

## PERENCANAAN *INTAKE* AIR LIMBAH RUMAH TANGGA DENGAN SISTEM PENGOLAHAN BIO TEKNOLOGI PADA PERUMAHAN CITRA GRAN CIBUBUR

Eko Sumarno<sup>1</sup>, Subari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam 45 Bekasi

<sup>2</sup>Balai Irigasi PU Bekasi

Email: ekkosm@gmail.com

### ABSTRAK

Pada awal pengembangan Perumahan Citra Gran mendesain *clusternya* dengan fitur laguna. Setelah beberapa tahun beroperasi, kondisi air dari laguna tidak tercapai pada level rencana. Salah satu upaya dari *estate management*, adalah dengan mengisi laguna dengan air sungai yang diangkut dengan mobil tangki. Namun hal ini menimbulkan biaya mahal. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu dibuat rencana desain *intake* air limbah rumah tangga dengan sistem pengolahan bio teknologi.

Pengolahan bio teknologi yaitu mengumpulkan air limbah dari rumah warga, kemudian dilakukan pemisahan antara air dan lemak/oli. Air limbah kemudian masuk ke dalam tangki pengurai yang sistem kerjanya sama dengan *septic tank*. Dari tangki pengurai air limbah kemudian disaring di dalam tangki *filter*. Pada tahap akhir, air limbah disalurkan ke dalam saluran *aerasi* dengan tujuan pemberian oksigen sebelum masuk ke laguna. Adapun dalam perencanaan *intake* dipergunakan data curah hujan di wilayah Jakarta dengan perhitungan menggunakan rumus rasional.

Hasil perhitungan desain *intake* didapatkan pipa *intake* (PVC) 2 x Ø 16 inci, dimensi tangki *grease trap* adalah panjang 1m, lebar 1m, tinggi 1m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 1m<sup>3</sup>. Dimensi tangki pengurai adalah panjang 17m, lebar 1,7m, tinggi 1,7m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 49,1m<sup>3</sup>. Dimensi tangki *filter* adalah panjang 1m, lebar 1m, tinggi 1m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 1m<sup>3</sup>. Dimensi saluran *aerasi* adalah panjang 61m, lebar 1,2m, tinggi 1m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 73,2m<sup>3</sup>.

Kata kunci: *intake*, laguna, bio teknologi, curah hujan, air limbah.

### I. PENDAHULUAN

Pada tahun 1996, kompleks perumahan Citra Gran Cibubur membangun tema perumahannya yang dilengkapi dengan fitur laguna (taman air). Laguna ini dibentuk di atas lahan yang level permukaan tanahnya bukan tanah asli, melainkan tanah urugan. Oleh karena itu, pada saat konstruksi, dasar laguna diberi lapisan geomembran guna mengurangi kehilangan air akibat rembesan ke dalam tanah, karena desain awal laguna tersebut adalah mengandalkan air hujan sebagai sumber untuk mengisi laguna. Pada saat musim kemarau tim dari *estate management* Citra Gran hanya menambah air laguna dengan menggunakan mobil tangki air agar air yang berada di laguna tersebut tetap penuh, tetapi air laguna tetap berkurang akibat penguapan.

Untuk mengatasi kondisi air laguna yang kurang tersebut maka perlu desain baru agar laguna tetap terisi air pada saat musim kemarau dan tidak kelebihan air pada saat musim hujan. Pembuatan *intake* dengan metode pengambilan air tanah atau air permukaan (sungai) memerlukan biaya investasi dan operasional yang cukup besar, misalnya pengeboran air tanah yang memerlukan mesin pompa maupun tenaga

listrik dan akan membutuhkan biaya yang besar untuk pemeliharaannya jika terjadi kerusakan mesin pompa. Maka dibuatlah desain *intake* laguna dengan pemanfaatan air limbah rumah warga di sekitar laguna yang diolah secara bio teknologi. Desain ini diharapkan dapat mengurangi biaya operasional karena tidak memerlukan pompa, tenaga listrik, sumber daya manusia yang banyak, juga tidak khawatir kekurangan sumber air karena menggunakan air limbah warga sekitar. Tujuan penelitian dari desain (*intake*) laguna dengan sistem pengolahan air limbah bio teknologi ini adalah: merancang bangunan pemasukan/penyuplai (*intake*) laguna dengan proses pengolahan air limbah secara bio teknologi, meliputi dimensi bangunan pemasukan (*intake*), dan merancang pemipaan untuk mengalirkan pembuangan air limbah warga ke pengolahan air limbah dan selanjutnya ke laguna.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Debit Aliran

#### 1. Hidrologi

Dalam ilmu hidrologi rumus debit air curah hujan dipakai rumus rasional (Sosrodarsono, 1999) adalah sebagai berikut:

$$Q = f C I A$$

Dimana:

Q = debit aliran ( $m^3/dt$ )

f = koefisien = 0.2778

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas air hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

#### 2. Debit aliran (Q)

Debit aliran (Q) adalah sejumlah fluida yang mengalir melalui tampang lintang saluran tiap satu satuan waktu. Sehingga satuan untuk debit aliran adalah  $m^3/dt$ . (satuan volume tiap satu satuan waktu).

Dalam fluida ideal dimana kekentalan fluida mendekati nol maka tidak terjadi gesekan antara fluida dengan dinding saluran atau antar butir fluidanya. Kecepatan aliran v adalah sama di setiap titik pada tampang lintang.

Gambaran mengenai distribusi kecepatan aliran yang melalui tampang saluran dapat digambarkan sebagai berikut:

- 1) Fluida Ideal
- 2) Tampang Pipa
- 3) Fluida *Riil* (Viskos)

Debit aliran dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Q = A \times V$$

Dimana:

Q : Debit aliran  $m^3/dt$

A : Luas penampang basah  $m^2$

V : Kecepatan aliran  $m/dt$

#### 3. Hukum kontinuitas

Persamaan Kontinuitas diturunkan berdasarkan Hukum Kekekalan Massa. Hukum kekekalan massa menyatakan bahwa laju aliran massa *netto* adalah elemen adalah sama dengan laju perubahan massa tiap satuan waktu (Suroso, 2005).

