

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teoritis**

##### **1. Sistem Sibel**

Sibel merupakan sistem distribusi air yang digunakan untuk mengalirkan air dari sumber menuju lahan pertanian atau pengguna melalui jaringan saluran maupun perpipaan. Sistem ini berperan penting dalam menjaga ketersediaan air agar proses distribusi berlangsung secara teratur sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Namun, proses pencatatan penggunaan sibel yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan berbagai kendala, seperti kesalahan pencatatan waktu aktif, kesulitan mengetahui jumlah air yang telah digunakan, serta keterlambatan penyampaian data kepada pengelola. Seiring perkembangan teknologi, penerapan Internet of Things (IoT) menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sistem distribusi air melalui proses monitoring secara real-time. Dengan memanfaatkan mikrokontroler, sensor water flow, dan media penyimpanan berbasis cloud, data penggunaan air dapat direkam, diproses, dan dikirim secara otomatis sehingga informasi mengenai debit air, volume air, lama waktu sibel aktif, serta biaya penggunaan dapat dipantau dari mana saja melalui jaringan internet. Implementasi sistem monitoring berbasis IoT tidak hanya mempermudah proses pengawasan, tetapi juga meningkatkan akurasi pencatatan, mengurangi kesalahan akibat faktor manusia, serta menyediakan data historis yang dapat digunakan sebagai

bahan evaluasi dalam pengelolaan distribusi air (Yudhanto & Azis, 2019; Kumar, 2017).

## **2. Internet of Things (IoT)**

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke dalam jaringan internet sehingga perangkat tersebut mampu saling berkomunikasi, bertukar informasi, serta melakukan pengolahan data secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia secara terus-menerus. Teknologi IoT memanfaatkan sensor sebagai media pengambilan data, mikrokontroler sebagai pengolah informasi, serta jaringan internet sebagai sarana transmisi data menuju media penyimpanan atau aplikasi monitoring. Penerapan IoT telah banyak digunakan pada berbagai bidang, seperti industri, kesehatan, rumah pintar, hingga sistem monitoring sumber daya air karena mampu meningkatkan efisiensi, kecepatan akses informasi, dan akurasi pengambilan data secara real-time. Pada penelitian ini, konsep IoT diterapkan dengan menggunakan ESP32 yang terhubung ke jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor water flow berupa debit air, volume air, lama waktu aktif sibel, dan biaya penggunaan menuju Google Sheets melalui Google Apps Script sehingga seluruh informasi dapat dipantau secara daring kapan saja dan di mana saja. Dengan adanya teknologi IoT, proses pencatatan penggunaan air menjadi lebih efektif, mengurangi kesalahan pencatatan secara manual, serta menyediakan data historis yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pengelolaan distribusi air (Madakam et al., 2015; Gubbi et al., 2013).

## 1. ESP 32



**Gambar 2.2 ESP32 38 pin**

**Sumber:** <https://probots.co.in/>

ESP32 merupakan papan pengembangan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi. Mikrokontroler ini memiliki prosesor dual-core 32-bit dengan performa yang tinggi, konsumsi daya yang relatif rendah, serta mendukung berbagai antarmuka komunikasi seperti GPIO, UART, SPI, I2C, ADC, DAC, dan PWM sehingga mudah diintegrasikan dengan berbagai sensor maupun aktuator. Pada penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang menerima data dari sensor water flow, mengolah data menjadi nilai debit air, volume air, lama waktu aktif sibel, dan biaya penggunaan, kemudian mengirimkan hasil pengolahan tersebut ke Google Sheets melalui Google Apps Script menggunakan koneksi Wi-Fi. Selain itu, ESP32 juga mengendalikan relay, pompa air, LCD I2C, dan keypad sehingga seluruh proses monitoring dan pendataan sibel dapat berlangsung secara otomatis, akurat, dan real-time. Penggunaan ESP32 pada sistem IoT

memberikan keunggulan berupa kemampuan pemrosesan yang cepat, konektivitas yang stabil, serta kemudahan dalam pengembangan aplikasi monitoring berbasis internet (Espressif Systems, 2023; Kolban, 2020).

