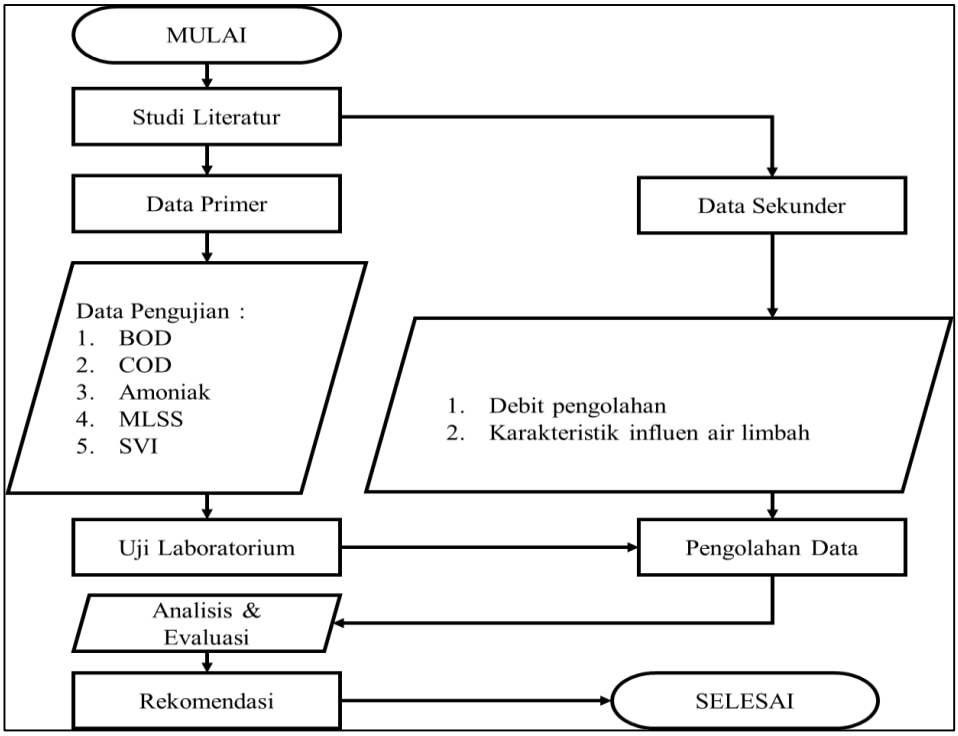
BAB III
METODE PENELITIAN

Pembahasan pada bab ini adalah mengenai metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini dari hulu hingga hilir proses penelitian. Metodologi penelitian ini dibagi menjadi beberapa sub-bab sebagai berikut.

3.1 Tahapan Penelitian

Pada tahapan ini meliputi kajian pustaka dan perolehan data – data sekunder. Kajian pustaka diambil dari beberapa literatur berupa jurnal ilmiah dan buku yang berkaitan dengan tema penelitian. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan analisa laboratorium secara berkala terhadap kualitas air olahan IPAL. Lokasi tempat pengambilan sampel yaitu pada inlet dan outlet IPAL.

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi efisiensi kinerja pada *extended aeration*. Evaluasi dilakukan dengan menganalisa data primer dan sekunder. Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kerangka penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di IPAL Margasari yang terletak di Kelurahan

Margasari, Kecamatan Balikpapan Barat, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan November – Desember 2018. Lokasi IPAL Margasari terletak pada koordinat 1°14’18”S dan 116°49’26”E.

3.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan diantaranya data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat secara langsung. Data primer dalam penelitian ini diperoleh secara dilapangan yang kemudian diuji parameternya di laboratorium. Dalam menganalisis kualitas effluen yang dihasilkan oleh IPAL Margasari dilakukannya perbandingan dengan peraturan yang ada dengan data primer hasil pengujian laboratorium. Pada penelitian ini dibutuhkan data primer sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data primer

No	Variabel	Satuan	Metode Pengujian	Standar Pengujian
1	BOD_5	mg/l	Metode Winkler dengan titrasi.	SNI 6989.72:2009.
2	COD	mg/l	Metode refluks tertutup secara titrimetric.	SNI 6989.73:2009
3	NH_3	mg/l	Metode spectrofotometer secara fenat.	SNI 06-6989.30-2005
4	MLSS	mg/l	Mengukur berat endapan lumpur yang telah disaring dengan kertas saring dan dipanaskan pada suhu 105°.	(Sholichin, 2012)
5	SV_{30}	Ml	Mengukur kemampuan pengendapan lumpur dalam wadah kerucut berukuran 1 liter dalam waktu 30 menit	(Sholichin, 2012).