Bila ditinjau suatu tabung aliran, untuk aliran satu dimensi dan permanen. Kecepatan merata, rapat massa dan tampang lintang pada penampang 1 dan penampang 2 berturut-turut dinyatakan dengan:

a. Massa yang masuk melalui penampang 1 :  $V_1, \rho_1, dA_1$

b. Massa yang keluar dari penampang 2 :  $V_2, \rho_2, dA_2$

Oleh karena tidak ada massa yang hilang didalam tabung aliran, maka:

$$V_1 \cdot \rho_1 \cdot dA_1 = V_2 \cdot \rho_2 \cdot dA_2$$

Karena fluida tak termampatkan, maka  $\rho_1 = \rho_2$  sehingga

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

atau

$$Q = A \times V = \text{konstan}$$

Dimana:

$$V_1 = \text{kecepatan aliran fluida di titik 1} \quad \text{m/dt}$$

$$V_2 = \text{kecepatan aliran fluida di titik 2} \quad \text{m/dt}$$

$$\rho_1 = \text{kerapatan massa fluida di titik 1}$$

$$\rho_2 = \text{kerapatan massa fluida di titik 2}$$

$$dA_1 = \text{luas penampang fluida di titik 1} \quad \text{m}^2$$

$$dA_2 = \text{luas penampang fluida di titik 2} \quad \text{m}^2$$

$$Q = \text{debit aliran} \quad \text{m}^3/\text{dt}$$

$$A = \text{luas penampang basah} \quad \text{m}^2$$

$$V = \text{kecepatan aliran} \quad \text{m/dt}$$

#### 4. Sistem Bangunan Tangki Pengolah Air Limbah

Bangunan pengolah limbah (*chamber*) merupakan tangki berbentuk empat persegi panjang atau bulat (Morel dan Diener, 2006). Konstruksi dibangun di bawah tanah sehingga air limbah yang akan diolah secara bio teknologi bisa dialirkan ke dalam tangki tersebut. Tangki ini berfungsi mengolah air limbah tersebut secara bio teknologi agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

Tangki pengolah limbah harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosi, rapat air dan tahan lama, misalnya pasangan batu bata, batu kali, beton atau *fiberglass*. Konstruksi harus cukup kuat menahan gaya-gaya yang timbul akibat tekanan air dan tanah maupun beban lainnya.

Bahan yang dapat dipergunakan untuk bangunan tangki pengolah limbah berupa batu, bata merah dan beton, sedangkan bahan untuk plesteran dapat dipergunakan mortar dari semen dan pasir. Plat dan penutup tangki dapat berupa beton bertulang atau plat besi. Jadi seluruh dinding, termasuk dasar septik kedap air sehingga tidak mencemari lingkungan di sekitar lokasi tangki pengolah limbah.

Air hasil olahan dialirkan melalui media yang bisa dibuat dari pipa tanah liat, pipa beton, pipa asbes semen, dan pipa PVC. Perbandingan panjang dan lebar untuk tangki pengolah limbah adalah empat persegi panjang adalah 2 : 1 sampai dengan 3 : 1.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan *survey* lokasi laguna di perumahan Citra Gran Cibubur dan data lain (gambar *site plan* beserta data elevasi saluran dan laguna, data debit air limbah dan volume *existing* laguna dan debit laguna) diperoleh dari departemen perencanaan dan desain PT SINAR BAHANA MULYA (Perumahan Citra Gran Cibubur). Data yang diperlukan dalam perencanaan *intake* air limbah rumah tangga dengan sistim pengolahan bio teknologi adalah:

- Site plan* beserta data elevasi saluran dan laguna.
- Data debit air limbah warga yang dapat diambil sebagai sumber.
- Volume *existing* laguna dan debit laguna untuk mengetahui berapa volume air limbah yang harus tersedia sebagai sumber.
- Data curah hujan.

### 3.2 Analisa Data

Analisa data diperlukan untuk mengetahui:

- a. Keandalan sumber yaitu kemampuan air limbah warga yang tersedia mampu mencukupi jumlah volume air untuk mengisi laguna sesuai *level* muka air rencana.

Keandalan sumber: Jumlah debit air limbah yang diambil – penguapan – peresapan kedalam tanah  $> 0$ .

Peresapan ke tanah = 0, karena dasar laguna dilapis *geomembran*.

- b. Arah aliran saluran pembuangan yang dapat dialirkan ke laguna dengan acuan beda tinggi yang tertuang pada data elevasi pada *site plan* perumahan Citra Gran.

