

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi

Lokasi penelitian dilakukan pada gedung Rumah Sakit Hermina Pasteur yang berlokasi di Jl. Dr. Djunjunan No.107, Pasteur, Kec. Cicendo, Kota Bandung, Jawa Barat 40173. Gedung Rumah sakit Hermina memiliki luas bangunan sebesar 22.073,32 m² dan beroperasi di atas lahan seluas 6.366 m².

Secara geografis, rumah sakit Hermina Pasteur berada pada 6°53'45.14" S dan 107°35'19.79" E dengan batasan wilayah di sekitarnya sebagai berikut.

1. Utara (U)

- Aktivitas transportasi pada ruas Jalan Raya Dr. Djunjunan Pasteur yang menghubungkan pergerakan kendaraan dari/ke : Dr. Djunjunan – Tol Pasteur / Jl. Surya Sumantri / Cimindi / Cimahi serta Tol Pasteur / Jl. Surya Sumantri / Cimindi / Cimahi ke Jl. Dr. Djunjunan.
- Hotel Grand Aquila Bandung

2. Barat (B)

- Toserba Griya
- Rumah Makan / Warung / Pedagang Kaki Lima

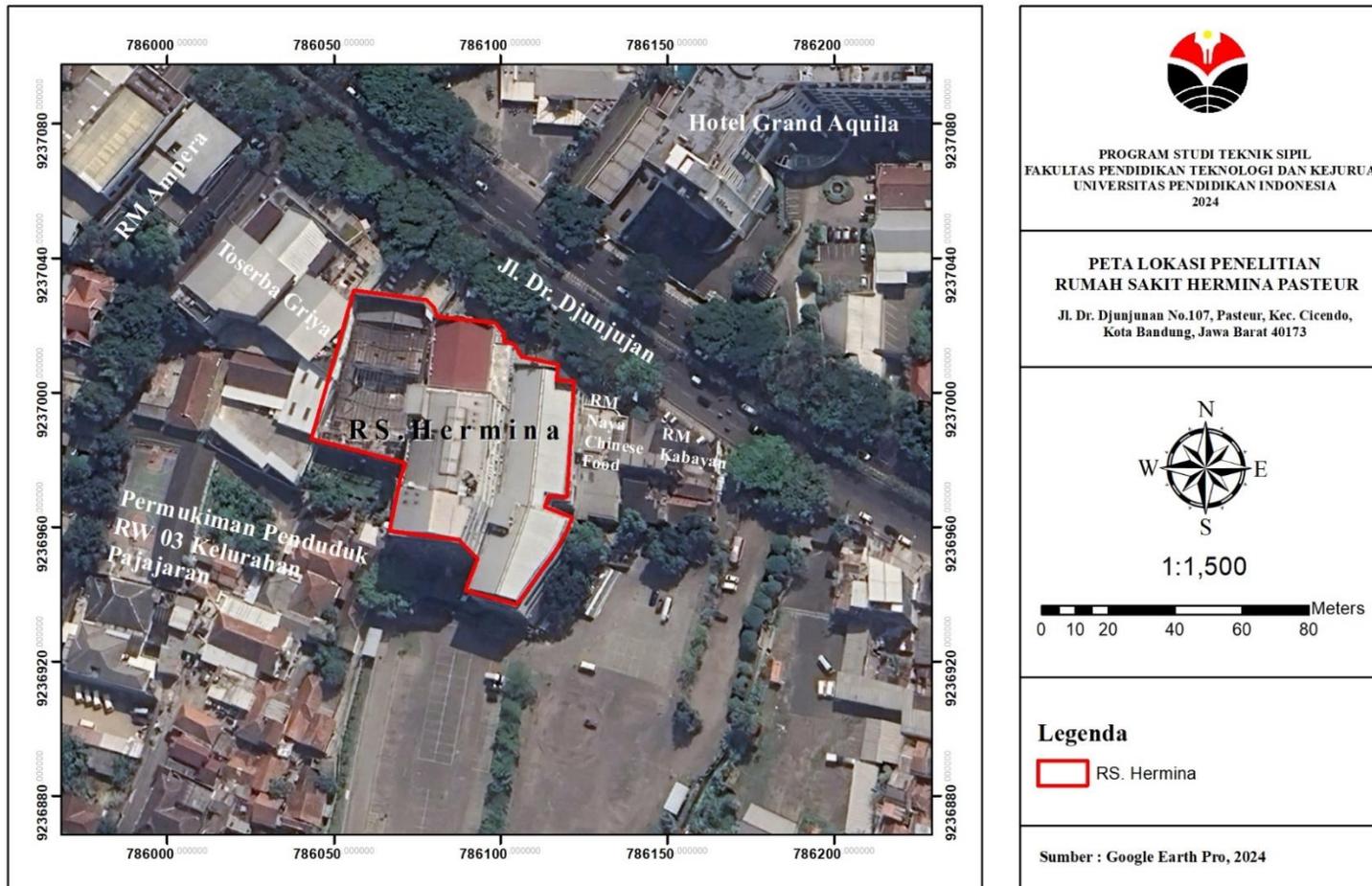
3. Timur (T)

