

BAB II

LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

2.1 Deskripsi Teoretik

2.1.1 Pengertian Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin *systema* atau bahasa Yunani *systema* yang berarti suatu kesatuan yang terdiri dari komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi, atau energi. Sistem juga merupakan kesatuan bagian-bagian yang saling berhubungan yang berada dalam suatu wilayah serta memiliki item-item penggerak. (Ensiklopedia 2014:154)

Menurut Poerwadarminta (2005:3) sistem adalah sekelompok bagian-bagian berupa alat dan lain sebagainya yang bekerja sama untuk melaksanakan tujuan tertentu.

2.1.2 Daur Ulang

Menurut Siswo Sumardiono & Budiyo dalam buku Teknik Pengolahan Air (2004:27) daur ulang merupakan proses menghancurkan barang bekas guna menghasilkan barang baru yang dapat dipergunakan lagi.

Menurut Kamus Lengkap Bahasa Indonesia daur ulang adalah peredaran ulang suatu masa.

Dalam pelaksanaan pembangunan daur ulang dikenal dengan konsep 4R yaitu sebagai berikut :

- a. *Reuse* yaitu perpanjangan pemanfaatan produk bebas melalui usaha pembersihan, pencucian atau sterilisasi.

- b. *Repair* yaitu memperbaiki barang atau komponen yang menderita kerusakan kecil, tidak berfungsi atau kinerjanya kurang.
- c. *Reconditioning/Remanufacturing* yaitu memulihkan komponen atau produk ke kondisi terbaiknya melalui pemeriksaan secara teliti dengan mengganti komponen tertentu.
- d. *Recycling* yaitu mendaur ulang produk bekas sebagai bahan baku pembuat produk lainnya.

Pemanfaatan kembali air untuk kebutuhan manusia secara langsung diperlukan sikap hati-hati yang lebih karena berhubungan dengan kesehatan, keamanan, dan estetika terhadap lingkungan sekitarnya secara langsung. Begitu juga pemanfaatan kembali air untuk kebutuhan manusia secara tidak langsung seperti air untuk penggelontor toilet (*flushing*), menyiram tanaman dan air yang digunakan untuk AC (*air conditioning*). Air limbah yang telah didaur ulang akan dimanfaatkan kembali untuk kebutuhan manusia secara langsung maupun tidak langsung, dengan syarat yang memenuhi kriteria-kriteria kualitas air bersih. (Janine Amos 2001:31)

2.1.3 Air Limbah

Dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen, sarana pendidikan dan asrama.

Pada dasarnya air limbah adalah air yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia maupun proses-proses alam, atau belum

mempunyai nilai ekonomi bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang positif. Air limbah antara lain dapat mengandung bakteri-bakteri yang dapat menimbulkan penyakit dan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, baik lingkungan perumahan, perindustrian, perkantoran dan pusat perbelanjaan. Air limbah juga mengandung zat makanan yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman air dan dapat pula mengandung racun. (Sugiharto, 2000:14)

Oleh karena itu, diperlukan cara-cara yang tepat dalam menangani air limbah, baik pengolahan maupun sistem pembuangannya. Tujuan utama dalam manajemen air limbah adalah menjaga lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, ekonomi dan sosial.

2.1.4 Macam – Macam Air Limbah

Air limbah dapat dibagi menjadi empat golongan menurut Noerbambang dan Morimura (2000:189):

1. Air kotor, air limbah yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat plambing.
2. Air bekas, air limbah yang berasal dari bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur, dan lain-lain. Zat-zat kimia yang masih terdapat di dalamnya dapat meracuni air, mematikan tanaman, mengotori air tanah sehingga mencemari sumur penduduk.
3. Air hujan, air limbah yang berasal dari atap, halaman, dan lain-lain. Air hujan yang jatuh di daerah permukiman harus diatur penyalurannya sehingga tidak akan menimbulkan genangan di daerah permukiman tersebut.

4. Air limbah khusus, air yang mengandung gas, racun, atau bahan-bahan berbahaya serta bahan yang bersifat radioaktif.

Perlakuan terhadap air limbah dibedakan berdasarkan sifat dari masing-masing jenisnya, air kotor dan air bekas tidak dapat dibuang namun harus diolah terlebih dahulu. Air kotor dan air bekas sering disebut sebagai air limbah sehari-hari karena berasal dari kehidupan sehari-hari.

