

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumah Sakit

1. Pengertian Rumah Sakit

Rumah sakit melengkapi dan memperkuat keefektifan dari banyak bagian lain dari sistem kesehatan, menyediakan layanan yang terus menerus tersedia untuk kondisi akut dan kompleks. Mereka memusatkan sumber daya yang langka dalam jaringan rujukan yang terencana dengan baik untuk merespon secara efisien terhadap kebutuhan kesehatan penduduk. Mereka adalah elemen penting dari Cakupan Kesehatan Universal (UHC) dan akan sangat penting untuk memenuhi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG).

Rumah sakit juga merupakan bagian penting dari pengembangan sistem kesehatan. Saat ini, tekanan eksternal, kekurangan sistem kesehatan, dan kekurangan sektor rumah sakit mendorong visi baru rumah sakit di banyak bagian dunia. Dalam visi ini, mereka memiliki peran kunci untuk dimainkan untuk mendukung penyedia layanan kesehatan lainnya dan untuk penjangkauan masyarakat dan layanan berbasis rumah dan sangat penting dalam jaringan rujukan yang berfungsi dengan baik.

Rumah sakit penting bagi orang-orang dan sering menandai titik sentral dalam hidup mereka. Mereka juga penting bagi sistem kesehatan dengan menjadi alat untuk koordinasi dan integrasi perawatan. Mereka sering menyediakan pengaturan untuk pendidikan dokter, perawat dan profesional perawatan kesehatan lainnya dan merupakan dasar penting untuk penelitian klinis.

Kesehatan lingkungan rumah sakit adalah upaya pencegahan penyakit dan/atau gangguan kesehatan dari faktor risiko lingkungan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik dari aspek fisik, kimia, biologi, maupun sosial di dalam lingkungan rumah sakit (PMK No.7 tahun 2019)

Menurut perumusan WHO yang dikutip Harafiah dan Amir (1999), Pengertian Rumah Sakit adalah suatu keadaan usaha yang menyediakan pemondokan yang memberikan jasa pelayanan medis jangka pendek dan jangka panjang yang terdiri atas tindakan observasi, diagnostik, therapeutik, dan rehabilitasi untuk orang-orang yang menderita sakit, terluka dan untuk mereka yang mau melahirkan. Rumah sakit mempunyai beberapa fungsi, yaitu menyelenggarakan pelayanan medik, pelayanan penunjang medik dan non medik, pelayanan dan asuhan keperawatan, pendidikan dan pelatihan, penelitian dan pengembangan, pelayanan rujukan upaya kesehatan, administrasi umum dan keuangan.

Sedangkan menurut undang-undang No. 44 tahun 2009 tentang rumah sakit, fungsi rumah sakit adalah :

- a. Penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit.
- b. Pemeliharaan dan peningkatan kesehatan perorangan melalui pelayanan kesehatan yang paripurna tingkat kedua dan ketiga sesuai kebutuhan medis.
- c. Penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia

dalam rangka peningkatan kemampuan dalam pemberian pelayanan kesehatan.

- d. Penyelenggaraan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan bidang kesehatan.

Menurut undang-undang No. 44 tahun 2009 tentang rumah sakit, rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.

Rumah sakit adalah salah satu sarana kesehatan tempat menyelenggarakan upaya kesehatan dengan memberdayakan berbagai kesatuan personel terlatih dan terdidik dalam menghadapi dan menangani masalah medik untuk pemulihan dan pemeliharaan kesehatan yang baik. Upaya kesehatan adalah setiap kegiatan untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan yang bertujuan untuk mewujudkan derajat kesehatan yang optimal bagi masyarakat dan tempat yang digunakan untuk menyelenggarakannya disebut sarana kesehatan. Upaya kesehatan diselenggarakan dengan pendekatan pemeliharaan, peningkatan kesehatan (*promotif*), pencegahan penyakit (*preventif*), penyembuhan penyakit (*kuratif*) dan pemulihan kesehatan (*rehabilitatif*) yang diselenggarakan secara menyeluruh, terpadu dan berkesinambungan. (Kepmenkes RI No:1197/MENKES/SK/X/2004)

Kesehatan lingkungan rumah sakit adalah upaya pencegahan penyakit dan/atau gangguan kesehatan dari faktor risiko lingkungan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik dari aspek fisik, kimia, biologi, maupun sosial di dalam lingkungan rumah sakit. Kualitas lingkungan rumah sakit yang sehat ditentukan melalui pencapaian atau pemenuhan standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan pada media air, udara, tanah, pangan, sarana dan bangunan, dan vektor dan binatang pembawa penyakit. Standar baku mutu kesehatan lingkungan merupakan spesifikasi teknis atau nilai yang dibakukan pada media lingkungan yang berhubungan atau berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat di dalam lingkungan rumah sakit. Sedangkan persyaratan kesehatan lingkungan adalah kriteria dan ketentuan teknis kesehatan pada media lingkungan di dalam lingkungan rumah sakit. (Peraturan Menteri Kesehatan No 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit).

2. Jenis Pelayanan Rumah Sakit

Rumah Sakit Bhayangkara Ruwa Jurai merupakan rumah sakit Tipe C. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit .

Tabel 2
Klasifikasi Pelayanan Rumah Sakit Umum Tipe C

No	Nama Ruang	Keterangan
A. Pelayanan Medik dan Penunjang Medik		
1	Medik Umum	
	- Pelayanan Medik Dasar Rawat Jalan	+/-
	- Pelayanan KIA/KB	+/-
2	Medik Spesialis	
	- Spesialis Dasar	
	a. Penyakit Dalam	+/-
	b. Anak	+/-
	c. Bedah	+/-
	d. Obstetri dan Ginekologi	+/-
	- Spesialis Lain	
	a. Mata	+/-
	b. Telinga Hidung Tenggorok-bedah kepala leher (THT-KL)	+/-
	c. Saraf	+/-
	d. Jantung dan Pembuluh Darah	+/-
	e. Kulit dan Kelamin	+/-
	f. Kedokteran Jiwa	+/-
	g. Paru	+/-
	h. Ortopedy dan Traumatology	+/-
	i. Urologi	+/-
	j. Bedah Saraf	+/-
	k. Bedah Plastik Rekonstruksi dan Estetika	+/-
	l. Bedah Anak	+/-
	m. Bedah Thorax Kardiak dan Vaskuler	+/-
	n. Kedokteran Forensik dan Medicolegal	+/-
	o. Konservasi	+/-
	p. Orthodonti	+/-
	q. Partodonti	+/-
	r. Prosthodonti	+/-
	s. Pedodonti	+/-
	t. Penyakit Mulut	+/-
	u. Pelayanan Spesialis Lainnya	+/-
	v. Anestesi	+/-
	w. Rehabilitasi Medik	+/-
	x. Radiologi	+/-
	y. Laboratorium	+/-
	z. Gizi Klinik	+/-
4	Medik Subspesialis	
	- Subspesialis Dasar	
	a. Subspesialis Bedah	+/-
	b. Subspesialis Penyakit Dalam	+/-

	c. Subspesialis Anak	+/-
	d. Subspesialis Obstetri dan Ginekologi	+/-
	e. Subspesialis Lain	+/-
5	Pelayanan Keperawatan dan Kebidanan	
	- Pelayanan Keperawatan	+/-
	- Pelayanan Kebidanan	+/-
6	Pelayanan Non Medik	
	- CSSD	
	- Rekam Medik	
	- Farmasi	
	- Pelayanan Darah	
	- Laundry	
	- Pengolahan Makanan/Gizi	
	- Pemeliharaan Sarana Prasarana dan Alat Kesehatan	
	- Informasi dan Komunikasi	
	- Pemulasaran Jenazah	