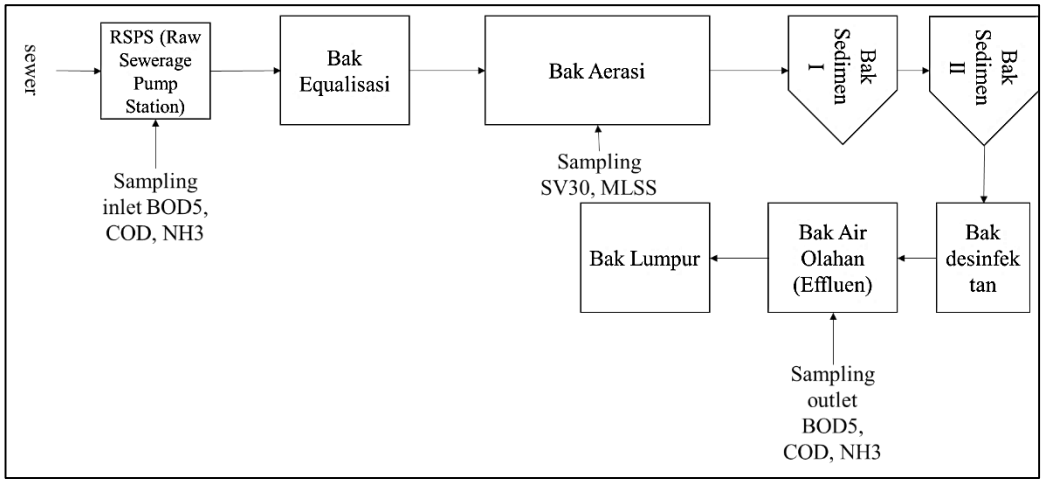
Tabel 3.2 Data sekunder

No	Variabel	Sumber Data
1	Data pelayanan IPAL	Data IPAL
2	Data layout IPAL	Data IPAL
3	Data profil desain IPAL	Data IPAL
4	PerMen LHK No.68 Tahun 2016	Kajian literatur

Data primer dan sekunder yang diperoleh akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja dari IPAL Margasari.

3.4 Metode Pengambilan sampel

Titik pengampilan sampel pada inlet dilakukan pada bak *Raw Sewage Pump Station* (RSPS), karena pada bak RSPS terjadi percampuran air limbah pertama masuk IPAL sebelum diolah. Sedangkan untuk outletnya, titik pengambilan sampelnya air limbah dilakukan pada lokasi bak air terolah sebelum masuk ke badan air, pemilihan titik outlet didasarkan karena air limbah sudah mengalami pengolahan.Pengambilan air sampel limbah domestik dengan metode grab (SNI 6989.59:2008) menggunakan ember pada 1 titik disetiap sampling point di pindahkan ke botol winkler gelap atau jerigen bervolume 2 liter. Sedangkan pengambilan sampel outlet menggunakan gayung dan dimasukkan ke dalam botol winkler gelap atau jerigen bervolume 2 liter. Pengambilan sampel air limbah dilakukan sebanyak 6 kali pengambilan dalam waktu 2 bulan. Selain itu juga peneliti mengambil sampel pada bak aerasi untuk mengetahui SVI dan MLSS pada bak aerasi. Setelah sampel diambil akan dianalisa di Laboratorium PDAM untuk mengetahui kualitas setiap parameternya.



Gambar 3.2 Diagram alir pengolahan air limbah IPAL Margasari dan titik sampling

Performa dari proses biologi yang digunakan dalam pengolahan air limbah akan bergantung pada pertumbuhan mikroorganisme dan dinamika pengolahan substrat dalam air limbah tersebut. Operasi dan proses pada suatu sistem instalasi akan efektif bila prinsip – prinsip yang berhubungan dengan pertumbuhan mikroorganisme dapat diterapkan dengan baik. Berikut ini akan dijelaskan parameter kineja pengolahan air limbah.