2.1.5 Karakteristik Air Limbah Domestik

Air limbah dari suatu gedung mengandung senyawa pencemar yang sangat bervariasi, hal ini disebabkan karena sumber air limbah yang juga bervariasi., karakteristik air limbah adalah sebagai berikut :

1. Karakteristik Fisik

a. Bau

Bau dalam air limbah domestik biasanya disebabkan oleh gas yang dihasilkan oleh dekomposisi bahan organik atau dengan zat yang ditambahkan ke air limbah. Bau pada air limbah biasanya disebabkan oleh zat-zat organik yang telah terurai dalam air limbah dan mengeluarkan gas-gas seperti sulfida atau amoniak yang menimbulkan penciuman tidak enak. (Nusa Idama Said, 2008:18)

b. Temperatur

Temperatur berpengaruh terhadap aktifitas biologis dan kimiawi dalam air. Air limbah umumnya memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan suhu air bersih. Temperatur merupakan parameter yang

sangat penting karena efeknya terhadap reaksi-reaksi kimia dan kehidupan zat-zat yang ada didalam air. (Nusa Idama Said, 2008:18)

c. Warna

Warna merupakan ciri kualitatif yang dapat dipakai untuk mengkaji kondisi umur air limbah. Jika warnanya coklat muda, maka umur air kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda sampai setengah tua merupakan tanda bahwa air limbah sedang mengalami pembusukan atau telah ada dalam sistem pengumpul untuk beberapa lama. Bila warnanya abu-abu tua atau hitam, air limbah sudah membusuk setelah mengalami pembusukan oleh bakteri dengan kondisi anaerobik. (Nusa Idama Said, 2008:19)

d. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat fisik limbah cair yang mengandung bahan pencemar yang menimbulkan kekeruhan. Kekeruhan merupakan ukuran kejernihan air untuk mengidentifikasi kualitas air dari kotoran-kotoran yang dikandungnya. (Nusa Idama Said, 2008:19)

2. Karakteristik Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik, senyawa anorganik dan gas. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasi dengan satu atau lebih elemen-elemen lain. Saat ini terdapat lebih dari dua juta senyawa organik yang telah diketahui. Sedangkan senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik. (Metcalf & Eddy, 2004:31)

a. Kimia Anorganik

Beberapa komponen anorganik air limbah dan air alami penting dalam membangun dan mengendalikan kualitas air. Konsentrasi anorganik juga meningkat oleh proses penguapan alami, yang menghilangkan sebagian air permukaan dan meninggalkan substansi anorganik dalam air.

1) pH

Konsentrasi ion-hidrogen merupakan parameter kualitas penting dari perairan alam dan air limbah. Rentang konsentrasi yang cocok untuk keberadaan kehidupan sebagian besar, kehidupan biologis cukup sempit dan kritis. Air limbah dengan konsentrasi ion-hidrogen yang merugikan ion sulit untuk mengobati dengan cara biologis, dan jika konsentrasi tidak berubah sebelum dibuang, influen air limbah dapat mengubah konsentrasi di perairan alami. (Metcalf & Eddy, 2004:31)

2) Nitrogen

Unsur nitrogen dan fosfor sangat penting untuk pertumbuhan tanaman karena itu, dikenal sebagai nutrisi atau biostimulants. Kuantitas kecil unsur-unsur lain, seperti besi, juga diperlukan untuk pertumbuhan biologis, tetapi nitrogen dan fosfor, dalam banyak kasus merupakan nutrisi penting utama. Karena nitrogen adalah sebuah unsur pembangun penting dalam sintesis protein, data nitrogen akan dibutuhkan untuk mengevaluasi *treatability* air limbah dengan proses

biologis. Nitrogen yang tidak cukup dapat mengharuskan penambahan nitrogen untuk membuat air dapat diolah. (Metcalf & Eddy, 2004:32)

b. Kimia Organik

Kandungan minyak dan lemak didalam suatu air limbah dapat menimbulkan berbagai masalah baik di saluran maupun didalam instalasi pengolahan air limbah. Keberadaannya di dalam air permukaan dapat mengganggu kehidupan biota serta dapat mengganggu estetika dengan terbentuknya materi-materi terapung di atas permukaan air. Lemak sukar diuraikan oleh bakteri tetapi dapat dihidrolisa oleh alkali sehingga membentuk senyawa sabun yang mudah larut. (Nusa Idama Said, 2008:21)

