

Studi Perencanaan Pengolahan Limbah Cair Domestik pada Perumahan Green Tombro di Kota Malang

Raudlatul Jannah¹, Eko Noerhayati², Warsito³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : dtljannah@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : Warsito@unisma.ac.id

ABSTRAK

*Hampir semua pemukiman di Indonesia khususnya di Kota Malang membuang limbah hasil aktivitas cuci, mandi, dan dapur langsung ke saluran pembuangan air tanpa diolah terlebih dahulu. Lama – kelamaan, hasil limbah ini mengalami dekomposisi berubah menjadi kehitaman dan menimbulkan bau busuk dan menimbulkan berbagai penyakit. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman air mampu menguraikan limbah cair tersebut, sehingga air limbah buangan menjadi lebih baik. Sebelum limbah dibuang ke saluran pembuangan air, dialirkan ke selokan sampai penampungan di pekarangan rumah, yang ditanami tanaman hias air. Di sinilah air limbah ini mengalami proses penguraian. Metode yang digunakan merupakan metode eksperimen atau Fitoremediasi pada kemampuan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai media penyerap polutan limbah cair domestik. Dan hasil akhir kadar adalah COD = 80,85 mg/L, dimana nilai tersebut sudah memasuki kriteria batas nilai maksimal COD, Dan hasil akhir BOD 9, 628 mg/L sudah memasuki batas kriteria nilai maksimal yang sudah ditentukan oleh mutu baku air limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit air limbah kawasan pemukiman penduduk yaitu 0,0008 m³/detik dengan jumlah 34 unit rumah penduduk rencana 170 jiwa.*

Kata Kunci: Limbah Cair Domestik, COD, BOD, Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Malang merupakan kota kedua tersasar di Jawa Timur setelah Kota Surabaya. Kota Malang juga biasa dijuluki sebagai kota pendidikan, dimana banyak instansi pendidikan di kota ini. Tidak hanya dari dalam kota, luar kota bahkan dari luar Pulau Jawa memilih Kota Malang sebagai lokasi studi mereka. Itu semua tidak luput dari padatnya kota ini mencapai puluhan ribu mahasiswa baru setiap tahunnya. Dimana perkembangan kota yang ramai akan mempengaruhi debit limbah domestik secara berlebih. Salah satu alternatif cara penampungan dan pengolahan limbah cair domestik yaitu dengan cara filtrasi dengan menggunakan cara yang efisien, dan efektif.

TINJAUAN PUSTAKA

Perhitungan Kadar COD dan BOD

1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Besarnya nilai COD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat $K_2Cr_2O_7$, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Uji COD merupakan suatu cara untuk mengetahui jumlah bahan organik yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan (Fardiaz, 1995).

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A-B)N \text{ FAS} \times P}{V \text{ sampel}} \times 1000 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

A = ml nitran sampel
B = ml titrasi sampel
Vs = volume sampel
N Fas = Normalitas FAS
P = Pengenceran

Secara umum kadar BOD dan COD yang tinggi mencerminkan konsentrasi bahan organik yang tinggi sehingga diperlukan oksigen yang tinggi dan menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan. Kadar oksigen yang sangat rendah dapat menyebabkan kematian bagi organisme air. Semakin tinggi kadar COD maka tingkat populasi perairan juga semakin parah (Pribadi, 2009).

2. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh makrozoobentos aerobik di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Pembuangan bahan organik melalui proses oksidasi oleh makrozoobentos di dalam air lingkungan adalah proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup (Wardhana, 1995).

$$\text{BOD (mg/L)} = \frac{A \times N \text{ FAS} \times 8000}{V-4} \dots\dots\dots (2)$$

A = ml nitran sampel
Vt = volume total
N Fas = Normalitas FAS

3. Perhitungan Debit Air Kotor

Perhitungan kebutuhan pemenuhan air kotor pada perumahan Green Tombro ini menurut ketentuan SNI 03-6481-2000.

