

BAB III

METODE PERENCANAAN

Metode perencanaan merupakan cara menganalisa dan mengolah data perencanaan yang disertai berbagai acuan sebagai referensi dalam pengolahan data perencanaan IPAL Komunal.

3.1 Acuan Perencanaan

Perencanaan instalasi pengelolaan air limbah ini beracuan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16 Tahun 2008 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air limbah, Peraturan Daerah Kabupaten Bantul No. 04 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bantul Tahun 2010 – 2030 , Modul Penyusunan Perencanaan Air Limbah dan *Handbook Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries* (Dewats).

Air limbah merupakan air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk berupa *black water* dan *grey water* dari lingkungan permukiman. Untuk melindungi kualitas air baku, menjaga kesehatan masyarakat, serta menjaga lingkungan permukiman perlu dilakukan pengelolaan. Dalam pemilihan teknologi pengelolaan air limbah harus mempertimbangkan beberapa parameter antara lain :

a. **Kepadatan penduduk**

Kepadatan penduduk merupakan salah satu aspek penting dalam penentuan teknologi pengolahan yang akan diterapkan dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka bertambah pula aktivitas yang mengakibatkan makin banyak jumlah kebutuhan air bersih dan semakin banyak pula limbah yang dihasilkan.

b. **Sumber air bersih**

Sumber air bersih yang digunakan penduduk sehari-hari sangat berpengaruh terhadap sistem pembuangan air limbah yang akan

direncanakan, karena tiap pemakaian air bersih pasti akan menghasilkan air limbah.

c. Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah terkait dengan kemampuan tanah dalam meresapkan air yang masuk ke dalam tanah, sehingga dapat mempengaruhi kondisi air tanah terutama dari aspek kualitas.

d. Kedalaman air tanah

Kedalaman air tanah $< 1,5$ meter dari permukaan, diarahkan menggunakan sistem *sewerage* untuk menghindari pencemaran air tanah atau menggunakan tangki septik yang kedap air. Kedalaman air tanah $> 1,5$ meter dari permukaan dapat menggunakan sistem *onsite* dengan pengembangan teknologi untuk melindungi kualitas air tanah.

e. Kemiringan tanah

Sistem *sewerage* sebaiknya diterapkan pada kemiringan tanah $> 2\%$

f. Ketersediaan lahan

Ketersediaan lahan merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembangunan IPAL, karena perlu adanya beberapa penilaian lahan untuk merencanakan IPAL.

Sistem pengolahan air limbah yang direncanakan di kampung Nitiprayan adalah sistem terpusat. Sistem terpusat merupakan sistem pengolahan air limbah secara kolektif melalui jaringan pengumpul dan diolah serta dibuang secara terpusat dengan menggunakan IPAL. Dalam merencanakan ukuran bangunan IPAL kawasan Nitiprayan terlebih dahulu perlu diketahui besarnya produksi air limbah di wilayah pelayanan. Besarnya produksi air limbah dapat dihitung melalui besarnya konsumsi air bersih dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Air limbah yang dilayani IPAL berasal dari permukiman saja, aktivitas fasilitas umum tidak diperhitungkan.
- b. Besarnya konsumsi air bersih pada daerah layanan diasumsikan dan sesuai dengan kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya PU tahun 1996, seperti pada **Tabel 3.1**.

- c. Besarnya air limbah yang dihasilkan berkisar 50% - 80% dari pemakaian air bersih (Metcalf & Eddy, 1991).

Tabel 3.1 Besarnya konsumsi air bersih berdasarkan jumlah penduduk

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk				
		> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit sambungan Rumah (liter/orang/hari)	>150	150-200	90-120	80-120	60-80
2	Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi Unit non-domestik					
	a. Niaga kecil (liter/orang/hari)	600-900	600-900		600	
	b. Niaga besar (liter/orang/hari)	1000-5000	1000-5000		1500	
	c. Industri besar (liter/detik/ha)	0,2-0,8	0,2-0,8		0,2-0,8	
	d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0,1-0,3	0,1-0,3		0,1-0,3	

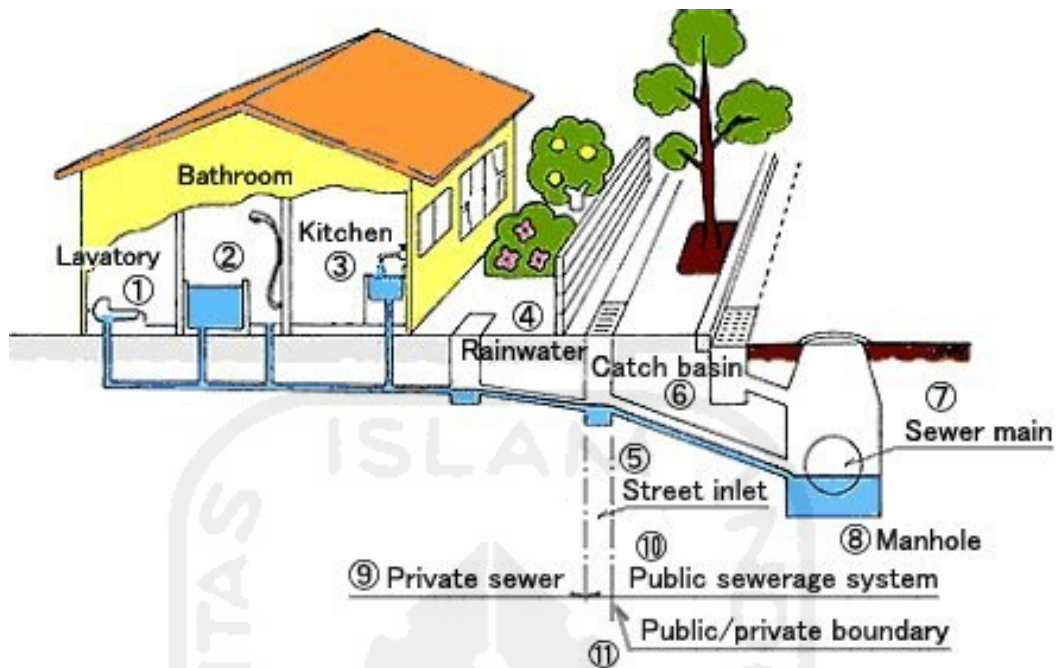
Sumber: Ditjen Cipta Karya, 1996

3.2 Sistem Penyaluran Limbah Domestik

Sistem penyaluran limbah yang direncanakan merupakan sistem air limbah secara terpusat, adapun jenis sistem penyaluran air limbah terpusat yaitu sistem *conventional sewerage*, sistem *shallow sewerage* dan sistem *small bore sewerage*.