3.5 Parameter Kinerja Pengolahan IPAL

3.5.1 Laju beban BOD

Beban BOD adalah jumlah massa BOD di dalam air limbah yang masuk (influent) dibagi dengan volume reaktor. Beban BOD dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (*Metcalf* dan *Eddy, 2004*) :

$$Beban\ BOD = \frac{Q\ x\ So}{V}\ kg/m^3 hari \quad \text{.....(3.1)}$$

Dengan:

Q = debit air limbah yang masuk (m^3/hari)

So = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk (kg/m^3)

V = Volume reaktor (m^3)

3.5.2 *Food to microorganism ratio* (F/M rasio)

Parameter ini menujukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikrorganisme di dalam bak aerasi atau reaktor. Besamya nilai F/M ratio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram MLLSS per hari (*Metcalf dan Eddy, 2004*). F/M dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F/M = \frac{Q\ x\ (\ So - S)}{V\ x\ MLSS} \quad \text{.....(3.2)}$$

Dengan:

Q = Laju air limbah m^3/hari

So = Konsentrasi BOD di dalam air limbah yang masuk ke bak aerasi (kg/m3)

S = Konsentrasi BOD di dalam efluaent (kg/m^3)

MLSS = Mixed liquor suspended solids (kg/m^3)

V = Volume reactor atau bak aerasi (m^3)

Rasio F/M dapat dikontrol dengan cara mengatur laju sirkulasi lumpur aktif dari bak pengendapan akhir yang disirkulasi ke bak aerasi. lebih tinggi laju sirkulasi lumpur aktif lebih tinggi pula rasio F/M nya. Untuk pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif konvensiooal atau standar, rasio F/M adalah 02 - 0,5 kg /BOD_5 per kg MLSS per hari, tetapi dapat lebih tinggi hingga 1,5 jika digunakan oksigen murni (*Hammer*, 2004). Rasio F/M yang rendah menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi lapar, semakin rendah rasio F/M pengolah limbah semakin efisien.

3.5.3 *Mixed Liquor Suspended Solids* (MLSS)

Isi di dalam bak aerasi pada proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif disebut sebagai mixed liqour yang merupakan campuran antara air limbah dengan biomassa mikroorganisme serta padatan tersuspensi lainnya. MLSS adalah jumlah total dan padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk di dalamnya adalah mikroorganisme. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (*filter*), kemudian filter dikeringkan pada temperatur 105°C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.

3.5.4 *Sludge Volume Index* (SVI)

Pengendapan yang tidak baik dapat terjadi akibat gangguan yang tiba - tiba pada parameter fisik (suhu dan pH), kekurangan makanan (contoh N, suhu, mikronutrien), dan kehadiran zat racun (seperti logam berat) yang dapat menyebabkan hancurnya sebagian flok yang sudah terbentuk (Chudoba, 1989). Cara konvensional untuk monitoring pengendapan lumpur adalah dengan menentukan *Sludge Volume Index* (SVI). Caranya adalah sebagai berikut : Lumpur campuran dari tangki aerasi dimasukkan dalam silinder volume 1 liter dan dibiarkan selama 30 menit. Volume lumpur yang mengendap adalah SV_{30}, nilai SVI berkisar 50 - 150 ml/g. SVI dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sholichin, 2012) :

$$SVI\ (ml/g) = (SV_{30} \times 1000)/MLSS \quad (3.3)$$

Dengan:

SV_{30} = Volume endapan lumpur di dalam silinder kerucut setelah 30 menit pengendapan (ml).

MLSS = *Mixed Liqour Suspended Solid* (mg/l).

3.5.5 Penilaian kemampuan kinerja ipal dengan skoring

Penentuan angka skoring berdasarkan kemampuan efisiensi pengolahan tertinggi dari kritreia desain..Efisiensi tertinggi diberi skor 5 (sangat baik), dan efisiensi terendah diberikan skor 1 (buruk).