Sumber , Lampiran Permenkes No.3 Tahun 2020

3. Limbah Rumah Sakit

Limbah Rumah Sakit adalah semua limbah baik yang berbentuk padat, cair, maupun gas yang berasal dari kegiatan puskesmas baik kegiatan medis maupun non medis yang kemungkinan besar mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif. Apabila tidak ditangani dengan baik limbah puskesmas dapat menimbulkan masalah baik dari aspek pelayanan maupun estetika. Selain dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan menjadi sumber penularan penyakit. Oleh karena itu , pengelolaan limbah puskesmas perlu mendapat perhatian yang serius dan memadai agar dampak negatif yang terjadi dapat dihindari atau dikurangi.

4. Sumber Limbah Rumah Sakit

Berdasarkan buku kemenkes tentang pedoman teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sumber Limbah Rumah Sakit tahun 2011 sumber limbah cair meliputi :

Tabel 2.1
Sumber Air Limbah

No	Sumber Limbah	Material Utama	Ket
1	Rawat Inap	<ul style="list-style-type: none"> - Material-material organik - Amonia - Bakteri Patogen - Antiseptik - Antibiotik 	
2	Rawat Jalan		
3	Rawat Darurat		
4	Rawat Intensif		
5	Haemodialisa		
6	Bedah Sentral		
7	Rawat Isolasi		
8	Laboratorium Klinik dan Kimia	<ul style="list-style-type: none"> - Material-solvent organic - Fosfor - Logam berat - pH Fleksibel 	
9	Ruang Dapur	<ul style="list-style-type: none"> - Material-solvent organic - Minyak/ Lemak - Fosfor - Pembersih ABS 	
10	Ruang Cuci (Laundry)	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfor - pH 8-10 - ABS, N-heksana 	
11	Ruang Pemrosesan Sinar X	Ag, Logam berat lain	
12	Ruang Radio-Isotop	Senyawa-senyawa radioaktif	

Sumber : Kemenkes, 2011

B. Air Limbah

1. Pengertian Air Limbah

Air limbah adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan kesehatan yang meliputi : air limbah domestik (air

buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucianpakaian), air limbah klinis (air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dll), air limbah laboratorium dan lainnya. Prosentase terbesar dari air limbah adalah limbah domestik sedangkan sisanya adalah limbah yang terkontaminasi oleh infectious agents kultur mikroorganisme, darah, buangan pasien pengidap penyakit infeksi, dan lain-lain. Air limbah yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa pencemar organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis.(Teknis et al., 2011)

2. Karakteristik Air Limbah

a. Karakter Fisika

Karakter fisika air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterakan dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala Farenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan skala celcius ($^{\circ}\text{C}$). Temperatur merupakan parameter yang penting dalam pengoperasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. Bau merupakan parameter subjektif. Pengukuran bau tergantung pada sensitivitas indera penciuman seseorang. Pada air limbah, warna biasanya disebabkan oleh kehadiran materi-materi *dissolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa koloid, yang dapat dilihat dari spektrum warna yang terjadi.

b. Karakter Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, H). Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun atas karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri atas sand, grit, dan mineral-mineral, baik suspended maupun dissolved. Misalnya : klorida, ion hidrogen, nitrogen, fosfor, logam berat, dan asam. Gas yang terdapat dalam air limbah biasanya terdiri atas oksigen, nitrogen, karbondioksida, hidrogen sulfida, amonia, dan metana.

c. Karakter Biologis

Mikroorganisme di temukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 10^5 - 10^8 organisme/ml. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme dan reproduksi). Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologi. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas limbah. (Siregar, 2005).

3. Baku Mutu Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2
Tabel Parameter Limbah Pelayanan Kesehatan

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Derajat Keasaman (pH)	-	6-9
Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	°C	30
Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	100
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amonia (NH ₃ .N)	mg/L	50
Total coliform	MPN/100 ml	5000

(Sumber : Lampiran Permen LH No.68 Tahun 2016)

4. Parameter Limbah Cair Pelayanan Kesehatan

a. Temperatur/Suhu

Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterakan dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala Farenheit (F°) dan skala celcius (C°). Temperatur merupakan parameter yang penting dalam pengoperasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. (Siregar, 2005).

b. pH

pH limbah cair adalah ukuran keasaman (*acidity*) atau kebasaan (*alkalinity*) limbah cair. pH menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan limbah cair secara konvensional. Secara umum, dapat dikatakan bahwa pH limbah cair domestik adalah mendekati netral. (Soeparman, Suparmin, 2002).

- **Pengaruh pH pada Kelarutan Besi:** pH air limbah memiliki pengaruh signifikan pada kelarutan besi dalam air. Besi cenderung membentuk senyawa padat atau endapan pada pH tertentu. Pada pH rendah (asam),

kelarutan besi lebih tinggi, yang dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi besi terlarut dalam air. Sebaliknya, pada pH tinggi (basa), kelarutan besi menurun, dan endapan besi dapat terbentuk. Oleh karena itu, pengaturan pH yang tepat dalam pengolahan air limbah dapat mengontrol konsentrasi besi terlarut.

- **Dampak Ketahanan Besi pada Proses Pengolahan:** Ketahanan besi dalam pengolahan air limbah dapat mempengaruhi efektivitas proses-proses tertentu. Jika konsentrasi besi terlalu tinggi, endapan besi dapat mengendap dan menyumbat saluran, filter, atau peralatan lainnya. Di sisi lain, konsentrasi besi yang terlalu rendah pada pH tinggi dapat mengurangi efisiensi penghilangan besi melalui proses pengendapan.

c. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. (Sugiharto, 2014).