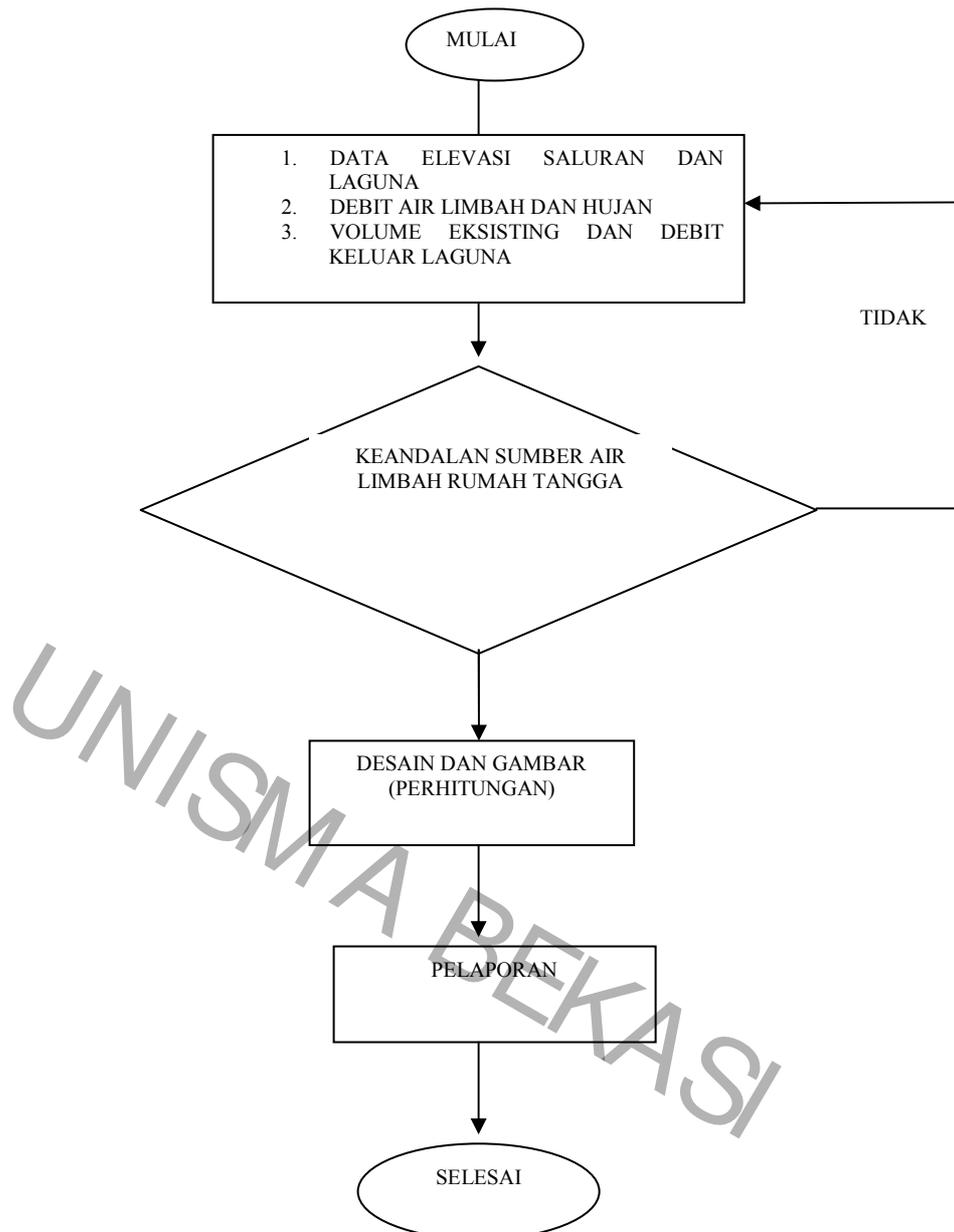
### 3.3 Perencanaan

Dalam tahap perencanaan dilakukan perancangan yang meliputi:

- a. Desain struktur dan dimensi tangki pengolah air limbah.
- b. Desain pemipaan yang mengalirkan air limbah dari saluran pembuangan menuju tangki pengolahan limbah dan menuju ke laguna.

### 3.4 Bagan Alir Penelitian

UNISMA BEKASI

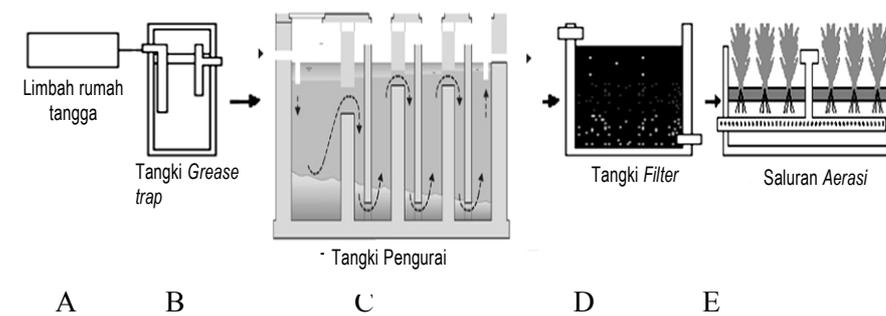


Gambar 1 Diagram alir Perencanaan *Intake* Air Limbah Rumah Tangga dengan Sistem Pengolahan Bio Teknologi pada Perumahan Citra Gran Cibubur

#### IV. HASIL DAN SISTEM PENGOLAHAN BIO TEKNOLOGI

##### 4.1 Proses Pengolahan Air Limbah Bio Teknologi

Prinsip pengolahan air limbah bio teknologi adalah dibagi dalam empat tahap. Tahapan – tahapan tersebut antara lain tangki *grease trap*, tangki pengurai dengan bantuan bakteri anaerobik, tangki *filter* dan saluran aerasi dengan bantuan bakteri aerobik.



Sumber: Morel dan Diener, 2006.