- Rumah Makan Naya Chinese Food
- Rumah Makan Kabayan

4. Selatan (S)

- Permukiman Penduduk RW 03 Kelurahan Pajajaran

Peta lokasi penelitian terlampir pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

Sumber : Google Earth Pro, 2024

3.2 Waktu

Penelitian dilakukan selama 7 bulan dari bulan Februari sampai bulan Agustus 2024. Proses penelitian terbagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap pra penelitian dengan kegiatan penetapan topik dan judul penelitian, studi pustaka, pembuatan proposal penelitian, dan seminar proposal atau seminar ke-1, dilanjutkan dengan tahap kedua, yaitu penelitian dengan kegiatan survey lokasi penelitian, pengumpulan data penelitian, analisis dan pengolahan data, penyusunan laporan penelitian, seminar hasil atau seminar ke-2, sidang akhir, dan penyusunan publikasi. Tahap terakhir, yaitu pasca penelitian dengan kegiatan revisi hasil serta publikasi dan penyerahan hasil penelitian. Waktu penelitian terlampir pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1. Waktu Penelitian

| No. | Kegiatan Penelitian | Waktu Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|--|---|--|
| | | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | Juli | | | | Agustus | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Pra Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Penetapan Topik dan Judul Penelitian | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Studi Pustaka | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pembuatan Proposal Penelitian | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Seminar Proposal (Seminar ke-1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Survey Lokasi Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pengumpulan Data Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Analisis dan Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Penyusunan Laporan Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Seminar Hasil (Seminar-2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| 10 | Sidang | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| 11 | Penyusunan Publikasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Pasca Penelitian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Revisi Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| 13 | Publikasi dan Penyerahan Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |

Keterangan :

- Proses Penelitian
- Seminar / Sidang
- Publikasi dan Penyerahan Hasil

3.3 Metode

Metode penelitian pada dasarnya adalah pengumpulan data ilmiah untuk tujuan dan manfaat tertentu. Metode penelitian yang digunakan bersifat deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif digunakan untuk menganalisis fenomena serta meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk mengacu hipotesis yang telah ditetapkan. (Sugiyono, 2022). Penelitian deskriptif bertujuan untuk memberikan deskripsi, penjelasan, serta validasi mengenai fenomena yang diteliti. Penelitian kuantitatif mengumpulkan data yang dapat diukur menggunakan teknik statistik, matematika, atau komputasi. Penelitian ini melakukan *survey* langsung ke lapangan untuk mendapatkan sebuah fakta atau data agar informasinya tepat dan nyata (Ramdhan, 2021).

3.4 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2022). Populasi dalam penelitian ini adalah pengelolaan limbah di rumah sakit Hermina Pasteur.

3.4.2 Sampel

Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2022). Sampel dalam penelitian ini adalah sistem instalasi pengolahan air limbah (IPAL) rumah sakit Hermina Pasteur.

Teknik sampling adalah teknik pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *nonprobability sampling*, yaitu tidak memberi peluang atau kesempatan yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi dengan *sampling purposive*, yaitu penarikan sampel dengan memilih subjek berdasarkan kriteria spesifik yang ditetapkan peneliti (Sugiyono, 2022). Kriteria spesifik yang ditetapkan adalah sistem pengolahan air limbah, karena air limbah merupakan limbah yang paling berdampak langsung dengan lingkungan, yaitu badan air dan masyarakat sekitar rumah sakit Hermina Pasteur.