BOD juga merupakan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD bermanfaat untuk mengetahui apakah air limbah tersebut mengalami biodegradasi atau tidak, yakni dengan membuat perbandingan antara nilai BOD dan COD. Oksidasi berjalan sangat lambat dan secara teoritis memerlukan waktu yang tak terbatas. Dalam waktu 5 hari (BOD_5), oksidasi organik karbon akan mencapai 60%-70% dan dalam waktu 20 hari akan mencapai 95%. (Siregar, 2005).

d. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi. (Sugiharto, 2014)

Nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada biologi. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang lebih cepat, yakni dapat dilakukan selama tiga jam, sedangkan pengukuran BOD paling tidak membutuhkan waktu lima hari. Jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui. (Siregar, 2005).

e. *Total Dissolved Solids(TDS)*

Suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai: molekul, yang terionkan atau bentuk mikrogranula (sol koloida) yang terperangkap. Secara umum definisi operasionalnya adalah bahwa zat padat harus cukup kecil untuk lolos dari penyaringan melalui saringan berukuran 2 μm (mikrometer). Total zat padat terlarut secara normal hanya dibahas untuk sistem air tawar, karena salinitas meliputi sebagian dari ion-ion yang merupakan definisi dari TDS. Aplikasi dasar dari TDS ialah studi mengenai mutu air untuk aliran, sungai, dan danau, meskipun TDS secara umum tidak dianggap sebagai suatu zat cemar yang utama (misalnya, TDS tidak dianggap terkait dengan efek kesehatan) TDS digunakan sebagai satu petunjuk estetika karakteristik air minum dan sebagai

suatu indikator agregat dari adanya pengukuran yang luas kontaminan-kontaminan zat kimia.

f. *Total Suspended Solids (TSS)*

Total Suspended Solids (TSS) adalah jumlah berat dalam miligram per liter (mg/l) kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. (Sugiharto, 2014).

g. *Minyak Dan Lemak*

Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun. Untuk air sungai kadar maksimum minyak dan lemak 1 mg/l. Minyak dapat sampai ke saluran air limbah, sebagian besar minyak ini mengapung di dalam air limbah, akan tetapi ada juga yang mengendap terbawa oleh lumpur. Sebagai petunjuk dalam mengolah air limbah, maka efek buruk yang dapat menimbulkan permasalahan pada dua hal yaitu pada saluran air limbah dan pada bangunan pengolahan (Sugiharto, 1987).

5. Dampak Buruk Air Limbah

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak buruk bagi makhluk hidup dan lingkungannya. Beberapa dampak buruk tersebut antara lain sebagai berikut:

a. Gangguan Kesehatan

- 1) *Cholera* adalah penyakit usus halus yang akut dan berat yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholera*.
- 2) *Typhus abdominalis* adalah penyakit yang menyerang usus halus yang disebabkan bakteri *salmonella typi*.
- 3) Hepatitis A disebabkan oleh virus hepatitis A
- 4) *Dysentrie amoeba* disebabkan oleh protozoa bernama *Entamoeba histolytica*

b. Penurunan Kualitas Lingkungan

Bahan organik yang terdapat dalam air limbah jika dibuang langsung kesungai dapat menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen yang terlarut di dalam sungai tersebut.

Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya.

c. Gangguan Terhadap Keindahan

Air limbah yang mengandung pigmen warna yang dapat menimbulkan perubahan warna pada badan air penerima. Walaupun pigmen tersebut tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, tapi terjadi gangguan keindahan terhadap badan air penerima tersebut.

d. Gangguan Kerusakan Benda

Ada kalanya air limbah mengandung zat-zat yang dapat dikonversi oleh bakteri anaerobic menjadi gas yang agresif seperti H₂C. Gas ini dapat mempercepat proses perkarsatan pada benda yang terbuat dari besi dan bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya air tersebut maka biaya pemeliharaannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material.

(<http://www.kepalasuku.webege.com/index.php?pilih=hal&id=5>)

C. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

1. Pengertian Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (*wastewater treatment plant, WWTP*), adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain. IPAL / Instalasi Pengolahan Air Limbah merupakan suatu perangkat peralatan teknik beserta perlengkapannya yang memproses / mengolah cairan sisa proses produksi pabrik, sehingga cairan tersebut layak dibuang ke lingkungan yang bertujuan untuk menyaring dan membersihkan air yang sudah tercemar dari baik domestik maupun bahan kimia industri.

IPAL bermanfaat bagi manusia serta makhluk hidup lainnya, antara lain:

1. Mengolah Air Limbah domestik atau industri, agar air tersebut dapat di gunakan kembali sesuai kebutuhan masing-masing.
2. Agar air limbah yang akan di alirkan kesungai tidak tercemar.

3. Agar biota-biota yang ada di sungai tidak mati.

(<http://ptwlk.blogspot.co.id/2015/05/manfaat-dan-instalasi-pengolahan-air.html>)

2. Tahap Pengolahan Limbah Cair

Tujuan utama pengolahan limbah cair konvensional adalah mengurangi kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) , *Suspended Solids* (SS) dan organisme patogen. Selain tujuan diatas, pengolahan limbah cair dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan nutrien, bahan kimia beracun, senyawa yang tidak dapat diuraikan secara biologis (non biodegradable), dan padatan terlarut.

Proses pengolahan limbah cair umumnya dibagi menjadi empat kelompok yaitu :

a. Pengolahan pendahuluan

Pengolahan pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung. Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan adalah :

- 1) Saringan (*Bar Screen/Bar Racks*)
- 2) Pencacah (*Comminutor*)
- 3) Bak Perangkap Pasir (*Grit Chamber*)
- 4) Penangkap Lemak Minyak (*Skimmer And Grease Trap*)
- 5) Bak Penyetaraan (*Equalization Basin*)

b. Pengolahan tahap pertama

Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan (*sedimentation*). Pada

proses pengendapan, partikel padatan dibiarkan mengendap kedasar tangki. Bahan kimia biasanya ditambahkan untuk menetralisasi dan meningkatkan kemampuan pengurangan padatan tersuspensi. Dalam unit ini, pengurangan BOD dapat, mencapai 35%, sedangkan SS berkurang sampai 60%. Pengurangan BOD dan padatan pada tahap awal ini selanjutnya akan membantu mengurangi beban pengolahan tahap kedua (*secondary treatment*).

c. Pengolahan tahap kedua

Pengolahan tahap kedua berupa aplikasi proses biologis yang bertujuan untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis. Proses biologis dipilih didasarkan atas pertimbangan kuantitas limbah cair yang masuk unit pengolahan, kemampuan penguraian zat organik yang ada pada limbah tersebut (*biodegradability of waste*), serta tersedianya lahan. Pada unit ini diperkirakan terjadi pengurangan kandungan BOD dalam rentang 35-95% bergantung pada kapsitas unit pengolahannya. Pengolahan tahap kedua yang menggunakan *high-rate treatment* mampu menurunkan BOD dengan efisiensi berkisar 50-85%. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap kedua berupa saringan tetes (*trickling filters*), unit lumpur aktif, kolam stabilisasi, bak *an-aerob* dan *aerob*.

d. Pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan

Beberapa standar efluen membutuhkan pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan untuk menghilangkan kontaminan tertentu ataupun menyiapkan limbah cair tersebut untuk pemanfaatan kembali.

Pengolahan pada tahap ini lebih difungsikan sebagai upaya peningkatan kualitas limbah cair pada pengolahan tahap kedua agar dapat dibuang kebadan air penerima dan penggunaan kembali effluen tersebut.