3.2.1 Sistem *conventional sewerage*

Sistem penyaluran konvensional merupakan suatu jaringan perpipaan yang membawa air buangan ke suatu tempat berupa bangunan pengolahan atau tempat pembuangan akhir seperti badan air penerima. Sistem ini terdiri dari jaringan perpipaan persil, pipa lateral dan pipa induk yang melayani suatu daerah pelayanan yang cukup luas seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sistem *Conventional Sewerage*

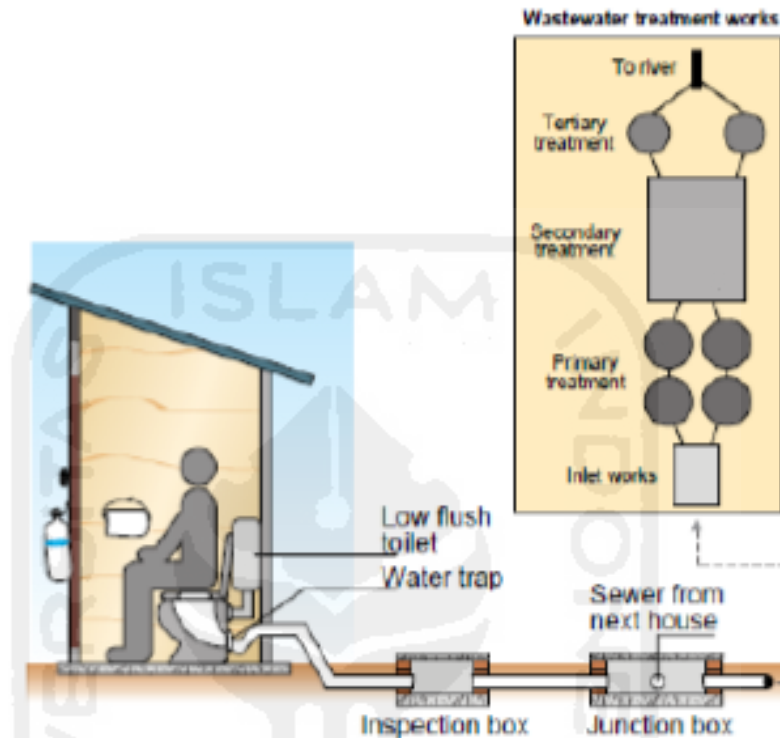
Sumber : Eawag Sandec, 2008

Sistem penyaluran konvensional memiliki kelebihan dimana pada sistem ini tidak memerlukan tangki septik untuk pengendapan padatan, sedangkan kelemahannya adalah tingginya biaya konstruksi serta sulitnya jaringan ini dikombinasikan dengan saluran *small bore sewerage*, karena dua sistem tersebut membawa air buangan dengan karakteristik yang berbeda sehingga tidak boleh ada cabang dari sistem konvensional ke saluran *small bore sewerage*. Daerah yang cocok untuk penerapan sistem ini adalah di lokasi permukiman baru, dimana penduduknya memiliki penghasilan cukup tinggi dan mampu membayar biaya operasional dan perawatan.

3.2.2 Sistem *shallow sewerage*

Sistem *shallow sewerage* disebut juga sebagai sistem riol, yang membedakan dengan sistem konvensional adalah sistem ini mengangkut air buangan dalam skala kecil dan pipa dipasang dengan *slope* lebih landai. Sistem *shallow sewerage* berpasangan dengan perhtiungan unit IPAL pada *dewats*. Sistem riol harus dipertimbangkan di daerah perkampungan dengan kepadatan penduduk tinggi dimana sebagian penduduk sudah memiliki sambungan air bersih

dan kamar mandi pribadi tanpa pembuangan setempat yang belum memadai. Skema pengolahan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



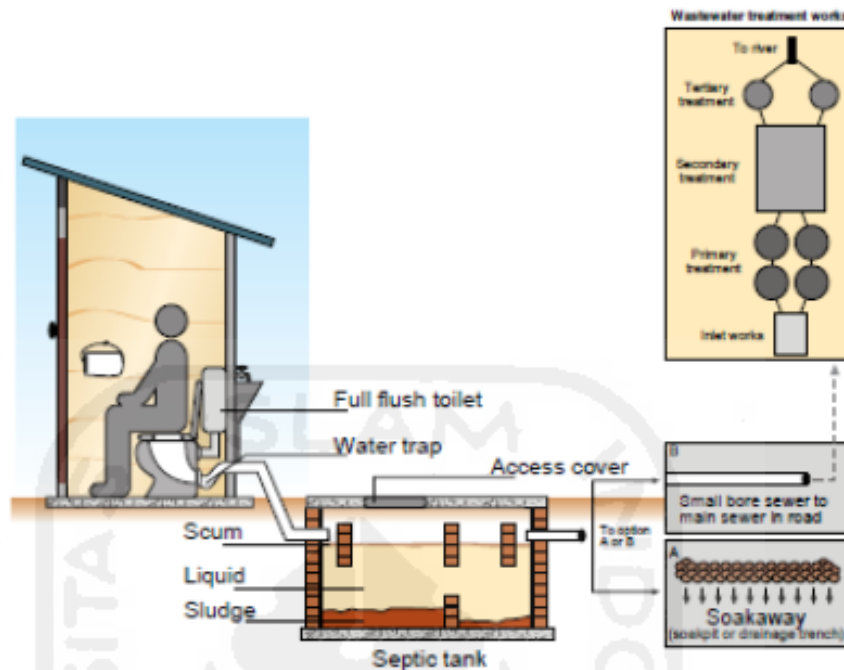
Gambar 3.2 Sistem *shallow sewerage*

Sumber: *Department of Water Affairs and Forestry, 2002*

Kelebihan sistem ini adalah biaya yang murah karena penggunaan pipa dibatasi pada diameter kecil (Ø 100-200 mm) dan sistem penyaluran relatif kecil dibandingkan dengan sistem *conventional sewerage*. Kelemahannya adalah cakupan pelayanan yang sangat terbatas sehingga tidak dapat dikembangkan untuk wilayah kota.

3.2.3 Sistem *small bore sewerage*

Sistem *small bore sewerage* merupakan sistem yang di desain hanya untuk menerima bagian cair dari air limbah rumah tangga berupa cairan yang berasal dari air buangan kamar mandi, dapur, dan limpahan air tangki septik sehingga dalam pengolahannya harus bebas dari padatan. Pipa lateral dan pipa induk digunakan dalam sistem ini dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Gambar skema *small bore sewerage* tertera pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sistem *small bore sewerage*

Sumber: *Department of Water Affairs and Forestry, 2002*

Sistem *small bore sewerage* cocok untuk daerah pelayanan dengan kepadatan penduduk sedang sampai tinggi, terutama di daerah yang telah menggunakan tangki septik. Diameter pipa minimum pada sistem 100 mm, secara umum sistem ini memiliki komponen :

- a) Sambungan Rumah
Dibuat pada inlet tangki *interceptor*, semua air buangan memasuki sistem melalui bagian ini.
- b) Tangki *Interceptor*
Didesain untuk menampung aliran sederhana untuk memisahkan padatan dan cairan pada limbah domestik.
- c) Saluran
Berupa pipa kecil berukuran antara (\varnothing 50 – 100 mm), dengan kedalaman yang cukup untuk mengalirkan air buangan dari tangki *interceptor* dengan sistem gravitasi.

d) Bangunan kontrol (*Manhole*)

Bangunan kontrol berfungsi sebagai jalan masuk air limbah, untuk pemeliharaan saluran serta untuk menggelontorkan saluran selama proses pembersihan saluran.

e) Pipa ventilasi udara

Pipa ventilasi udara berfungsi untuk memelihara kondisi aliran dan sirkulasi udara bebas.

Kelebihan sistem ini adalah harganya yang relatif lebih murah dan adanya reduksi beban organik dalam tangki septik, sehingga akan mengurangi beban pengolahan limbah. Kelemahan sistem ini adalah sebagai cakupan pelayanan sangat terbatas.

