

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair Rumah Sakit

1. Pengertian limbah cair

Limbah cair adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan.¹²

Limbah cair adalah buangan yang berbentuk cair yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan kesehatan yang meliputi : air limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), 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.³

Dari kedua pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa limbah cair adalah semua buangan yang berbentuk cair termasuk tinja yang berasal dari kegiatan yang ada di rumah sakit yang terdiri dari limbah domestik, limbah klinis, limbah laboratorium dan lainnya yang mengandung bahan berbahaya bagi kesehatan.^{3,12}

2. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain:¹³

- a. Limbah cair yang bersumber dari rumah tangga yaitu limbah cair yang berasal dari pemukiman dan aktifitas penduduk. Pada umumnya terdiri-dari bahan organik.
- b. Limbah cair yang bersumber dari industri yaitu limbah cair yang berasal dari berbagai jenis industri. Pada umumnya mengandung zat-zat kimia yang bervariasi sesuai dengan jenis industrinya.
- c. Limbah cair kotapraja yaitu limbah cair yang berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum,

tempat ibadah dan lain-lain. Pada umumnya jenis limbah cair ini sama dengan limbah cair yang berasal dari rumah tangga.

Sumber limbah cair rumah sakit berasal dari ruang pasien, ruang operasi, ruang emergency, ruang haemodialisa, ruang bersalin, ruang poliklinik, ruang jenazah, ruang laboratorium, ruang radiologi, ruang dapur, ruang cuci, ruang farmasi dan unit perkantoran.⁸

3. Komposisi Limbah Cair

Sesuai dengan sumber asal, komposisi limbah cair sangat bervariasi dari setiap waktu dan setiap saat. Secara garis besar zat-zat yang terdapat didalam limbah cair terdiri dari air (99,9%) dan bahan padat (0,1%). Bahan padat ini terdiri dari: bahan organik (65% protein, 25% karbohidrat dan 10% lemak) dan bahan anorganik (butiran, garam dan metal)⁴

4. Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair meliputi sifat fisik, kimia dan biologi.⁴

a. Sifat fisik limbah cair

Penentuan derajat kekotoran limbah cair sangat dipengaruhi oleh sifat fisik yang mudah terlihat. Sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat (efek estetika dan kejernihan), bau, warna dan temperatur.

b. Sifat kimialimbah cair

Kandungan bahan kimia pada limbah cair dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dalam limbah dapat menghabiskan oksigen dan akan lebih berbahaya jika bahan tersebut beracun. Bahan kimia yang penting dalam air limbah adalah sebagai berikut:

1) Bahan organik

Kandungan bahan organik dalam limbah cair adalah 40%-60% protein, 25%-50% karbohidrat dan 10% lemak atau

minyak. Urea sebagai kandungan bahan terbanyak didalam urine, merupakan bagian lain yang penting dalam bahan organik.

(a) Protein

Protein merupakan kandungan utama pada makhluk hidup, termasuk didalamnya tanaman dan binatang bersel satu. Struktur kimia protein sangat kompleks dan tidak stabil, dan akan berubah menjadi bahan lain pada proses dekomposisi. Protein merupakan penyebab terjadinya bau, karena adanya proses pembusukan dan penguraian.

(b) Karbohidrat

Karbohidrat tersebar luas di alam termasuk didalamnya gula, selulosa, kanji dan kayu. Karbohidrat terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen.

(c) Lemak, minyak dan gemuk

Lemak dan minyak merupakan komponen utama bahan makanan yang banyak terdapat dalam air limbah. Gliserid dari asam lemak berupa cairan yang dikenal dengan minyak dan dalam keadaan padat dan kental dikenal dengan lemak.

(d) Detergen atau surfactant

Detergen adalah golongan bahan organik yang digunakan sebagai pengganti sabun. Bahan dasar detergen adalah minyak nabati atau minyak bumi. Detergen didalam air menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut berada diatas gelembung udara dan biasanya relatif tetap. *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dilarang penggunaannya, karena busa yang dihasilkan tidak dapat diuraikan secara biologis. ABS kemudian diganti dengan *Linear Alkyl Sulfonate* (LAS).

(e) Fenol

Fenol merupakan penyebab timbulnya rasa pada air minum terutama jika air tersebut dilakukan klorinasi. Fenol akan sulit

dioksidasi secara biologi bila konsentrasinya melebihi 500 mg/l.

2) Bahan anorganik

Beberapa komponen anorganik yang terdapat dalam air limbah antara lain:

(a) pH

pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen. pH yang tidak netral pada air limbah akan mengganggu proses biologis.

(b) Klorida

Klorida didalam air alami berasal dari rembesan klorida yang ada didalam batuan dan tanah serta dari daerah pantai dan rembesan air laut. Kotoran manusia mengandung 6 gram klorida tiap orang tiap hari.

(c) Sulfat

Sulfat terjadi secara alami pada penyediaan air dan pada air limbah. Sulfat dapat diubah menjadi sulfid dan hidrogen sulfid oleh bakteri pada kondisi anaerob (tanpa udara).