Pengolahan tahap ketiga, disamping masih dibutuhkan untuk menurunkan BOD, juga dimaksudkan untuk menghilangkan senyawa fosfor dengan bahan kimia sebagai koagulan, menghilangkan senyawa nitrogen melalui proses ammonia stripping menggunakan udara atau nitrifikasi-denifikasi dengan memanfaatkan reaktor biologis, menghilangkan sisa bahan organik dan senyawa penyebab warna melalui absorpsi menggunakan karbon aktif, menghilangkan padatan terlarut melalui proses pertukaran ion, osmosis baik maupun osmosis dialisis. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap ketiga berupa pengendap akhir dan bak khlorinasi. (Soeparman, Soeparmin,2002 : 106-10).

3. Alternatif Pengolahan Limbah Cair

Berikut ini adalah macam-macam sistem limbah cair Rumah Sakit yaitu sebagai berikut :

1) Pengolahan Sekunder dengan *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Teknologi pengolahan air limbah dengan *Activated Sludge*(Lumpur Aktif) ini cocok untuk rumah sakit dengan kapasitas yang besar. Karena diterapkan untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil, teknologi ini kurang ekonomis karena biaya yang diperlukan cukup besar.

Prinsip Kerja

- a) Penguraian secara biologis pada tangki aerasi , periode tinggal kurang lebih 6-8 jam
- b) Limbah dialirkan ke tangki sedimentasi lalu didiamkan, diharapkan lumpur mengendap (kurang lebih 1-2 jam) sehingga air yang dihasilkan cukup jernih. Dapat ditambahkan saringan pasir (*optional*) setelah melewati tangki sedimentasi. Kemampuan menurunkan BOD 90-95%. Lumpur yang terjadi sebagian masuk kembali ke tangki aerasi dan sebagian ketempat proses pelumatan. Bila BOD meningkat, maka dilakukan *extended aeration*(kurang lebih sampai 12-18 jam) dengan kapasitas removal 99%. Mikroorganisme-mikroorganisme (terutama protozoa, kista, bakteri, virus, telur cacing) berkurang sekitar 60-80%. Prosesnya terjadi karena mengendap dalam lumpur dengan *extended aeration*mikroorganisme menurun sampai 90%. Keunggulan proses ini adalah kemampuan penurunan BOD yang besar sehingga tidak memerlukan tempat besar. Proses ini cocok untuk mengolah air limbah dalam jumlah besar. Sementara itu, kelemahannya adalah kemungkinan dapat terjadi bulking pada lumpur aktifnya, terjadi buih, serta jumlah lumpur yang dihasilkan cukup besar.

2) Kolam Oxydasi (*Oxydation Pond*)

Prinsip Kerja :

- a) Penguraian secara biologis oleh bakteri, sinar matahari mengaktifkan chlorofil algae, menghasilkan O₂.

b) O₂ yang dihasilkan dipakai oleh bakteri (untuk tumbuh, bergerak, berkembang biak). Bila O₂ yang dihasilkan tidak mencukupi maka diberi O₂ melalui pipa/pralon dari kompresor udara (seperti aquarium) bila kolam berlangsung baik, tidak ada bau.

BOD pada kolam 1 akan berkurang sekitar 60-65%, jadi BOD pada outlet menurun menjadi sekitar 60-65%. Mikroorganisme juga berkurang antara inlet dan outlet.

3) Pengelolaan Limbah Cair dengan menggunakan sistem septiktank

Secara umum septiktank digunakan untuk melindungi daya absorpsi tanah, dan secara khusus yakni : solid removal (penghilang bahan-bahan padat), pengolahan biologis secara *anaerob* perlu waktu (periode tinggal) 2-3 hari, suasana anaerobik ini dipertahankan oleh scum (lapisan scum).

Prinsip Kerja :

Limbah (bahan-bahan organik) diolah pada keadaan anaerobik sehingga air yang keluar kandungan bahan-bahan padatnya sudah jauh berkurang. Gas yang dihasilkan keluar melalui ventilasi (NH₃, CH₄, H₂S). Akan terdapat perbedaan antar BOD pada inlet dan outlet, sedangkan mikroorganisme yang ada akan terbawa mengendap dan terabsorpsi penguraian. Sisanya keluar pada outlet, yang masih ada mikroorganisme patogen, masuk ke resapan dan resapan mikroorganisme tersebut mati secara alamiah (terlokalisasi). Pengurusan septiktank biasanya 3-4 tahun, dimana saat itu scum menjadi rusak. (Adisasmitho, 2009).

Tangki septik jenis ini dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) (Said, 1999, hlm. 137). Alat ini digunakan

untuk mengolah limbah cair rumah tangga skala skala individual. Prinsip kerja tangki septik dengan *filter “up flow”* ini pada dasarnya sama dengan tangki septik biasa, yakni terdiri dari bak pengendap, ditambah dengan suatu filter diisi dengan kerikil atau pecahan batu. Penguraian zait organik dalam limbah cair atau tinja dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Bak pengendap terdiri dari dua ruangan, yang pertama berisi sebagai bak pengendap pertama, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Sedangkan ruang kedua berfungsi sebagai pengendap kedua dan penampung lumpur yang tidak terendapkan dibak pertama dan luapan air dari bak pengendap dialirkan kimedia filter dengan arah aliran dari bawah ke atas.

Penelitian penggunaan alat ini menunjukkan bahwa dengan debit limbah cair rumah tangga sebesar 1-1,5 m³/hari dan total volume efektif kerikil 1.062 m³ dapat mengurangi kadar BOD, COD, TSS dan bakteri koli sekitar 80%. Sedangkan efisien penghilang deterjen (MBAS) dan total nitrogen sekitar 53% (Said, 1999).

4) Proses *Biofilter Anaerob-Aerob*

Proses pengolahan ini merupakan pengembangan proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan terdiri dari beberapa bagian, yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob (anoxic), biofilter aearob, bak pengendap akhir dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontak klor. BPPT (Said, 1999). telah melaksanakan uji coba alat ini untuk mengolah limbah cair rumah sakit, baik limbah cair secara umum maupun limbah klinisnya.