Gambar 2. Proses Pengolahan Air Limbah Bio Teknologi

Dimana:

A = limbah dari warga

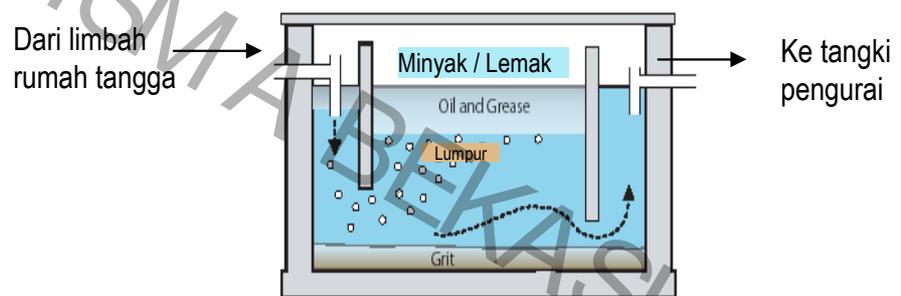
B = tangki *grease trap*

C = tangki pengurai

D = tangki *filter*

E = saluran *aerasi*

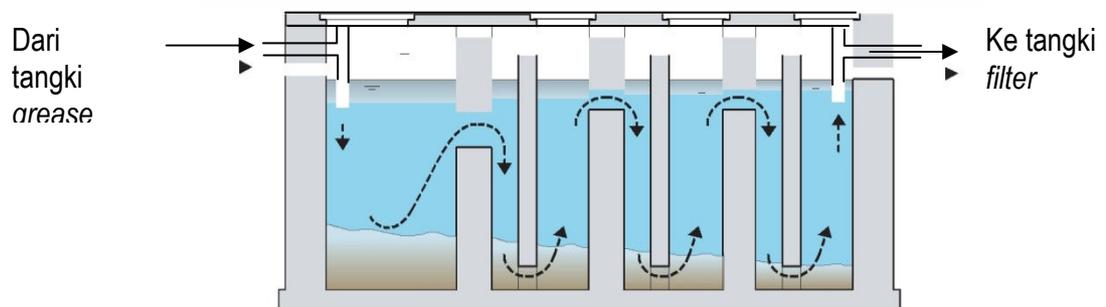
#### 4.2 Proses pemisahan air limbah dan minyak/lemak.



Sumber: Morel dan Diener, 2006.

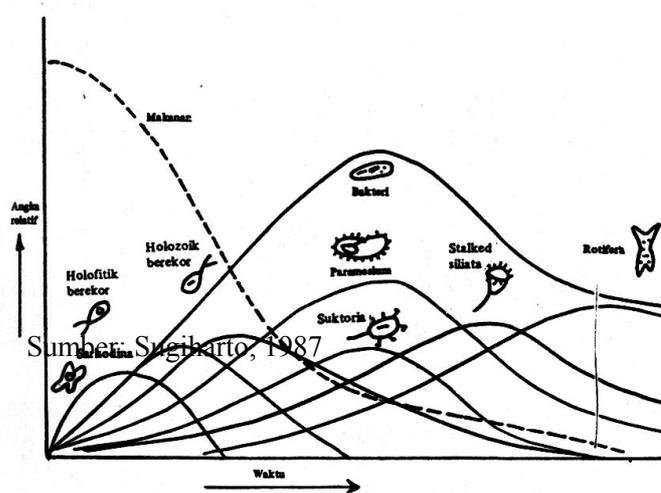
Gambar 3. Tangki Sedimentasi Minyak/Lemak (*Grease Trap*)

#### 4.3 Proses Penguraian Bahan Organik (*Anaerasi*)



Pada pengolahan air limbah ini proses utama sebenarnya terjadi di tangki pengurai ini. Menurut Sugiharto (1987), proses penjernihan air limbah ini adalah berjalan secara alami yaitu mikroorganisme yang tumbuh pertama kali dan tumbuh dengan baik adalah sarkodina. Kemudian diikuti oleh mikroorganisme

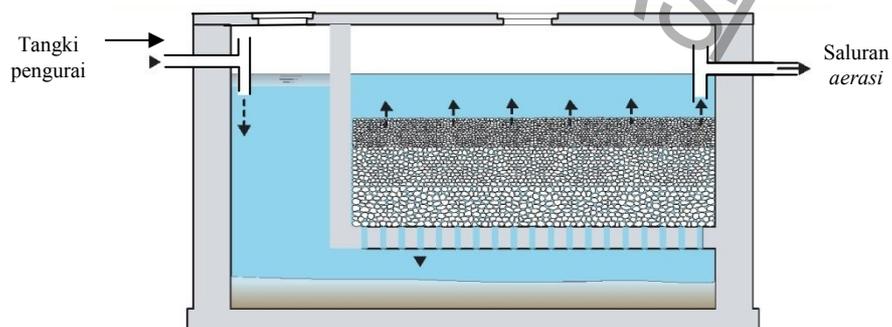
jenis paramesium dan apabila keadaan air limbah sudah banyak mengandung oksigen baru kemudian timbul mikroorganisme rotifera. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4 Mikro Organisme Dalam Air Limbah

#### 4.4 Unit Saringan Menggunakan Agregat

Unit saringan ini sama seperti unit pengurai, hanya dalam unit ini tangki berisi agregat. Dari dasar lantai tangki tersebut dibuat lantai beton dengan ketinggian 20 cm atau di atas pipa input untuk meletakkan agregat. Lantai beton tersebut dibuat lubang - lubang kecil untuk lalu lintas air dari bawah ke atas. Agregat disusun di atas lantai beton tersebut dari mulai agregat kasar sampai agregat halus dari bawah ke atas (lihat Gambar 4.5).



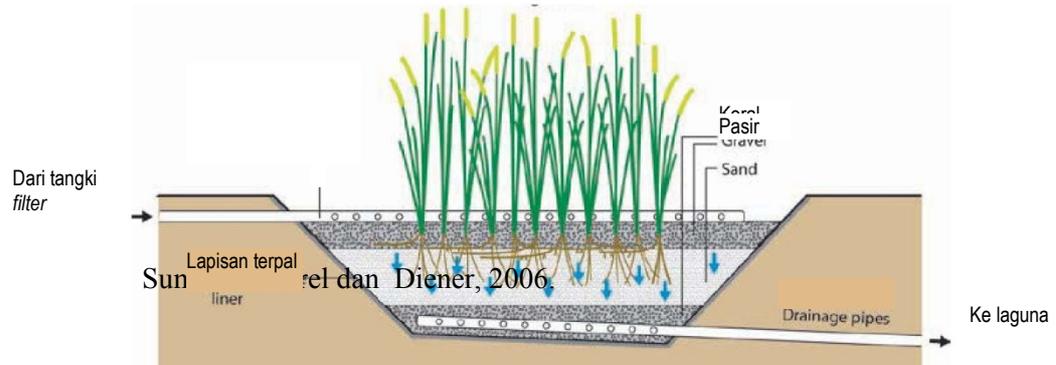
Sumber: Morel dan Diener, 2006.

