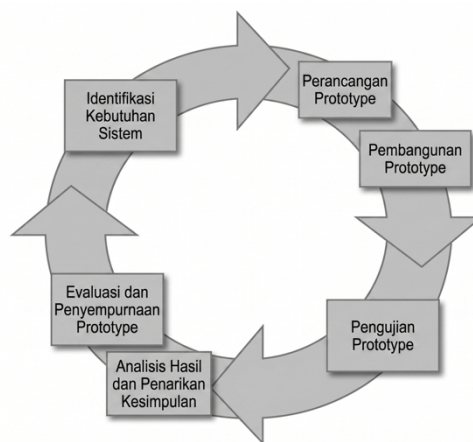


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Prototype*. Metode *Prototype* dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap melalui proses perancangan, pembuatan *prototype*, pengujian, dan evaluasi secara berulang hingga diperoleh sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pendekatan ini sesuai untuk pengembangan sistem monitoring tekanan dan debit air berbasis *Internet of Things* (IoT) karena melibatkan integrasi perangkat keras, komunikasi nirkabel, dan manajemen daya yang memerlukan pengujian secara langsung. Adapun gambaran tahap penelitian disajikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Metode Penelitian Prototype

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri atas beberapa langkah sebagai berikut.

3.1.1 Identifikasi Kebutuhan Sistem

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan permasalahan yang terdapat pada jaringan distribusi air Perumdam Tirta Bahari. Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai kinerja komunikasi LoRa Point-to-Point, strategi manajemen daya pada perangkat IoT berbasis ESP32-S3, serta karakteristik sensor pendukung akuisisi data (tekanan dan debit) yang digunakan sebagai sumber data pada eksperimen klasifikasi anomali. Selain itu dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam pengembangan sistem.

3.1.2 Perancangan Prototype

Berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, dilakukan perancangan *prototype* sistem monitoring. Perancangan meliputi penyusunan arsitektur sistem, perancangan node dan gateway, perancangan komunikasi LoRa Point-to-Point, perancangan strategi manajemen daya menggunakan mode deep sleep dan interval transmisi 15 menit, serta perancangan eksperimen klasifikasi anomali menggunakan model logistic regression.

3.1.3 Pembangunan Prototype

Tahap ini merupakan implementasi hasil perancangan menjadi sebuah prototype yang dapat beroperasi. Seluruh komponen perangkat keras dirakit sesuai desain yang telah dibuat dan program dikembangkan menggunakan Arduino IDE atau platform pemrograman yang sesuai.

Pada tahap ini juga dilakukan konfigurasi komunikasi LoRa *Point-to-Point* antara *node* dan *gateway* serta implementasi mode *deep sleep* pada ESP32-S3 untuk mengurangi konsumsi daya selama sistem tidak melakukan pengukuran maupun pengiriman data.

3.1.4 Pengujian Prototype

Prototype yang telah dibangun kemudian diuji untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Pengujian dilakukan terhadap beberapa aspek, yaitu:

- a. Pengujian komunikasi LoRa P2P dengan parameter PDR, RSSI, SNR, dan ToA, pada jarak 20 m NLOS, 4x pengujian dengan 20 paket data per pengujian.
- b. Pengujian manajemen daya pada 3 fase (inisialisasi, transmisi, *deep sleep*) menggunakan sensor INA219.
- c. Perhitungan energi per siklus dan estimasi umur baterai.
- d. Uji coba klasifikasi anomali menggunakan model logistic regression sebagai eksperimen pendukung.

3.1.5 Evaluasi dan Penyempurnaan Prototype

Hasil pengujian dianalisis untuk mengidentifikasi kekurangan yang masih terdapat pada sistem. Jika ditemukan ketidaksesuaian antara hasil pengujian dan kebutuhan sistem, maka dilakukan perbaikan pada perangkat keras maupun perangkat lunak. Proses perbaikan dilakukan secara iteratif hingga diperoleh *prototype* yang

mampu menjalankan fungsi monitoring tekanan dan debit air serta menerapkan manajemen daya sesuai tujuan penelitian.