Qd perumahan Green Tombro

$$Qd = \Sigma \text{ penghuni} \times \text{pemakaian air liter/hari} \dots\dots\dots (3)$$

4. **Debit rata-rata air buangan (Qabr)**
 $Qabr = fab \times Qd$ (4)
 Dimana :
 $Qabr$ = Debit rata-rata air buangan (L/s)
 Fab = Faktor timbulan air buangan (faktor air buangan berkisar antara 50-80% menurut metcalf and eddy, 1991)
 Qd = Besarnya kebutuhan rata-rata air bersih (L/s)
5. **Debit hari max (Qmd)**
 $Qmd = fp \times Qabr$ (5)
 Dimana :
 Qmd = debit harian maksimum (l/dt)
 Fp = faktor debit hari maksimum (faktor air buangan berkisar antara 1,1 -1,25 menurut moduto,2000)
 $Qabr$ = debit air buangan rata-rata (l/dt)
6. **Debit minimal (Qmin)**
 $Qmin = 0,2 \times P^{0,2} \times Qabr$ (6)
 Dimana :
 $Qmin$ = Debit Minimum (l/Detik)
 $P^{0,2}$ = Jumlah Penduduk (jiwa)
 $Qabr$ = Debit air buangan rata-rata (l/s/jiwa)
7. **Debit Infiltrasi (Qinf)**
 $Qinf = \text{Faktor inf} \times Qabr$ (7)
 Dimana :
 $Qinf$ = Debit Infiltrasi (l/s)
 $Qabr$ = Debit air buangan rata-rata
 $Finf$ = Koef.infiltrasi rata-rata
8. **Debit puncak (Qpeak)**
 $Qpeak = Qmd + Qinf$ (8)
 Dimana :
 $Qpeak$ = debit puncak (l/dt)
 Qmd = debit satuan harian maksimum (l/dt)
 $Qinf$ = debit infiltrasi saluran (l/dt.km)
9. **Debit desain (Q desain)**
 $Qdesain = Qpck + Qinf$ (9)
 Dimana :
 $Qpeak$ = debit puncak (l/dt)
 $Qinf$ = debit infiltrasi saluran (l/dt.km)

METODE PERENCANAAN

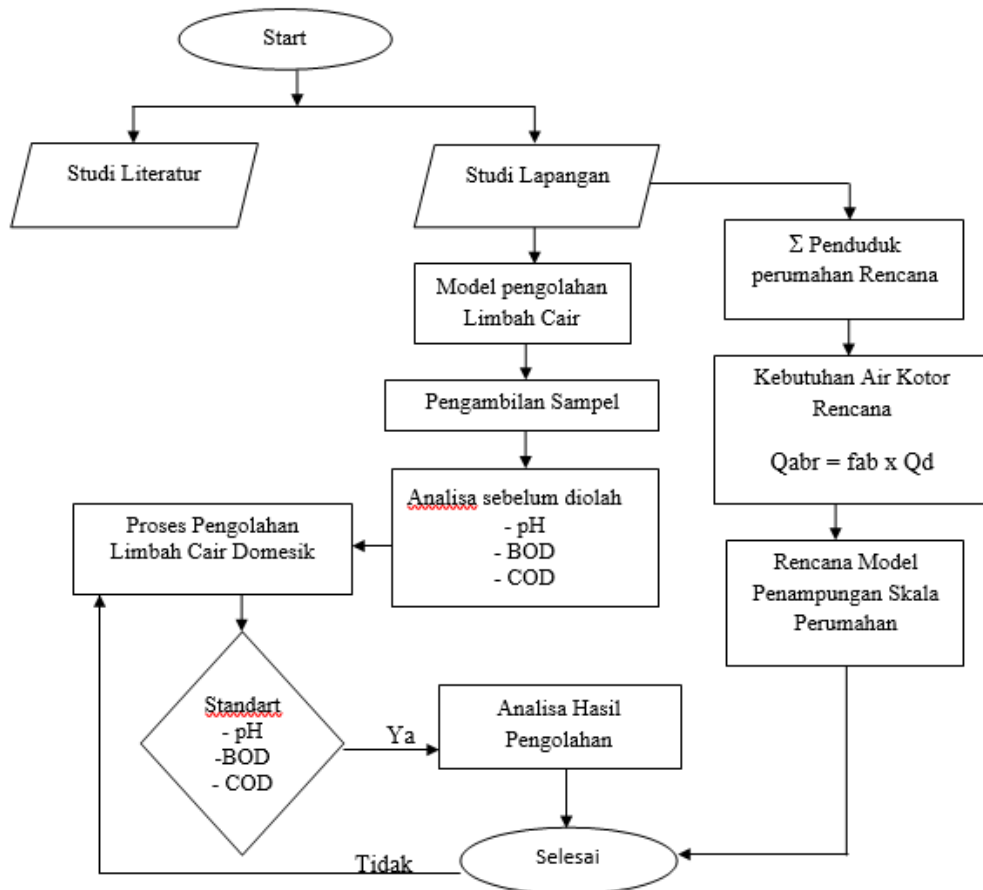
Lokasi penelitian ini dilakukan di daerah perumahan Green Tombro di Kelurahan Tasikmadu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Dimana perumahan Green Tombro merupakan hunian yang asri dikelilingi oleh daerah persawahan.