Gambar 5 Tangki Filter

#### 4.5 Proses Penguraian Bahan Organik dengan Aerasi

Unit ini terdiri dari susunan agregat dengan dimensi penampang 1,2 m x 1,0 m x 61m. Agregat disusun selang- seling per jarak 2 meter dengan komposisi agregat kasar kemudian agregat halus dan agregat kasar lagi, begitu seterusnya (Morel dan Diener, 2006). Dasar agregat dilapis plastik agar air tidak merembes ke tanah. Kemudian di atas susunan agregat tersebut diurug dengan pasir yang di atasnya ditanami tanaman. Tanaman yang ditanam

merupakan tanaman yang akarnya dapat hidup di atas air, misalnya tanaman kana/ pisang-pisangan sehingga akar kana dapat masuk ke dalam susunan agregat yang dilalui air. Tujuan dari penanaman kana adalah mendapatkan  $O_2$  dari akar kana/pisang-pisangan tersebut sehingga bakteri aerobik dapat hidup dan penguraian dengan kondisi aerasi dapat berjalan dengan seimbang.



Gambar 6. Saluran Aerasi

#### 4.6 Hasil Akhir Pengolahan Limbah Bio Teknologi

Pada tahap ini merupakan bangunan paling akhir dari hasil pengolahan air limbah. Bangunan ini adalah bak kontrol yang berfungsi sebagai pengendapan. Bak kontrol dibuat dengan ukuran 60 cm x 60 cm dengan tinggi 60 cm. Pada bagian bak kontrol dilapis agregat kasar. Pipa *output* dipasang pada bak kontrol bagian tengah ( $\frac{1}{2}$  h), agar input air ke bak kontrol dapat mengendap, kemudian *output* dari bak kontrol dialirkan ke laguna.

Sesuai dengan kriteria desain yang penulis tetapkan, maka hasil pengolahan air yang sudah dialirkan ke laguna diuji untuk mengetahui apakah kualitas air sudah sesuai rencana, dapat menciptakan ekosistem laguna yang seimbang) sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
PH	-	6-9
BOD	Mg/l	100
TSS	Mg/l	100
Minyak dan Lemak	Mg/l	10

Sumber: Lampiran Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tanggal 10 Juli 2003.

Pengujian untuk mendapatkan parameter yang telah ditetapkan pada baku mutu air limbah domestik, dilakukan di laboratorium yang sudah mempunyai sertifikasi berdasarkan standar nasional (SNI). Melihat proses pengolahan limbah bio teknologi dari bab sebelumnya, maka parameter - parameter yang menjadi tolok ukur baku mutu air limbah, maka sangatlah mungkin bahwa pengolahan limbah bio teknologi untuk pengisian laguna ini dapat memenuhi standar parameter baku mutu air limbah yang ditetapkan. Hal ini sesuai dengan tahap pengolahan yaitu, unit saringan lemak, *filter* untuk meningkatkan pH kemudian penguraian zat organik sehingga hasil limbah

yang diolah relatif sudah dapat mewujudkan biota air laguna yang seimbang, dengan kata lain parameter BOD pasti akan tercapai.

#### 4.7 Perhitungan Debit

##### a. Debit Air Limbah Warga

Pemakaian air rumah tangga yang akan dimanfaatkan dapat dikelompokkan berdasarkan banyaknya jumlah pemakaian air, yaitu:

1. Kamar mandi di rumah menggunakan hampir 70% dari seluruh penggunaan air (Linsley dan Franzini, 1991)
2. 15% air dipakai di dapur dan mencuci pakaian.
3. Sisanya digunakan untuk menyiram kebun dan mencuci mobil.
4. Setiap orang rata-rata menggunakan 150 liter air setiap hari.

Jumlah rumah warga yang air limbahnya dapat diambil atau dialirkan ke laguna adalah 46 unit rumah dan berdasarkan *survey*, rumah - rumah tersebut berpenghuni dengan anggota keluarga rata - rata 5 orang. Air bekas yang diambil adalah air bekas dari bak mandi (*bath tub*), bak cuci tangan, dan bak dapur yang disebut (*grey water*). Air bekas (*black water*) dari *closet* tidak diambil karena setiap unit rumah di Citra Gran sudah dilengkapi dengan unit *septic tank* untuk mengurai limbah kotoran yang kemudian diteruskan ke resapan sampai ke saluran pembuangan air kotor.

Data debit limbah yang dapat diambil berdasarkan asumsi jumlah pemakaian air di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Perhitungan Penggunaan Air dan Air Limbah Rumah Tangga

No	Jenis	Jumlah KK	Rata2 jml. Org/KK	Asumsi Pemakaian Air/org/hr(m <sup>3</sup> )	Tota1 (1)x(2)x(3) (m <sup>3</sup> )	Air limbah yg melalui intake(m <sup>3</sup> )
		(1)	(2)	(3)	(1)x(2)x(3) = (4)	(4)x0.70= (5)
1	Air limbah rmh tangga	46	5	0.15	34,5	24,2
1qhbg	Total air limbah yg bisa diambil					24,2 m <sup>3</sup> /hr

##### b. Debit Air Hujan

Menurut siklus hidrologi (Soewarno,2000), secara alamiah air yang ada dipermukaan bumi karena pengaruh radiasi matahari maka sebagian volume air akan menguap. Uap air tersebut kemudian terbawa angin yang semakin tinggi dan suhu yang dingin sehingga terkondensasi menjadi butir-butir air kemudian menjadi awan. Saat butir air tersebut menjadi besar dan jatuh ke bumi karena gravitasi maka terjadilah hujan.

