk perusahaan air minum untuk tujuan kebersihan air minum meliputi parameter wajib dan

tambahan[7]. Parameter wajib adalah parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya boleh dicek bila kondisi geohidrologi menunjukkan kemungkinan kontaminasi karena parameter tambahan.

Pada penelitian kali ini, parameter yang digunakan sebagai tolak ukur mengikuti dari undang-undang PERMENKES No.492 Tahun 2010[4] yaitu:

Tabel 2. 1 Parameter Penelitian

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
2	pH	1-14	6.5 – 8.5
3	Zat Padat Terlarut (TDS)	PPM	500
4	Kekeruhan	NTU	5

B. Internet of Things

Internet of things (IoT) adalah konsep dimana suatu objek dapat mentransfer data atau informasi melalui jaringan internet tanpa campur tangan manusia. Selain itu, Internet of Things memberikan kemampuan untuk berbagi informasi dan dapat merespons peristiwa dunia nyata/fisik secara independen dengan memicu proses dan menciptakan layanan, terlepas dari apakah intervensi manusia diperlukan[8]. Dan alat seperti sensor, aktuator dan SBC (Single Board Computer) memiliki dampak yang cukup besar untuk dunia digital dikarenakan adanya IoT.

Berikut merupakan elemen dasar dari arsitektur IoT[9], yaitu;

1. Things: Thing disini merujuk kepada sebuah objek yang dilengkapi dengan sensor untuk mengumpulkan data kemudian mengirimnya melalui jaringan.
2. Gateways: Gateway memungkinkan adanya konektivitas antara data yang dikirim melalui sensor dan cloud/web server.
3. Cloud gateways: cloud gateways berfungsi untuk mengompres data serta menjaga keamanan pengiriman data antara gateway dan cloud/web server
4. Streaming data processor: bertugas untuk memastikan keefektifan perpindahan data masukan ke data lake, dan tidak ada data yang terkadang hilang atau korup.
5. Data Lake: Data Lake digunakan untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh alat yang terhubung dengan sensor.

C. Web Server

Web server merupakan jenis perangkat lunak yang digunakan untuk menyediakan layanan data dan media pada jaringan komputer atau internet dengan menggunakan protokol HTTP dan HTTPS, dan mengirimkannya dalam bentuk halaman web dalam bentuk file HTML. Fungsi utama web server adalah untuk mengeksekusi atau mentransfer file permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Halaman web yang diminta salah satunya adalah file teks, video, gambar, file, dll[10].

1. Litespeed

LiteSpeed Web server meningkatkan kinerja dan skalabilitas platform hosting web dengan arsitektur unik yang digerakkan oleh peristiwa. Arsitektur ini mampu melayani ratusan atau bahkan ribuan klien secara bersamaan dengan penggunaan sumber daya yang minimal. Pengembangan yang dilakukan oleh LiteSpeed dapat meningkatkan kinerja PHP dan mampu menangani lonjakan lalu lintas dan membantu melawan DDOS.[11]

2. Cpanel

Cpanel merupakan server manager berbasis Linux yang digunakan pada akun web hosting. Dengan panel ini, pengguna dapat mengelola semua layanan web editing dan dukungan berbasis aplikasi[12].

D. Situs Web

Situs Web atau biasa disebut Website adalah sebuah kumpulan halaman pada suatu domain di internet yang dibuat dengan tujuan tertentu dan saling berhubungan serta dapat diakses secara luas melalui halaman depan (home page) menggunakan sebuah browser menggunakan URL website[13].

1. Monolith website

Arsitektur monolitik adalah arsitektur perangkat lunak yang umum digunakan dalam pengembangan aplikasi web. Monolith sendiri berarti sistem yang dibangun sebagai satu kesatuan. Dalam pengimplementasiannya, sistem yang dibangun terdiri dari beberapa jenis komponen yang tertanam dalam satu jenis platform.[14]

2. PHP

PHP merupakan salah satu bahasa pemrograman open-source yang digunakan untuk membuat website. PHP adalah singkatan dari Hypertext Pre-processor, yang sebelumnya disebut Personal Home Pages. PHP adalah bahasa pemrograman umum yang berarti php dapat disematkan ke dalam kode HTML, atau dapat digunakan dalam kombinasi dengan berbagai sistem template web sistem manajemen konten web, dan kerangka kerja web.[15]

3. Javascript

JavaScript adalah bahasa pemrograman web yang bersifat Client-Side Programming Language. Client-Side Programming Language adalah tipe bahasa pemrograman yang pemrosesannya dilakukan oleh client. Javascript merupakan bahasa "case sensitive" yaitu membedakan perubahan variabel dan fungsi yang menggunakan huruf kecil dan besar[16].