## 2. Sensor Water Flow



**Gambar 2.3 Sensor Water Flow**

**Sumber:** <https://components101.com/sensors/yf-s201-water-flow-measurement-sensor>

Sensor Water Flow merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur laju aliran air yang melewati suatu saluran dengan memanfaatkan putaran turbin (rotor) di dalam sensor. Ketika air mengalir, rotor akan berputar dan menghasilkan pulsa listrik melalui efek Hall (Hall Effect Sensor). Jumlah pulsa yang dihasilkan sebanding dengan banyaknya air yang mengalir sehingga dapat dikonversi menjadi nilai debit air (liter/menit) maupun volume air (liter) oleh mikrokontroler. Sensor ini banyak digunakan pada sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) karena memiliki tingkat akurasi yang baik, respon yang cepat, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler, seperti ESP32 dan Arduino. Pada penelitian ini, sensor Water Flow tipe ZJ-S201 digunakan sebagai perangkat input untuk mendeteksi debit air yang keluar dari sistem sibel. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh ESP32 dan

dikirimkan secara otomatis ke Google Sheets sehingga informasi mengenai debit air, volume air, lama waktu aktif sibel, dan biaya penggunaan dapat dipantau secara real-time. Penggunaan sensor Water Flow dalam sistem monitoring membantu meningkatkan akurasi pencatatan penggunaan air dibandingkan metode manual sehingga proses pengelolaan distribusi air menjadi lebih efektif dan efisien (Adriansyah & Hidyatama, 2020; Putra et al., 2022).

### 3. Relay



**Gambar 2.4** Relay 1 Channel

**Sumber:** <https://components101.com/switches/5v-single-channel-relay-module>

Relay merupakan komponen elektromekanik yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik pada suatu rangkaian. Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, yaitu ketika kumparan (coil) menerima tegangan dari mikrokontroler, akan terbentuk medan magnet yang menggerakkan kontak saklar sehingga beban listrik dapat diaktifkan atau dimatikan secara otomatis. Penggunaan relay sangat penting pada sistem berbasis mikrokontroler karena pin keluaran ESP32 hanya mampu menghasilkan tegangan 3,3 Volt dengan

arus yang relatif kecil, sehingga tidak dapat mengendalikan beban seperti pompa air secara langsung. Pada penelitian ini, relay digunakan sebagai penghubung antara ESP32 dengan pompa mini DC yang berfungsi mengalirkan air pada sistem sibel. Relay akan aktif ketika waktu penggunaan sibel dimulai dan akan mati secara otomatis setelah waktu penggunaan selesai, sehingga proses distribusi air dapat dikendalikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dengan demikian, penggunaan relay mampu meningkatkan keamanan rangkaian, melindungi mikrokontroler dari arus yang besar, serta mendukung proses otomatisasi sistem monitoring dan pendataan sibel berbasis Internet of Things (IoT) (Bolton, 2015; Hughes et al., 2016).

#### 4. Pompa Air Mini DC



**Gambar 2.6 Pompa Air Mini DC 5V**

**Sumber :** <https://components101.com/modules/dc-water-pump>

Pompa air mini DC merupakan aktuator elektromekanik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik sehingga mampu mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lainnya. Pompa ini banyak digunakan pada sistem otomatis berbasis mikrokontroler karena