Berdasarkan data dari Hendarvin, 2000, dijelaskan I (intensitas) hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Penjelasan mengenai I<sub>50</sub>, I<sub>25</sub> dan seterusnya adalah sebagai berikut:

I<sub>50</sub> = hubungan antara intensitas dengan durasi untuk periode ulang 50 tahunan.

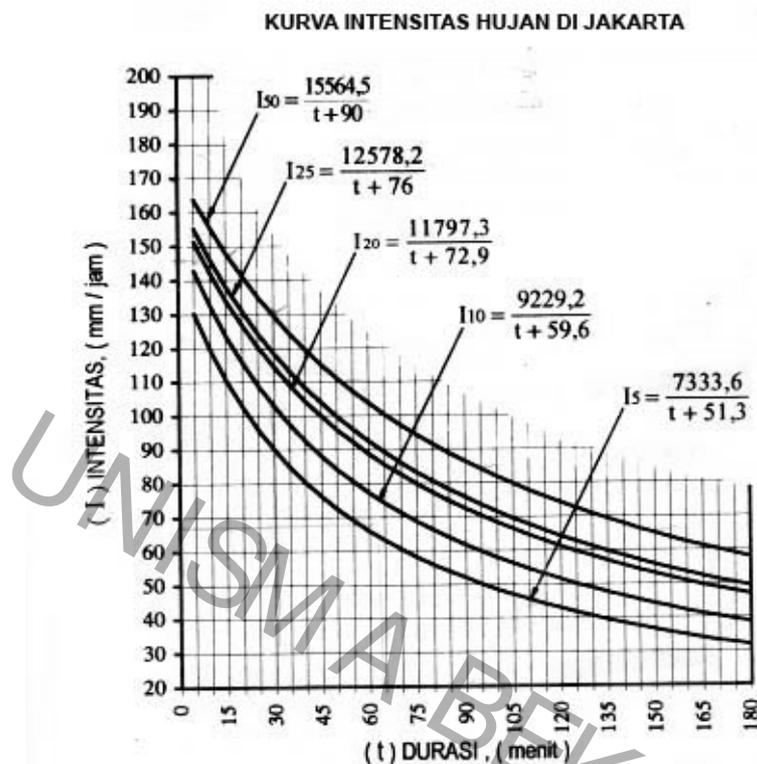
I<sub>25</sub> = hubungan antara intensitas dengan durasi untuk periode ulang 25 tahunan.

I<sub>20</sub> = hubungan antara intensitas dengan durasi untuk periode ulang 20 tahunan.

I<sub>10</sub> = hubungan antara intensitas dengan durasi untuk periode ulang 10 tahunan.

$I_5$  = hubungan antara intensitas dengan durasi untuk periode ulang 5 tahunan.

Dalam hal ini diambil curah hujan untuk periode ulang 50 tahunan, dengan durasi 15 menit, karena hujan yang terjadi akhir-akhir ini bersifat deras dan lebat. Berdasarkan gambar tersebut, pada durasi 15 menit didapatkan untuk curah hujan periode ulang 50 tahunan adalah 150 mm/jam.



Sumber: Hendarvin, 2000, Politeknik Negeri Bandung.

Gambar 7. Grafik Curah Hujan

Berdasarkan grafik di atas maka debit curah hujan di wilayah Citra Gran, sebagai berikut:

Debit air hujan yang diterima laguna adalah:

Diketahui:

$Q$  = debit ( $m^3/dt$ )

$F$  = koefisien = 0,2778

$C$  = 0,60 (koefisien limpasan, Dr. Mononobe) (tanah dataran yang ditanami)

$I$  = 150 mm/jam (intensitas hujan rata-rata)

Luas *catchment* ( $A$ ) =  $3.200 m^2 = 0,0032 km^2$

Maka dapat dihitung debit curah hujan yang dapat ditangkap laguna adalah:

$$Q = f C I A$$

$$= 0,2778 \times 0,60 \times 150 \times 0,0032$$

$$Q = 0,080 m^3/dt$$

Dengan gambaran perhitungan debit air hujan di atas, maka sesuai dengan hasil pengamatan secara langsung dan berdasarkan informasi dari bagian *estate management* Citra Gran, jika musim hujan permukaan air laguna berangsur naik hingga mencapai *level* muka air rencana. Maka pembahasan lebih lanjut mengenai curah hujan tidak dilakukan lebih detail karena tujuan utama dari desain *intake* laguna adalah untuk memenuhi kekurangan air laguna pada musim kemarau.

#### 4.8 Desain Pemipaan

##### 1. Lay Out Elevasi Saluran dan Laguna

Dari departemen perencanaan dan desain PT SINAR BAHANA MULYA (Perumahan Citra Gran) didapat data *site plan* beserta elevasi saluran air limbah warga dan laguna sebagai berikut (pada gambar lampiran 3). Berdasarkan perencanaan, tinggi permukaan air rencana adalah + 1.50 m dari dasar laguna. Saluran/gorong-gorong limbah warga yang memungkinkan untuk diambil sebagai sumber pengisian air laguna yang memenuhi syarat beda tinggi adalah gorong – gorong air kotor yang berasal dari blok C dan D1. Untuk pembahasan selanjutnya kita sebut blok C-D1. Dari gorong – gorong blok C - D1 tersebut dapat dibuat sudetan, untuk kemudian dialirkan ke tangki – tangki pengolah limbah yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Dengan berdasar gambar *site plan*, dapat dihitung jumlah rumah warga yang air limbahnya melalui saluran tersebut yang akan diambil untuk dialirkan ke laguna adalah 46 unit rumah dan berdasarkan *survey*, rumah - rumah tersebut berpenghuni dengan anggota keluarga rata - rata 5 orang.