4. CSS

CSS kepanjangan dari Cascading Style Sheet adalah bahasa-bahasa yang merepresentasikan halaman web. Seperti warna, layout, dan font. Dengan menggunakan CSS, seorang web developer dapat membuat halaman web yang dapat beradaptasi dengan berbagai macam ukuran layar. Pembuatan CSS biasanya terpisah dengan halaman HTML. Meskipun CSS dapat disisipkan di dalam halaman HTML. Hal ini ditujukan untuk memudahkan pengaturan halaman HTML yang memiliki rancangan yang sama [16].

5. Bootstrap

Bootstrap merupakan framework CSS yang dapat mempermudah desain tampilan website dan mendesain tampilan yang lebih bersih dan cepat. Selain itu, bootloder juga membuat tampilan website menjadi lebih responsif[15].

6. VSCode

Visual Studio Code (VS Code) ini adalah sebuah teks editor yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi multiplatform, artinya tersedia juga untuk versi Linux, Mac, dan Windows. Teks editor ini secara langsung mendukung bahasa pemrograman JavaScript, Typescript, dan Node.js, serta bahasa pemrograman lainnya dengan bantuan plugin yang dapat dipasang via marketplace Visual Studio Code (seperti C++, C#, Python, Go, Java, dst).

E. Application Program Interface (API)

API adalah antarmuka yang dirancang untuk mengintegrasikan perangkat lunak satu sama lain. API dapat dianggap sebagai penghubung satu aplikasi ke aplikasi lainnya. Proses ini dikelola oleh sistem operasi. Kelebihan dari API ini adalah satu aplikasi dapat terhubung dan berinteraksi dengan aplikasi lain. API adalah antarmuka perangkat lunak yang terdiri dari kumpulan instruksi yang disimpan dalam bentuk perpustakaan yang menggambarkan bagaimana satu perangkat lunak berinteraksi dengan yang lain.[14]

F. Database

Database atau basis data adalah sekumpulan data berupa informasi yang tersusun dalam komputer, dan dapat diolah melalui Software serta saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya secara skema atau struktur tersebut. Database mempunyai penjelasan terstruktur yang disebut skema. Skema merupakan objek yang diwakili basis data dan hubungannya terhadap objek lainnya.

1. MySQL

MySQL merupakan RDBMS (Relasional Database Management System) yang berfungsi untuk membuat, mengatur, dan mengelola database. MySQL mampu mengirim dan menerima data dengan sangat cepat dan multi-user.[17]

G. Quality of Service (QoS)

QoS merupakan sebuah metode untuk mengukur tingkat kualitas sebuah jaringan serta menggambarkan karakteristik maupun sifat dari suatu layanan. Dalam menentukan baik dan buruknya sebuah jaringan terdapat parameter-parameter yang dijadikan acuan[18]. Pada pengujian kali ini menggunakan standar ITU-T G.1010[19].

1. Delay

Delay merupakan salah satu parameter dari QoS untuk mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan oleh paket dalam menempuh pada sistem end-to-end service. Delay proses transmisi paket di jaringan komputer disebabkan oleh antrian yang panjang atau mengambil rute yang berbeda untuk menghindari kemacetan perutean. Untuk mencari delay pada paket yang ditransmisikan dengan membagi panjang paket (bit) dengan kapasitas link (bit/s)[20]. Delay memiliki dampak yang sangat langsung pada kepuasan pengguna tergantung pada aplikasi dan termasuk penundaan di

terminal, jaringan, dan server apa pun. Delay juga berpengaruh pada parameter jaringan lain seperti throughput.

2. Packet Loss

Packet Loss merupakan persentase paket yang hilang selama mentransmisikan data. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti penurunan sinyal dalam media jaringan, kesalahan perangkat keras jaringan, atau juga radiasi dari lingkungan sekitar. Berikut merupakan rumus untuk menghitung *packet loss*.

$$pl = ((pt - pr)/pt) \times 100\% \quad (2.1)$$

3. Jitter

Jitter merupakan variasi Delay dari setiap paket yang diterima. Jitter dalam jaringan dapat disebabkan oleh banyak macam hal, contohnya; kemacetan jaringan, driver network yang kadaluarsa atau kesalahan konfigurasi.[18]

TABEL 2.1
PARAMETER JITTER[10]

Kategori Delay	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 - 75 ms	3
Sedang	76 - 125 ms	2
Jelek	126 - 225 ms	1

$$Jitter = \frac{\text{Total Variasi Delay}}{\text{Total Packet yang diterima}} \quad (2.2)$$