Langkah Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan sebagai media model fisik pengolahan limbah cair domestic pada penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- 1) Persiapan Alat dan Bahan
 - a. Pipa PVC ukuran $\frac{1}{2}$
 - b. 20 botol aqua ukuran 1500 ml
 - c. Drum berukuran 30 L untuk menampung limbah cair domestik
 - d. Indikator pH Universal untuk menguji kualitas pH air
- 2) Bahan yang digunakan
 - a. Sabut kelapa
 - b. Tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) sebagai media tanaman penyerap polutan yang terkandung pada limbah cair domestik
 - c. Sampel Limbah cair domestik perumahan Green Tombro
 - d. 2 Lembar kain bekas
- 3) Persiapan proses media penelitian antara lain :
 - a. Menyiapkan rak kayu untuk menempatkan tong pengolahan limbah cair domestik setinggi 60cm untuk menempatkan tong yang pertama, sedangkan tong yang kedua setinggi 45cm, tong yang ketiga 30cm, sedangkan tong keempat 25cm dengan posisi bertingkat
 - b. Tong pertama hanya sebagai penampung limbah cair domestik sebelum memasuki proses filtrasi limbah cair. serabut kelapa dan kerikil diurutan paling atas.
 - c. Dasar Tong yang kedua berisi material pasir halus dilapisi kain bekas yang akan menahan pasir agar tidak keatas, kemudian ditambahkan spons agar memaksimalkan penyaringan atau proses filtrasi limbah cair domestik.
 - d. Menyediakan tanaman yang mampu menyerap polutan yang terdapat pada limbah cair domestik yaitu tanaman eceng gondok sebagai media perbandingan dari eksperimen penelitian
 - e. Mengisi penuh tong dengan sampel limbah, yang telah siap untuk olah melalui proses filtrasi dan pengolahan limbah cair domestik
 - f. Proses mediasi menggunakan tanaman dilakukan selama 15 hari atau sampai air benar – benar layak atau aman untuk digunakan sebagai kebutuhan air irigasi
- 4) Analisa Perhitungan kondisi Limbah cair sebelum pengolahan
 - a. Menghitung Nilai COD sebelum pengolahan limbah cair domestik
 - b. Menghitung Nilai BOD sebelum pengolahan limbah cair domestik
 - c. Mengukur nilai pH sebelum pengolahan limbah cair domestik
- 5) Analisa Perhitungan Kondisi Limbah cair setelah pengolahan
 - a. Menghitung Nilai COD setelah pengolahan limbah cair domestik
 - b. Menghitung Nilai BOD setelah pengolahan Limbah cair domestik
 - c. Mengukur Nilai pH setelah pengolahan

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini :



Gambar 1. Bagan Alir

PEMBAHASAN

1. Perhitungan kandungan COD pada limbah cair domestik

Sebelum pengolahan

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A-B)N \text{ FAS} \times P}{V \text{ sampel}} \times 1000$$

Keterangan:

A = ml nitran sampel

B = ml titrasi sampel

Vs = volume sampel

N Fas = Normalitas FAS

P = Pengenceran

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(4,20-3,65) \times 28 \times 0,0385}{2} \times 1000$$

$$= 296,45 \text{ mg/L}$$

Perhitungan kandungan BOD pada Limbah cair Domestik

Diketahui :

A = 5 ml

N = 0,874 ml

$$\begin{aligned}
 V &= 240 \text{ ml} \\
 \text{OT (mg/L)} &= \frac{A \times N \times 8000}{V-4} \\
 \text{Oksigen terlarut sebelum pengolahan} \\
 \text{OT (mg/L)} &= \frac{5 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\
 &= 14,813 \text{ mg/L} \\
 \text{OT sebelum pengolahan} \\
 \text{OT (mg/L)} &= \frac{0,7 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\
 &= 2,073 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai pH, COD dan BOD yang terkandung pada limbah cair domestik setelah pengujian laboratorium selama 15 hari pH sebelum pengolahan ialah 9 dimana batas pH aman untuk kebutuhan tanaman irigasi ialah 6 – 8. Dimana pada nilai pH 9 kondisi air tidak layak untuk kebutuhan tanaman irigasi karena bersifat basa, pH air yang bersifat basa tidak bisa digunakan untuk kebutuhan tanaman irigasi. dikarenakan aktifitas masyarakat setempat menggunakan detergen untuk mencuci. Dimana detergen tersebut mampu mengubah pH air menjadi basa. sedangkan nilai awal adalah COD 296,45 mg/L dimana kadar awal melebihi ketentuan batas mutu baku air limbah cair domestik. Dan kadar awal BOD 14,813 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016