(d) Zat beracun

Tembaga, timbal, perak, arsen, krom dan baron merupakan zat yang beracun bagi mikroorganisme. Perlu dilakukan pengolahan pendahuluan sebelum dibuang ke saluran air limbah.

(e) Logam berat

Logam berat seperti nikel, magnesium, timbal, kromium, kadmium, seng, tembaga, besi dan air raksa digunakan untuk pertumbuhan kehidupan biologis. Alga apabila tidak ada logam pertumbuhannya akan terhambat. Apabila jumlahnya berlebihan akan bersifat racun.



(f) Metan

Gas metan terjadi akibat penguraian zat organik dalam kondisi tanpa udara pada air limbah. Gas metan bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar.

(g) Nitrogen

Nitrogen bersama-sama dengan fosfor dapat meningkatkan pertumbuhan algae dan tumbuhan air.

(h) Fosfor

Fosfor berada didalam air limbah. Fosfor berasal dari buangan manusia, air seni dan penggunaan sabun atau detergen. Pada pengolahan air limbah secara biologis, polifosfat diubah menjadi ortofosfat. Fosfat pada buangan akhir air limbah terdiri-dari 80% ortofosfat.

c. Sifat Biologis air limbah

Keterangan biologis diperlukan untuk mengukur kualitas air terutama jika air tersebut digunakan untuk air minum, untuk air kolam renang. selain itu untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air. Mikroorganisme yang ada didalam air limbah antara lain:

1) Bakteri

Bakteri adalah organisme bersel satu dimana benda-benda organik menembus sel dan digunakan sebagai makanan. Bakteri berkembang biak dengan membelah diri. Bakteri berada pada tanah, air dan udara. Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, konsentrasi oksigen, dan keasaman.

2) Jamur

Jamur tidak melakukan fotosintesis dan dapat tumbuh pada daerah lembab dengan pH rendah. Jamur berkembangbiak dengan spora.

3) Ganggang

Ganggang memiliki kemampuan untuk melakukan fotosintesis. Melalui autototropik (menggunakan CO₂ sebagai zat karbon) ganggang dirangsang untuk meningkatkan gizinya seperti nitrogen dan fosfor. Pada pengolahan air bersih dapat menyebabkan rasa dan bau yang tidak diinginkan.

4) Protozoa

Protozoa dapat ditemukan pada air permukaan dan air tanah. Protozoa memiliki ukuran lebih besar dari bakteri. Protozoa memerlukan makanan partikel padat kedalam sel melalui mulutnya. Protozoa memakan buangan koloid, bakteri dan binatang kecil lainnya.

5) Rotifera dan Krustacea

Rotifera adalah binatang bersel banyak yang aerobik dengan makanan utamanya bakteri. Dalam hidupnya rotifera memerlukan oksigen terlarut yang banyak, sehingga dapat dijadikan sebagai petunjuk tingkat penjernihan secara biologis tercapai secara optimal. Krustacea adalah binatang aerob yang memiliki sel kaku. Krustacea banyak ditemukan pada sungai dan danau.

6) Virus

Virus adalah benda parasit yang berukuran kecil. Virus tidak memiliki inti sel, membran sel ataupun dinding sel. Virus memiliki ukuran 20-200 milimikron. Untuk membunuh virus digunakan pembubuhan klorin dengan dosis tinggi.

5. Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dilakukan melalui proses fisika, kimia dan biologis atau gabungan ketiga proses. Berdasarkan sistem unit operasinya, teknologi pengolahan limbah diklasifikasikan menjadi unit operasi fisik, unit operasi kimia dan unit operasi biologi. Dilihat dari tingkat perlakuan, sistem pengolahan limbah

diklasifikasikan menjadi pre treatment, secondary treatment system, dan tertiary treatment system. setiap tingkatan treatment terdiri atas sub-sub treatment yang berbeda.¹³

Proses pengolahan limbah cair di RSUD dr. M. Ashari kabupaten Pemalang adalah sebagai berikut:¹⁴

a. *Pre Treatment Basin* (PTB) atau Pengolahan pendahuluan

Pada instalasi pengolahan air limbah RSUD dr.M. Ashari Pemalang terdapat dua pengolahan pendahuluan antara lain :

1) *Pre Treatment Basin* (pengolahan pendahuluan)*Laundry*

Pengolahan pendahuluan *laundry* merupakan proses pengolahan awal untuk menghilangkan busa detergen. Ukuran bak ini adalah panjang = 2 m, lebar = 1 m, dan tinggi = 1,2 m. Tujuan dari pengolahan pendahuluan *laundry* adalah sebagai berikut :

- a) Menetralsir polutan dan kontaminan lainnya yang dapat mematikan bakteri pada pengolahan biologi.
- b) Memisahkan limbah padat dari limbah *laundry*.
- c) Memberikan waktu tinggal yang lebih lama pada mikroorganismenya di dalam limbah untuk tumbuh dan berkembangbiak untuk melakukan proses biologis.

Tahapan pada proses PTB *laundry* adalah sebagai berikut :

(1) Tahap pertama

Limbah masuk pipa *inlet* sistem pengolahan awal *laundry*. Influent melewati filter untuk memisahkan padatan dan limbah cair. Proses ini dilakukan di penyaringan tengah (*middle screen*) yang terbuat dari *stainless steel*. Sisa padatan dari saluran air limbah yang tersangkut pada filter diambil secara periodik diambil dari *middle screen*.