3.5 Data Primer dan Sekunder

Data penelitian dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari responden melalui kuesioner atau wawancara yang harus diolah lagi dan diberikan langsung oleh sumber saat pengumpulan data. Data sekunder adalah data yang berasal dari catatan, dokumen, dan buku. Data sekunder merupakan jenis data yang tidak perlu diolah dengan sedemikian rupa (Jaya, 2020). Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lapangan. Data primer dalam penelitian ini adalah observasi lapangan dan wawancara bersama operator IPAL RS Hermina Pasteur. Data sekunder yang digunakan diantaranya gambar denah IPAL, data debit air limbah, dokumen uji laboratorium air limbah, dan dokumen lingkungan RS Hermina Pasteur. Data yang diperlukan dalam penelitian ini tercantum pada **Tabel 3.2** dan **Tabel 3.3**.

Tabel 3.2. Data Primer

| No | Jenis Data Primer | Indikator | Rujukan | Sumber Data |
|----|--------------------|--|---|----------------------------------|
| 1. | Observasi Lapangan | 1. Aspek Teknis (Bagian sistem IPAL) 2. Aspek Pengelolaan IPAL -Sistem pengelolaan air limbah -Kelengkapan fasilitas penunjang sistem IPAL | 1. Permenkes RI No. 40 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan, Prasarana, dan Peralatan Kesehatan Rumah Sakit 2. Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan | Rumah Sakit Hermina Pasteur |
| 2. | Wawancara | Aspek Pengelolaan IPAL -Penaatan frekuensi pengambilan contoh air limbah -Penaatan kualitas air limbah agar memenuhi baku mutu limbah cair -Penaatan pelaporan air limbah | Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan PP No. 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan | Operator IPAL RS Hermina Pasteur |

Sumber : Penulis, 2024

Tabel 3.3. Data Sekunder

| No | Jenis Data Sekunder | Indikator | Sumber Data |
|----|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Denah IPAL | Denah IPAL dan ukuran setiap bak | Rumah Sakit Hermina Pasteur |
| 2 | Data Debit Air Limbah | Besaran debit air limbah yang masuk ke IPAL | |
| 3 | Dokumen Uji Laboratorium Air Limbah | Hasil uji laboratorium parameter air limbah influen dan efluen Januari – Mei 2024 | |
| 4 | Dokumen Lingkungan | AMDAL dan Standar Teknis Air Limbah RS Hermina Pasteur | |
| 5 | Data Kebutuhan Air Bersih | Besaran kebutuhan air bersih gedung baru RS Hermina Pasteur | |

Sumber : Penulis, 2024

3.6 Instrumen

Instrumen merupakan alat ukur dalam penelitian (Sugiyono, 2022). Dalam penelitian ini instrument yang digunakan sebagai berikut.

A. Formulir observasi lapangan

B. Pedoman wawancara

3.7 Teknik Analisis

Data yang telah terkumpul dalam tahap pengumpulan data, perlu diolah terlebih dahulu. Pengolahan data tersebut bertujuan untuk lebih menyederhanakan semua data yang terkumpul dan menyajikannya dalam susunan yang baik, rapi kemudian dianalisis.

1) Analisis kondisi eksisting serta aspek teknis IPAL rumah sakit Hermina Pasteur dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara, dan data sekunder.

A. Sistem IPAL RS Hermina Pasteur

Sistem IPAL diobservasi langsung di lapangan didampingi dengan staf kesehatan lingkungan dan operator IPAL serta dijelaskan secara langsung tahapannya. Setelah itu bandingkan sistem IPAL eksisting dengan standar sistem

IPAL rumah sakit sesuai Permenkes RI No. 40 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan, Prasarana, dan Peralatan Kesehatan Rumah Sakit.

B. Kesesuaian komponen teknis IPAL RS Hermina Pasteur dengan standar

- Kapasitas IPAL berdasarkan timbulan air limbah yang dihasilkan

Ketentuan perhitungan minimal kapasitas IPAL rumah sakit menurut Permenkes RI No. 40 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan, Prasarana, dan Peralatan Kesehatan Rumah Sakit adalah 500 liter/hari x jumlah tempat tidur (TT). Sedangkan untuk kegiatan lainnya dihitung dengan ketentuan PermenLHK No. 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah disebutkan bahwa timbulan air limbah besarnya sebesar 80% dari kebutuhan air bersih per liter per hari.