memiliki ukuran yang relatif kecil, konsumsi daya yang rendah, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat elektronika. Dalam sistem berbasis Internet of Things (IoT), pompa air mini DC umumnya dikendalikan menggunakan modul relay sehingga proses pengoperasiannya dapat berlangsung secara otomatis sesuai dengan kondisi atau parameter yang telah ditentukan oleh sistem. Pada penelitian ini, pompa air mini DC digunakan sebagai media untuk mensimulasikan aliran air pada sistem sibel. Ketika relay menerima perintah dari ESP32, pompa akan aktif dan mengalirkan air melalui sensor water flow sehingga debit air dan volume air dapat dihitung secara otomatis. Setelah waktu penggunaan sibel berakhir, ESP32 akan memutuskan arus pada relay sehingga pompa berhenti bekerja. Penggunaan pompa air mini DC pada penelitian ini mendukung proses monitoring debit air secara real-time, meningkatkan efisiensi sistem, serta menghasilkan simulasi distribusi air yang sesuai dengan kondisi sebenarnya (Syahputra & Ulinuha, 2025; Rohman et al., 2025).

#### 5. LCD (Liquid Crystal Display) I2C

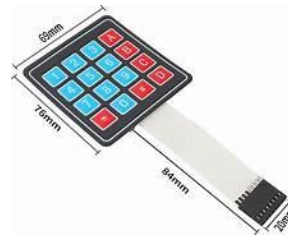


**Gambar 2.7 LCD 16×2 I2C**

**Sumber:** <https://lastminuteengineers.com/i2c-lcd-arduino-tutorial/>

Liquid Crystal Display (LCD) I2C merupakan perangkat keluaran (*output device*) yang digunakan untuk menampilkan informasi dari hasil pengolahan data mikrokontroler secara langsung. LCD 16×2 I2C memiliki kemampuan menampilkan 16 karakter pada dua baris dan menggunakan modul komunikasi Inter-Integrated Circuit (I2C), sehingga hanya membutuhkan dua jalur komunikasi, yaitu Serial Data (SDA) dan Serial Clock (SCL). Penggunaan antarmuka I2C membuat jumlah pin yang digunakan pada mikrokontroler menjadi lebih sedikit dibandingkan LCD paralel, sehingga memudahkan proses perancangan sistem. Pada penelitian ini, LCD I2C digunakan sebagai media untuk menampilkan informasi mengenai mode waktu penggunaan sibel, status sistem, debit air, volume air, serta biaya penggunaan secara real-time. Informasi yang ditampilkan pada LCD memudahkan pengguna dalam memantau kondisi sistem secara langsung tanpa harus membuka Google Sheets. Selain memiliki konsumsi daya yang rendah, LCD I2C juga mudah diintegrasikan dengan ESP32 sehingga banyak digunakan pada berbagai aplikasi monitoring dan sistem otomasi berbasis mikrokontroler (Mansoor, 2021; Ibrahim, 2019).

## 6. Keypad Matriks 4×4



**Gambar 2.8 Keypad Matriks 4×4**

**Sumber:** <https://components101.com/modules/4x4-keypad-module>

Keypad matriks 4×4 merupakan perangkat masukan (*input device*) yang terdiri atas 16 tombol yang disusun dalam empat baris dan empat kolom untuk memberikan perintah atau memasukkan data ke dalam sistem berbasis mikrokontroler. Keypad bekerja menggunakan metode pemindaian (*scanning*) baris dan kolom, di mana mikrokontroler akan mendeteksi tombol yang ditekan berdasarkan perubahan logika pada setiap jalur input. Komponen ini banyak digunakan pada sistem kendali dan otomasi karena memiliki bentuk yang sederhana, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, serta mampu memberikan antarmuka yang praktis bagi pengguna. Pada penelitian ini, keypad matriks 4×4 digunakan sebagai media untuk memilih mode waktu penggunaan sibel, seperti 1 menit, 15 menit, 30 menit, atau 1 jam sebelum sistem dijalankan. Data yang dimasukkan melalui keypad akan diproses oleh ESP32 sebagai acuan lama waktu aktif relay dan pompa air sehingga proses monitoring debit air dan pendataan waktu sibel dapat berlangsung sesuai dengan pengaturan yang dipilih pengguna. Penggunaan keypad pada sistem ini memberikan

kemudahan dalam pengoperasian alat tanpa memerlukan perangkat tambahan seperti komputer atau aplikasi khusus (Monk, 2017; Badamasi, 2014).