#### 4.9 Analisa Pemipaan

Debit air hujan pada *catchment* blok C-D1 adalah sebagai berikut: berdasarkan perhitungan sub bab 4.3.2 diambil data curah hujan I (intensitas) sebesar 150 mm/jam.

Diketahui:

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{dt)}$$

$$f = \text{koefisien} = 0,2778$$

$$C = 0,60 \text{ (koefisien limpasan, Dr. Mononobe) (tanah dataran yang ditanami)}$$

$$I = 150 \text{ mm/jam (intensitas hujan rata-rata)}$$

$$\text{Luas } catchment \text{ (A)} = 12.543 \text{ m}^2 = 0,0125 \text{ km}^2$$

Maka dapat dihitung debit curah hujan yang dapat ditangkap blok C-D1 adalah:

$$Q = f C I A$$

$$Q = 0,2778 \times 0,60 \times 150 \times 0,0125$$

$$Q = 0,312 \text{ m}^3/\text{det} = Q_1$$

Sedangkan debit air limbah yang dihasilkan dari warga (Tabel 4.2) adalah:

$$Q = 24,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q = 24,2 \text{ m}^3 / 86.400 \text{ det}$$

$$Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{det} = Q_2$$

Sehingga debit gabungan antara air hujan blok C-D1 dan air limbah rumah tangga ( $Q_1 + Q_2$ ) adalah:

$$Q \text{ total} = Q_1 + Q_2$$

$$= 0,312 + 0,0003$$

$$= 0,3123 \text{ m}^3/\text{det} = 0,31 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### 4.10. Desain pipa intake (PVC)

Desain pipa *intake* direncanakan berdasarkan metode (*trial and error*). Dicoba pipa PVC diameter 10 inci = 0,254 m. Dengan kemiringan saluran yang terjadi dilapangan = ( 63,5 – 62,5)m / 290 m (jarak terjauh) = 0,003.

Maka dimasukkan ke Rumus Manning Gauckler Strickler (Sunggono, 1984):

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Keterangan:

- $V$  = kecepatan aliran air (m/dt)  
 $K$  = koefisien kekasaran diambil 90 (dinding pipa halus, Sunggono, 1984)  
 $R$  = jari – jari hidrolis (m) = 0,29 D pipa (Gunawan, 2000).  
 $R$  =  $0,29 \times 0,254 = 0,074$  m  
 $i$  = kemiringan saluran arah memanjang (0,003)

$$\begin{aligned}
 \text{maka } V &= K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \\
 &= 90 \cdot (0,074)^{2/3} \cdot 0,003^{1/2} \\
 &= 0,765 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Menguji diameter pipa intake (PVC) diameter 10 inci apakah aman atau tidak terhadap debit gabungan yaitu  $Q = 0,31 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

Rumus yang dipakai:  $A = Q / V$

Dimana:  $A$  = luas diameter pipa PVC ( $\text{m}^2$ )  
 $Q$  = debit gabungan =  $0,31 \text{ m}^3/\text{dt}$ .  
 $V$  = kecepatan aliran air =  $0,765 \text{ m/dt}$

Maka:  $A = Q / V$

$$A = 0,31 \text{ (m}^3/\text{dt)} / 0,765 \text{ (m/dt)}$$

$$A = 0,40 \text{ m}^2$$

$$0,40 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$0,40 = 0,785 D^2$$

$$D^2 = 0,40 / 0,785$$

$$D^2 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{0,50}$$

$$D = 0,70 \text{ m} = 70,0 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diameter pipa yang diijinkan adalah  $\geq 70$  cm, sehingga pada usulan desain dipergunakan 2 x pipa PVC Ø 16 inci. (2 x Ø 40,64 cm). Dengan kecepatan aliran 0,765 m/dt.

#### 4.11 Desain Tangki Pengolah Limbah

Desain tangki pengolah adalah merancang dimensi bangunan pengolah air limbah rumah tangga secara bio teknologi. Bangunan tersebut berfungsi sebagai lalu lintas air limbah rumah tangga dan penyaringan sehingga penguraian bahan – bahan organik yang terkandung dalam air buangan dengan bantuan mikro organisme dapat berjalan dengan alami.

Dimensi tangki *grease trap* (penangkap lemak/minyak), tangki pengurai, tangki *filter* dan saluran aerasi dibuat berdasarkan buku *Greywater Management* (Morel and Diener, 2006), sebagai berikut:

- Tangki *grease trap* = debit air limbah x HRT (masa tinggal)
 
$$\begin{aligned}
 &= 24,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0,02 \text{ hr} \\
 &= 0,48 \text{ m}^3 \\
 &\approx 1,0 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$
- Tangki pengurai = debit air limbah x HRT (masa tinggal)
 
$$\begin{aligned}
 &= 24,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 2 \text{ hr} \\
 &= 48,4 \text{ m}^3 \\
 &\approx 49,1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$
- Tangki *filter* = debit air limbah x HRT (masa tinggal)
 
$$\begin{aligned}
 &= 24,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 0,04 \text{ hr} \\
 &= 0,98 \text{ m}^3 \\
 &\approx 1,0 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$
- Saluran aerasi = debit air limbah x HRT (masa tinggal)
 
$$\begin{aligned}
 &= 24,2 \text{ m}^3/\text{hr} \times 3 \text{ hr} \\
 &= 73,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3. Tabel Dimensi Tangki Pengolah Limbah

No	Tipe Tangki	Debit (m <sup>3</sup> )/hr	HRT (hr)	Vol (m <sup>3</sup> )	Dimensi (m)			Hasil Hitungan
					Lebar	Tinggi	Pjg	P.L.T
1	Tangki pengendapan ( <i>grease trap</i> )	24,2	0,02	0,48	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Tangki pengurai	24,2	2	48,4	1,7	1,7	17	49,1
3	Tangki <i>filter</i>	24,2	0,04	0,98	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Saluran aerasi	24,2	3	73,2	1,2	1,0	61,0	73,2