2.1.6 Macam – Macam Sistem Pengelolaan Daur Ulang Air Limbah

1. Sistem RBC (*Rotating Biological Contactor*)

Reaktor kontak biologis putar atau RBC merupakan adaptasi dari proses pengolahan air limbah dengan biakan melekat. Media yang dipakai berupa piringan (*disk*) tipis berbentuk bulat yang dipasang berjajar dalam suatu poros yang terbuat dari baja, selanjutnya diputar didalam reactor khusus dimana didalamnya dialirkan air limbah secara kontinyu. Sistem tidak memerlukan lahan yang luas serta sistem operasinya cukup mudah. (Nusa Idaman Said, 2005:26)

2. Sistem *Trickling Filter*

Pengolahan air limbah dengan proses *Trickling Filter* adalah proses pengolahan dengan cara menyebarkan air limbah ke dalam suatu tumpukan media yang terdiri bahan batu pecah (kerikil), bahan keramik,

sisanya tanur, medium dari bahan plastic atau lainnya. Dengan cara demikian maka pada permukaan medium akan tumbuh lapisan biologis seperti lendir, dan lapisan biologis tersebut akan kontak dengan air limbah dan akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. (Nusa Idaman Said, 2003:34)

3. Sistem Oksidasi Parit (*Oxidation Ditch*)

Sistem oksidasi parit terdiri dari bak aerasi berupa parit atau saluran yang berbentuk oval yang dilengkapi dengan satu atau lebih rotor rotasi untuk aerasi limbah. Saluran atau parit tersebut menerima limbah yang telah disaring dan mempunyai waktu tinggal *hydraulic* mendekati 24 jam. Proses ini umumnya digunakan untuk pengolahan air limbah untuk komunitas yang relatif kecil dan memerlukan luas lahan yang cukup besar. (Nusa Idaman Said, 2003:39)

4. Sistem Aerasi Berlanjut (*Extended Aeration System*)

Sistem ini biasanya dipakai untuk pengolahan air limbah dengan sistem paket (*package treatment*) dengan beberapa ketentuan yaitu waktu aerasi lebih lama (sekitar 30 jam) dibandingkan sistem konvensional. Usia lumpur juga lebih lama dan dapat diperpanjang sampai 15 hari, limbah yang masuk dalam tangki aerasi tidak diolah dulu dalam pengendapan primer, sistem ini membutuhkan sedikit aerasi dibandingkan dengan pengolahan konvensional dan terutama cocok untuk komunitas kecil yang menggunakan paket pengolahan. (Nusa Idaman Said, 2003:45)

5. Sistem Lumpur Aktif (*Activated Sludge*)

Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO₂ dan H₂O, NH₄. dan sel biomassa baru. Proses ini menggunakan udara yang disalurkan melalui pompa *blower (diffused)* atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan. Sistem ini biasanya dipakai pada daur ulang air limbah skala industri. (Nusa Idaman Said & Arie Herlambang, 2005:75)

Adapun perbandingan sistem daur ulang air limbah RBC dan lumpur aktif :

Tabel 2.1 : Perbandingan sistem RBC dan Lumpur aktif

NO	ITEM	RBC	ACTIVED
1	Tipe Biakan	Unggun tetap (<i>Fixed Film</i>)	Tersuspensi
2	Jenis Mikroba	Bervariasi	Simpel
3	Konsumsi Energi	Relatif Kecil	Lebih Besar
4	Stabilitas Terhadap Fluktuasi Beban	Stabil	Tidak Stabil
5	Kualitas Air Olahan	Baik	Kurang Baik
6	Operasional dan Perawatan	Mudah	Sulit
7	Konsentrasi Biomasa	Tidak Terkontrol	Dapat Dikontrol
8	Permasalahan yang Sering Terjadi	Penyumbatan (<i>clogging</i>)	Bulking (Pertumbuhan Tidak Normal)
9	Fleksibilitas Pengembangan	Fleksibel	Kurang Fleksibel