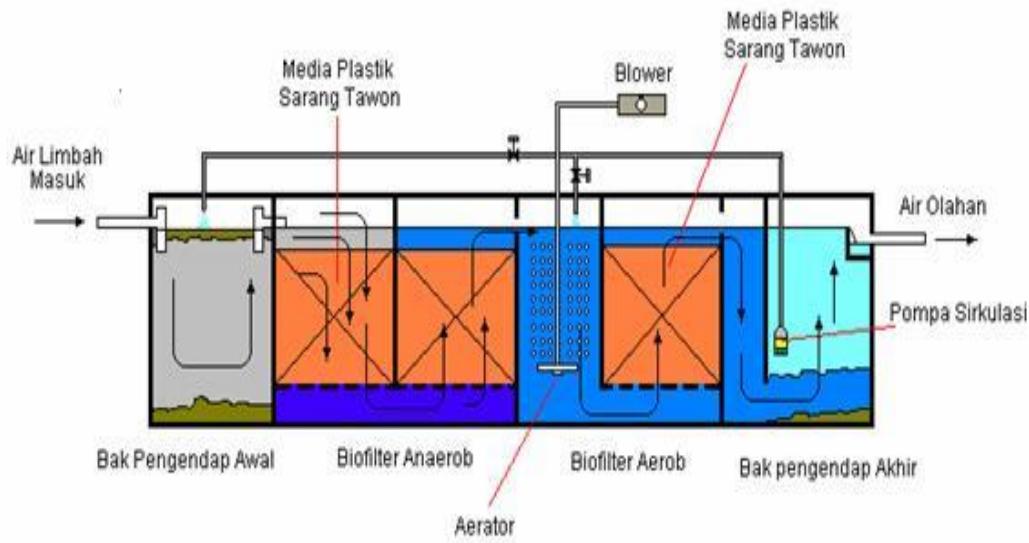
Pada tahap awal limbah cair masuk pada bak kontrol, selanjutnya dialirkan ke bak pengurai anaerob dibagi menjadi tiga ruangan, yakni bak pengendapan atau bak pengurai awal, biofilter anaerob serta bak stabilisasi. Selanjutnya, dari bak stabilisasi limbah cair dialirkan ke unit pengolahan selanjutnya yang terdiri dari beberapa ruangan yang berisi media untuk pembiakan mikroorganisme yang akan menguraikan senyawa polutan. Pada rangkaian akhir pengolahan limbah cair dialirkan ke bak klorinasi dan selanjutnya dapat dibuang ke badan air penerima. Hasil uji coba prototipe alat ini dengan debit limbah cair rumah sakit sebesar 10-15 m³/hari (setara rumah sakit dengan kapasitas 30-50 tempat tidur), menunjukkan kemampuan penurunan yang sangat baik dari beberapa parameter limbah cair seperti BOD, COD, TSS, NH₃, dan deterjen. (Soeparman, Suparmin, 2002).

4. Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Pelayanan Kesehatan

1. Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob Aerob

Seluruh air limbah dialirkan masuk ke bak pengumpul atau bak ekualisasi, selanjutnya dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem *biofilter anaerob-aerob* dapat dilihat pada Gambar 1.

Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor *Biofilter Anaerob*. Di dalam reaktor *Biofilter Anaerob* tersebut diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon. Reaktor *Biofilter Anaerob* terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri *anaerobik* atau fakultatif *aerobik*. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.



Gambar 1

Diagram Proses *Biofilter Anaerob-Aerob*

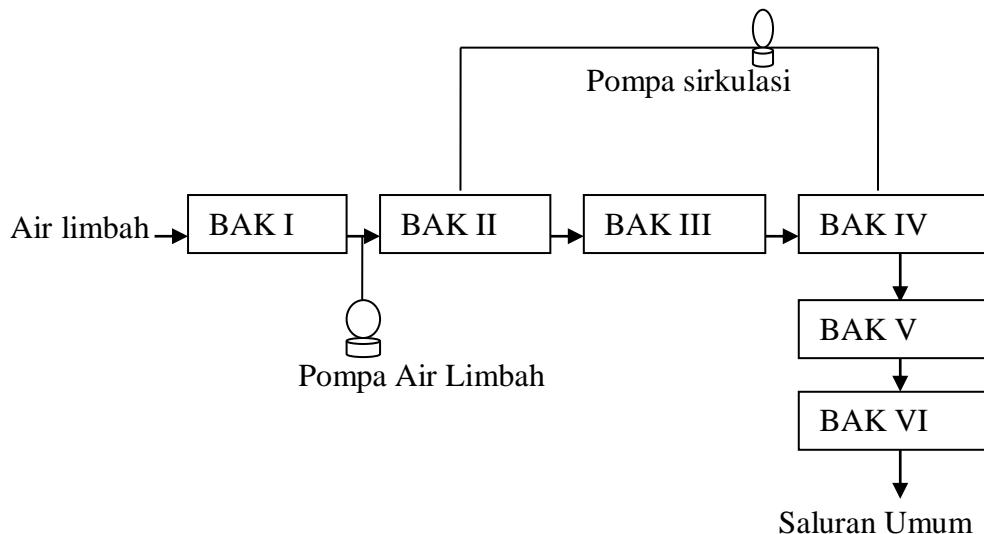
Seluruh air limbah dikumpulkan dan dialirkan ke bak penampung atau bak ekualisasi, selanjutnya dipompa ke bak pengendap awal. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri *Anaerobik* atau *Facultatif Aerobik*. Setelah beberapa hari operasi,

pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikro-organisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Air limpasan dari reaktor biofilter anaerob dialirkan ke reaktor biofilter aerob. Di dalam reaktor biofilter aerob ini diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon, sambil diberikan aerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak dengan mikro-organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar. Proses ini sering di namakan Aerasi Kontak (Contact Aeration).

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak pengendap akhir sebagian air limbah dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak biokontrol dan selanjutnya dialirkan ke bak kontaktor khlor untuk proses disinfeksi. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikro-organisme patogen. Air olahan/efluen, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD,

COD), amonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), phospat dan lainnya.(Teknis et al., 2011)



Gambar 2

Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem *Biofilter Anerob Aerob*

Keterangan :

1. BAK I = Bak Ekualisasi
2. BAK II = Bak Pengendap Awal
3. BAK III = Bak Anerob
4. BAK IV = Bak Aerob
5. BAK V = Bak Pengendap Akhir
6. BAK VI = Bak Kontrol

Air limpasan dari reaktor anaerob dialirkan ke reaktor aerob. Di dalam reaktor aerob ini diisi dengan media dari bahan plastic tie sarang tawon (honeycomb tube), sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikro organisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian air limbah akan kontak

dengan mikro-organisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media yang mana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik, deterjen serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amoniak menjadi lebih besar.

Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan (over flow) dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak kontaktor khlor ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke Sungai atau saluran umum. Dengan kombinasi proses anaerob dan aerob tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD), amonia, deterjen, padatan tersuspensi (SS), phospat dan lainnya.

Tabel 2.3

Kriteria Perencanaan Biofilter Anaerob-Aerob

No	Parameter Perencanaan	Keterangan
1	Bak Pengendap Awal	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu Tinggal 3-5 Jam - Beban Permukaan 20 – 50 m³
2	Biofilter Anaerob	<ul style="list-style-type: none"> - Beban BOD per satuan permukaan media (L_A) = 5-30 g BOD/m² Hari. - Beban BOD 0,5 – 4 Kg BOD Per m³ media - Waktu Tinggal = 6-8 Jam - Tinggi Ruang Lumpur = 0,5 m - Tinggi media pembiakan mikroba = 09 – 1,5 m - Tinggi Air diatas Bed Media = 20 cm
3	Biofilter Aerob	<ul style="list-style-type: none"> - Beban BOD per satuan permukaan media (L_A) = 5-30 g BOD/m² Hari. - Waktu Tinggal = 6-8 Jam - Tinggi Ruang Lumpur = 0,5 m - Tinggi media pembiakan mikroba = 09

No	Parameter Perencanaan	Keterangan
		<ul style="list-style-type: none"> - – 1,5 m - Tinggi Air diatas Bed Media = 20 cm
4	Bak Pengendap Akhir	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu Tinggal 3-5 Jam - Beban Permukaan Surgace Loading = $10\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{Hari}$ - Beban Permukaan $20 - 50 \text{ m}^3$
5	Ratio Sirkulasi	<ul style="list-style-type: none"> - $25 - 50 \%$

2. Unit Pengumpul Air Limbah

a) Jaringan Pengumpul Air Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari berbagai sumber.