(2) Tahap kedua

Tahap ini adalah memberikan cukup waktu tinggal untuk mikroorganismenya untuk tumbuh dan berkembang biak dalam limbah.

(3) Tahap ketiga

Merupakan tahap terakhir dari pengolahan awal pada laundry. Fungsi utama pada tahap ini adalah untuk membawa limbah dan mengeluarkannya secara over flow. Limbah setelah melalui proses ini kemudian masuk pada proses selanjutnya.

2) *Pre Treatment Basin* (pengolahan pendahuluan) Dapur

Pengolahan pendahuluan dapur merupakan proses pengolahan awal untuk menghilangkan lemak. Bak PTB dapur berukuran panjang = 1,4 m, lebar = 0,75 m, dan tinggi = 1 m. Tujuan dari PTB dapur adalah sebagai berikut :

- a) Memisahkan limbah padat secara periodik agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan baik.
- b) Memberikan waktu tinggal yang lama dan cukup untuk memastikan lemak terpisah dari air.

Tahapan pada proses pendahuluan dapur adalah sebagai berikut :

(1) Tahap pertama

Limbah masuk melalui pipa *inlet* sistem pengolahan awal dapur. Influent melewati *filter* untuk memisahkan padatan dan limbah cair. Proses ini dilakukan di penyaringan tengah (*middle screen*) yang terbuat dari stainless steel. Sisa padatan dari saluran air limbah yang tersangkut pada filter diambil secara periodik diambil dari *middle screen*.

(2) Tahap kedua

Pada tahap ini lemak akan mengalir pada bagian atas bak karena mempunyai massa jenis yang lebih rendah, dan setelah beberapa waktu lemak akan berubah menjadi limbah padat, yang dapat diambil secara manual di bagian atas bak.

(3) Tahap ketiga

Fungsi utama pada tahapan ini adalah untuk membawa limbah dan mengeluarkannya secara *over flow*. Limbah

setelah melalui proses ini kemudian masuk pada proses selanjutnya.

b. *Control Basin* atau bak kontrol

Bak kontrol merupakan bak penampung sementara dari tiap ruangan penghasil limbah. Jarak antara bak kontrol satu dengan bak kontrol lainnya adalah ± 20 m. Pengecekan bak kontrol dilakukan 4 kali dalam satu bulan.

c. *Pumping Station* dan *Lift Station*

Pumping Station dan *Lift Station* ditempatkan pada area paling rendah dari sistem drainase. Limbah cair dari masing-masing bak kontrol dan pengolahan pendahuluan mengalir secara gravitasi, dan kemudian dikumpulkan di *Pumping Station*. Limbah cair yang terkumpul pada *Pumping Station* akan dipompa ke *Lift Station*. *Lift Station* merupakan penampungan sementara dari influen limbah cair. *Pumping Station* dan *Lift Station* memiliki *fixed type bar screen* yang berfungsi untuk menyaring padatan kasar dibagian depan bak. Pembersihan padatan kasar yang tertinggal di bar screen, serta perawatan dan pembersihan pompa dilakukan 4 kali dalam satu bulan untuk mencegah kerusakan pompa oleh material kasar sehingga proses pengolahan air limbah berjalan semaksimal mungkin.

d. *Auto Rake Screen*

Screen penggaruk atau *rake screen* digunakan untuk menyisahkan material padat yang yang tidak tersaring pada proses *pre-treatment*, *pumping station*, dan *lift station* secara otomatis dengan putaran kontinyu dari *rake* dan sikat yang ada pada *rake*. Setelah tertahan *screen*, material padat dikumpulkan dalam satu tempat sampah yang dilapisi dengan plastik kuning. Sedangkan influen limbah cair akan dialirkan ke *buffer basin*. *Screen* ini dibersihkan satu minggu sekali. *Auto rake screen* berukuran panjang=1,26 m, lebar=0,4 m, dan tinggi=1,5 m.

e. *Buffer Basin*

Buffer basin dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan 2 pompa. Pompa *Buffer basin* dioperasikan selama 24 jam secara bergantian. Pada bak *buffer basin* juga terdapat 2 buah mixer terendam (*submersible mixer*). *Mixer* berfungsi untuk mencampur air limbah menjadi homogen. Dua mixer ini dioperasikan selama 24 jam yang bekerja secara bergantian setiap 12 jam sekali. Jika *submersible mixer* tidak dioperasikan selama 24 jam, konsentrasi kontaminan tidak dapat merata dan padatan akan terendap dibagian bawah bak. *Buffer basin* berdimensi panjang = 7 m, lebar = 5m, dan tinggi = 4,3 m.