10	Investasi Awal	Relatif Kecil Menguntungkan untuk kapasitas kecil atau medium	Menguntungkan untuk kapasitas besar
----	----------------	---	---

Sumber : Nusa Idaman Said & Arie Herlambang, 2005

2.1.7 Standar Baku Mutu Air Limbah

Menurut KEPMEN LH No.112 Tahun 2003, baku mutu air limbah adalah batas kadar dan jumlah unsur pencemar yang ditenggang adanya dalam limbah cair untuk dibuang dari suatu jenis kegiatan tertentu, sehingga air limbah yang dibuang ke saluran umum kota, wajib memenuhi ketentuan yang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

PARAMETER	SATUAN	KONSENTRASI
pH	-	6-9
Amoniak	Mg/L	10
Minyak & Lemak	Mg/L	10
Senyawa Biru Metilen	Mg/L	2
COD	Mg/L	25
BOD	Mg/L	6
TSS	Mg/L	50

Sumber : KEPMEN LH No.112 Tahun 2003

2.1.8 Neraca Air Limbah

Neraca air merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut

kelebihan ataupun kekurangan. Kegunaannya untuk mengetahui kondisi air, dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya. (Setyawan Purnama, 2012:39)

1. Menurut Noerbambang dan Morimura, (2000:186) untuk menghitung pemakaian air rata-rata perhari, pemakaian jam puncak dan pemakaian pada menit puncak menggunakan rumus sebagai berikut :

- a. Menghitung pemakaian air rata-rata

$$Q_h = Q_d / T$$

- b. Menghitung pemakaian air pada jam puncak

$$Q_h \text{ maks} = Q_{hm} = C_1 \times Q_h$$

- c. Menghitung pemakaian air pada menit puncak

$$Q_m \text{ maks} = Q_{mm} = C_2 \times Q_h / 60$$

Keterangan :

Q_h = pemakaian air rata-rata (m^3 / jam)

Q_d = pemakaian air (m^3)

T = jangka waktu pemakaian

Q_{hm} = pemakaian air jam puncak

C_1 = 1.5 – 2.0

Q_{mm} = pemakaian air menit puncak

C_2 = 3.0 – 4.0

2. Penaksiran volume air buangan

Menurut Noorbambang & Moimura, karena pada perhitungan volume air buangan tidak terpaut dengan koefisien apa pun, maka dapat dihitung dengan menjumlahnya setiap lantai, seperti berikut :

$$A = Q_{\text{total}} \times F_{\text{ab}}$$

Keterangan :

A = volume air buangan (m^3 /hari)

Q_{total} = jumlah debit total (m^3 / hari)

F_{ab} = faktor timbunan air buangan (berkisar 50%-80%)

3. Debit Air Limbah

Menurut Rangga Raju K.G. (2002:38), Dalam menghitung debit air limbah ini yaitu dengan mengetahui kecepatan aliran rata-rata pada suatu penampang saluran, kemudian dikalikan dengan luas penampang aliran maka akan diperoleh debit air limbah.

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

Q = debit air limbah (m^3 /det)

A = luas penampang aliran (m^2)

V = kecepatan aliran (m/det)

2.1.9 Jenis – Jenis Pipa

Menurut Noerbambang dan Morimura (2000:52) berdasarkan jenis bahannya, terdapat jenis-jenis pipa untuk air buangan antara lain sebagai berikut:

1. Pipa PVC (*Poly Vinil Clorida*)

PVC adalah pipa yang terbuat dari plastik dan beberapa kombinasi vinil. Hanya digunakan untuk instalasi air dingin saja. Kelebihan dari pipa jenis ini adalah ringan, tahan karat, fleksibilitas tinggi, murah dan penyambungan yang mudah. Namun, kelemahan dari pipa jenis ini adalah tidak tahan terhadap suhu panas dan tidak tahan beban yang besar.