- Pasien rawat inap = Timbulan air limbah x Jumlah TT.....(1)

- Pengantar pasien rawat inap = (80% x Kebutuhan air bersih) x jumlah TT...(2)

- Pasien rawat jalan = (80% x Kebutuhan air bersih) x Jumlah rata – rata pasien rawat jalan.....(3)

- Pengantar pasien rawat jalan = (80% x Kebutuhan air bersih) x Jumlah rata – rata pengantar pasien rawat jalan.....(4)

- Karyawan = (80% x Kebutuhan air bersih) x Jumlah Karyawan.....(5)

- Menjumlahkan seluruh timbulan air limbah lalu dibandingkan dengan kondisi eksisting

- Kapasitas IPAL berdasarkan debit harian maksimum (Q_{md}), yaitu debit air limbah saat keadaan pemakaian air maksimum.

Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Hardjosuprpto, 2000).

$$Q_{md} = f_{md} \times Q_r \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Q_{md} = Debit air limbah maksimum dalam 1 hari (l/detik)

f_{md} = Faktor debit harian maksimum (bersarnya antara 1,1 – 1,25)

Q_r = Debit rata – rata air limbah (l/detik)

- Debit harian maksimum ditambah faktor keamanan sebesar $\pm 10\%$.

- Membandingkan kapasitas IPAL eksisting dengan debit maksimum yang sudah ditambahkan faktor keamanan $\pm 10\%$.

- Volume Ideal bak IPAL

$$V = Q \times t_d \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debit rata – rata air limbah (m}^3\text{/jam)}$$

$$T_d = \text{Waktu tinggal (jam)}$$

- Kapasitas Aerator Blower

- Beban BOD (*BOD load*) dalam air limbah

$$\text{BOD Load} = Q_{\text{air limbah}} \times \text{BOD in} \dots\dots\dots(8)$$

- Pengurangan BOD (*BOD removal*)

$$\text{BOD Removal} = \text{Efisiensi pengolahan} \times \text{BOD load} \dots\dots\dots(9)$$

- Kebutuhan Oksigen = *BOD Removal*

- Kebutuhan Oksigen Aktual

$$\text{Kebutuhan Oksigen Aktual} = \text{BOD Removal} \times F_s \text{ (untuk media sarang tawon} = 1,6) \dots\dots\dots(10)$$

- Kebutuhan udara teoritis

$$\text{Jumlah kebutuhan udara teoritis} = \frac{\text{Kebutuhan Oksigen Aktual}}{\rho \times \text{Persentase Oksigen dalam Udara}} \dots\dots(11)$$

- Kebutuhan udara aktual

$$\text{Jumlah udara aktual} = \frac{\text{Kebutuhan Udara Teoritis}}{\text{Efisiensi Diffuser}} \dots\dots\dots(12)$$

- Kapasitas Pompa Celup

- Debit membandingkan kapasitas debit pompa dan debit air limbah

- Head pompa = $H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}} \dots\dots\dots(13)$

Dimana :

$$H_{\text{pompa}} = \text{Ketinggian maksimum yang dapat dicapai pompa (m)}$$

$$H_{\text{statis}} = \text{Perbedaan tinggi muka air antara pipa isap (suction) dan pipa tekan (discharge) (m)}$$

$$H_{\text{sistem}} = \text{Kehilangan tekanan akibat gesekan fluida dengan pipa (m)}$$

- $H_{\text{sistem}} = H_{f \text{ mayor}} + H_{f \text{ minor}} + H_{\text{akibat kecepatan}} \dots\dots\dots(14)$

- H akibat kecepatan

$$\text{Headloss akibat kecepatan} = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(15)$$

- Hf mayor (*mayor losses*)

Tekanan yang hilang akibat gesekan fluida dengan pipa memanjang pada pipa isap (*suction*) ditambah dengan *mayor losses* pada pipa tekan (*discharge*)

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \dots \dots \dots (16)$$

$$H_f = H_{f_{suction}} + H_{f_{discharge}} \dots \dots \dots (17)$$

- Hf minor (*minor losses*)

Tekanan yang hilang akibat gesekan fluida dengan aksesoris pada pipa.

$$H_f \text{ minor} = k \frac{v^2}{2g} \text{ (k adalah koefisien kerugian pada fitting)} \dots \dots \dots (18)$$

• Kapasitas Pipa

$$D = \left(\frac{Q_{full} \times n}{0,3118 \times S^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots \dots (19)$$