Sumber: Morel dan Diener, 2006.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan:

- Keandalan sumber yaitu kemampuan air limbah warga yang tersedia mampu mencukupi jumlah volume air untuk mengisi laguna sesuai muka air rencana terpenuhi, adapun hasil perhitungan dari debit limbah rumah tangga sebesar 24,2 m<sup>3</sup>/hari.
- Hasil perhitungan desain *intake* adalah:
  - Pipa *intake* (PVC) didapatkan hasil 2 x Ø 16 inci (2 x Ø 40,64 cm).
  - Dimensi tangki pengendapan (*grease trap*) adalah panjang 1m, lebar 1m, tinggi 1m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 1m<sup>3</sup>.
  - Dimensi tangki pengurai adalah panjang 17 m, lebar 1,7 m, tinggi 1,7 m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 49,1 m<sup>3</sup>.
  - Dimensi tangki *filter* adalah panjang 1 m, lebar 1 m, tinggi 1 m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 1 m<sup>3</sup>.
  - Dimensi saluran aerasi adalah panjang 61 m, lebar 1,2 m, tinggi 1 m sehingga menghasilkan kapasitas sebesar 73,2 m<sup>3</sup>.
- Aliran air dari sumber menuju tangki pengolahan selanjutnya ke laguna (pemipaan) diharapkan pada aplikasi lapangan benar-benar lancar dengan mempertimbangkan standar pemasangan kemiringan pipa dan desain dimensi pipa yang dipakai juga sudah cukup aman.
- Pengolahan air limbah diharapkan menghasilkan kualitas air yang sesuai rencana yang dapat menciptakan ekosistem laguna yang seimbang, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, karena desain yang dibuat mengacu pada keputusan Menteri tersebut.

### 5.2 Saran

- Cara pemeliharaan untuk bangunan *intake* dan perlengkapannya sebaiknya dilakukan pembersihan dari sampah dan kotoran setiap 2 minggu sekali.
- Untuk mengetahui baku mutu air limbah yang dihasilkan sebaiknya dilakukan uji kelayakan mutu air dari instansi yang berwenang, yang menyatakan bahwa air hasil pengolahan limbah tersebut layak untuk dialirkan ke laguna, sehingga ikan dan tanaman air bisa hidup.

3. Hasil pengolahan air limbah ini juga dapat dimanfaatkan untuk penyiraman taman di sekitar perumahan untuk efisiensi air bersih dan efisiensi biaya operasional penyiraman taman.
4. Disarankan untuk melakukan penelitian dengan perencanaan pengolahan air limbah (*water treatment*) agar sesuai baku mutu air sehingga dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari, minimal mandi dan cuci.

#### DAFTAR PUSTAKA

- , 1997, *Analisa Dampak Lingkungan*, PT. Sinar Bahana Mulya, Jakarta.
- , 2003, *Baku Mutu Air Limbah*, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 112 Tahun 2003, Jakarta.
- , 2004, *Sumber Daya Air*, Undang-Undang Republik Indonesia, Nomor 7 Tahun 2004, Penerbit PT. Medisa, Jakarta.
- Alfisa, W., 2000, *Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan Melalui Pengelolaan Air Limbah Perkotaan*, Kantor Menteri Pekerjaan Umum, Jakarta.
- BPLHD JABAR, 19 Maret 2010, *Pencemaran Air*, <http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/did-you-know/lingkungan>
- Dictionary.com, 02 Maret 2010, *Self Purification*, <http://dictionary.reference.com/browse/self-purification>.
- Gunawan, T, 2000, *Hidrolika*, Penerbit Delta Teknik Group, Jakarta.
- Harmayani. K.D. dan Konsukartha I. G. M., 2007, *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh*, Jurnal Permukiman, Universitas Denpasar.
- Ipteknet, 2 Maret 2010, *Pengelolaan Air dan Sanitasi*, <http://www.iptek.net.id/>
- Tangahu, 12 Mar 2010, *Pengolahan Limbah Rumah Tangga*, <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/>
- Linsley, Ray K dan Franzini, Joseph B, 1991, *Teknik Sumber Daya Air*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Morel, A. dan Diener, S., 2006, *Greywater Management*, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Swiss.
- Neis, U, 1993, *Memanfaatkan Air Limbah*, Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Putra, Y, 2004, *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga (Upaya Pendekatan Dalam Arsitektur)*, Repository, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Santi, D.N, 2004, *Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit, Industri Pulp Dan Kertas, Industri Kelapa Sawit*, Repository, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Slamet, R.Arbianti dan Daryanto, 2005, *Pengolahan Limbah Organik (Fenol) dan Logam Berat (Cr6 atau Pt) Secara Simultan Dengan Fotokatalis Tio2, ZnO - TiO2 Dan CdS-TiO2*, Makara, Teknologi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Soewarno, 2000, *Hidrologi Operasional*, Penerbit PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Subagio, H, 2008, *Perancangan Menggunakan Program Visual Basic 6 Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Aerated Lagoon*, BPPT, Jakarta.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit UI Press, Jakarta.
- Sunggono, 1984, *Buku Teknik Sipil*, Penerbit Nova, Bandung.
- Suroso, A., 2005, *Hidrolika, Modul Mata Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Susilo, H., 2007, *Pengembangan Sumber Daya Air, Modul Kuliah*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Sosrodarsono, S, dan Takeda, 1991, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Adi, 4 Agustus 2007, *Mengolah Limbah Rumah Tangga*, <http://id.shvoong.com/>
- Wikipedia, 2 Maret 2010, *Bio Teknologi*, <http://id.Wikipedia.org/>