2. Pipa CIP (*Cast Iron Pipe* atau pipa besi tuang)

Pipa CIP biasanya relatif berumur panjang karena memiliki dinding yang berat (tebal). Pada umumnya digunakan untuk sistem distribusi air dan gas pada jalur pembuangan limbah di kota yang biasanya ditanam di bawah jalan aspal. Kelebihan dari pipa ini adalah harganya yang murah, namun pipa jenis ini tidak kuat menahan beban serta mudah karatan.

3. Pipa beton

Pipa beton disini bukan berarti merupakan buis beton dan pipa menggunakan tulangan. Pipa jenis ini kuat menahan beban serta mudah perawatannya. Namun harga pipa jenis ini relative mahal, pemasangannya sulit serta berat serta tidak tahan terhadap asam.

4. Pipa Besi Cor

Pipa jenis ini meski secara penggunaan cukup kuat dan tahan lama, namun harga pipa jenis ini relative mahal dan pembuatannya sulit.

5. Pipa Tanah Liat

Pipa jenis ini tahan korosi yang diakibatkan oleh produksi H₂S air buangan, namun kelemahan pipa jenis ini adalah mudah pecah karena bahan dasarnya tanah liat.

Dalam pengolahan air limbah di gedung pipa yang digunakan untuk mengalirkan air limbah ke bak pengolahan yaitu menggunakan jenis pipa PVC. Pipa PVC pada umumnya digunakan sebagai saluran air dalam suatu proyek perumahan atau gedung, jalan dll. Pipa PVC ini sifatnya keras, ringan, dan kuat. Karena penginstalannya mudah, maka sangatlah ideal jika digunakan untuk saluran dibawah zink dapur, kamar mandi, dll.

2.1.10 Teknologi Pengolahan Air Limbah

Pada salah satu gedung seperti Kementerian Pekerjaan Umum, pengolahan air limbah dilakukan untuk menciptakan *green building*. Untuk menerapkan *green building*, salah satunya yaitu dengan cara menghemat penggunaan air. Setiap harinya gedung Kementerian Pekerjaan Umum, mendaur ulang air sebanyak 33 m³, air yang didaur ulang tersebut berasal dari *wastafel* dan tempat wudhu. Sistem yang digunakan untuk mengolah air limbah pada gedung Kementerian Pekerjaan Umum, yaitu dengan sistem *Rotating Biological Contactor* (RBC).

Rotating Biological Contactor (RBC) merupakan dari proses pengolahan air limbah dengan biakan melekat (*attached grown*). Waktu kontak yang diperlukan dari proses ini adalah 8 - 10 jam. Media yang dipakai berupa piring (*disk*) tipis berbentuk bulat yang dipasang berjajar-jajar dalam suatu poros yang terbuat dari baja, selanjutnya diputar didalam raktor khusus dimana di dalamnya

dialirkan air limbah secara kontinyu. Media yang digunakan terdiri dari lembaran plastik dengan diameter 1-3.6 meter, dengan ketebalan 0.8 milimeter. Material ini dapat digunakan dengan cara dibentuk bergelombang atau berombak dan ditempelkan diantara disk yang rata dan dilekatkan menjadi satu runut modul. Disk atau piring tersebut dilekatkan pada poros baja dengan panjang 8 meter. Beberapa modul dapat dipasang secara seri atau paralel untuk mendapatkan tingkat kualitas hasil olahan yang diharapkan. Modul-modul tersebut diputar dalam keadaan tercelup sebagian yakni sekitar 40% dari diameter disk. Kira-kira 95% dari seluruh permukaan media secara bergantian tercelup ke dalam air limbah, dengan kecepatan putaran yang bervariasi antara 1-2 RPM. (Nusa Idaman Said, 2005:27)

Mikroorganisme tumbuh pada permukaan media dengan sendirinya dan mengambil makanan (zat organik) di dalam air limbah dan mengambil oksigen dari udara untuk menunjang proses metabolismenya. Tebal biofilm yang terbentuk pada permukaan media dapat mencapai 2-4 mm, tergantung dari beban organik yang masuk ke dalam reactor serta kecepatan putarannya. Apabila beban organik terlalu besar kemungkinan terjadi kondisi anaerob dapat terjadi, oleh karena itu pada umumnya didalam reactor dilengkapi dengan perlengkapan injeksi udara yang diletakkan dekat dasar bak, khususnya untuk proses RBC yang terdiri dari beberapa modul yang dipasang seri. Pada kondisi yang normal *substrat carbon* (zat organik) dihilangkan secara efektif pada tahap awal (stage pertama) dan proses nitrifikasi menjadi sempurna setelah tahap ke lima. Pada umumnya perencanaan sistem RBC terdiri dari 4 sampai 5 modul (tahap) yang dipasang seri

untuk mendapatkan proses nitrifikasi yang sempurna. (Nusa Idaman Said, 2005:28)