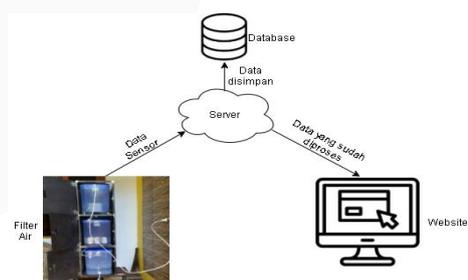
4. Throughput

Throughput adalah ukuran jumlah paket data yang dikirim atau diterima melalui jaringan. Ini dapat didefinisikan sebagai bandwidth aktual yang tersedia di jaringan, Satuannya dalam bit per second (bps)[18].

$$Throughput = \frac{\text{Paket data yang dikirim}}{\text{Lama pengamatan}} \quad (2.3)$$

III. METODE

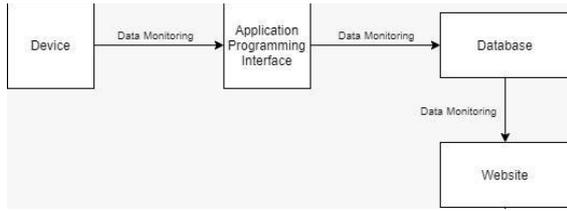
A. Desain Sistem



GAMBAR 3.1
DESAIN SISTEM

Dalam perancangan sistem ini, penulis hanya berfokus pada pengembangan aplikasi *web server* untuk *monitoring* kualitas air. Kualitas air yang diamati menggunakan 4 parameter yaitu; Suhu, pH, TDS, dan Kekeruhan. Pada sistem ini terdapat sensor yang akan mengambil data yang telah ditentukan melalui mikrokontroler kemudian di *upload* ke *web server*. Data yang diunggah kemudian akan ditampilkan di *website* sehingga pengguna dapat memantau kualitas air.

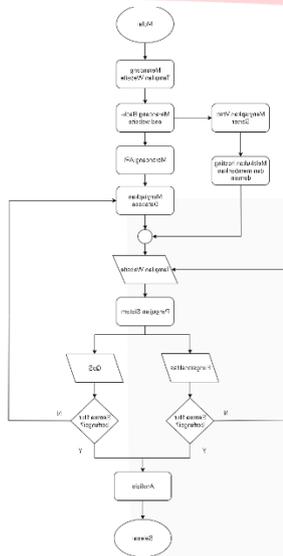
B. Diagram Blok



GAMBAR 3.2
DIAGRAM BLOK

Menurut Gambar 3.2 diatas, data dari alat yang dirancang untuk memeriksa Suhu, TDS, Kekeruhan dan tingkat pH dalam filter air diproses oleh Arduino dan ditransfer menggunakan modul ESP8266 yang sudah terhubung ke internet, yang nantinya dapat diakses oleh platform kemudian mengunggah data yang masuk ke server web. Data yang diunduh dari web server akan ditampilkan melalui situs web yang dibuat agar administrator dapat mengaksesnya melalui web.

1. Diagram Alir



GAMBAR 3.3
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

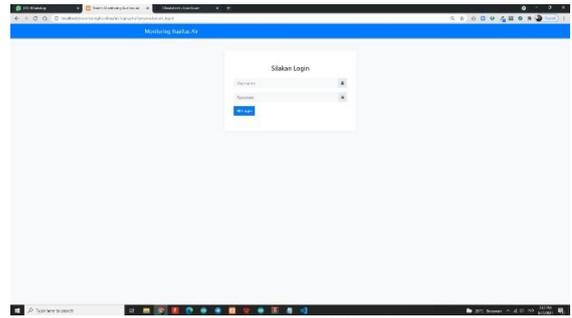
Berdasarkan gambar 3.3 penulis memulai dengan merancang website, pada tahapan ini penulis harus mengetahui apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sebuah website hingga bisa diakses oleh admin menggunakan bahasa pemrograman php. Langkah selanjutnya mendesain tampilan dari website tersebut, tampilan website akan dibuat interaktif dan user-friendly agar pengunjung website nyaman.

Setelah semua persyaratan sudah selesai penulis akan menguji fungsionalitas website yang sudah dibuat dengan mengecek tiap fitur di website, jika terdapat error pada fitur maka penulis mengecek kodingan website yang telah dibuat. Kemudian jika website tidak menampilkan data artinya ada yang salah dengan penghubung website dengan database dan apabila terbaca di web, maka database berhasil terhubung dengan website. Database pada tugas akhir ini dibuat menggunakan MySQL.