Limbah cair / air limbah yang dikeluarkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan bersumber dari hasil berbagai macam kegiatan antara lain kegiatan dapur, laundry, rawat inap, ruang operasi, kantor, laboratorium, air limpasan tangki septik, air hujan dan lainnya. Pada dasarnya pengelolaan limbah cair / air limbah fasilitas kesehatan disesuaikan dengan sumber serta karakteristik limbahnya. Untuk limbah cair / air limbah yang berasal dari dapur, laundry, kantor, ruang rawat inap, ruang operasi, air limpasan tangki septik umumnya mengandung polutan senyawa organik yang cukup tinggi sehingga proses pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis.

Untuk limbah cair / air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan cara gravitasi, dengan cara pemompaan atau dengan

kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan. Sistem pembuangan air limbah dari dalam bangunan dapat dilakukan dengan dua cara yakni :

- 1) Sistem campuran yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan ke dalam suatu saluran.
- 2) Sistem terpisah yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah.

Sistem pembuangan air limbah disambungkan ke IPAL, dan sistem pembuangan air bekas disambungkan ke riol umum bila dimungkinkan. Cara pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni :

- 1) Sistem gravitasi,sistem ini dapat digunakan untuk mengalirkan air limbah dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran IPAL atau saluran umum yang letaknya lebih rendah.
- 2) Sistem bertekanan, bila IPAL letaknya lebih tinggi dari letak saluran pembuangan air limbah, air limbah dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampungan atau bak kontrol kemudian dipompakan ke IPAL.

b). Bak Kontrol

- 1) Limbah akan mengendap pada dasar dari dinding pipa pembuangan setelah digunakan untuk jangka waktu lama. Disamping itu kadang-kadang ada juga benda-benda kecil yang sengaja atau tidak jatuh dan masuk ke dalam pipa. Semuanya itu akan menyebabkan tersumbatnya pipa, sehingga perlu dilakukan tindakan pengamanan.
- 2) Pada saluran pembuangan di halaman perlu dipasang bak kontrol.

- 3) Untuk pipa yang ditanam dalam tanah, bak kontrol yang lebih besar akan memudahkan pekerjaan pembersihan pipa. Penutup bak kontrol harus rapat agar tidak membocorkan gas dan bau dari dalam pipa pembuangan.

c). Bak Pengumpul Air Limbah

Jika sumber limbah terpencar-pencar dan tidak memungkinkan untuk dialirkan secara gravitasi maka pengumpulan air limbah dari sumber yang berdekatan dapat dikumpulkan terlebih dahulu ke dalam suatu bak pengumpul, selanjutnya di pompa ke bak pemisah minyak/lemak atau bak ekualisasi.Bak pengumpul dapat juga berfungsi untuk memisahkan pasir atau lemak serta kotoran padatan yang dapat menyebabkan hambatan terhadap kinerja pompa.

d). Bak Saringan (*Screen Chamber*)

Di dalam proses pengolahan air limbah, *screening* (saringan) atau saringan dilakukan pada tahap yang paling awal. Saringan untuk penggunaan umum (*general purpose screen*) dapat digunakan untuk memisahkan bermacam-macam benda padat yang ada di dalam air limbah, misalnya kertas, plastik, kain, kayu dan benda dari metal serta lainnya. Benda-benda tersebut jika tidak dipisahkan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur (*sludge removal equipment*) misalnya weir, block valve, nozzle, saluran serta perpipaan. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah yang serius terhadap operasional maupun pemeliharaan peralatan.Saringan yang halus kadang-kadang dapat juga digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Screen chamber terdiri dari saluran empat persegi panjang, dasar saluran biasanya 7 –15 cm lebih rendah dari saluran inlet (*incoming sewer*).

Screen chamber harus dirancang sedemikian rupa agar tidak terjadi akumulasi pasir (grit) atau material yang berat lainnya di dalam bak. Jumlah bak minimal 2 buah untuk instalasi dengan kapasitas yang besar.

e). Bak Pemisah Lemak (*Grease Removal*)

Minyak atau lemak merupakan penyumbang polutan organik yang cukup besar. Oleh karena itu untuk air limbah yang mengandung minyak atau lemak yang tinggi misalnya air limbah yang berasal dari dapur atau kantin perlu dipisahkan terlebih dahulu agar beban pengolahan di dalam unit IPAL berkurang. Kandungan minyak atau lemak yang cukup tinggi di dalam air limbah dapat menghambat transfer oksigen di dalam bak aerasi yang dapat menyebabkan kinerja IPAL kurang maksimal.

f). Bak Penangkap Pada Laundry

Penangkap ini biasanya dipasang pada sistem air buangan dari tempat cuci pakaian (*laundry*), berfungsi untuk menangkap potongan kain, benang, kancing dan sebagainya agar tidak masuk dan menyumbat pipa pembuangan. Dalam bak penangkap dipasang suatu keranjang, terbuat dari saringan kawat, yang dapat diangkat untuk membuang kotoran tersebut di atas.

g). Bak Ekualisasi

Untuk proses pengolahan air limbah rumah sakit atau layanan kesehatan, jumlah air limbah maupun konsentrasi polutan organik sangat berfluktuasi. Hal ini dapat menyebabkan proses pengolahan air limbah tidak dapat berjalan dengan sempurna. Untuk mengatasi hal tersebut yang paling mudah adalah dengan melengkapi unit bak ekualisasi. Bak ekualisasi ini

berfungsi untuk mengatur debit air limbah yang akan diolah serta untuk menyeragamkan konsentrasi zat pencemarnya agar hogen dan proses pengolahan air limbah dapat berjalan dengan stabil.

Selain itu dapat juga digunakan sebagai bak aerasi awal pada saat terjadibeban yang besar secara tiba-tiba (*shock load*). Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi umumnya berkisar antara 6 – 10 jam. Untuk menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Volume Bak Ekualisasi(m^3)

$$= \text{Waktu Tinggal (Jam)} \times \text{Debit Air Limbah } (m^3 / \text{jam}).$$

h). Pompa Air Limbah

Ada dua tipe pompa yang sering digunakan untuk pengolahan air limbah yaitu tipe pompa celup/benam (*submersible pump*) dan pompa sentrifugal. Pompa celup/benam umumnya digunakan untuk mengalirkan air limbah dengan head yang tidak terlalu besar, sedangkan untuk head yang besar digunakan pompa sentrifugal.

i). Bak Pengendap Awal

Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padatan tersuspensi yang ada di dalam air limbah. Kotoran atau polutan yang berupa padatan tersuspensi misalnya lumpur anorganik seperti tanah liat akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Kotoran padatan tersebut terutama yang berupa lumpur anorganik tidak dapat terurai secara biologis, dan jika tidak dihilangkan atau diendapkan akan

menempel pada permukaan media *biofilter* sehingga menghambat transfer oksigen ke dalam lapisan biofilm, dan mengakibatkan dapat menurunkan efisiensi pengolahan.