## 7. Google Apps Script



**Gambar 2.9 Google Apps Script**

**Sumber:** <https://developers.google.com/apps-script>

Google Apps Script merupakan platform pengembangan berbasis JavaScript yang dikembangkan oleh Google untuk mengotomatisasi berbagai layanan Google Workspace, seperti Google Sheets, Google Docs, Google Drive, dan Gmail. Platform ini memungkinkan pengguna membuat aplikasi berbasis cloud yang mampu menerima, mengolah, serta menyimpan data secara otomatis melalui layanan web (*web app*) dan Application Programming Interface (API). Dalam sistem berbasis Internet of Things (IoT), Google Apps Script sering digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan Google Sheets menggunakan metode HTTP Request, sehingga data yang dikirim oleh perangkat dapat langsung disimpan ke dalam spreadsheet secara real-time tanpa memerlukan server tambahan. Pada penelitian ini, Google Apps Script berfungsi sebagai media komunikasi antara ESP32 dan Google Sheets

untuk menerima data hasil pembacaan sensor water flow berupa debit air, volume air, lama waktu aktif sibel, status sistem, serta biaya penggunaan. Data yang diterima kemudian diproses dan disimpan secara otomatis ke dalam Google Sheets sehingga seluruh aktivitas penggunaan sibel dapat terdokumentasi dengan baik dan dapat diakses kapan saja melalui jaringan internet. Penggunaan Google Apps Script memberikan kemudahan dalam implementasi sistem monitoring karena bersifat gratis, mudah dikonfigurasi, serta terintegrasi langsung dengan layanan Google Workspace (Google Developers, 2024; Kansara, 2021).

#### 8. Google Sheets



**Gambar 2.10** Google Sheets

Sumber: <https://mailmeteor.com/>

Google Sheets ialah perisian hamparan berasaskan awan yang membolehkan pengguna menyimpan, memproses dan mengakses data secara dalam talian menerusi internet. Dalam pelaksanaan *Internet of Things (IoT)*, Google Sheets banyak digunakan sebagai medium penyimpanan data kerana ia mudah disatukan dengan ESP32 melalui Google Apps Script. Data yang diperoleh daripada sensor boleh dihantar secara automatik ke Google Sheets supaya semua data pemantauan disimpan dalam masa

nyata dan boleh diakses pada bila-bila masa melalui komputer atau telefon pintar. Selain berfungsi sebagai medium penyimpanan, Google Sheets juga boleh digunakan untuk melakukan analisis data dan pembuatan laporan penggunaan sistem secara berkala.(Aryo Wijoseno, Henri, dan Julinda 2025).

#### 9. Dashboard Google Sheets

Dashboard Google Sheets merupakan tampilan visual yang dibuat menggunakan fitur grafik, tabel, indikator, dan ringkasan data yang tersedia pada Google Sheets. Dashboard digunakan untuk menyajikan data monitoring dalam bentuk yang lebih mudah dipahami sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan dan analisis data secara cepat. Informasi yang dapat ditampilkan pada dashboard meliputi grafik debit air, lama waktu aktif sibel, total penggunaan air, serta riwayat penggunaan berdasarkan periode tertentu. Dengan adanya dashboard, pengguna tidak perlu membaca data mentah satu per satu karena seluruh informasi penting telah tersaji dalam bentuk visual yang informatif. Penggunaan Google Sheets sebagai dashboard monitoring berbasis IoT dinilai efektif karena dapat diakses secara bersamaan oleh beberapa pengguna melalui perangkat yang terhubung internet.( Jesi Pebralia et al., 2024).