Tahap selanjutnya adalah meng-hosting web yang sudah dibuat supaya pengguna bisa mengakses website dimana dan kapan saja, kemudian menganalisis Quality of Service (QoS)

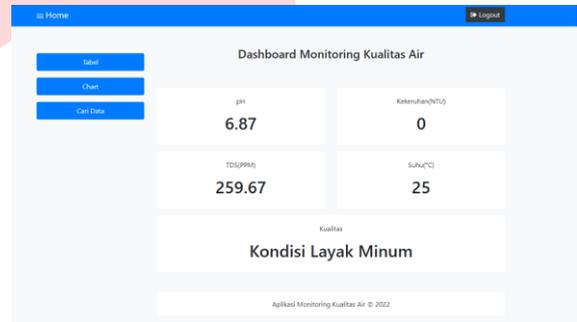
website yang dibuat dengan menguji Delay, Jitter, Packet loss dan Throughput.

C. Desain Website



GAMBAR 3.3
HALAMAN LOGIN

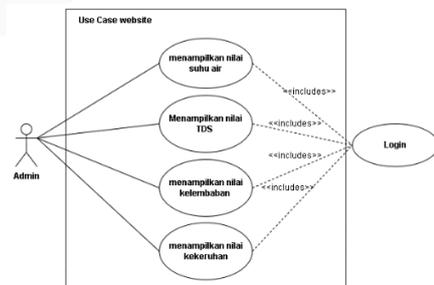
Pada gambar diatas menunjukkan halaman login dan melakukan input yaitu username dan password. Lalu setelah Melakukan login akan masuk ke halaman utama.



GAMBAR 3.4
HALAMAN UTAMA

Pada halaman utama ini terdapat 3 menu yaitu Tabel, Chart, dan Cari data. Untuk halaman dashboard menunjukkan data realtime untuk: pH, TDS (ppm), Kekeruhan dan Suhu. Lalu untuk menu pertama menampilkan table untuk data-data yang diterima selama proses monitoring, kemudian untuk menu kedua menampilkan grafik untuk tiap parameter pengujian dan untuk menu yang terakhir menampilkan data yang dipilih berdasarkan rentang tanggal. Lalu untuk logout dimana akan kembali ke halaman login.

D. Use Case Diagram



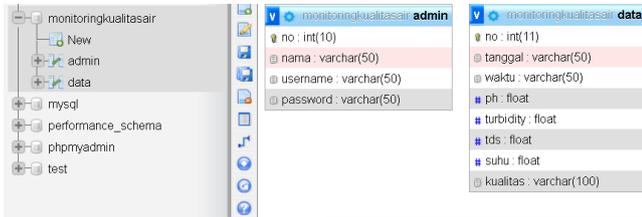
GAMBAR 3.5
USE CASE DIAGRAM

Pada gambar use case diagram, Admin dapat mengakses lewat browser dan masuk ke alamat website yang sudah

disediakan sebelumnya. Lalu *website* tersebut dapat menampilkan informasi sensor yang ada di filter air.

E. Database

Database pada tugas akhir ini digunakan untuk menampilkan data *real-time* dan menyimpan data untuk keperluan pengujian. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan dalam *file* data. Database yang penulis gunakan adalah MySQL.



GAMBAR 3.6 DATABASE MYSQL

1. Konfigurasi *website* dengan database

Untuk menampilkan data yang telah diambil oleh alat, diperlukan *script* untuk menkonfigurasi antara database dan *website*. Berikut merupakan *script* yang digunakan penulis dalam tugas akhir ini.

```
<?php
$server = "localhost";
$username = "u1583616_user1";
$password = "nKm[pg40je6a";
$databse = "u1583616_db";

$koneksi = mysqli_connect($server, $username, $password, $databse);
if($koneksi == TRUE){
    // echo "Berhasil";
}else{
    echo "Gagal";
}
```

GAMBAR 3.7 SCRIPT KONFIGURASI WEBSITE DENGAN DATABASE

F. Merancang *back-end* web

Selain mendesain tampilan *website*, penulis juga mengerjakan *back-end* dari *website* yang dibuat agar *website* yang dirancang dapat berfungsi dengan baik. Pengerjaan *back-end website* harus menerapkan tata bahasa yang sesuai di masing-masing pemrograman atau bisa disebut juga dengan *syntax*, apabila tata bahasa tersebut tidak sesuai dengan bahasa pemrograman yang dikerjakan maka *website* yang dirancang tidak dapat berjalan.