Bak pengendap awal dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Pada bak ini aliran air limbah dibuat agar sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan/suspensi untuk mengendap. Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak pengendap awal antara lain adalah waktu tinggal hidrolik, beban permukaan (*surface loading*), dan kedalaman bak.

- 1) Waktu Tinggal Hidrolik (*Hydraulic Retention Time, WTH*) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak dengan kecepatan seragam yang sama dengan aliran rata-rata per hari.
- 2) Waktu tinggal dihitung dengan membagi volume bak dengan laju alir masuk, satuannya jam. Nilai waktu tinggal adalah

$$T = 24 V/Q$$

Dimana :

T = waktu tinggal (jam)

V = volume bak (m^3)

Q = laju rata-rata harian ($m^3/\text{per hari}$)

Beban permukaan (*surface loading*), sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak, satuannya m^3 per meter persegi per hari.

$$V_0 = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

V_0 = laju limpahan / beban permukaan (m^3 / m^2).

Q = aliran rata-rata harian, m^3 per hari hari)

$$A = \text{total luas permukaan (m}^2\text{)}$$

Bak pengendap awal atau primer yakni bak pengendap tanpa bahan kimia yang digunakan untuk mengmisahkan atau mengendapkan padatan organik atau anorganik yang tersuspensi di dalam air limbah. Umumnya dipasang sebelum proses pengolahan sekunder atau proses pengolahan secara biologis.

Tabel 4
Kriteria Desain Bak Pengendap Awal

No	Parameter Desain	Besaran	
		Range	Tipikal
1	Waktu Tinggal Hidrolik (Jam)	1,5 – 2,5	2,0
2	Oferlow Rate ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$) - Aliran Rata-Rata - Aliran Puncak	32 – 40 80 – 120	100
3	Weir Laoding ($\text{m}^3/\text{m.hari}$)	125 - 500	250
4	Dimensi: Bentuk Persegi Panjang Panjang (m) Lebar (m) Tinggo (m) Kecepatan Pengeruk lumpur (m/menit)	15 – 90 3 – 24 3 – 5 0,6 – 1,2	25 – 40 6 – 10 3,6 1,0
5	Dimensi : Bentuk Bulat (circular) Kedalaman (m) Diameter (m) Slope Dasar (m) Kecepatan Sludge Scraper (r/menit)	3 – 5 3 – 24 60 - 160 0.02 – 0,05	4,5 12 - 45 80 0,03

i). Reaktor Biofilter Anaerob

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem *anaerob aerob* biofilter, kolam *anaerob* merupakan unit yang mana didalamnya terjadi proses

penguraian air limbah secara anaerob oleh bakteri *anaerob*. Di dalam proses pengolahan air limbah secara *anaerob*, akan dihasilkan gas methan, amoniak dan gas H₂S yang menyebabkan bau busuk. Oleh karena itu untuk pengolahan air limbah rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan unit reaktor biofilter anaerob dibuat tertutup dan dilengkapi dengan pipa pengeluaran gas dan jika perlu dilengkapi dengan filter penghilang bau.

Reaktor biofilter dapat dibuat dari bahan beton bertulang, bahan plat baja maupun dari bahan *fiber reinforced plastic (FRP)*. Untuk raktor biofilter dengan kapasitas yang besar umumnya dibuat dari bahan beton bertulang, sedangkan untuk kapasitas kecil atau sedang umumnya dibuat dari bahan FRP atau plat baja yang dilapisi dengan bahan anti karat.

j). Reaktor *Biofilter Aerob*

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob-aerob, reaktor biofilter aerobik merupakan unit proses yang dipasang setelah proses biofilter anaerob. Konstruksi reaktor biofilter aerob pada dasarnya sama dengan reaktor biofilter anaerob. Perbedaanya adalah di dalam reaktor biofilter aerob dilengkapi dengan proses aerasi. Proses aerasi umumnya dilakukan dengan menghembuskan udara melalui difuser dengan menggunakan blower udara. Di dalam reaktor biofilter aerob terjadi kondisi aerobik sehingga polutan organik yang masih belum terurai di dalam reaktor biofilter anaerob akan diuraikan menjadi karbon dioksida dan air. Sedangkan amoniak atau ammonium yang terjadi pada proses biofilter anaerob akan dioksidasi (proses nitrifikasi) akan diubah menjadi nitrat ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$). Selain itu gas H₂S yang terbentuk akibat

proses anaerob akan diubah menjadi sulfat (SO_4) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilter aerob. Konstruksi reaktor biofilter aerob dapat dibuat dari beton bertulang atau dari bahan plat baja atau bahan lainnya. Bentuk kolam tersebut dapat berbentuk tabung atau persegi. Di dalam kolam tersebut dilengkapi dengan peralatan pemasok udara.

k). Bak Pengendap Akhir

Lapisan biofilm yang ada di reaktor biofilter aerob kemungkinan dapat terlepas dan dapat menyebabkan air olahan menjadi keruh. Untuk mengatasi hal tersebut di dalam sistem biofilter anaerob-aerob, air limpasan dari reaktor biofilter aerob dialirkan ke bak pengendap akhir. Bak pengendap akhir berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada di dalam air limbah agar air olahan IPAL menjadi jernih. Waktu tingak hidrolik di dalam bak pengendap akhir umumnya sekitar 2-4 jam. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang berasal dari biofilter anerob-aerob lebih sedikit dan lebih mudah mengendap, karena ukurannya lebih besar dan lebih berat. Air limpasan (*over flow*) dari bak pengendap akhir relatif sudah jernih, selanjutnya dialirkan ke bak biokontrol dan selanjutnya dilairkan ke bak khlorinasi.

l). Peralatan Pemasok Udara

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerobik aerobik biofilter, harus dilengkapi dengan peralatan pemasok udara atau oksigen untuk proses aerasi di dalam kolam aerobik biofilter. Sistem aerasi dapat dilakukan

dengan menggunakan blower dan difuser atau dengan sistem aerasi mekanik misalnya dengan aerator permukaan.