Tabel 3.3 Nilai Kemampuan Kinerja Berdasarkan Efisiensi Pengolahan

No	Kategori	Efisiensi (%)	Skor
1	Sangat baik	≥85	5
2	Baik	75 –< 85	4
3	Cukup baik	65 –< 75	3
4	Kurang baik	55 -< 65	2
5	Buruk	<55	1

3.5.6 Penilaian Kemampuan Beban Pengolahan BOD

Penentuan angka skoring berdasarkan kemampuan pengolahan tertinggi dari kriteria desain. Beban pengolahan pada kriteria desain terdiri dari dua indikator, yaitu beban BOD- MLSS loading dan beban BOD-volume loading. Untuk setiap beban BOD memiliki nilai kriteria desain masing – masing, seperti beban BOD-MLSS loading memiliki nilai 0,03 – 0,05 kg/kg.hari dan beban BOD-Volume loading memiliki nilai 0,15 – 0,25 kg/m^3.hari.

Tabel 3.4 Nilai Kemampuan Beban Pengolahan BOD-Volume loading

No	Kategori	Nilai beban BOD-volume loading	Skor
1	baik	0,15 – 0,20	3
2	Sedang	0,20 – 0,25	2
3	Buruk	>0,25 atau <0,15	1

Tabel 3.5 Nilai Kemampuan Beban Pengolahan BOD-MLSS loading

No	Kategori	Nilai beban BOD-MLSS loading	Skor
1	Baik	0,03 – 0,04	3
2	Sedang	0,04 – 0,05	2
3	Buruk	>0,05 atau <0,03	1

3.6 Masalah yang Sering Terjadi Pada Proses Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Lumpur

Masalah yang sering terjadi pada proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif maupun proses biologis lainnya adalah Sludge Bulking (Sykes,I989). Bulking adalah fenomena di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem lumpur aktif di mana lumpur aktif (*sludge*) berubah menjadi keputih-putihan dan sulit mengendap, sehingga sulit mengendap. Hal ini yang menyebabkan kualitas effluennya buruk dan memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi.

Pengendapan yang tidak baik dapat terjadi akibat gangguan yang tiba-tiba pada parameter fisik (suhu dan pH), kekurangan makanan, dan kehadiran zat racun (seperti logam berat) yang dapat menyebabkan hancurnya sebagian flok yang sudah terbentuk (Linvil, 1980).

Berikut adalah beberapa masalah yang sering terjadi pada operasi sistem *activated sludge* dan penyebabnya.

Tabel 3.6 Permasalahan Pada Proses Activated Sludge dan Penyebabnya

No	Jenis Masalah	Penyebab Masalah	Pengaruh terhadap sistem
1	Pertumbuhan terdispersi	Mikroorganisme yang ada di dalam sistem lumpur aktif tidak membentuk flok yang cukup besar, tetapi terdispersi menjadi flok yang sangat kecil atau merupakan sel tunggal sehingga sulit mengendap.	Effluen menjadi tetap keruh. Sludge yang mengendap pada bak pengendap akhir kecil sehingga jumlah sirkulasi lumpur berkurang.
2	Slime (jelly); nonfilamentous bulking atau viscous bulking	Mikroorganisme berada pada jumlah yang sangat besar khususnya zooglea dan membentuk exo-polysacarida dalam jumlah yang besar.	Menurunkan kecepatan pengendapan lumpur dan mengurangi kecepatan kompaksi lumpur. Pada kondisi yang buruk mengakibatkan telepasnya lumpur di bak pengendap akhir.
3	Pin flock atau pinpoint flock	Terbentuknya flok berbentuk bola kasar dengan ukuran yang sangat kecil, kompak. Ukuran flok yang lebih besar mempunyai kecepatan pengendapan yang lebih	SVI rendah, dan effluen mempunyai kekeruhan yang tinggi.

		besar,sedangkan agregat yang lebih kecil mengendap lebih lambat.	
4	Filamentous bulking	Terjadi ekses pertumbuhan mikroorganisme filamentous dalam jumlah yang besar.	Mengurangi efektifitas kompaksi lumpur
5	Rising sludge (blanket rising)	Merupakan ekses proses denitrifikasi sehingga partikel lumpur menempel pada gelembung gas nitrogen yang terbentuk dan naik ke permukaan.	Effluen yang keruh dan menurunkan efisiensi penghilangan BOD
6	Foaming atau pembentukkan buih (scum)	Adanya senyawa surfactant yang tidak dapat terurai dan akibat berkembang biaknya Nocardia dan microthrix	Terjadinya buih pada permukaan bak aerasi dalam jumlah yang besar, yang dapat melampui ruang bebas dan melimpah ke bak pengendap akhir.

sumber: Nusa Idaman Said, 2017