3.3 Sistem Pengolahan Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan perumahan. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga . Pada umumnya, tahapan proses pengolahan air limbah seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 3.4 Tahapan proses pengolahan air limbah

Sumber : Olah data primer, 2016

3.3.1 Pengolahan *Primer*

Pengolahan secara fisik termasuk dalam pengolahan primer (*primary treatment*). Tujuan dari pengolahan fisik adalah untuk menghilangkan zat padat tercampur melalui pengendapan atau pengapungan. Proses pengendapan dan pengapungan akan meringankan beban pada pengolahan berikutnya (sekunder).

3.3.2 Pengolahan *Sekunder*

Pengolahan secara biologis termasuk dalam pengolahan sekunder (*secondary treatment*). Pengolahan biologis adalah penguraian bahan organik yang terkandung dalam air limbah oleh mikroba, sehingga menjadi bahan kimia sederhana berupa unsur-unsur dan mineral yang siap dan aman dibuang ke lingkungan. Tujuan pengolahan air limbah secara biologis adalah untuk menghilangkan dan menstabilkan zat-zat pencemar organik terlarut dengan bantuan mikroorganisme. Pada dasarnya pengolahan biologis dibagi menjadi 2 jenis yaitu proses anaerobik dan aerobik, penggolongan tersebut berdasarkan pada kebutuhan oksigen.

a) Pengolahan secara anaerobik

Pengolahan biologis secara anaerobik merupakan pengolahan limbah yang dalam prosesnya tidak membutuhkan oksigen sebagai syarat hidupnya mikroorganisme, sehingga bakteri yang bekerja disebut bakteri anaerob. Pengolahan ini memiliki keuntungan dimana pemeliharaan dan biaya operasional yang rendah dan dapat menghasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar.

b) Pengolahan secara aerobik

Pengolahan biologis secara aerobik merupakan pengolahan limbah yang dalam prosesnya membutuhkan oksigen sebagai syarat hidupnya mikroorganisme, sehingga bakteri yang bekerja disebut bakteri aerob. Untuk menambah kandungan oksigen yang terdapat di dalam pengolahan air limbah dilakukan proses penambahan oksigen (*aerasi*) dengan menggunakan peralatan atau aerator.

Pemilihan jenis pengolahan biologis secara aerobik maupun anaerobik sangat dipengaruhi beberapa pertimbangan dilapangan antara lain dari segi teknologi, ketersediaan lahan, aspek pemeliharaan dan kemudahan pengoperasian unit pengolahan. Kelebihan dan kekurangan antara proses aerobik dan anaerobik dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kelebihan dan kekurangan pengolahan aerobik dan anaerobik

Faktor	Aerobik	Anaerobik
Produksi Lumpur	Lumpur banyak dan relatif tidak stabil, sehingga butuh diolah	Lumpur relatif stabil dan sedikit
Penggunaan Energi	Penggunaan energi besar karena membutuhkan alat mekanikal/elektrikal untuk proses aerasi	Low energi (listrik) karena tanpa alat mekanikal/elektrikal. Menghasilkan energi berupa gas metan
<i>Shock Loading</i>	Tidak tahan terhadap <i>shock loading</i> yang besar	Tahan terhadap <i>shock loading</i> yang besar
Operasional dan Pemeliharaan	Otomatis, perlu operator khusus	Manual
Penggunaan lahan	Kebutuhan lahan sedikit	Kebutuhan lahan luas
Effisiensi Pengolahan	Effisiensi tinggi	Effisiensi tinggi, diperlukan pengolahan tambahan

Sumber: Mitra Hijau, 2016

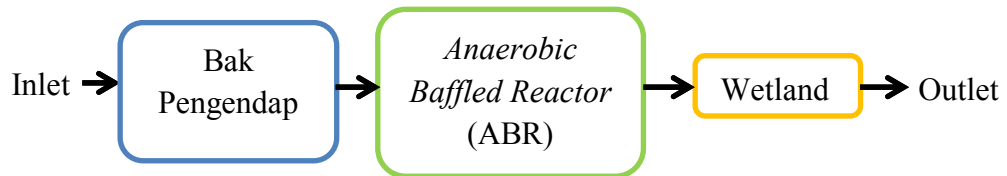
c) Pengolahan *Tersier*

Pengolahan tersier sering juga disebut pengolahan lanjutan (*advanced treatment*). Pengolahan ini meliputi berbagai rangkaian proses kimia dan fisika. terdapat zat tertentu dalam limbah cair yang dapat berbahaya bagi lingkungan atau masyarakat. Pengolahan ini disesuaikan dengan kandungan zat yang tersisa dalam air limbah yang telah terolah pada pengolahan primer dan sekunder.

3.4 Alternatif pemilihan teknologi IPAL

Alternatif pemilihan teknologi IPAL merupakan pilihan teknologi yang akan di rencanakan di lokasi perencanaan yang dikaji melalui kelebihan ataupun kekurangan dari teknologi IPAL yang direncanakan. Alternatif teknologi yang direncanakan terbagi menjadi 3, yaitu :

3.4.1 Alternatif teknologi IPAL 1



Gambar 3.5 Alternatif pemilihan teknologi IPAL 1

Sumber : Olah data primer, 2016

Air limbah domestik yang di salurkan melalui perpipaan menuju IPAL komunal dikumpulkan dan diendapkan di bak pengendap yang terdapat pada ruang pertama unit ABR. Bak pengendap merupakan pengolahan awal karena di dalam bak ini terjadi proses pengendapan partikel tersuspensi secara gravitasi tanpa ditambah bahan kimia, sehingga dapat menurunkan kekeruhan ataupun kadar *suspended solid* pada air limbah. Selain itu bak pengendap berfungsi untuk mehomogenkan debit dan karakteristik air limbah yang akan diolah, bak pengendap yang direncanakan merupakan bak yang memiliki satu desain dengan unit ABR.

Anaerobic Baffled Reactor (ABR) merupakan tangki septik yang dimodifikasi dengan menambahkan beberapa kompartemen dan merupakan salah satu dari proses unit pengolahan biologis secara anaerobik. ABR berbentuk persegi dengan sekat-sekat didalamnya dan dilengkapi dengan pipa pembuangan (ventilator) untuk melepaskan biogas yang dihasilkan selama proses anaerobik. Adapun kelebihan dan kelemahan unit ABR berdasarkan buku referensi opsi sistem dan teknologi sanitasi, 2010 dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Kelebihan dan kekurangan *Anaerobic Baffled Reactor*

KELEBIHAN	KEKURANGAN
Tahan terhadap beban kejutan hidrolis dan zat organik	Efluen memerlukan pengolahan lanjutan
Tidak memerlukan energi listrik	Penurunan zat patogen rendah
<i>Grey water</i> dapat dikelola secara bersamaan	Memerlukan sumber air limbah yang konstan
Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia	

KELEBIHAN	KEKURANGAN
Umur pelayanan panjang	
Penurunan zat organik tinggi	
Biaya investasi dan operasi moderat	
Memerlukan sumber air limbah yang konstan	