1. Konfigurasi *Hosting*

Penulis melakukan *hosting* dengan tujuan agar *website* sudah dibuat bisa *online* dan dapat diakses di laptop maupun *smartphone*. Berikut cara mengonfigurasi *website* dengan *hosting* menggunakan CPanel.

- a. Dimulai dengan meng-Extract folder *website* menjadi bentuk *file* dengan format .ZIP
- b. Kemudian *login* cpanel dengan akun yang didapatkan dari penyewa layanan *hosting*.
- c. Pada menu *Files*, klik *File Manager*



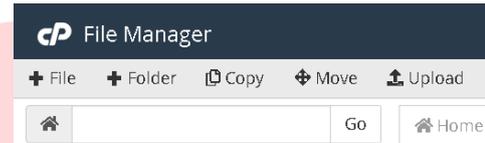
GAMBAR 3.8 MENU FILES CPANEL

- d. Kemudian klik *public_html*



GAMBAR 3.9 PUBLIC_HTML

- e. Lalu *upload* folder *website*



GAMBAR 3.10 MENU UPLOAD

2. *Script* penentuan kualitas

```
$kualitas = "";
$logics = TRUE;
if ($logics == TRUE) {
    if (($ph >= 6.5) && ($ph <= 8.5) && ($tds <= 500) && ($turbidity <= 5)) {
        $kualitas = "Kondisi Layak Minum";
    }else{
        $kualitas = "Kondisi Tidak Layak Minum";
    }
}
```

GAMBAR 3.11 SCRIPT KUALITAS

Gambar diatas merupakan *script* yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum apakah layak atau tidak berdasarkan parameter yang dipakai. *Script* penentuan kualitas menggunakan *logical operator*.

3. *Script Monitoring* dalam *website*

```
<?php
include("koneksi.php");
$nomor = 0;
$data = mysqli_query($koneksi, "SELECT * FROM data ORDER BY no DESC LIMIT 50");
while ($row = mysqli_fetch_array($data)) {
    $no = $row['no'];
    $nomor++;
}
<tr>
<td><?php echo $row['no']; ?></td>
<td><?php echo $row['tanggal']; ?></td>
<td><?php echo $row['waktu']; ?></td>
<td><?php echo $row['ph']; ?></td>
<td><?php echo $row['turbidity']; ?></td>
<td><?php echo $row['tds']; ?></td>
<td><?php echo $row['suhu']; ?></td>
<td><?php echo $row['kualitas']; ?></td>
</tr>
<?php ?>
```

GAMBAR 3.12 SCRIPT MONITORING

Gambar diatas merupakan *script* yang menggunakan bahasa php dan digunakan penulis untuk menampilkan data *monitoring*. Data yang ada di database diambil dengan perintah \$data lalu data dari database akan ditampilkan ke *website* while (\$row = MySQLi_fetch_array(\$data)). Selanjutnya, menuliskan sintaks untuk menampilkan data yang ingin ditampilkan pada *website* dengan perintah echo \$row dengan nilai yang ingin ditampilkan. Persamaan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas merupakan prosedur yang harus dilakukan

untuk memastikan apakah semua fitur yang ada di dalam web dapat berfungsi dengan baik. Tahapan pengecekan dilakukan dari *Login* sampai *Logout*.

1. Pengujian *Login*

TABEL 4. 1
TABEL PENGUJIAN LOGIN

Pengujian	Test Step	Keterangan	Hasil
Admin masuk ke halaman utama	Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Admin masuk ke menu utama	Valid
	Admin tidak memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	Muncul notifikasi " <i>username</i> dan <i>password</i> salah"	

2. Pengujian Halaman Utaman

Pengujian halaman utama dilakukan dengan cara mengetes segala fitur yang terdapat di sana, seperti *Home*, *Tabel*, dan *Chart*. Berikut hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel dibawah ini;

TABEL 4. 2
PENGUJIAN HOME PAGE

Pengujian	Test Step	Keterangan	Hasil
Halaman utama menampilkan nama web	Menekan tombol <i>Home</i>	Halaman utama menampilkan nama web	Valid
Halaman utama menampilkan menekan tombol <i>Logout</i>	Menekan tombol <i>Logout</i>	Berhasil keluar dari halaman utama dan kembali ke halaman <i>login</i>	Valid
Halaman Utama menampilkan sidebar <i>Home</i> , <i>Tabel</i> , dan <i>Chart</i>	Menekan tombol <i>Home</i>	Halaman utama menampilkan menu <i>Home</i> , <i>Tabel</i> , dan <i>Chart</i>	Valid
Halaman Utama menampilkan nilai sensor dan hasil kualitas	Menekan tombol <i>Home</i>	Parameter kualitas air dan hasil keputusan ditampilkan	Valid