2. Perhitungan Kondisi setelah pengolahan limbah cair domestik

Setelah pengolahan

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A-B)N \text{ FAS} \times P}{V \text{ sampel}} \times 1000$$

Keterangan :

A = ml nitran sampel

B = ml titrasi sampel

Vs = volume sampel

N Fas = Normalitas FAS

P = Pengenceran

$$\begin{aligned}
 \text{COD (mg/L)} &= \frac{(2,50-2,35) \times 28 \times 0,0385}{2} \times 1000 \\
 &= 80,85 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Oksigen terlarut setelah pengolahan

$$\begin{aligned}
 \text{DO (mg/L)} &= \frac{4,9 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\
 &= 14,517 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Blanko pengolahan Limbah cair domestik

$$\begin{aligned}
 \text{OT (mg/L)} &= \frac{5,5 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\
 &= 16,8294 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

BOD Setelah pengolahan

Diketahui :

A = 3,25 ml

N = 0,874 ml

V = 240 ml

$$\text{OT (mg/L)} = \frac{A \times N \times 8000}{V-4}$$

$$\begin{aligned}\text{OT (mg/L)} &= \frac{3,25 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\ &= 9,628 \text{ mg/L} \\ \text{Blanko} & \\ \text{OT (mg/L)} &= \frac{5,0 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\ &= 14,813 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kadar COD, BOD dan pH yang terkandung pada limbah cair domestik setelah pengolahan selama 15 hari hasil akhir adalah COD 80,85 mg/L telah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. Untuk hasil akhir BOD 9,628 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016

Dengan nilai pH yang netral, yaitu 7 akan menunjang proses pengolahan dengan mikroorganisme, karena tidak perlu melakukan proses netralisasi guna memperoleh kondisi pH ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme, sehingga menekan biaya operasinya. Pada kondisi pH yang netral sudah dapat kita manfaatkan untuk kebutuhan tanaman irigasi.

3. Perhitungan Debit Air Kotor

Perhitungan kebutuhan pemenuhan air kotor pada perumahan Green Tombro ini menurut ketentuan SNI 03-6481-2000.

1. Qd perumahan Green Tombro

$$\begin{aligned}\text{Qd} &= \Sigma \text{ penghuni} \times \text{pemakaian air liter/hari} \\ &= 170 \text{ jiwa} \times 120 \text{ liter/jiwa/hari} \\ &= 20.400 \text{ l/hari} \\ &= 20,40 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

2. Debit rata-rata air buangan (Qabr)

Dimana :

Qabr = Debit rata-rata air buangan (L/Detik)

Fab = Faktor timbulan air buangan (faktor air buangan berkisar antara 50-80% menurut metcalf and eddy, 1991)

Qd = Besarnya kebutuhan rata-rata air bersih (L/detik)

$$\begin{aligned}\text{Qabr} &= \text{fab} \times \text{Qd} \\ &= 0,80 \times 20,40 \\ &= 16,32 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

3. Debit hari max (Qmd)

dimana :

Qmd = debit hari maksimum (l/dt)

Fp = faktor debit hari maksimum (faktor air buangan berkisar antara 1,1 -1,25 menurut moduto,2000)

Qabr = debit air buangan rata-rata (l/dt)

$$\begin{aligned}\text{Qmd} &= \text{fp} \times \text{Qabr} \\ &= 1,1 \times 16,32 \\ &= 17,952 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

4. Debit minimal (Qmin)

dimana :

Qmin = Debit Minimum (l/Detik)

$P^{0,2}$ = Jumlah Penduduk (jiwa)

Q_{abr} = Debit rata-rata air buangan (l/detik/ribuan jiwa)

$$Q_{min} = 0,2 \times P^{0,2} \times Q_{abr}$$

$$= 0,2 \times 4^{0,2} \times 16,32$$

$$= 4,3068 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Debit Infiltrasi (Q_{inf})