Sumber : Olah data primer, 2016

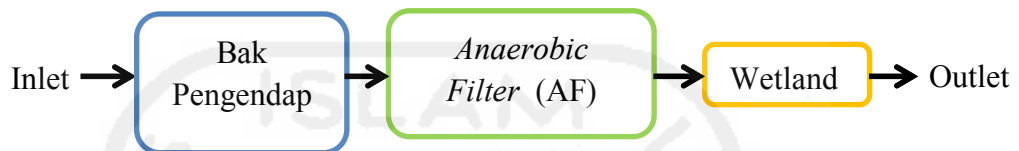
Pengolahan terakhir yaitu dengan menggunakan *wetland*. *Wetland* merupakan suatu rawa buatan yang dibangun untuk mengolah zat pencemar yang masih terkandung dalam air limbah hasil olahan unit ABR. Pengolahan yang terjadi di pada *wetland* merupakan pengolahan biologis dimana terjadi proses absorpsi oleh akar – akar tanaman. Terdapat 2 jenis sistem *wetland* yaitu *Sub-Surface Flow System* (SSF) dan *Free Water Surface System* (FWS). SSF merupakan rawa buatan dengan aliran dibawah permukaan tanah, sedangkan aliran FWS diatas permukaan tanah (menggenang). Adapun keuntungan unit *wetland*, yaitu :

- 1) Biaya pengolahan dan perawatan lebih murah. sistem pengolahan biologis dengan tumbuhan dapat menghemat biaya operasional hingga 50% proses mekanis. Hal ini dikarenakan tumbuhan dapat tetap berkembang, serta tanaman yang berjenis *cattail* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan anyaman.
- 2) Penurunan BOD, *suspended solid* dan patogen tinggi.
- 3) Tidak memerlukan tenaga ahli untuk operasional dan pemeliharannya karena teknologinya sederhana dan sangat sesuai untuk area yang natural.
- 4) Tidak memerlukan energi listrik dan merupakan teknologi ramah lingkungan.
- 5) Mampu mengolah air limbah domestik dan industri dengan baik ditunjukkan dengan efisiensi pengolahan yang tinggi yaitu lebih dari 80%.
- 6) Sistem manajemen kontrol mudah.
- 7) Biaya konstruksi murah.
- 8) Dapat memberikan manfaat ganda karena dapat berfungsi sebagai media hidup hewan dan makhluk hidup lain.

Sedangkan kelemahan unit *wetland* antara lain :

- 1) Pengoperasian tergantung suhu dan iklim, pengolahan kurang optimal untuk daerah dengan suhu yang rendah.
- 2) Berpotensi menimbulkan bau, seperti hasil dari dekomposisi tanaman.

3.4.2 Alternatif teknologi IPAL 2



Gambar 3.6 Alternatif pemilihan teknologi IPAL 2

Sumber : Olah data primer, 2016

Berbeda dengan alternatif 1, pada alternatif 2 unit yang digunakan ialah *Anaerobic Filter (AF)* atau *Bio Filter*. AF adalah bak kedap air yang terbuat dari beton, *fibreglass*, PVC atau plastik, untuk penampungan dan pengolahan *black water* dan *grey water*.

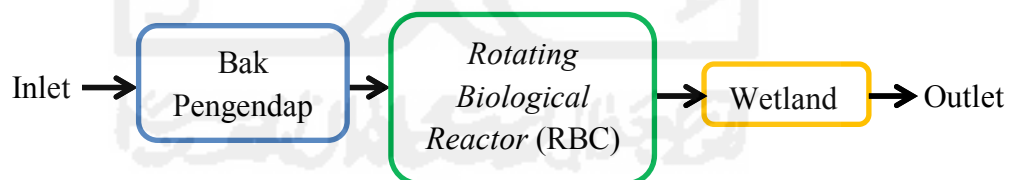
Anaerobic Filter merupakan sebuah tangki septik yang diisi satu atau lebih kompartemen (ruang) yang dipasang *filter*. *Filter* ini terbuat dari bahan alami seperti kerikil, sisa arang, bambu, batok kelapa atau plastik yang dibentuk khusus. Bakteri aktif ditambahkan untuk memicu proses penurunan konsentrasi bahan pencemar. Bakteri aktif ini bisa didapat dari lumpur tinja tangki septik dan disemprotkan pada material *filter*. Aliran air limbah yang masuk (*influent*) akan mengalir *filter*, kemudian materi organik akan diuraikan oleh biomassa yang menempel pada materi *filter* tersebut. Diperlukan 6 - 9 bulan untuk menstabilkan biomassa diawal proses. Lihat Tabel 3.4 untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan *Anaerobic Filter*.

Tabel 3.4 Kelebihan dan kekurangan *Anaerobic Filter*

KELEBIHAN	KEKURANGAN
Tidak menimbulkan bau maupun lalat	Membutuhkan <i>start up</i> yang relatif lama
Luas lahan yang digunakan tidak banyak	Perlu pencucian berkala terhadap media agar tidak terjadi penyumbatan
Pengelolaannya sangat mudah	Memerlukan sumber air yang konstan
Biaya operasinya rendah	Effluen perlu pengolahan lanjutan
Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang dihasilkan relatif sedikit	Pengurangan bakteri patogen, padatan dan zat organik rendah
Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutropikasi	Tidak dibolehkan terkena banjir, sehingga permukaan bangunan atau lubang pemeriksaan harus diatas muka air banjir
Suplai udara untuk aerasi relatif kecil	
Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar	
Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik	

Sumber : Olah data primer, 2016

3.4.3 Alternatif teknologi IPAL 3



Gambar 3.7 Alternatif pemilihan teknologi IPAL 3

Sumber : Olah data primer, 2016

Sama seperti alternatif 1 dan 2, alternatif 3 mempunyai pengolahan sekunder berupa unit RBC. *Rotating Biological Reactor* (RBC) adalah unit pengolahan sekunder yang biasanya didahului oleh unit pengolahan primer yaitu : tangki septik, *anaerobic filter*, *clarifier*, dan sebagainya. *Rotating Biological Reactor* (RBC), pertumbuhan biomassa menempel pada permukaan piringan. Perputaran piringan akan terus menerus memberikan kesempatan kontak biomassa dengan air limbah atau zat organik, bergantian dengan kontak udara untuk penyerapan

oksigen. Hal ini dipertahankan supaya proses yang terjadi adalah aerobik. Perputaran piringan juga untuk menghilangkan kelebihan biomassa yang menempel pada piringan, dengan pencukuran secara mekanis. Selanjutnya, lumpur yang dihasilkan dialirkan ke unit bak pengendap (*clarifier*). Lihat Tabel 3.5 untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan unit *Rotating Biological Reactor*.