3. Pengujian Sidebar

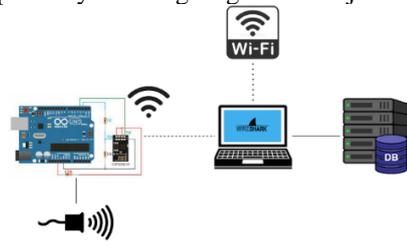
Tabel di bawah memberi kesimpulan bahwa setelah melakukan pengujian pada fitur-fitur di menu *sidebar*, seluruh fitur berfungsi dengan baik.

TABEL 4. 3
PENGUJIAN SIDEBAR

Pengujian	Test Step	Keterangan	Hasil
Menu <i>Tabel</i> menampilkan data	Menekan tombol <i>table</i>	Menu <i>table</i> menampilkan data berbentuk <i>table</i>	Valid
Menu <i>Export</i> pada <i>table</i> dapat mendownload <i>file</i> tabel	Menekan tombol <i>export</i>	<i>File</i> tabel berhasil terdownload dalam bentuk <i>.xls</i>	Valid
Menu <i>chart</i> menampilkan grafik	Menekan tombol <i>chart</i>	Menu <i>chart</i> menampilkan data per parameter dalam bentuk grafik	Valid

4. *Quality of Service*

Pengujian *QoS* dilakukan dengan tujuan untuk mengecek performa sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan *Wireshark* sebagai alat untuk men-*capture* jaringan dan parameter yang diuji adalah *Throughput*, *Delay*, *Packet Loss* dan *Jitter*. Pengujian dilakukan dalam 10 sesi, dimana tiap sesi nya berlangsung selama 2 jam.

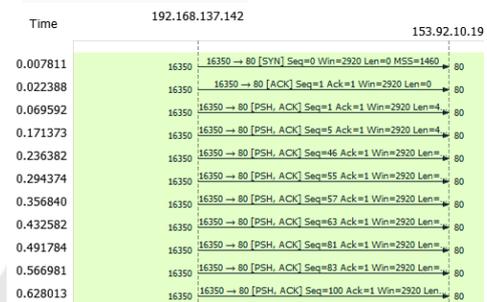


GAMBAR 4.1
TOPOLOGI PENGUKURAN QOS

Topologi di atas berdasarkan prinsip *Client-Server*, hanya saja di *IoT* untuk bisa membaca paket data yang dikirim, harus ditambah satu node antara *router WiFi* dan internet yaitu *pc router* yang sudah terpasang *Wireshark*.

5. *Delay*

Berdasarkan standar *ITU-T*, pengujian *One-Way Delay* dilakukan dengan cara mengukur lama waktu yang ditempuh dari alat menuju website. Pada *Wireshark* hasil tangkapan difilter dengan `ip.src == 192.168.137.142 && ip.dst == 153.92.10.19`, yang mana *ip source* yang ditentukan adalah *ip* dari alat dan *ip destination* nya adalah *ip server*.



GAMBAR 4.2
FLOW GRAPH

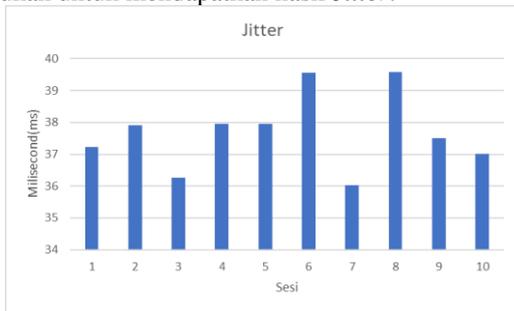


GAMBAR 4.3
PENGUJIAN ONE WAY DELAY

Gambar diatas merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan dengan selama 10 sesi. Berdasarkan gambar diatas delay tertinggi terjadi pada sesi ke-8 senilai 74,23 ms dengan kategori "Sangat Bagus" dan delay terendah pada sesi ke-3 senilai 24,31 ms dan dikategorikan "Sangat Bagus".

6. Jitter

Pengukuran *Jitter* dilakukan dengan melihat variasi *Delay* yang terjadi ketika selama pengujian. Karena *Jitter* berhubungan dengan latency maka *Delay* rata-rata juga diperlukan untuk mendapatkan hasil *Jitter*.