f. *Bak V-Notch*

Limbah cair yang berada pada *buffer basin* kemudian dipompa menuju bak *v-notch*, Berfungsi untuk menstabilkan alir limbah cair. Laju alir yang konstan harus dialirkan ke bak FBBR karena laju alir yang sangat cepat dapat mempengaruhi efisiensi pengolahan proses biologis. Pada bak *v-notch* terdapat dua aliran yaitu aliran yang berasal dari *Buffer Basin* (BB) dan aliran yang berasal dari *Return Sludge* (RS) dengan perbandingan 40 BB dan 60 RS. Perbandingan ini diharapkan agar mikroba dalam FBBR mendapat makanan yang cukup. Pada bak *v-notch* di pasang saringan yang berfungsi untuk menyaring padatan yang masih lolos pada *buffer basin*. Pembersihan saringan dilakukan setiap hari.

g. *Fluidized Bed Bio-film Reaktor* (FBBR)

Bagian utama dari *Hospital Waste Water Treatment Plan*(*HWWT*P) adalah *Fluidized Bed Bio-film Reaktor*(*FBBR*). *Fluidized Bed Bio-film Reaktor* (FBBR) merupakan tempat untuk membiakan mikroorganisme dan reaksi bahan organik oleh mikroorganisme. Pada FBBR terjadi proses aerobik dan anaerobik oleh media. Media yang ada pada sistem FBBR disebut *bio green* yang memiliki diameter 0,23 m. Pada sistem FBBR terdapat 2 bak

yang berisi 1000 buah media *bio green*. setiap bak FBBR memiliki ukuran panjang = 2 m, lebar = 5 m, dan tinggi 4,3 m. Mikroorganismenya pertumbuhannya tersuspensi dan tertempel berada dalam satu reaktor. Prinsip pengolahan limbah dengan menggunakan sistem FBBR ini dapat menghilangkan :

1) Bahan organik (BOD)

Perubahan bahan-bahan organik terjadi dengan adanya oksigen oleh mikroorganismenya. Proses ini terjadi pada saat kondisi aerobik dan menghasilkan sel-sel baru dari perubahan bahan-bahan organik.

2) Nitrogen

Berkurangnya nitrogen terjadi pada saat:

a) Dikonsumsi sebagai nutrisi pada saat sel-sel baru terbentuk oleh perubahan bahan-bahan organik.

b) Proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang terjadi dalam media. Nitrifikasi adalah berubahnya nitrogen menjadi nitrit oleh bakteri nitrit dan kemudian menjadi nitrat oleh bakteri nitrat dalam kondisi ada oksigen. Denitrifikasi adalah berubahnya nitrat menjadi nitrogen dan gas lainnya oleh bakteri denitrifikasi dalam kondisi tidak ada oksigen. Bahan-bahan organik dapat dihilangkan dalam proses denitrifikasi. Pada bagian luar biofilm, nitrifikasi terjadi oleh mikroorganismenya tertempel dalam kondisi ada oksigen. Karena mikroorganismenya tumbuh, ketebalan biofilm bertambah dan oksigen terlarut yang dikonsumsi berada di bagian luar biofilm. karena media bergerak bersamaan air limbah di dalam reaktor, cairan limbah mencuci biofilm lepas dari media sehingga ketebalan media secara otomatis dikontrol oleh pergerakan kontinyu media. kesimpulannya di bagian luar biofilm, baik perubahan zat organik maupun nitrifikasi terjadi secara bersamaan.

3) Phospor

Phospor dalam air limbah dikonsumsi sebagai nutrient pada sel-sel baru terbentuk dari perubahan zat-zat organik. Phospor dan nitrogen akan dibuang pada rasio berikut pada pengolahan biologis:

BOD₅ yang dihilangkan : N : P = 100 : 5 : 1 (dalam berat)

4) Zat-zat lain

Padatan terlarut dapat dibuang dengan penempelan ke *bio-flocs*. logam berat lainnya dihilangkan oleh absorpsi menjadi *bio-flocs*. beberapa jenis mikroorganisme dapat mendekomposisi zat organik beracun.

h. *Settling Basin* (bak pengendapan)

Air limbah dari bak FBBR menuju ke bak pengendapan. Pada bak pengendapan terjadi pemisahan air dengan lumpur secara gravitasi. Bak pengendapan berbentuk segi delapan. Lumpur dikumpulkan oleh *settling sludge scrapper* dan dimasukkan kedalam sludge hoper yang terdapat di tengah-tengah bak. Air *over flow* melalui weir ke bak *Treated water basin* (bak air terolah). *Sludge* yang berada di *hoper* kemudian dialirkan kembali ke bak FBBR secara kontinyu melalui bak v-notch. ukuran bak pengendapan adalah panjang = 2 m, lebar = 1 m, diameter bak = 5 m, tinggi = 2,1 m. bak pengendapan dibersihkan setiap minggu. Permasalahan yang sering muncul pada *settling basin* adalah munculnya *bulking sludge* dan *raising sludge*.

1) *Bulking sludge*

Bulking sludge merupakan karakteristik pengendapan yang kurang dan kompaktiliti yang kurang. Jenis *bulking sludge* ada dua, yaitu:

- a) *Filamentous bulking* disebabkan oleh pertumbuhan organisme filamentous. Memiliki *specific gravity* yang rendah seperti kapas gembung.

b) *Nonfilamentous bulking* disebabkan oleh pengoperasian yang salah.