Tabel 3.5 Kelebihan dan kekurangan unit *Rotating Biological Reactor*

KELEBIHAN	KEKURANGAN
Kebutuhan lahan kecil	Bahan tidak siap tersedia di pasar
Dapat bertahan terhadap kejutan beban organik dan hidrolis	Biaya investasi peralatan tinggi
Efisiensi penurunan BOD atau pengolahan tinggi (90 - 95%)	Harus dibangun dalam ruangan tertutup untuk mencegah hujan, angin, sinar matahari dan pengrusakan
Kebutuhan pemeliharaan dan energi rendah	Kerusakan pada peralatan pemutar (shaft) dan media
Pengeringan kelebihan lumpur mudah dilakukan	<i>Organic load</i> terlalu tinggi bisa terjadi penyumbatan

Sumber : Olah data primer,2016

Dari ketiga alternatif tersebut, terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan teknologi IPAL, yaitu :

- a. Kualitas dan kuantitas air limbah yang akan diolah
Kualitas dan kuantitas menentukan jumlah beban pencemaran yang akan diolah, volume reaktor, dan fasilitas penunjang.
- b. Kemudahan pengoperasian dan ketersediaan SDM
Masing – masing unit IPAL mempunyai karakteristik pengoperasian dan tingkat kesulitan yang berbeda, tergantung dari limbah yang dikelola dan bangunan IPAL yang direncanakan. Kemudahan operasi dan ketersediaan SDM menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan terkait dengan penanggungjawab pengelola dan biaya operasional IPAL selama masa operasional IPAL berlangsung.

c. Jumlah akumulasi lumpur

Lumpur dari pengolahan memerlukan penanganan khusus dalam mengolahnya, semakin banyak lumpur yang timbul di instalasi semakin membutuhkan penanganan khusus yang akhirnya dapat menambah biaya operasi.

d. Kebutuhan lahan

Semakin banyak kuantitas air limbah, semakin besar pula kebutuhan lahannya.

e. Biaya pengoperasian

Biaya pengoperasian ditentukan oleh kebutuhan energi (listrik), biaya penambahan bahan kimia, perawatan IPAL.

f. Kualitas hasil olahan

Kualitas hasil olahan harus dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh Pergub DIY.

Alternatif yang dipilih dalam perencanaan IPAL di Nitiprayan adalah alternatif 1 yaitu menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Wetland* karena alternatif tersebut tidak menggunakan pompa, serta minim menggunakan mekanikal dan elektrikal, sehingga mempermudah operasional dan pemeliharaan. Lihat Tabel 3.6 untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alternatif 1.

Tabel 3.6 Kelebihan dan kekurangan dari alternatif 1

Faktor	Kelebihan / Kekurangan
Penggunaan energi	Low energi (listrik), tanpa alat mekanikal atau elektrikal
Produksi lumpur	Lumpur relatif lebih stabil
Penggunaan lahan	Kebutuhan lahan $\pm 442 \text{ m}^2$, dapat dijadikan sebagai fasilitas bermain ataupun taman bermain
Efisiensi pengolahan	Efisiensi BOD tinggi ABR = 70 – 95 % ; Wetland = 65 – 95 %
Gangguan lain	Efluen sedikit berbau

Sumber : Olah data primer, 2016

3.5 Kriteria Desain IPAL Komunal

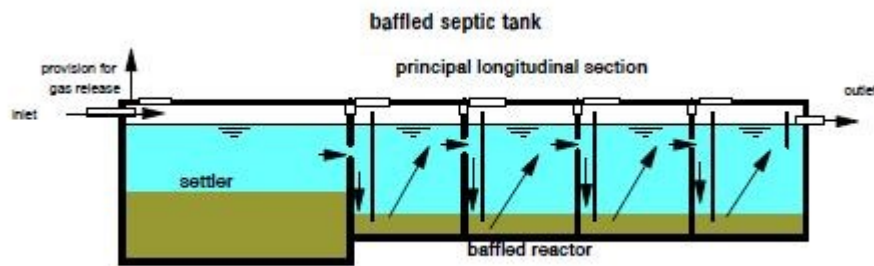
IPAL komunal adalah tempat pengolahan air limbah domestik secara terpadu dari air limbah domestik kelompok masyarakat tertentu yang diolah secara aerob dan anaerob (Perda DIY, 2009). Kriteria desain merupakan keterangan umum untuk merencanakan IPAL komunal.

3.5.1 *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

ABR adalah reaktor yang menggunakan serangkaian dinding (*baffled*) untuk membuat air limbah yang mengandung polutan organik untuk mengalir di bawah dan ke atas (melalui) dinding dari *inlet* menuju *outlet*. Pada dasarnya, ABR merupakan pengembangan dari reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*. Kriteria desain ABR berdasarkan Sasse (1998) adalah sebagai berikut :

- Kecepatan aliran (*Up flow velocity*) : < 2 m/jam
- Panjang : 50 – 60% dari ketinggian
- Pengurangan COD : 65 – 90%
- Pengurangan BOD : 70 – 95%
- Beban Organik (*Organic loading*) : < 3 kg COD/m³.hari
- Waktu tinggal (*Hydraulic retention time*) : 2 – 8 jam
- Beban hidraulik (*Hydraulic loading rate*) : 16,8 – 38,4 m³/m².hari

ABR dirancang agar alirannya turun naik, aliran seperti ini menyebabkan aliran air limbah yang masuk (*influent*) lebih intensif terkontak dengan biomassa anaerobik, sehingga meningkatkan kinerja pengolahan. Penurunan BOD dalam ABR lebih tinggi dari pada tangki septik, yaitu sekitar 70-95% perlu dilengkapi saluran udara. Untuk operasi awal perlu waktu 3 bulan untuk menstabilkan biomassa diawal proses. Lihat Gambar 3.8 *Anaerobic Baffled Reactor*



Gambar 3.8 *Anaerobic Baffled Reactor*

Sumber : Dewats, 1998

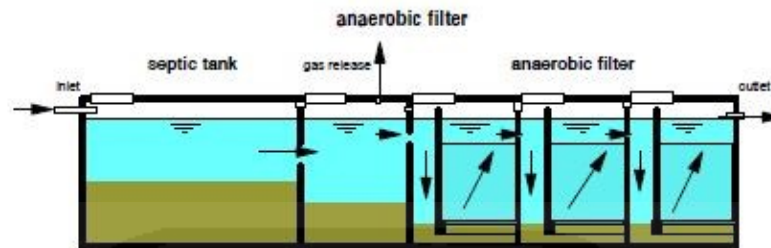
3.5.2 *Anaerobic Filter (AF)*

Anaerobic filter (AF) adalah reaktor biofilm jenis *packed-bed*. Biomassa membentuk lapisan (*film*) di permukaan media. Proses pengolahan zat organik terjadi dengan cara mengalirkan air limbah di antara media yang dilapisi biofilm tersebut. Meskipun aliran dapat disusun secara *upflow* maupun *downflow*, cara *upflow* adalah yang paling sering digunakan. Kriteria desain AF berdasarkan Sasse (1998) adalah sebagai berikut :

- Luas permukaan media : 90 – 300 m²/m³
- Pengurangan BOD : 70 – 90%
- Jenis media : Kerikil, batu (5-10cm), plastik, arang (5-15 cm)
- Beban organik (*Organic loading*) : 4 – 5 kg COD/m³.hari
- Waktu tinggal (*Hydraulic retention time*) : 1,5 – 2 hari
- Kedalam filter : 100 – 120 cm
- Angka pori : Berkisar antara 40 – 60%
- Jika menggunakan perkiraan kasar dapat dihitung volume (pori dan massa) *anaerobic filter* (0,5 – 1) m³/kapita.
- Umumnya *anaerobic filter* digunakan sebagai pengolahan kedua setelah tangki septik, jika alternatif peresapan ke tanah tidak mungkin dilakukan.