GAMBAR 4.4
GRAFIK JITTER

Berdasarkan grafik diatas, pengujian yang telah dilakukan mendapatkan jitter tertinggi pada sesi ke-8 senilai 39,57 ms dengan kategori “Bagus” dan jitter terendah pada sesi ke-3 senilai 36,26 ms dengan kategori “Bagus”.

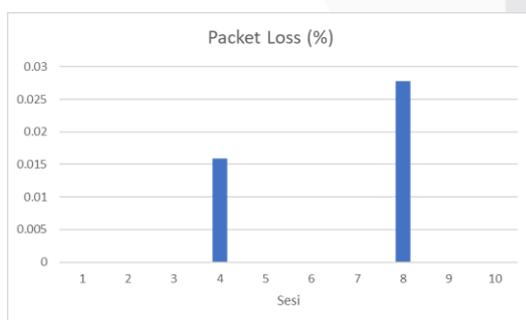
7. Packet Loss

Pengujian *Packet Loss* dilakukan untuk melihat seberapa banyak paket yang hilang selama pengujian. Terdapat dua cara untuk mengetahui paket yang hilang; pertama dengan Wireshark, kita juga dapat melihat paket yang hilang selama pengiriman dengan menggunakan filter “tcp.analysis.lost_segment” kita dapat melihat seluruh paket yang hilang ketika pengiriman data berlangsung.

No.	Time	TCP Delta	Source	Destination	Protocol	Packet b
5203	1847.818...	0.026510000	153.92.10.19	192.168.137.142	TCP	54
6306	2237.899...	0.036482000	153.92.10.19	192.168.137.142	TCP	54
8659	3069.265...	0.004935000	153.92.10.19	192.168.137.142	TCP	54
9616	3408.059...	0.020536000	153.92.10.19	192.168.137.142	TCP	54

GAMBAR 4.5
PENGECEKAN *PACKET LOSS* PADA WIRESHARK

Selama pengujian yang berlangsung selama 10 sesi, terdapat 3 paket yang hilang pada sesi ke-4 dan 2 paket yang hilang pada sesi ke-8 selama pengiriman,

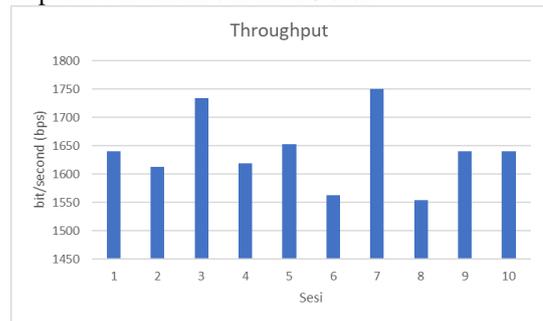


GAMBAR 4.6
HASIL PENGUJIAN *PACKET LOSS*

Dengan menggunakan persamaan *Packet Loss* yang tertera pada bab 2, Grafik diatas menunjukkan, bahwa *Packet Loss* pada sesi ke-4 yaitu 0,015% dan pada sesi ke-8 senilai 0,02%. Umumnya paket yang hilang terjadi dikarenakan kongesti pada jaringan dalam waktu yang cukup lama.

8. Throughput

Pengujian *throughput* diuji dengan cara melihat besar paket data dan waktu pengamatan di dalam hasil capture pada Wireshark selama 10 sesi.



GAMBAR 4.7
GRAFIK THROUGHPUT

Setelah pengujian dilakukan, hasil throughput tertinggi terjadi pada sesi ke-7 senilai 1750 bps dan hasil terendah pada sesi ke-8 senilai 1554 bps. Hasil yang didapatkan hasil hal ini dikarenakan data yang dikirim hanya berupa *text*.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pada tugas akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Keseluruhan sistem dari Tugas Akhir tentang monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) dapat berfungsi dengan baik. Web server yang dirancang penulis sebagai penghubung mikrokontroler dengan website dapat mengirim data dengan baik.
2. Sistem web server yang dirancang untuk memonitoring sensor air mempermudah admin untuk melihat data sensor di website.
3. Database yang penulis buat sebagai penampung data yaitu MySQL dapat berfungsi dengan baik. Data pada database dapat dilihat menggunakan phpmyadmin
3. Hasil pengujian fungsional dari website yang penulis rancang menunjukkan bahwa semua fungsi dapat bekerja dengan baik.
4. Hasil pengujian Quality of Service (QoS) untuk One-Way delay mendapatkan nilai rata-rata 43.87 ms.
5. Hasil pengujian Quality of Service (QoS) untuk Jitter mendapatkan nilai dengan rata-rata 37.69 ms.
6. Hasil pengujian Quality of Service (QoS) Packet Loss mendapatkan nilai 0.0043% dengan kategori bagus.
7. Hasil pengujian Quality of Service (QoS) Throughput mendapatkan nilai rata-rata sebesar 1640 bps.