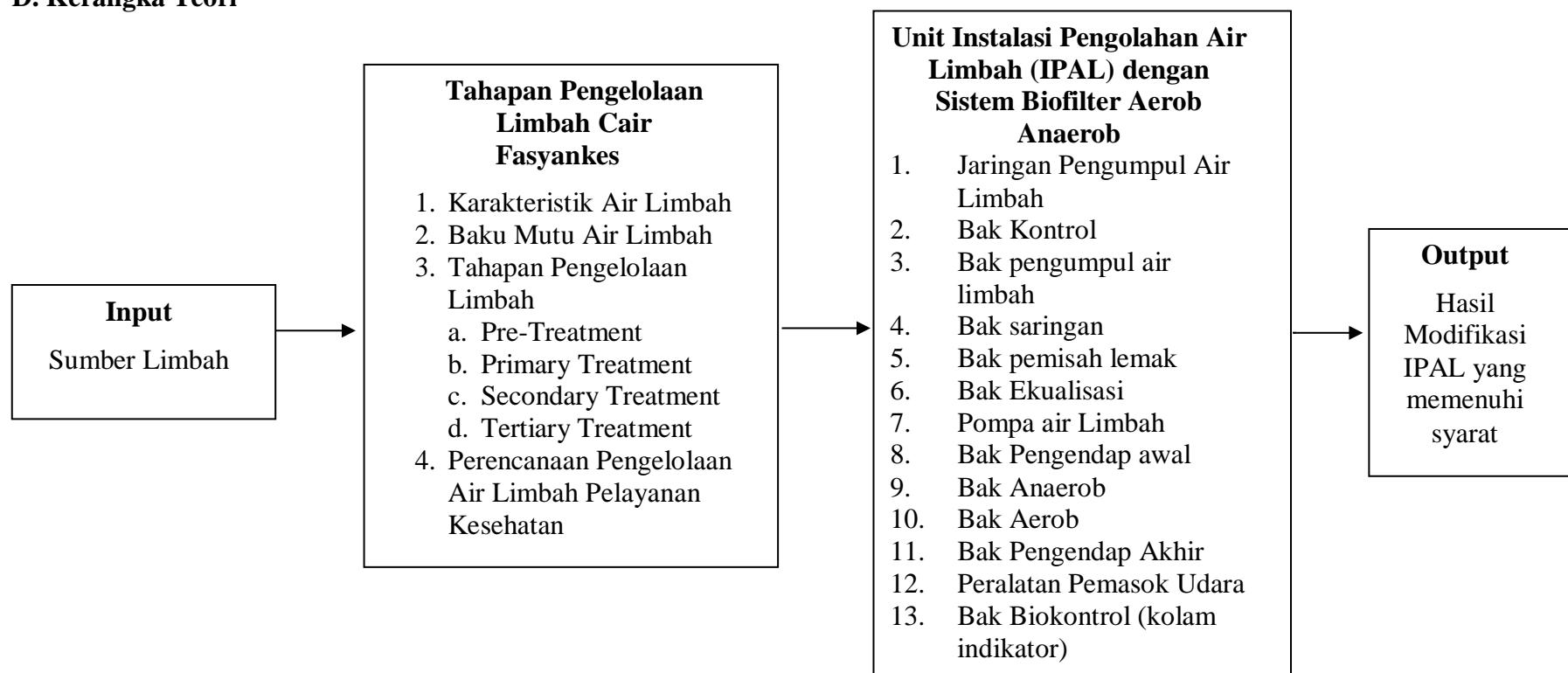
m). Bak Biokontrol

Bak biokontrol adalah bak kontrol kualitas air olahan secara alami dengan menggunakan indikator biologis. Di dalam bak biokontrol biasanya ditaruh ikan mas atau ikan yang biasa hidup di air yang bersih. Bak biokontrol ini berfungsi untuk mengetahui secara cepat apakah air hasil olahan IPAL cukup baik atau belum. Jika ikan yang ada di dalam bak biokontrol hidup berarti air olahan IPAL relatif baik dan jika ikan yang ada di dalam bak biokontrol mati berarti air olahan IPAL buruk. Meskipun ikan di dalam bak biokontrol hidup belum berarti air olahan sudah memenuhi baku mutu. Untuk mengetahui apakah air olahan sudah memenuhi baku mutu atau belum harus 69 dianalisa di laboratorium.

n). Bak Khlorinasi

Fungsi bak khlorinasi adalah untuk mengontakkan senyawa disinfektan dengan air limbah untuk membunuh mikroorganisma patogen di dalam air limbah. Senyawa disinfektan yang sering digunakan adalah senyawa khlorin misalnya kalsium hipoklorit atau natrium hipoklorit. Waktu kontak atau waktu tinggal di dalam bak khlorinasi berkisar antara 10-15 menit.

D. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori
Sumber: (Kemenkes 2011, 2023)

E.Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

F. Definisi Operasional

Tabel 4
Definisi Operasional

No	Variabel	Pengertian	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Sumber Limbah	Sumber limbah adalah unit di RS Bhayangkara dalam kegitannya menghasilkan limbah.	Observasi	Wawancara	Diketahuinya unit-unit yang menghasilkan limbah cair	Ordinal
2	Eksisting IPAL	Instalasi pengolahan air limbah yang sudah ada. Untuk menganalisis kondisi IPAL eksisting, dilakukan pengolahan dan pemrosesan informasi untuk mengetahui masalah dalam pengelolaan dan pengolahannya. 1. Jaringan Pengumpul Air Limbah : Berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari berbagai sumber 2. Bak Kontrol : Berfungsi untuk proses pemantauan bila terjadi penyumbatan pada saat proses pengaliran 3. Bak pengumpul air limbah : Berfungsi menampung air limbah yang keluar sebelum	Observasi	Wawancara	Kondisi Eksisting IPAL saat ini	Ordinal

		<p>masuk proses pengolahan</p> <ul style="list-style-type: none">4. Bak saringan : Berfungsi untuk memisahkan berbagai benda padat yang ada didalam air limbah5. Bak pemisah lemak : Berfungsi untuk memisahkan lemak sehingga mengurangi beban pengolahan di dalam Unit IPAL6. Bak Ekualisasi : Berfungsi untuk mengatur debit air limbah yang akan diolah7. Pompa air Limbah : Berfungsi untuk mengalirkan air limbah8. Bak Pengendap awal : berfungsi untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padatan tersuspensi9. Bak Anaerob : Berfungsi sebagai bak pengurai air limbah secara anaerob10. Bak Aerob : Berfungsi sebagai bak pengurai air limbah secara aerob dengan proses aerasi11. Bak Pengendap Akhir :			
--	--	--	--	--	--

		Berfungsi untuk mengendapkan padatan tersuspensi (TSS) 12. Peralatan Pemasok Udara : Berfungsi untuk proses aerasi 13. Bak Biokontrol (kolam indikator) : Berfungsi sebagai kontrol kualitas air olahan secara alami dengan menggunakan indikator biologois				
3	Kuantitas Air Limbah	Volume atau jumlah air limbah yang dihasilkan	Observasi	Rumus	Jumlah Kuantitas	Ratio
4	Modifikasi IPAL	proses desain atau perubahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) rumah sakit untuk menanggulangi limbah cair berbahaya, khususnya limbah medis yang mengandung bakteri patogen. Modifikasi dengan menggunakan toren air	Observasi	Rumus	Desain IPAL	Ratio