Unit *Anaerobic Filter (AF)* dilengkapi filter media untuk tempat berkembangnya koloni bakteri membentuk *film* (lendir) akibat fermentasi oleh enzim bakteri terhadap bahan organik yang ada didalam limbah. *Film* ini akan menebal sehingga menutupi aliran air limbah dicelah antara media filter tersebut,

sehingga perlu pencucian berkala terhadap media, misalnya dengan metoda *back washing* (Indriani,2010). Lihat Gambar 3.9 *Anaerobic Filter* :



Gambar 3.9 *Anaerobic filter*

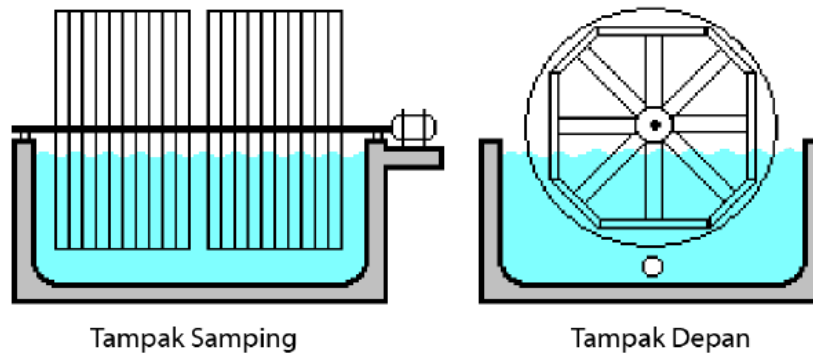
Sumber : Dewats, 1998

3.5.3 *Rotating Biological Reactor (RBC)*

Rotating Biological Reactor adalah sebuah serial piringan lingkaran yang diputar secara perlahan pada ruangan yang dialiri air limbah, sehingga piringan tenggelam setengah bagian. Piringan dibuat dari bahan polystirene atau polyvinyl chloride atau polypropylene. Kriteria desain RBC menurut *metclaf and eddy, 2003* sebagai berikut :

- Penurunan BOD : 90 – 95 %
- Beban Hidraulik (*Hidrolik loading*) : 0,05 m³/m².hari
- Beban organik (*Organik loading*) : 0,5 – 1,0 kg/m³.hr
- Konstanta substrat remocal rate $k_{(1/2)a}$: 1,5 (g/m.hr²)^{1/2}
- Ratio *surface area (A/V)* : 70 m²/m³
- Volume tangki : 5 x 10⁻³ m³/m² luas disc

Pengoperasian RBC mendapat prioritas dalam pilihan teknologi untuk proses aerobik di negara berkembang. RBC terdiri dari satu seri kontaktor berbentuk cakram yang berputar dalam wadah atau bejana semi sirkuler, jarak antar kontaktor satu dengan yang lain cukup dekat dan kurang lebih 40% dari luas kontaktornya terendam dalam air limbah. Lihat Gambar 3.10 *Rotating Biological Reactor*



Gambar 3.10 *Rotating Biological Reactor*

Sumber : Opsi sistem pemilihan teknologi, 2010

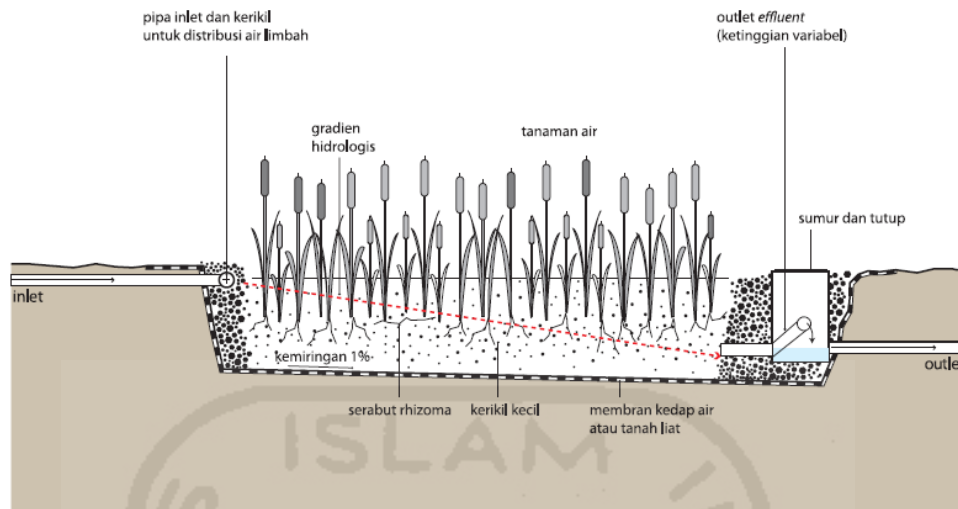
3.5.4 *Constructed Wetland*

Constructed Wetland adalah saluran yang diisi pasir dan kerikil, yang ditanami vegetasi air. Air limbah mengalir horizontal melalui saluran berisi material penyaring yang berfungsi menguraikan zat organik. Adapun kriteria desain dari unit *wetland* adalah :

- Kemiringan (*Slope*) : 1 – 3 %
- Permeabilitas tanah : $< 10^{-6}$ cm/s
- Ketebalan lapisan tanah dasar : 3 – 4 inchi
- Diameter media : 8 – 16 cm
- Beda tinggi pipa *inlet* dengan muka air : 1 – 2 feet
- Jarak penanaman tanaman : 0,3 – 1 m

Sumber : US EPA, 1994

Keunggulan sistem *wetland* menurut Harbel & Langergraber, 2002 adalah efisiensi pengolahan cukup tinggi sekitar 80 %, mempunyai toleransi yang tinggi terhadap fluktuatif debit air limbah. *Wetland* membutuhkan media tanaman untuk dapat menguraikan air limbah melalui akar – akar tanaman. Tanaman yang digunakan berupa lidi air yang merupakan jenis *Cattail*. *Cattail* dapat dimanfaatkan batang dan daunnya untuk membuat anyaman, sedangkan bunganya yang berbentuk kapas dapat dijadikan isi dari jok kereta api. Tanaman ini menjadi rekomendasi karena mampu hidup di dataran rendah – tinggi dengan suhu panas maupun dingin. Lihat Gambar 3.8 *Constructed Wetland*