Dimana :

D = Diameter pipa (inch)

Q_{full} = Debit saat saluran pipa penuh (m³/detik)

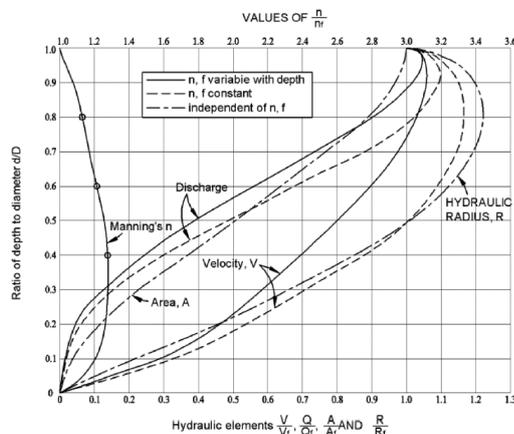
n = Koefisien kekasaran manning sesuai dengan jenis pipa

S = Kemiringan pipa

- Menghitung Q_{full}

$$Q_{full} = \frac{Q_p}{Q_p/Q_{full}} \dots \dots \dots (20)$$

Ditentukan terlebih dahulu nilai d/D serta nilai Q_p/Q_{full}. Nilai d/D adalah perbedaan tinggi basah dengan diameter pipa, dapat diasumsikan antara 0,6 – 0,8, diambil 0,6. Nilai Q_p/Q_{full} didapat dari grafik elemen hidrolis.



Gambar 3.2. Grafik Elemen Hidrolis

$$Q_p = Q_r \times F_{\text{peak}} \dots \dots \dots (21)$$

Dimana :

Q_p = Debit puncak air limbah (m^3/detik)

Q_r = Debit rata – rata air limbah (m^3/detik)

F_{peak} = Faktor puncak dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$F_{\text{peak}} = \frac{18+p^{0,5}}{4+p^{0,5}}$$

C. Hasil Pengujian Parameter Air Limbah

Menghitung persentase efisiensi IPAL dalam mereduksi nilai parameter dari inlet ke outlet dilakukan perhitungan efisiensi sebagai berikut (Metcalf & Eddy, 2003).

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100\% \dots \dots \dots (22)$$

Dimana:

E = Efisiensi pengolahan air limbah (%)

S_o = Nilai parameter air limbah *inlet* (mg/L)

S = Nilai parameter air limbah *outlet* (mg/L)

2) Penilaian indikator standar sistem pengelolaan IPAL rumah sakit

A. Penilaian menggunakan skala guttman, yaitu skala untuk jawaban yang tegas seperti “benar-salah”, “ya-tidak”, “positif-negatif”, dan lainnya. Untuk skor, contohnya jika menjawab setuju diberi skor 1 dan tidak setuju diberi skor 0 (Sugiyono, 2022). Untuk penilaian IPAL rumah sakit, indikator “sesuai” diberi skor = 1 dan “tidak sesuai” diberi skor = 0.

Tabel 3.4. Skor Penilaian Indikator

| Keterangan | Skor |
|--------------|------|
| Sesuai | 1 |
| Tidak Sesuai | 0 |

Sumber : Sugiyono, 2022

B. Analisis penentuan kategori sistem pengelolaan IPAL dilakukan dengan perhitungan persentase lalu dikategorikan berdasarkan tabel kategori penilaian (Arikunto, 2013).

$$\text{Persentase skoring (\%)} = \frac{\text{Total Skor Terpenuhi}}{\text{Total Skor Ideal}} \times 100 \dots \dots \dots (23)$$

Tabel 3.5. Kategori Penilaian Indikator

| Nilai (%) | Kategori Penilaian |
|-----------|--------------------|
| 81 – 100 | Baik Sekali |
| 61 – 80 | Baik |
| 41 – 60 | Cukup |
| 21 – 40 | Buruk |
| 0 – 20 | Buruk Sekali |