#### 4. Sistem Monitoring Debit Air

Sistem Sistem monitoring debit air merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengukur, mengamati, dan merekam jumlah aliran air yang melewati suatu saluran dalam periode waktu tertentu. Debit air merupakan

volume air yang mengalir setiap satuan waktu dan biasanya dinyatakan dalam satuan liter per menit (L/min) atau meter kubik per detik ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Monitoring debit air sangat penting untuk mengetahui tingkat penggunaan air, efisiensi distribusi air, serta membantu proses pengelolaan sumber daya air secara lebih efektif.

Pada perkembangan teknologi saat ini, sistem monitoring debit air banyak dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem tersebut umumnya menggunakan sensor water flow sebagai alat pengukur aliran air dan mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data. Data hasil pengukuran kemudian dikirim melalui jaringan internet ke media penyimpanan berbasis cloud sehingga dapat dipantau secara real-time dari berbagai lokasi. (Saputra et al. 2024).

## **B. Kajian Empiris**

### **1. Judul: IoT Based PDAM Water Meter Monitoring System With Real Time Data**

Penelitian yang dilakukan oleh (Saifuddin, Radika, 2026) mengembangkan sistem monitoring penggunaan air berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor Water Flow dan mikrokontroler ESP32. Sistem tersebut dirancang untuk mengukur debit serta volume penggunaan air secara *real-time*, kemudian mengirimkan hasil pengukuran ke media penyimpanan berbasis *cloud* melalui jaringan internet sehingga data dapat dipantau dari jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan efektivitas proses

monitoring penggunaan air dibandingkan dengan metode pencatatan secara manual.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring penggunaan air secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu, data penggunaan air dapat direkam dan disimpan secara otomatis sehingga memudahkan proses dokumentasi dan evaluasi penggunaan air dalam jangka waktu tertentu. Sistem yang dikembangkan juga mampu memberikan informasi penggunaan air secara cepat sehingga membantu pengguna dalam melakukan pengawasan terhadap distribusi air. Keunggulan penelitian ini adalah penggunaan teknologi IoT yang memungkinkan proses monitoring dilakukan tanpa harus melakukan pengecekan secara langsung di lokasi. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada monitoring debit dan volume penggunaan air sehingga belum dilengkapi dengan fitur pencatatan waktu aktif pompa atau sibel sebagai indikator lama penggunaan sistem distribusi air.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama-sama menggunakan sensor water flow dan ESP32 sebagai komponen utama dalam sistem monitoring berbasis IoT. Selain itu, kedua penelitian juga memanfaatkan teknologi internet untuk mengirimkan data hasil pengukuran secara real-time ke media penyimpanan berbasis cloud. Adapun perbedaannya terletak pada penelitian yang akan dilakukan, yaitu sistem tidak hanya memonitor debit air tetapi juga melakukan pendataan waktu aktif sibel secara otomatis. Data hasil monitoring akan disimpan pada

Google Sheets dan disajikan dalam bentuk dashboard monitoring sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan rekapitulasi dan analisis penggunaan sibel secara harian maupun bulanan. Dengan demikian, penelitian yang akan dilakukan memiliki fungsi monitoring dan pendataan yang lebih lengkap dibandingkan penelitian sebelumnya.

## **2. Judul: *Utilization of IoT System for Water Discharge Monitoring at PAMSIMAS Dukuh Jetak***

Penelitian ini dilakukan oleh (Reyno Da Vinchi, Moh. Muhtarom, 2025) dengan tujuan merancang sistem monitoring debit air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor Water Flow YF-S201 dan mikrokontroler ESP32. Sistem dikembangkan untuk memantau debit dan volume air secara real-time serta mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi menuju Google Sheets dan Blynk sebagai media monitoring dan penyimpanan data.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman ESP32, integrasi sensor water flow, pengujian koneksi internet, serta pengujian akurasi pembacaan debit air dengan membandingkan hasil sensor terhadap pengukuran manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring debit air secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik dan deviasi pembacaan yang relatif kecil. Data hasil monitoring juga berhasil tersimpan secara otomatis pada Google Sheets sehingga dapat digunakan sebagai data historis.

Kesamaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama-sama menggunakan sensor Water Flow, mikrokontroler ESP32, dan teknologi Internet of Things untuk melakukan monitoring debit air secara real-time. Selain itu, kedua penelitian juga memanfaatkan Google Sheets sebagai media penyimpanan data berbasis cloud. Perbedaannya adalah penelitian yang akan dilakukan tidak hanya memonitor debit dan volume air, tetapi juga melakukan pendataan waktu aktif sibel, menghitung biaya penggunaan, serta menampilkan informasi tersebut melalui dashboard monitoring sehingga sistem menjadi lebih lengkap.

### **3. Judul: Rancang Bangun Sistem Monitoring Debit Air dan Volume Air Berbasis IoT**

Penelitian ini dilakukan oleh (Saputra et al., 2024) yang bertujuan untuk merancang sistem monitoring debit dan volume air berbasis Internet of Things menggunakan sensor water flow dan ESP32. Sistem yang dikembangkan mampu mengukur debit air serta mengirimkan data hasil pengukuran ke platform monitoring berbasis web secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pengujian sensor dan komunikasi data internet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam memonitor debit air dan volume penggunaan air secara real-time. Sistem juga mampu membantu pengguna dalam mengetahui penggunaan air secara lebih akurat dan efisien. Namun,

sistem belum dilengkapi fitur penyimpanan data otomatis ke Google Sheets serta belum dapat menghitung lama waktu pompa aktif.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sama-sama membahas monitoring debit air berbasis IoT. Perbedaannya terletak pada penelitian yang akan dibuat karena sistem akan dilengkapi monitoring waktu aktif sibel serta integrasi dengan Google Sheets dan Blynk sebagai media monitoring dan penyimpanan data otomatis.

**4. Judul: HydroSense: A Dual-Microcontroller IoT Framework for Real-Time Multi-Parameter Water Monitoring with Cloud Analytics (*Jurnal Internasional*)**

Penelitian ini dilakukan oleh (Abdul Hasib, A.S.M. Ahsanul Sarkar Akib, dan Anish Giri 2026) yang bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring air berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan berbagai parameter air secara real-time menggunakan teknologi cloud analytics. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama yang bertugas membaca data sensor, melakukan pengolahan data, serta mengirimkan hasil monitoring menuju server cloud untuk proses penyimpanan dan analisis data.

Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, integrasi cloud computing, serta pengujian performa sistem dalam berbagai kondisi operasional. Sistem diuji

untuk mengetahui stabilitas transmisi data, akurasi pembacaan sensor, dan kecepatan pengiriman data secara real-time.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan transmisi data yang tinggi serta mampu melakukan monitoring secara real-time dengan tingkat reliabilitas mencapai 99,8%. Integrasi ESP32 dengan sistem cloud memungkinkan data tersimpan secara otomatis dan dapat diakses dari berbagai lokasi secara online.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama-sama menggunakan ESP32 dan teknologi cloud pada sistem monitoring berbasis IoT. Perbedaannya terletak pada penelitian yang akan dilakukan karena berfokus pada monitoring debit air dan pendataan waktu aktif sibel menggunakan sensor water flow serta penyimpanan data otomatis ke Google Sheets.