Untuk mengatasi terjadinya bulking sludge adalah dengan melakukan kontrol proses bak aerasi. Oksigen terlarut dijaga antara kisaran 0,5 – 3 mg/l, dengan ketentuan:¹⁵

- a) Pada bak aerasi pertama (FBBR-I): 2-3 mg/l
- b) Pada bak aerasi kedua (FBBR-II): 0,5- 1 mg/l

2) *Raising sludge* (kenaikan sludge)

Raising sludge merupakan *sludge* yang mengendap didasar bak pengendapan kembali naik ke permukaan. Lingkungan penyebab kenaikan *sludge*:

a) Nitrifikasi

Nitrifikasi dapat terjadi pada lingkungan dengan F/M rendah dan oksigen berlebihan. Ammonia berubah menjadi nitrat pada kolam aerasi.

b) Denitrifikasi

Denitrifikasi berlangsung pada kondisi tidak ada oksigen. Nitrat berubah menjadi gas nitrogen pada bak pengendapan. *Sludge* yang tertempel ke gas nitrogen naik ke permukaan bak pengendapan secara bersamaan.

Untuk mengatasi *raising sludge* yang harus dilakukan adalah pengontrolan oksigen terlarut pada FBBR-II dan waktu tinggal lumpur. Waktu tinggal lumpur yang lama akan mengakibatkan kondisi anaerob sehingga timbul proses pembusukan yang pada akhirnya menyebabkan *rising sludge*. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan kontrol jumlah sirkulasi lumpur dan lumpur yang harus dibuang harus disesuaikan dengan nilai MLSS yang ditentukan (2500 – 3750 mg/l).¹⁵

i. *Treated Water Basin* (bak air terolah)

Bak air terolah adalah bak penampungan sementara, sebelum air di olah ke *up-flow filter*. *Diffuser* dipasang dengan

tujuan untuk mencegah pengendapan lumpur pada bak air terolah. Apabila air limbah pada bak air terolah mencapai *high level*, secara otomatis akan dialirkan ke *up-flow filter* dengan menggunakan pompa *treated water*. Ukuran bak air terolah adalah panjang = 2.5 m, lebar = 4 m, dan tinggi 3 m. Bak air terolah ini dibersihkan setiap bulan.

j. *Up-flow Filter* (filter aliran keatas)

Up-flow filter berfungsi untuk menghilangkan padatan. pada sistem ap-flow filter juga dilengkapi dengan sistem *back wash* (pencucian balik arah). Proses *up-flow filter* adalah air limbah yang berada di bak air terolah akan masuk ke filter A dan filter akan beroperasi selama ± 6 jam, kemudian filter akan berhenti secara otomatis diikuti proses *back wash* selama 4 menit. Air yang digunakan untuk proses *back wash* adalah air hasil filtrasi yang berada di bak *desinfeksi* sebelum diinjeksi dengan *desinfektan*. air hasil proses *back wash* dikembalikan ke bak *buffer basin*. Setelah proses *back wash* berhenti secara otomatis berganti filter B yang beroperasi selama 6 jam. Filter A dan filter b bekerja secara bergantian. Ukuran *up-flow filter* adalah tinggi = 2,5 m dan diameter = 0,85 m.

Air hasil dari proses filter akan mengalir ke *pharsall flume* yaitu bak untuk mengukur debit *effluent* dari limbah dengan menggunakan sensor ultrasonik.

k. *Desinfeksi basin* (bak desinfeksi)

Bak desinfeksi terdiri dari dua kolam. Kolam desinfeksi pertama digunakan untuk proses *back wash up-flow filter*. Kolam kedua digunakan untuk proses pembunuhan kuman dengan mengontakkan air limbah dengan zat kimia Tri Chloroiso Cianuric Acid (*TCCA*). Kolam kedua ini dibuat berkelok dengan tujuan untuk memberikan waktu kontak antara air limbah dengan *TCCA*. Tri Chloroiso Cianuric Acid (*TCCA*) digunakan untuk membunuh kuman

pada effluent sebelum dibuang ke sungai. Larutan TCCA dibuat dengan mengencerkan 3 tablet TCCA @200 gram dengan 500 liter air. Chemical dosing basin terdiri dari 2 tangki, masing-masing memiliki kapasitas 500 liter, diameter tangki 1,2 m dan tinggi 0,75 m.

l. *Effluent Basin*

Bak effluent terdapat ikan mas, yang dijadikan sebagai indikator. Jika ikan mas dapat bertahan hidup di bak *effluent* berarti air limbah tersebut aman untuk dibuang ke lingkungan.

m. *Sludge Storage Basin* (Bak penampung lumpur)

Bak penampung lumpur digunakan untuk menyimpan sementara lumpur yang berasal dari *sludge hoper* bak pengendapan. Ukuran bak penampung lumpur adalah panjang 2,5 m, lebar 1,5 m, dan tinggi 4,3 m. Lumpur yang berada di bak penampung kemudian dialirkan ke *sludge dewatering system*.

n. *Dewatering System*

Proses *dewatering* bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam lumpur aktif. Lumpur yang berada di bak penampung memiliki kandungan air 99%. Dengan proses *dewatering* akan mengurangi kandungan air dalam lumpur menjadi 75 %. Lumpur yang telah mengalami proses *dewatering*, akan dicetak sebagai *sludge cake* dan diangkut oleh pihak ketiga (Jasamedivest). Air yang keluar dari hasil press dikembalikan ke *buffer basin*.

o. *City Water Basin*

City water basin adalah bak untuk menampung air bersih, yang disalurkan kesetiap pengguna. Kegiatan dalam proses pengolahan limbah yang membutuhkan air bersih antara lain: ruang pompa, toilet, laboratorium, pengenceran bahan kimia, sistem pembuangan busa pada *Fluidized Bed Bio-film Reaktor (FBBR)*, Pembersihan *screen*, pembersihan proses *dewatering* dan lain-lain.