3.1.6 Analisis Hasil dan Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah melakukan analisis terhadap seluruh hasil pengujian yang telah diperoleh. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komunikasi LoRa *Point-to-Point* dan efektivitas strategi manajemen daya yang diterapkan. Berdasarkan hasil analisis tersebut kemudian disusun kesimpulan dan saran sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya.

3.2 Metode Pengumpulan Data

3.2.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi jaringan distribusi air dan sistem pengelolaan yang diterapkan oleh Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal. Kegiatan observasi bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai proses distribusi air, permasalahan yang sering terjadi pada jaringan perpipaan, serta kebutuhan sistem monitoring yang dapat mendukung kegiatan operasional. Selain itu, observasi juga dilakukan untuk memahami kondisi lapangan yang relevan terhadap kebutuhan komunikasi data jarak jauh dan hemat daya, serta menentukan kebutuhan perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian.

3.2.2 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak yang terkait, khususnya pegawai atau teknisi Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal yang memahami operasional jaringan distribusi air. Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi jaringan distribusi, kendala yang dihadapi dalam proses pemantauan jaringan, tingkat kehilangan air, serta kebutuhan terhadap sistem monitoring berbasis teknologi. Data yang diperoleh melalui wawancara digunakan sebagai bahan pendukung dalam analisis kebutuhan sistem dan perancangan *prototype* yang sesuai dengan kondisi lapangan.

3.2.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai sumber referensi yang relevan dengan topik penelitian. Sumber literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, prosiding, artikel penelitian, standar teknis, dokumentasi perangkat keras, serta sumber ilmiah lainnya yang berkaitan dengan *Internet of Things* (IoT), komunikasi LoRa *Point-to-Point*, ESP32-S3, manajemen daya, dan sistem monitoring jaringan distribusi air. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh landasan teoritis, mengetahui perkembangan penelitian terdahulu, serta menjadi acuan dalam proses perancangan dan evaluasi sistem yang dikembangkan.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

3.3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, dimulai dari bulan Februari 2026 hingga Juli 2026. Pada bulan pertama (Februari 2026), kegiatan difokuskan pada studi literatur yang mencakup kajian mengenai *Internet of Things* (IoT), komunikasi LoRa *Point-to-Point*, ESP32-S3, serta manajemen daya menggunakan mode *deep sleep*. Pada bulan kedua (Maret 2026), dilakukan pengumpulan data melalui observasi dan wawancara di Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal serta analisis kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

Pada bulan ketiga (April 2026), dilakukan perancangan sistem yang meliputi perancangan arsitektur perangkat keras, perangkat lunak, komunikasi LoRa, serta strategi manajemen daya. Pada bulan keempat (Mei 2026), dilakukan pembangunan *prototype* yang mencakup perakitan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler ESP32-S3, serta konfigurasi komunikasi LoRa *Point-to-Point*.

Pada bulan kelima (Juni 2026), dilakukan implementasi dan pengujian sistem yang meliputi pengujian sensor, pengujian komunikasi LoRa menggunakan parameter PDR, RSSI, SNR, dan Time on Air (ToA), pengujian konsumsi daya perangkat pada fase inisialisasi, transmisi, dan *deep sleep*, serta uji coba klasifikasi anomali menggunakan model logistic regression. Pada bulan keenam (Juli 2026), dilakukan analisis hasil pengujian, evaluasi kinerja sistem, penyusunan kesimpulan, serta penyelesaian penulisan laporan tugas akhir.

3.3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal yang berlokasi di Jl. Hang Tuah No.29, Tegalsari, Kec. Tegal Barat, Kota Tegal, Jawa Tengah 52111. Lokasi ini dipilih karena Perumdam Tirta Bahari merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengelolaan dan distribusi air bersih kepada masyarakat, sehingga relevan dengan pengelolaan data tekanan dan debit air pada jaringan distribusi. Melalui kegiatan observasi dan wawancara yang dilakukan di lingkungan Perumdam Tirta Bahari, diperoleh informasi mengenai kondisi jaringan distribusi, permasalahan kehilangan air (*Non-Revenue Water*), serta kebutuhan sistem monitoring yang dapat mendukung operasional perusahaan. Adapun proses perancangan, perakitan, pemrograman, dan pengujian *prototype* dilakukan di Laboratorium Teknik Komputer Universitas Harkat Negeri.