Menurut Nusa Idaman Said (2005:30), parameter untuk mendesain sistem RBC adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Beban Hidrolik (H_L)

Beban hidrolik adalah jumlah air limbah yang diolah per satuan luas permukaan media perhari.

$$H_L = (Q / A) \times 1000 \text{ (liter/m}^2\text{.hari)}$$

Keterangan :

A = volume air limbah (m^3 /hari)

Q = debit air limbah (m^3 /jam)

2. Menghitung waktu tinggal rata-rata (T) dalam setiap bak pengolahan

$$T = (Q / V) \times 24 \text{ (jam)}$$

Keterangan :

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

V = volume efektif reaktor (m^3)

3. Kecepatan aliran limbah tiap bak dapat dicari dengan rumus :

$$V = Q / A$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran (m/hari)

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

A = luas permukaan bak (m^2)

2.1.11 Pertumbuhan Mikroorganisme di Dalam RBC

RBC (*Rotating Biological Contactor*) merupakan salah satu teknologi pengolahan air limbah yang mengandung polutan organik yang tinggi secara biologis dengan sistem biakan melekat (*attached culture*). Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yakni, air limbah yang mengandung polutan organik dikontakkan dengan lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan media di dalam suatu *reactor*. (Nusa Idaman Said, 2005:29)

Pertumbuhan mikroorganisme makin lama akan semakin tebal, sampai akhirnya karena gaya beratnya, sebagian akan mengelupas dari mediumnya dan terbawa aliran air keluar. Selanjutnya mikroorganisme pada permukaan medium akan tumbuh lagi dengan sendirinya hingga terjadi kesetimbangan sesuai dengan kandungan senyawa organik yang ada dalam air limbah. Secara sederhana proses penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme. (Nusa Idaman Said, 2005:29)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.1 Piringan (disk) tempat melekatnya film biologis

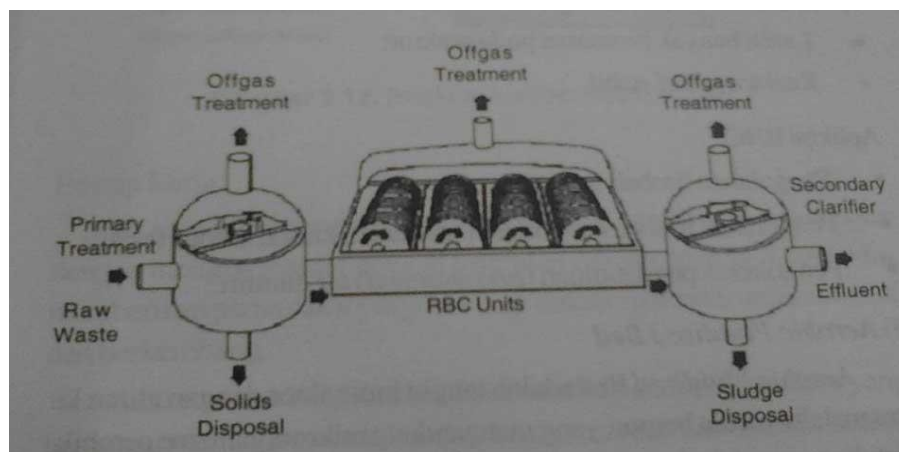


Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.2 Pertumbuhan mikroorganisme dalam pengolahan air limbah dengan sistem RBC

2.1.12 Proses Pengolahan

Secara garis besar proses pengolahan air limbah dengan sistem RBC terdiri dari bak pemisah pasir, *reactor*/kontaktor biologis putar (RBC), bak pengendap lumpur, bak effluent, serta bak penampungan air hasil olahan. Dapat dilihat pada gambar 2.3