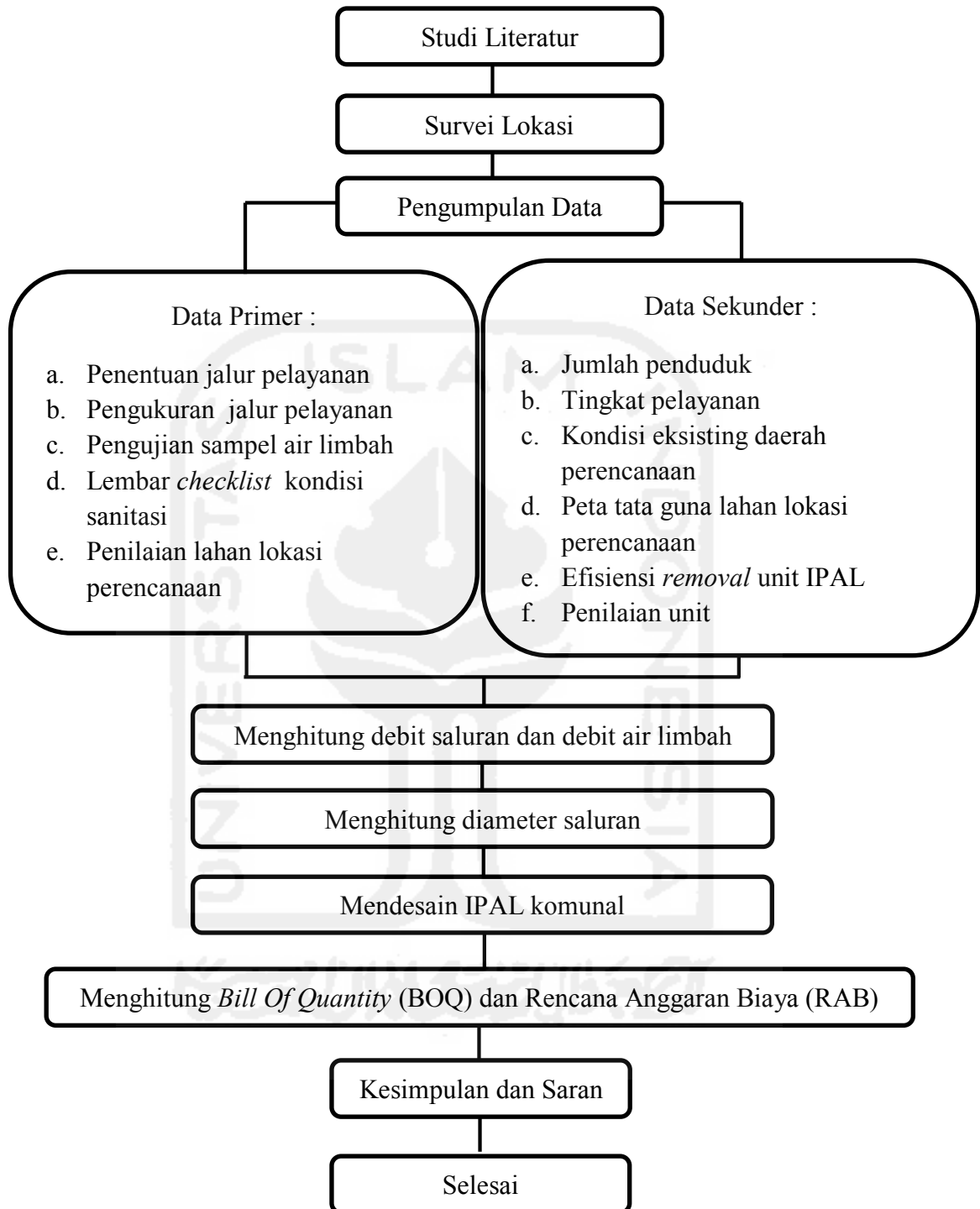


Gambar 3.11 *Constructed Wetland*

Sumber : Opsi sistem pemilihan teknologi, 2010

3.6 Metoda Pengumpulan Data

Metoda pengumpulan data dimulai dari studi literatur untuk mencari jurnal ataupun buku panduan yang berkaitan dengan pengelolaan air limbah selanjutnya, dilakukan survei lokasi untuk mengetahui gambaran kondisi eksisting dari pembuangan air limbah rumah tangga maupun kondisi sanitasi yang ada di Nitiprayan. Data dikelompokkan menjadi 2 yaitu, data primer dan data sekunder dimana data primer merupakan data yang didapatkan dari pengukuran dan pengamatan secara langsung dilokasi perencanaan, sedangkan data sekunder merupakan data yang bersumber dari literatur tertentu yang nantinya kedua data akan dikelola untuk saling mendukung ataupun melengkapi antara satu dengan lainnya didalam mendesaian IPAL komunal. Gambar 3.12 menunjukkan metoda pengumpulan data yang diperlukan untuk merencanakan Instalasi Pengelolaan Air Limbah Komunal :



Gambar 3.12 Bagan Tahapan Pelaksanaan Perencanaan

3.6.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mencari referensi materi yang bersumber dari buku, jurnal ataupun laporan yang mencangkup tentang perencanaan IPAL Komunal.

3.6.2 Survei Lokasi

Survei lokasi adalah kegiatan untuk mengetahui tentang kondisi dari lokasi yang akan direncanakan pengolahan air limbah rumah tangga serta mengurus beberapa persyaratan perijinan untuk melaksanakan tugas akhir di lingkup padukuhan, dan RT yang ada di Kampung Nitiprayan, serta berinteraksi dengan masyarakat dalam perencanaan IPAL Komunal.

3.6.3 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dilapangan, adapun data primer dari perencanaan meliputi :

a. Penentuan jalur pelayanan

Penentuan jalur pelayanan merupakan rencana perpipaan untuk mengalirkan air limbah ke proses pengolahan air limbah secara komunal. Penentuan jalur menggunakan notasi A untuk jalan utama dan T untuk jalan tikungan (gang) serta menggunakan angka untuk memudahkan pembacaan jalur yang di rencanakan. Jalur pelayanan ditentukan dari kondisi eksisting daerah perencanaan serta persentase jumlah penduduk yang dilayani untuk perpipaan air limbah.

b. Pengukuran jalur pelayanan

Pengukuran jalur pelayanan merupakan kegiatan mengukur akses perpipaan air limbah yang berasal dari rumah – rumah warga ke IPAL. Pengukuran menggunakan *thedolite* sebagai alat ukur elevasi muka tanah maupun jarak antar notasi yang telah direncanakan pada penentuan jalur pelayanan. Selain menggunakan *thedolite* pengukuran juga menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan koordinat pengukuran.

c. Pengujian sampel air limbah

Pengujian sampel air limbah dilakukan untuk mengetahui beberapa parameter air limbah sebagai data primer. Pengujian didasarkan acuan dari Keputusan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 tentang “Baku mutu limbah cair untuk kegiatan IPAL Komunal” dengan parameter yang diuji adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Pengujian dilakukan di laboratorium kualitas air Teknik Lingkungan FTSP UII, dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang uji kualitas air dan air limbah. Sampel yang diuji sebanyak 8 sampel, dimana pengambilan sampel dibagi atas 2 yaitu sampel dari tangki septik (A) dan sampel dari air limbah yang langsung di buang ke sungai (B). Pengambilan sampling di lokasi berdasarkan hasil diskusi dengan ketua RT dan beberapa tokoh masyarakat.

d. Lembar *checklist* kondisi sanitasi

Lembar *ceklist* kondisi sanitasi berupa kuisisioner yang digunakan untuk pemetaan kondisi sanitasi yang ada di Kampung Nitiprayan. Pemetaan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan yang diindikasikan tercemar oleh limbah domestik. Lembar *checklist* ini dibagikan dan diisi oleh masyarakat pada tiap RT, 1 RT mendapatkan 10 lembar ceklist.