Unit proses utama dalam pengolahan limbah cair di RSUD dr.

M. Ashari Kabupaten Pemalang adalah proses pengolahan biologis

secara aerobik. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengolahan biologis secara aerobik adalah sebagai berikut:²

a. Temperatur

Temperatur dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme dari mikroorganisme, kecepatan transfer gas dan karakteristik pengendapan lumpur. Temperatur optimum berkisar antara 25-30⁰C

b. Keasaman (pH)

pH adalah merupakan faktor utama bagi pertumbuhan mikroorganisme. pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah 6,5-7,5.

c. Waktu Tinggal Hidrolis

Waktu tinggal hidrolis adalah lamanya perjalanan limbah cair dalam reaktor. Semakin lama waktu tinggal, penyisihan yang terjadi akan semakin besar.

d. Nutrient

Nutrient dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk sintesa sel dan pertumbuhan. Kebutuhan nutrisi dinyatakan dalam bentuk karbon, nitrogen dan fosfor dengan perbandingan BOD:N:P adalah 100:10:1.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi dari unit pengolahan air limbah antara lain fluktuasi kualitas air limbah yang masuk, waktu tinggal air limbah dalam unit pengolahan, dan hal-hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan pada alat-alat pendukung unit pengolahan.³

6. Dampak Limbah Cair

Limbah cair merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. meskipun disebut tidak dipergunakan lagi, air limbah perlu dikelola agar tidak memberikan gangguan terhadap lingkungan maupun kehidupan yang ada. Gangguan yang ditimbulkan oleh limbah cair adalah:⁴

a. Gangguan terhadap kesehatan

Limbah cair dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Banyak penyakit yang bisa ditularkan melalui air limbah. Limbah cair berfungsi sebagai media pembawa bibit penyakit seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infeksiosa, dan sekhistosomiasis. Air limbah itu sendiri mengandung bakteri patogen penyebab penyakit seperti: virus, vibrio kolera, salmonella, shigella, mikobakterium tuberkulosa, leptospira, taenia ssp, askaris ssp, dan lain-lain. Limbah cair juga dapat mengandung bahan beracun seperti timah hitam, krom dan sianida.

b. Gangguan terhadap kehidupan biotik

Banyaknya zat pencemar didalam limbah cair menyebabkan menurunnya kandungan oksigen terlarut didalam limbah cair, sehingga menyebabkan kematian kehidupan didalam air. matinya bakteri-bakteri yang berada didalam air menyebabkan proses penjernihan yang biasanya dilakukan sendiri menjadi terhambat. Temperatur juga dapat mempengaruhi kehidupan didalam air. panasnya air limbah yang dikeluarkan oleh suatu industri dapat mematikan semua mikroorganismenya, apabila tidak dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran air limbah.

c. Gangguan terhadap keindahan

Zat organik seperti minyak dan lemak yang dibuang oleh pabrik memerlukan pengendapan dahulu sebelum dibuang ke saluran air limbah. Dalam proses pengendapan yang membutuhkan waktu lama tersebut dapat menimbulkan bau dan menumpuknya lemak yang dapat mengganggu keindahan tempat disekitarnya. Selain bau dan tumpukan lemak, warna air limbah yang kotor juga dapat merusak pemandangan.

d. Gangguan terhadap kerusakan benda

Limbah cair yang mengandung gas karbondioksida agresif akan mempercepat terjadinya karat pada benda yang terbuat dari besi. Air

limbah yang mengandung pH tinggi bersifat basa maupun pH rendah bersifat asam, akan menimbulkan kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya. Lemak yang berada didalam air limbah akan menumpuk secara komulatif didalam saluran air limbah, karena mengalami proses pendinginan. lemak yang menumpuk pada saluran tersebut dapat menimbulkan penyumbatan dan juga dapat menyebabkan kebocoran pada tempat dimana lemak menempel.

B. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dengan satuan miligram/liter. Proses penguraian diperlukan waktu 100 hr pada suhu 20⁰C. Pemeriksaan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* di laboratorium menggunakan waktu 5 hari pada suhu 20⁰C, sehingga dikatakan sebagai BOD 5. Waktu 5 hari menunjukkan bahwa sebanyak 60-70% kebutuhan terbaik karbon dapat tercapai.⁴

Untuk memproses senyawa-senyawa organik yang terlarut dalam limbah cair dilakukan secara biologis yaitu proses pengolahan aerobik dan proses pengolahan anaerobik. Proses pengolahan aerobik mampu mengolah limbah cair dengan konsentrasi bahan organik yang diukur dengan besaran *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* antara 50 sampai 1000 mg/l. Proses pengolahan anaerobik mampu mengolah limbah cair dengan konsentrasi bahan organik yang diukur dengan besaran *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* lebih dari 1000 mg/l.²

Pertimbangan untuk menganalisis sampel lingkungan sesegera mungkin lebih disebabkan oleh batas waktu simpan dari masing-masing parameter. Pengawetan sampel *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dilakukan dengan cara didinginkan pada suhu 4⁰C. Pendinginan pada suhu tersebut dapat menjaga keutuhan sampel selama 2 hari (48 jam).¹⁶

Kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi proses penguraian zat pencemar adalah pH dan temperatur. pH yang tinggi akan menghambat

aktivitas mikroorganismenya. pH yang rendah akan mengakibatkan tumbuh jamur dan terjadi persaingan antar mikroorganismenya dalam menguraikan bahan organik. Temperatur yang tinggi dapat merusak proses dan menurunkan efisiensi pengolahan.²

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan ukuran utama dalam pengolahan limbah cair. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* juga dapat memberikan petunjuk pengaruh yang akan terjadi pada badan air penerima. Pengolahan limbah cair harus mampu menurunkan nilai *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* effluent sampai tingkat baku mutu, sehingga nilai *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* effluent tidak akan menurunkan derajat kandungan oksigen pada badan air penerima, agar badan air penerima tetap berfungsi sesuai peruntukannya.¹⁷

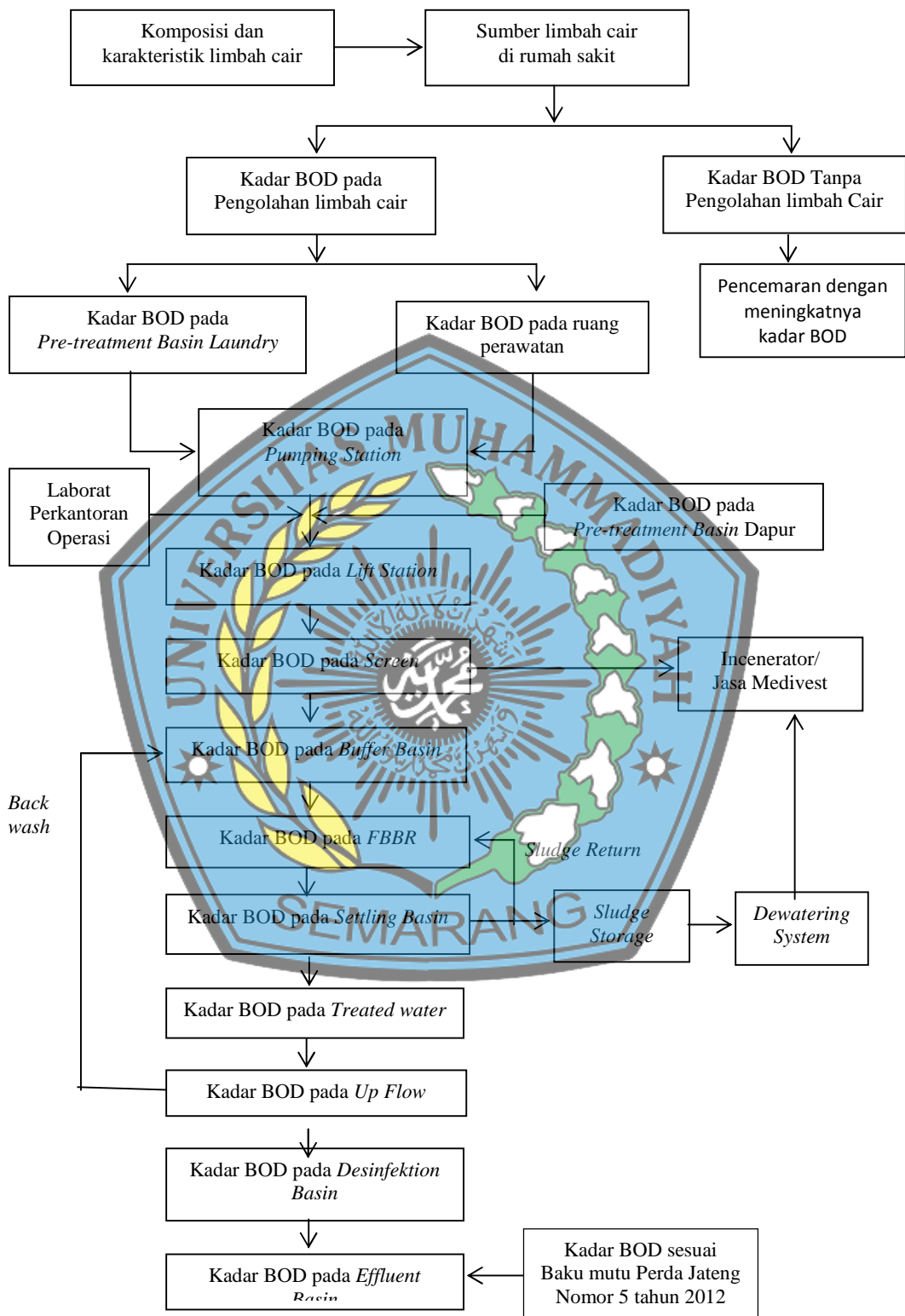
Untuk memonitoring efisiensi kinetika limbah cair terhadap parameter *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dapat digunakan rumus sebagai berikut:³