Dimana :

Q_{inf} = Debit Infiltrasi (l/detik)

Q_r = Debit buangan rata-rata air buangan

F_{inf} = Koef.infiltrasi rata-rata

Q_{inf} = Faktor inf x Q_{abr}

$$= 0,2 \times 16,32$$

$$= 3,264 \text{ m}^3/\text{hari}$$

6. Debit puncak (Q_{peak})

Dimana :

Q_{peak} = debit puncak (l/dt)

Q_{md} = debit satuan harian maksimum (l/dt)

Q_{inf} = debit infiltrasi saluran (l/dt)

$Q_{peak} = Q_{md} + Q_{inf}$

$$= 17,592 + 3,264$$

$$= 21,215 \text{ m}^3/\text{hari}$$

7. Debit desain (Q_{desain})

Dimana :

Q_{peak} = debit puncak (l/dt)

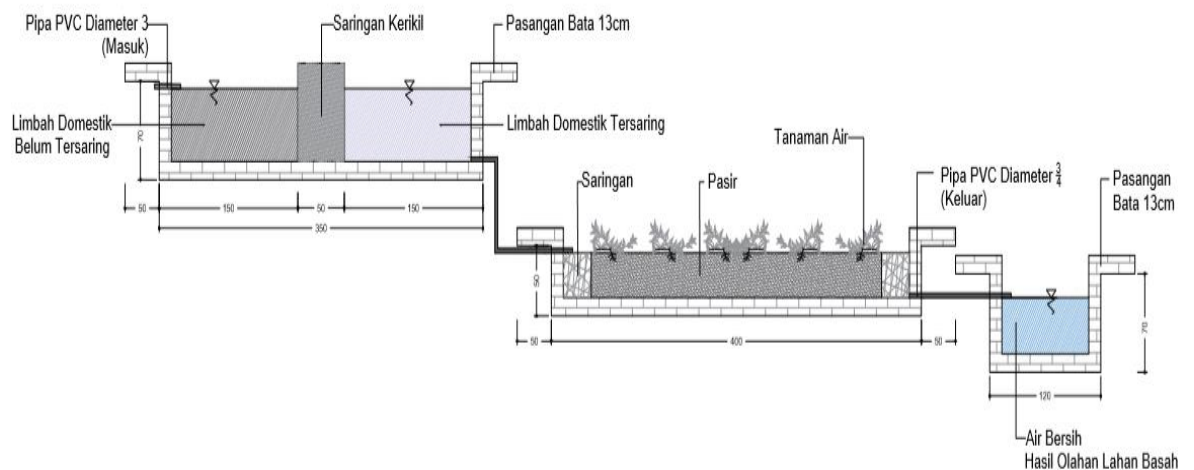
Q_{inf} = debit infiltrasi saluran (l/dt.km)

$Q_{desain} = Q_{peak} + Q_{inf}$

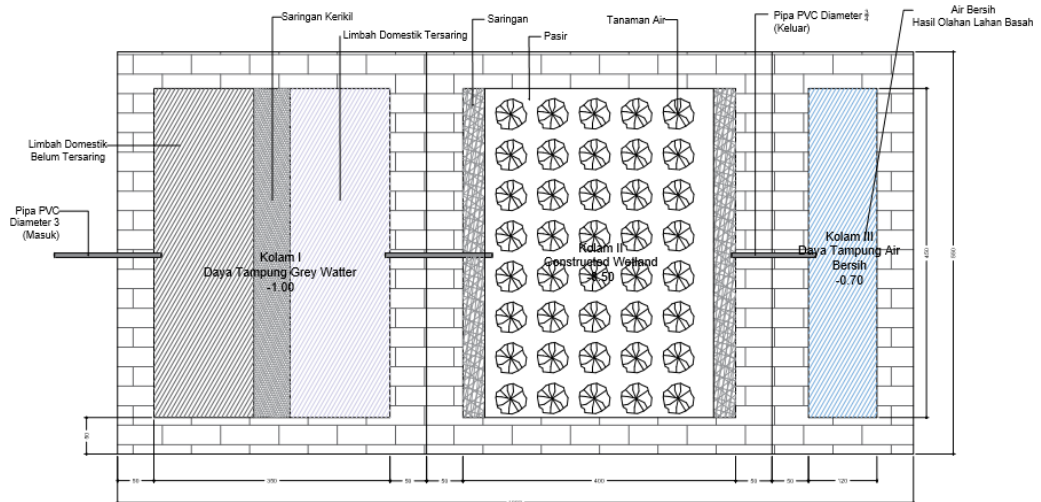
$$= 21,215 + 3,264$$

$$= 24,479 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,0199 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,0169 \text{ m}^3/\text{menit}$$