## **5. Judul: Recording Wastewater Treatment Plant Outlet Water Discharge Using Google Sheets**

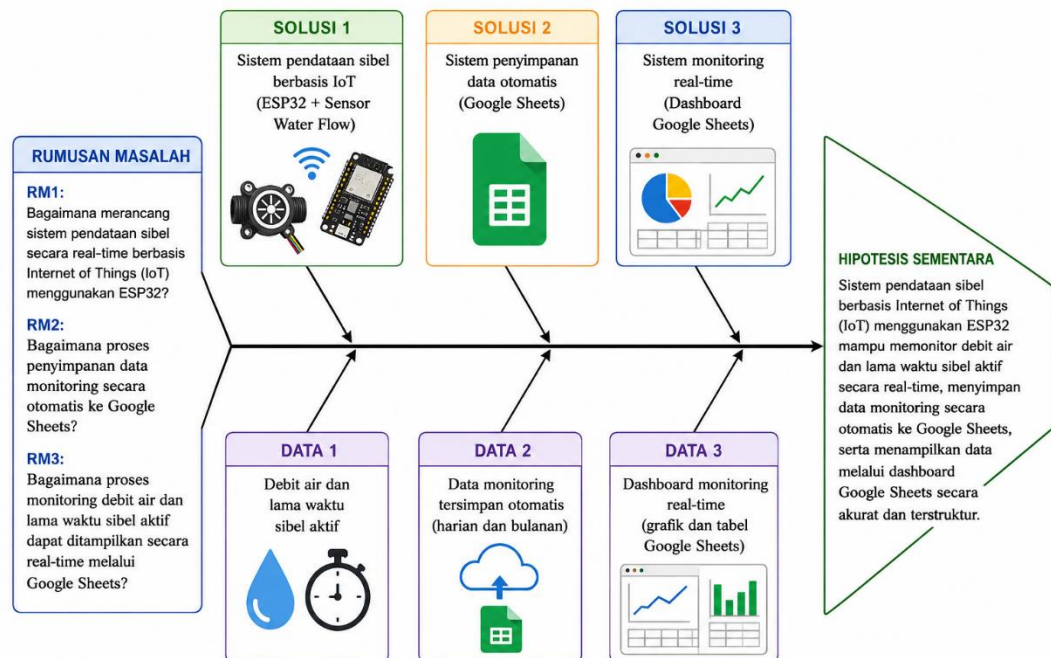
Penelitian ini dilakukan oleh (Muhammad Wildan Zamrowi dan Jamaaluddin 2025) dengan tujuan merancang sistem pencatatan debit air (water discharge recording) berbasis Internet of Things yang digunakan untuk memantau aliran air limbah secara real-time. Sistem memanfaatkan sensor flowmeter sebagai alat pengukur debit air dan teknologi cloud untuk menyimpan data hasil pengukuran secara otomatis menggunakan Google Sheets.

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tahapan perancangan alat, integrasi sensor flowmeter, pengembangan sistem IoT, serta pengujian sistem pada beberapa kondisi debit air yang berbeda. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui internet dan direkam secara otomatis ke Google Sheets sebagai data historis monitoring.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran debit air secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik serta dapat menyimpan data monitoring secara otomatis tanpa kehilangan data selama proses transmisi. Penggunaan Google Sheets juga memudahkan pengguna dalam melakukan dokumentasi dan analisis data penggunaan air secara berkala.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sama-sama membahas monitoring debit air berbasis IoT menggunakan sensor flowmeter dan penyimpanan data otomatis pada Google Sheets. Perbedaannya adalah penelitian yang akan dilakukan menambahkan fitur pencatatan waktu aktif sibel sehingga sistem monitoring yang dirancang menjadi lebih lengkap dalam mendukung pendataan penggunaan air.