Rumus/formulasi :

$$\% \text{ efisiensi BOD} = \frac{(\text{BOD inlet} - \text{BOD outlet})}{\text{BOD Inlet}} \times 100 \%$$

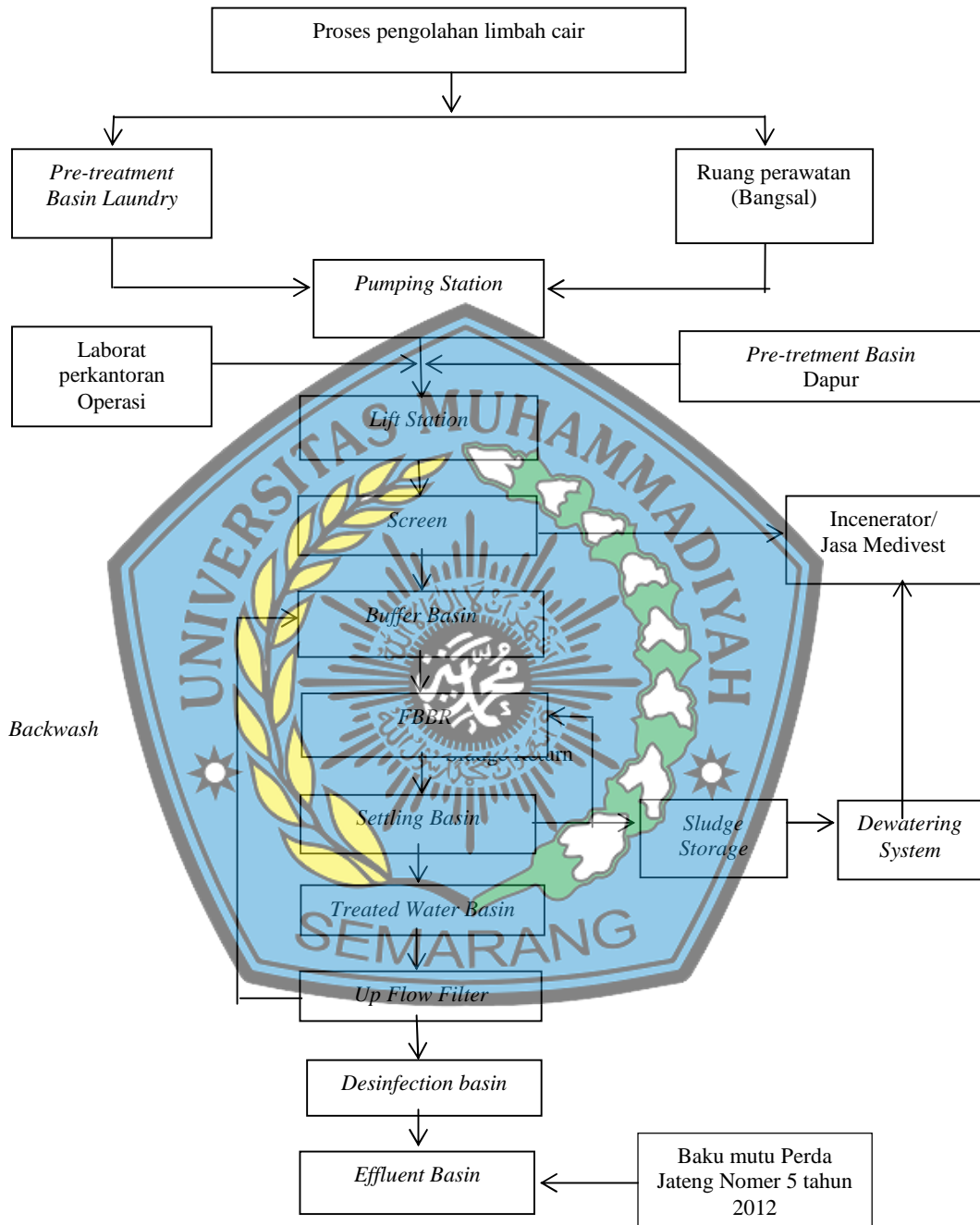
Untuk melindungi lingkungan dari kegiatan rumah sakit, buangan limbah cair dari kegiatan rumah sakit diatur menurut Peraturan Daerah Jawa Tengah. Manajemen rumah sakit harus memeriksakan kualitas limbahnya pada laboratorium yang kompeten minimal sebulan sekali dan melaporkan hasilnya kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Standard buangan limbah cair menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 diantaranya: BOD 30 mg/l, temperatur 30⁰C, dan pH 6 – 9.¹⁸

C. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka teori¹⁴

Alur Pengolahan Limbah Cair



Gambar 2.2 Alur pengolahan limbah cair¹⁴

D. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka konsep