B. Saran

Dari hasil penelitian tugas akhir dan untuk meningkatkan performa web server untuk monitoring kualitas air minum, penulis memberikan saran untuk pengembangan sistem ataupun penelitian selanjutnya yaitu:

1. Menambahkan notifikasi chat bot seperti Welegram dan Whatsapp atau aplikasi lain.
2. Menyediakan web server dengan performa yang lebih baik dan lebih aman.
3. Menambahkan fitur controlling alat pada website agar dapat mengatasi jika ada eror dari jarak jauh.

REFERENSI

- [1] "Data akses air minum asean dan negara G-20 | NAWASIS – National Water and Sanitation Information Services." <http://nawasis.org/portal/galeri/read/data-akses-air-minum-asean-dan-negara-g-20/51908> (accessed Aug. 23, 2022).
- [2] W. S. Statistics, "STATISTIK," 2020.
- [3] World Health Organisation, "pH in drinking-water," *Guidel. Drink. water Qual.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2007, [Online]. Available: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/ph_revised_2007_clean_version.pdf.
- [4] Permenkes RI, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum," *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. p. MENKES, 2010.
- [5] A. R. Memon, "2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies: Idea to Innovation for Building the Knowledge Economy, iCoMET 2020," *2020 3rd Int. Conf. Comput. Math. Eng. Technol. Idea to Innov. Build. Knowl. Econ. iCoMET 2020*, pp. 2–8, 2020.
- [6] Menteri Kesehatan, "KEMENKES Nomor 907 Tahun 2002," pp. 1–20, 2002.
- [7] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum," *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–20, 2017.
- [8] Q. F. Hassan, "Part I Concepts and Perspectives," *Internet Things A to Z Technol. Appl.*, pp. 1–6, 2018.
- [9] A. Grizhnevich, "IoT Architecture: Building Blocks and How They Work," *IoT Architecture: Building Blocks and How They Work*, 2018. <https://www.scnsoft.com/blog/iot-architecture-in-a-nutshell-and-how-it-works>.
- [10] Y. Pribadi, A. B. Putra Negara, and M. A. Irwansyah, "Analisis Penggunaan Metode Failover Clustering untuk Mencapai High Availability pada Web Server (Studi Kasus: Gedung Jurusan Informatika)," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, p. 218, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i2.31965.
- [11] J. Ilmiah *et al.*, "PERANCANGAN LITESPEED CACHE Program Studi Teknik Informatika - Universitas Komputer Indonesia Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)," vol. 8, no. 2, pp. 2–9, 2019.
- [12] S. Rab, "A University website using Content Management System (CMS) and add-on plugins," no. January, 2018.
- [13] Y. Trimarsiah and M. Arafat, "Analisis Dan Perancangan Website Sebagai Sarana," *J. Ilm. MATRIK*, vol. Vol. 19 No, pp. 1–10, 2017.
- [14] M. Refda, "Implementasi arsitektur monolitik pada tes berbentuk esai berbasis," 2020.
- [15] K. Lamsal, "Designing and Developing a dynamic website using PHP Designing and Developing a dynamic website using PHP."
- [16] O. Pahlevi, A. Mulyani, and M. Khoir, "Sistem Informasi Inventori Barang Menggunakan Metode Object Oriented Di Pt. Livaza Teknologi Indonesia Jakarta," *J. PROSISKO*, vol. 5, no. 1, 2018, [Online]. Available: <https://livaza.com/>.
- [17] and M. A. Abdy, Sahara, "Perancangan Sistem Informasi Apotek Dengan Menggunakan Framework CodeIgniter Dan Database MySQL," *J. Inf. Komput. Log.*, vol. 1, 2020.
- [18] M. Singh and G. Baranwal, "Quality of Service (QoS) in Internet of Things," *Proc. - 2018 3rd Int. Conf. Internet Things Smart Innov. Usages, IoT-SIU 2018*, 2018, doi: 10.1109/IoT-SIU.2018.8519862.
- [19] ITU-T, "G.1010: End-user multimedia QoS categories," *Int. Telecommun. Union*, vol. 1010, 2001, [Online]. Available: http://scholar.google.com.au/scholar?hl=en&q=ITU-T+Recommendation+G.1010&btnG=&as_sdt=1,5&as_sdtp=#7.
- [20] Hasanul Fahmi, "Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–105, 2018.