### C. Kerangka Berpikir



**Gambar 2.1** Kerangka berfikir ilmiah

Pada penelitian ini, kerangka berpikir digunakan untuk menggambarkan hubungan antara rumusan masalah, solusi yang diterapkan, proses pengujian sistem, hingga hipotesis sementara dalam perancangan sistem monitoring debit air dan pendataan waktu aktif sibel berbasis Internet of Things (IoT). Rumusan masalah dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagaimana merancang sistem pendataan sibel secara real-time berbasis IoT menggunakan ESP32, bagaimana proses penyimpanan data monitoring secara otomatis ke Google Sheets, serta bagaimana proses monitoring debit air dan lama waktu sibel aktif dapat ditampilkan secara real-time melalui Google Sheets. Ketiga rumusan masalah tersebut menjadi dasar dalam menentukan arah penelitian yang akan dilakukan.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, ditetapkan tiga solusi utama. Solusi pertama adalah merancang sistem pendataan sibel berbasis IoT dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor *water flow* untuk membaca aliran air dan menghitung debit air secara *real-time*. Solusi kedua adalah menerapkan sistem penyimpanan data otomatis menggunakan Google Sheets sebagai media penyimpanan berbasis *cloud* agar data hasil monitoring dapat tersimpan secara terstruktur. Solusi ketiga adalah penggunaan dashboard Google Sheets sebagai media monitoring yang berfungsi menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time* dalam bentuk tabel maupun grafik sehingga pengguna dapat memantau kondisi penggunaan sibel dari jarak jauh.

Setelah sistem dirancang, dilakukan beberapa tahapan pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem. Pengujian pertama dilakukan pada sensor water flow untuk mengetahui tingkat akurasi pembacaan debit air dan kemampuan sensor dalam mendeteksi aliran air yang melewati saluran. Pengujian kedua dilakukan pada sistem penyimpanan data otomatis untuk mengetahui keberhasilan proses pengiriman data dari ESP32 menuju Google Sheets secara otomatis melalui jaringan internet. Pengujian ketiga dilakukan pada dashboard monitoring untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menampilkan data secara *real-time*, meliputi kecepatan pembaruan data, kesesuaian data yang ditampilkan, serta tampilan visual berupa tabel dan grafik pada Google Sheets.

Seluruh tahapan tersebut mengarah pada hipotesis sementara bahwa sistem pendataan sibel berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan ESP32 mampu melakukan monitoring debit air dan lama waktu sibel aktif secara *real-time*, menyimpan data monitoring secara otomatis ke Google Sheets, serta menampilkan data hasil monitoring secara akurat dan terstruktur melalui dashboard Google Sheets. Dengan demikian, sistem yang dirancang diharapkan dapat membantu proses pendataan, pemantauan, dan evaluasi penggunaan sibel secara lebih efektif dan efisien.

#### **D. Hipotesis**

Hipotesis 1: Bagaimana merancang sistem pendataan sibel secara real-time berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32?

$H_A^0$ : Perancangan sistem pendataan sibel berbasis Internet of Things (IoT) tidak dapat beroperasi dengan baik, maka sistem tidak mampu melakukan monitoring debit air dan lama waktu sibel aktif secara real-time dan akurat.

$H_A^1$ : Perancangan sistem pendataan sibel berbasis Internet of Things (IoT) dapat beroperasi dengan baik, maka sistem mampu melakukan monitoring debit air dan lama waktu sibel aktif secara real-time dan akurat.

Hipotesis 2: Bagaimana proses penyimpanan data monitoring secara otomatis ke Google Sheets?

$H_B^0$ : Penyimpanan data tidak dapat menyimpan data dengan baik, maka data debit air dan lama waktu sibel aktif tidak dapat tersimpan secara otomatis dan tidak dapat diakses secara historis.

$H_B^1$ : Penyimpanan data dapat menjalankan sistem dengan baik, maka data debit air dan lama waktu sibel aktif dapat tersimpan secara otomatis dan dapat diakses dalam bentuk data historis secara terstruktur.

Hipotesis 3: Bagaimana proses monitoring debit air dan lama waktu sibel aktif dapat ditampilkan secara real-time melalui Google Sheets?

$H_C^0$ : Data debit air dan lama waktu sibel aktif tidak dapat ditampilkan secara real-time melalui dashboard Google Sheets.

$H_C^1$ : Data debit air dan lama waktu sibel aktif dapat ditampilkan secara real-time melalui dashboard Google Sheets.