Gambar 1 Sketsa Penampungan dan pengolahan Limbah Cair Domestik



Gambar 2 Denah sketsa Penampungan Dan pengolahan Limbah Cair Domestik

PENUTUP

Kesimpulan

1. Diperoleh hasil perhitungan menurunkan kandungan Dan hasil akhir kadar adalah COD 80,85 mg/L. telah memasuki batas nilai maksimal COD dari air limbah cair domestik perumahan. Dan hasil akhir BOD 9, 628 mg/L memasuki kriteria batas maksimal nilai COD, sudah memasuki batas nilai maksimal dimana akan dilanjutkan untuk dimanfaatkan kembali khususnya eksperimen pada tanaman irigasi dan kebutuhan air siraman pada tanaman di kawasan perumahan Green Tombro
2. Dari hasil percobaan eksperimen pada tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu mengurangi dan menyerap polutan atau flok-flok yang terkandung pada limbah cair domestik. Dimana kadar kandungan awal adalah COD 296,45 mg/L dimana kadar awal melebihi ketentuan batas mutu baku air limbah cair domestik. Dan kadar awal BOD 14,813 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
3. Dari hasil hitungan debit desain rencana Model adalah 76,1593 m³/hari. Rencana volume pada tampungan pertama yaitu 25,088 m³. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 25088 liter adalah 25038 liter. Dan hasil yang proses mediasi penyerap polutan dengan tanaman yaitu hasil volume diperoleh 36,9 m³ dimana dapat menampung limbah berkisar 36900 liter limbah. Dimana, volume air yang sebenarnya dapat ditampung dalam penampungan berkapasitas 36850 liter limbah cair. Proses fotoremediasi atau penyerapan polutan dalam kolam penampungan dapat menggunakan tanaman eceng gondok sebanyak 250 tanaman atau sampai kolam benar-benar penuh kolam kolam kedua. Kemudian Volume hasil akhir pengolahan limbah cair domestik adalah 14,121 m³. dimana dapat menampung limbah berkisar 14121 liter limbah. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 14071 liter.

Saran

1. Perlu adanya kesadaran dari masyarakat setempat pentingnya mengolah limbah cair domestik untuk dimanfaatkan sebagai menyiram tanaman atau kebun disekitar perumahan
2. Perlu adanya perencanaan saluran Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) khususnya di kawasan perumahan Green Tombro Kelurahan Tasikmadu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang
3. Perlu penelitian lebih lanjut agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan khususnya dengan mengolah limbah cair domestik terlebih dahulu
4. Rekomendasi dari penelitian ini diharapkan dapat mewujudkan upaya pemanfaatan limbah cair domestic dalam skala perumahan khususnya daerah perumahan Green Tombro
5. Untuk perencanaan jaringan air bersih maupun air kotor perlu diperhatikan secara khusus tentang situasi/kondisi di lapangan terkait pengumpulan data-data yang diperlukan dan referensi metode analisis perhitungan perencanaan jaringan air bersih maupun air kotor sehingga dapat memudahkan dalam proses perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nusa I.S. Petrus N.R., Arie H. 2006. *Alat Pengolah Air Limbah Rumah Tangga Semi Komunal*. www.kalair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahrt/limbahrt.html.
- Metcalf dan Eddy, 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGrawHill, New York
- MPMSAA. 2008. *Urban Greywater Design and Installation Handbook*. Australian Government.
- Zhe Li, Fergal B, Anthony R. 2010. "Rainwater Harvesting and Greywater Treatment System for domestic Application in Ireland". *Desalination*, 260: 1-8. Elsevier
- Asdak. C., 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Erickson
- Allen, K, dan Nura A. D. 2014. *Perencanaan Sistem penyaluran Air Limbah Domestik Kota Bogor Menggunakan Air Hujan Untuk debit Penggelontoran*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* vol.22 No.1 (Institut Pertanian Bogor) IPB, Bogor
- Hindarko, S., 2003, *Mengolah Air Limbah : Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*, Penerbit ESHA, Jakarta.
- Wirawan, W. A., Wirosodarmo, R., Susanawati, L. D. (2013). *Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem Dft (Deep flow technique)*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 63 – 70