Sumber : Masbah R. T Siregar, 2004

Gambar 2.3 Gambaran umum proses daur ulang air limbah dengan system RBC

a. Bak Pemisah Pasir

Air limbah dialirkan dengan tenang ke dalam bak pemisah pasir, sehingga kotoran yang berupa pasir atau lumpur kasar dapat mengambang, misalnya sampah dan lainnya yang tertahan pada saringan yang dipasang pada kolam pemisah pasir tersebut. Pada tahap ini dilakukan pemisahan padatan berukuran besar atau berukuran kecil, agar tidak terbawa pada unit pengolahan selanjutnya. (Masbah R. T Siregar, 2004:126)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.4 Bak pemisah untuk menyaring sampah

b. Kontaktor (reaktor) Biologis Putar

Dari bak pemisah air dialirkan ke bak kontaktor, didalam bak kontaktor ini, media berupa piringan (*disk*) tipis dari bahan polimer atau plastik dengan jumlah banyak, yang dilekatkan atau dirakit pada suatu poros, diputar secara pelan dalam keadaan tercelup sebagian ke dalam air limbah. Waktu tinggal didalam bak kontaktor sekitar 2.5 jam. Dalam kondisi demikian, mikroorganisme akan tumbuh pada permukaan media yang berputar tersebut, membentuk suatu lapisan film biologis,. Film biologis tersebut terdiri dari berbagai jenis mikroorganisme misalnya bakteri, protozoa, fungi, dan lainnya. Mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan

media inilah yang akan menguraikan senyawa organik yang ada di dalam air limbah. Lapisan biologis tersebut makin lama makin tebal dan karena gaya beratnya akan mengelupas dengan sendirinya dan lumpur organik tersebut akan terbawa aliran air keluar. Selanjutnya lapisan biologis akan tumbuh dan berkembang lagi pada permukaan media dengan sendirinya. (Nusa Idaman Said, 2005:30)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.5 Reaktor biologis putar

c. Bak *Effluent*

Air olahan dari bak pengendap lumpur dialirkan menuju bak *effluent*, didalam bak *effluent* air dibubuhi dengan Aluminium sulfat, khlorin dan soda ASH , untuk selanjutnya dibuang pada saluran kota. Air yang dibuang kesaluran kota sudah tidak mengandung bakteri yang menginfeksi masyarakat. Sebagian air yang relatif sudah jernih dapat diproses untuk keperluan *recycling*. (Nusa Idaman Said, 2005:31)

1) Penambahan Khlorin atau soda ASH

Khlorin atau soda ASH cocok dipakai untuk menaikkan alkalinitas. Soda ASH digunakan sebagai penjernih air kolam yang keruh akibat lumut

yang mati dan khlorin atau kapur adalah bahan kimia penting untuk pemurnian air dalam desinfektan dan dalam pemutih. (Masbah R. T Siregar, 2004:127)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.6 Aluminium Sulfat dan Soda ASH

2) Proses penyaringan dengan *carbon filter* dan *sand filter*

Air dari bak *effluent* dialirkan ke *sand filter* dan *carbon filter* menggunakan pompa, pada proses ini air akan disaring oleh pasir silika dan karbon aktif yang berfungsi menyaring padatan yang masih terbawa pada sistem, dan juga untuk menurunkan kekeruhan yang ada. Sistem ini digunakan untuk menyaring partikel pengotor dalam jumlah kecil. Penyaringan dengan pasir silika hanya mengandalkan partikel kotoran terperangkap di antara butiran pasir silika. Pada sistem kecil, pasir silika dan karbon aktif sering dipasang di dalam satu tangki, dan dikenal sebagai multi-media filter. (Sugiharto, 2002:59)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.7 *sand filter* dan *carbon filter*

d. Bak Penampung Air olahan

Air yang telah melalui beberapa tahap pengolahan kemudian di alirkan dan ditampung pada bak penampungan air hasil olahan. Air hasil olahan ini, nantinya akan dialirkan ke toren-toren dengan menggunakan pipa transfer. Kegunaan air hasil olahan yaitu untuk menyiram tanaman, air penggelontor (*flushing*). Dengan menggunakan sistem daur ulang air limbah RBC, dapat menghemat pemakaian air bersih dari air sumur serta mengurangi pencemaran terhadap air dan lingkungan. (Nusa Idaman Said, 2005:32)



Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2016

Gambar 2.8 bak penampung air olahan.