e. Penilaian lahan lokasi perencanaan

Lahan sering kali menjadi faktor penghambat dalam mengaplikasikan rencana pembangunan IPAL, sehingga dalam merencanakan perlu dilakukan penilaian terhadap lahan yang salah satu tujuannya untuk mengetahui lahan tersebut layak atau tidak digunakan untuk pembangunan IPAL. Selain itu lahan yang akan direncanakan unit pengolahan air limbah merupakan lahan milik kas desa, tujuannya agar memudahkan perizinan dalam pembangunan IPAL. Adapun aspek yang dinilai yaitu : kepadatan penduduk, kemiringan lahan, ketersediaan lahan untuk IPAL, badan air penerima dan kondisi sosial masyarakat. Parameter penilaian dari lahan didasarkan hasil survei yang kemudian diberi nilai dari 1 – 4, nilai tersebut diakumulasikan atau di jumlahkan dimana hasil yang paling tinggi, yang

akan digunakan sebagai lahan untuk rencana IPAL Komunal. Berikut adalah parameter serta nilai dari skoring lahan :

- a. Kepadatan Penduduk
 1. Tidak padat
 2. Kurang padat
 3. Padat
 4. Sangat Padat
- b. Kemiringan lahan
 1. Bervariasi (pola naik turun)
 2. Landai (0-1%)
 3. Terjal (>3%)
 4. Sedang (1-3%)
- c. Ketersediaan lahan IPAL
 1. Tidak tersedia
 2. Tersedia, harga mahal
 3. Tersedia, harga murah
 4. Tersedia, tanah kas desa (hibah)
- d. Badan air penerima
 1. Tidak ada
 2. Ada, butuh pompa
 3. Ada, jauh
 4. Ada, dekat
- e. Kondisi sosial masyarakat
 2. Heterogen
 4. Homogen

3.6.4 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data tambahan yang diperlukan sebagai referensi untuk mendukung data primer dalam merencanakan IPAL komunal di Kampung Nitiprayan. Adapun data yang diperlukan berupa :

- a. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil wawancara dengan bu dukuh serta masing – masing ketua RT di Kampung Nitipryan. Data dari jumlah penduduk digunakan untuk menentukan debit air limbah yang dihasilkan berdasarkan persentase layanan serta kondisi sanitasi yang ada pada tiap RT.
- b. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan berupa asumsi atau persentase layanan sistem pengolahan air limbah domestik berdasarkan cakupan layanan yang

direncanakan. Asumsi berdasarkan hasil identifikasi daerah yang diindikasikan terjadinya pencemaran kondisi lingkungan.

c. Kondisi eksisting daerah perencanaan

Kondisi eksisting merupakan kondisi *real* dari lokasi perencanaan yang berisikan data penduduk dan dokumentasi daerah rencana. Dokumentasi pada kondisi eksisting meliputi kondisi sanitasi, kondisi jalan, serta kondisi lahan.

d. Peta tata guna lahan lokasi perencanaan

Peta tata guna lahan merupakan peta rencana pengembangan Kampung Nitiprayan sebagai acuan dari rencana pelatakan IPAL. Tata guna lahan meliputi tata letak rumah, daerah komersil, fasilitas umum serta sawah dan beberapa lahan milik kas desa.

e. Efisiensi *removal* unit IPAL

Efisiensi *removal* unit IPAL merupakan perbandingan *influent* dan *Efluen* dari hasil pengolahan unit IPAL. *Influent*-nya merupakan hasil konsentrasi awal BOD, COD dan TSS dari hasil uji laboratorium, sedangkan *Efluen* berupa penurunan parameter pencemar dari hasil pengolahan unit IPAL berdasarkan kriteria desain dari masing – masing unit pengolahan air limbah. Efluen hasil olahan unit IPAL yang direncanakan dibandingkan juga dengan baku mutu Keputusan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 tentang “Baku mutu limbah cair untuk kegiatan IPAL Komunal”, dengan tujuan untuk mengetahui limbah yang telah diolah tersebut telah aman dibuang ke badan air penerima.

f. Penilaian Unit

Penilaian atau *skoring* unit dilakukan berdasarkan referensi dari buku pemilihan opsi teknologi dan slide perkuliahan PIPAL, dimana terdapat kriteria yang dinilai berupa efisiensi pengurangan bahan organik, kemudahan operasi dan perawatan, biaya, luasan IPAL dan gangguan berupa bau dan bising. Penilaian dilakukan dengan menggunakan faktor pembobotan dari masing – masing kriteria penilaian dengan skor rendah (0)

sampai tinggi (5). Faktor pembobotan ditentukan berdasarkan asumsi dari perencana berupa persentase dari penilaian kriteria pemilihan unit IPAL.

3.6.5 Menghitung debit saluran dan debit IPAL

Debit saluran air limbah dihitung berdasarkan jalur pelayanan dari jaringan air limbah, jalur pelayanan berupa sambungan rumah yang kemudian dialirkan melalui pipa utama (lateral), dari pipa utama nantinya air limbah mengalir ke unit pengolahan untuk dilakukan pengolahan lanjutan. Perhitungan debit dapat dilakukan dengan mengetahui pemakaian air bersih perorang dalam satu hari, serta faktor puncak. Faktor puncak pada perhitungan jaringan merupakan nilai dari koefisien jenis pipa pembawa air limbah. Debit IPAL didapatkan dari kebutuhan air bersih perorang dalam sehari dikalikan 80% sebagai asumsi air limbah yang dihasilkan satu orang perhari serta persentase pelayanan jaringan pengolahan air limbah.

3.6.6 Menghitung diameter saluran

Perhitungan diameter saluran dapat menggunakan rumus :

$$d = \left(\frac{Q_{full} \times n}{0,3118 \times S^{0,5}} \right)^{\frac{3}{8}}, \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

Debit air limbah = Q full (m³/hari)

Koefisien manning atau kekesaran perpipaan yang digunakan = n

Kemiringan saluran = S (m/m)

3.6.7 Mendesain IPAL komunal

Desain IPAL komunal mengacu pada acuan dari perencanaan dan kriteria desain dari unit IPAL yang direncanakan dengan konsep pengembangan lahan IPAL yang memiliki fasilitas sarana olahraga. Desain IPAL komunal berupa jaringan perpipaan air limbah serta unit IPAL yang direncanakan. Dalam

perencanaan jaringan perpipaan diasumsikan letak tangki septik warga berada di halaman rumah, karena akan memudahkan investarisasi sambungan rumah yang akan disambungkan melalui perpipaan air limbah. Unit air limbah yang direncanakan berupa unit *Anerobic Baffled Reactor* (ABR) serta *wetland*, karena memiliki efisiensi pengolahan yang besar, tidak memerlukan energi listrik untuk menggerakkannya dan pengoperasian maupun perawatan IPAL dilakukan oleh masyarakat Kampung Nitiprayan. Proses desain dilakukan berdasarkan referensi beberapa gambaran IPAL Komunal yang bersumber dari Laporan KSM IPAL Kalipucang Kabupaten Bantul.

3.6.8 *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Bill of quantity merupakan perhitungan detail dari pekerjaan pembangunan IPAL, baik berupa volume, luasan, jumlah perpipaan, maupun galian dari unit ABR dan Wetland yang akan dibangun. Perhitungan BOQ berdasarkan upah jasa dan material yang berlaku di Kabupaten Bantul, sedangkan RAB adalah rekapitulasi anggaran biaya keseluruhan proses pembangunan IPAL.

3.6.9 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisikan ringkasan dari hasil perencanaan IPAL komunal, sedangkan saran berisikan kalimat solusi untuk rencana pengolahan air limbah yang bersifat objektif dan mampu memberikan rekomendasi perencanaan tugas akhir untuk dapat di kembangkan menjadi laporan perencanaan yang lebih baik.