Sumber : Arikunto, 2013

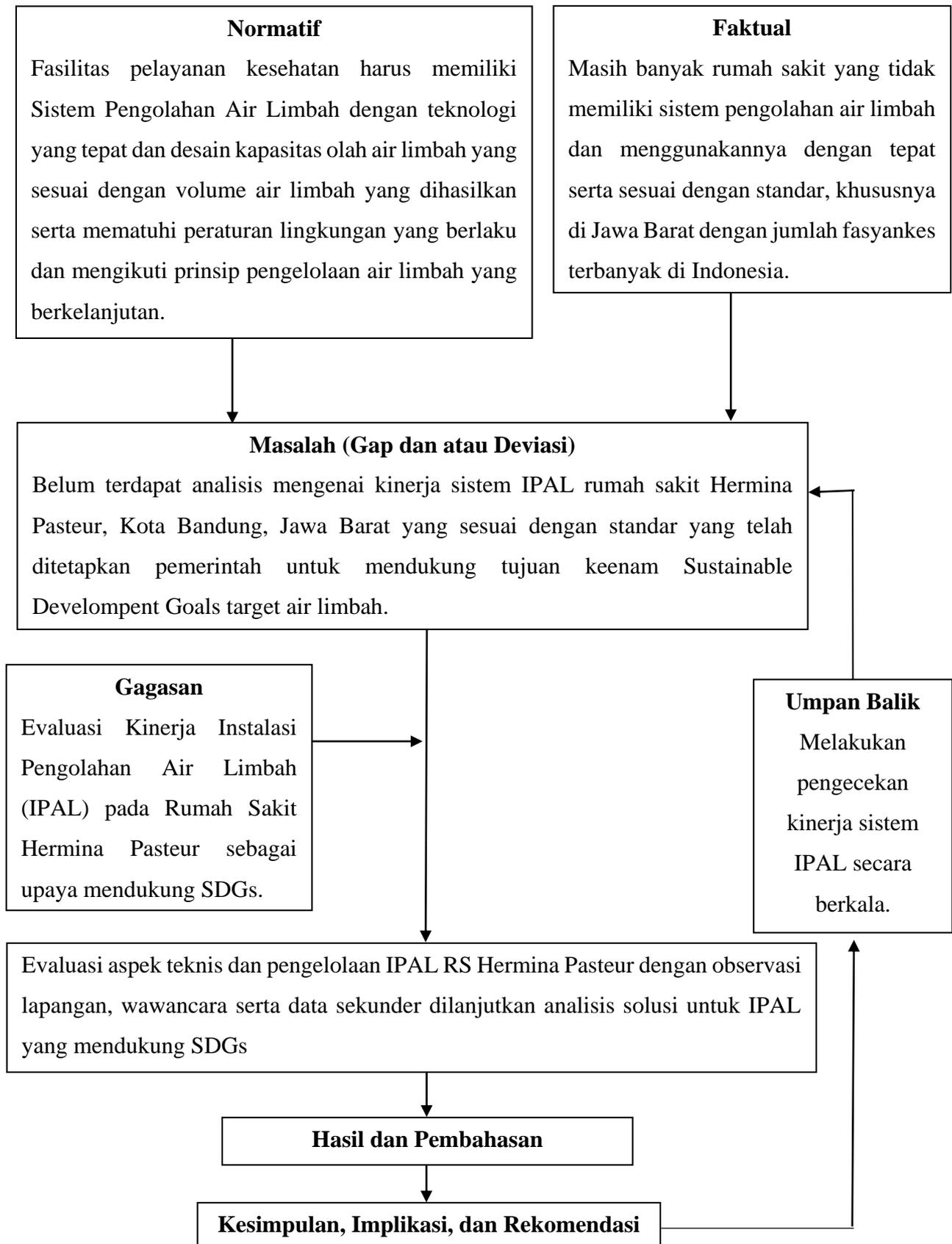
3) Analisis solusi IPAL RS Hermina Pasteur yang mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) tujuan 6 Air Bersih dan Sanitasi Layak target 6.3 tentang air limbah.

- Menghitung Total Kebutuhan Air Siram Toilet (m^3 /hari)

Mengalikan standar kebutuhan air siram toilet (m^3 /pemakaian), frekuensi pemakaian siram toilet (pemakaian/hari), dan jumlah pengguna (jiwa) disesuaikan dengan SNI 8153:2015 Sistem plambing pada bangunan gedung.

- Menghitung Efisiensi (%) = $\frac{\text{Air daur ulang}}{\text{Kebutuhan Air Bersih untuk siram toilet}} \times 100 \dots\dots(24)$

3.8 Kerangka Berpikir



3.9 Diagram Alir