2.2 Penelitian Relevan

a. Sambudi Hamali (1999)

Kinerja Sistem *Rotating Biological Contactor* (RBC) Pada pengolahan Limbah Cair RPH Cakung

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah *Rotating Biological Contactor* (RBC) dapat menurunkan kandungan zat-zat yang terdapat didalam air limbah, sehingga tidak menyebabkan pencemaran air dan lingkungan.

Perencanaan ini bertujuan untuk memberikan suatu alternative pengelolaan air limbah cair secara terpusat dengan menggunakan teknologi pengolahan sistem daur ulang Sistem *Rotating Biological Contactor* (RBC) untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Perencanaan ini meliputi tahap perhitungan debit air, diameter pipa serta merencanakan bangunan setempat. Berdasarkan perhitungan maka didapat dimensi pipa dengan menggunakan PVC yaitu pipa servis Ø 150 mm, pipa lateral Ø 200 mm, dan pipa induk Ø 300 mm.

b. Usman Gunadi (2003)

Perencanaan instalasi pengolahan limbah cair dengan sistem *Rotating Biological Contactor* (studi pada waste water treatment di COOG Internasional Ltd.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan instalasi pengolahan limbah cair agar dapat mengurangi tingkat pencemaran air sungai dan meningkatkan kualitas lingkungan yang berimplikasi pada

peningkatan derajat kesehatan masyarakat, serta menghemat penggunaan air bersih pada gedung tersebut.

Hasil penelitian didapat penurunan kadar limbah yang sudah sesuai dengan standart baku mutu yang telah ditetapkan Pemerintah maka, perencanaan pengolahan limbah dengan sistem *Rotating Biological Contactor* dapat dilaksanakan.

2.3 Kerangka Berpikir

Strategi ketersediaan air bersih merupakan prioritas yang perlu diperhatikan untuk mendukung pembangunan yang pesat serta keberlangsungan kehidupan dan kegiatan perkotaan. Untuk kota Bekasi, strategi penyediaan air bersih meliputi penambahan pasokan air baku serta pengembangan jaringan pelayanan air bersih hingga mampu melayani 100% kebutuhan penduduknya. Selain strategi ini, perlu dipertimbangkan juga pelaksanaan pengolahan serta pemanfaatan air daur ulang untuk diterapkan di kota Bekasi. Hal ini guna memenuhi kebutuhan air bersih sekarang dan di masa yang akan datang.

Gedung yang ramah lingkungan tidak hanya terkait fisik bangunan, tetapi antara lain juga terkait penggunaan air bersih gedung dalam mendukung aktivitas penggunanya. Salah satu aspek yang diperhatikan dalam Perangkat Penilaian untuk gedung ramah lingkungan, khususnya *greenship* adalah kategori penghematan air bersih gedung. Penghematan air bersih dapat ditinjau dari beberapa hal seperti terdapatnya sistem kontrol dan monitoring air, penggunaan alat sanitair, yang hemat air, penggunaan air daur ulang hingga pada penggunaan

air alternatif seperti air hujan. Air limbah pada sekolah berasal dari hasil kegiatan pengguna gedung, seperti toilet, *wastafel*, tempat pencucian dan dari tempat wudhu. Air limbah dapat digunakan lagi setelah melewati proses daur ulang, sehingga mengurangi penggunaan air bersih dan mengurangi pencemaran air yang berbahaya bila dibuang langsung ke lingkungan.

Sistem daur ulang air limbah *Rotating Biological Contactor* nantinya akan diterapkan pada Sekolah Binus Vida Bekasi. Sekolah ini memiliki beberapa tingkatan dengan jumlah penghuni 1170 orang dan tergolong banyak menggunakan air bersih sebesar 41184 L/hari. Perencanaan ini penting untuk dilakukan karna mampu mengurangi penggunaan air bersih, mencegah pencemaran air dan lingkungan, serta mengarahkan gedung Sekolah Binus Vida Bekasi untuk menerapkan *green building*, salah satunya dengan mendaur ulang air limbahnya.