

Analisa Pengaruh Kerapatan Tanaman Terhadap Kinerja Constructed Wetland Pada Pengolahan Limbah Greywater Perumahan

Febrinasti Alia¹⁾, Puteri Kusuma Wardhani²⁾, Rafly Nugraha Putra³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya

Email: febrinastialia@ft.unsri.ac.id¹⁾, puterikusumawardhani@unsri.ac.id²⁾,
raflinugrahaputra@gmail.com³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.875>

(Received: 18 January 2023 / Revised: 04 July 2023 / Accepted: 13 July 2023)

Abstrak

Constructed wetland atau lahan basah buatan adalah salah satu penerapan eko – drainase dengan tujuan memperbaiki kualitas air, kuantitas air, konservasi air, menciptakan keindahan, dan estetika. Kondisi awal limbah greywater perumahan pada lokasi penelitian memiliki kadar limbah yang masih jauh dari baku mutu yaitu, BOD sebesar 93 Mg/L, COD sebesar 990,5 Mg/L, TSS sebesar 93 Mg/L, suhu sebesar 28,9°C dan pH air sebesar 9,6. Penelitian ini menganalisa pengaruh kerapatan tanaman eceng gondok terhadap kinerja lahan basah buatan. Pada kerapatan tanaman 13 tanaman/m², kadar polutan turun dengan baik, untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 42,17 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 114,1 Mg/L, lalu dilihat kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 20 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,6. Pada kerapatan 21 tanaman/m², untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 29,73 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 98,4 Mg/L. Kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 13,6 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,2. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa variasi kerapatan tanaman 13 individu/m² menghasilkan efisiensi penurunan BOD, TSS, dan COD sebesar 94%, 79% dan 88%. Sedangkan variasi kerapatan tanaman 21 individu/m² menghasilkan efisiensi penurunan BOD, TSS, dan COD sebesar 96%, 85% dan 90%.

Kata Kunci: *Ekodrainase, eceng gondok, lahan basah buatan, limbah greywater*

Abstract

Constructed wetland or man-made wetland is one of eco-drainage applications, aiming to improve water quality, water quantity, water conservation, and for aesthetics purposes. The initial condition of greywater in the area of research does not meet the effluent standard, as such 93 Mg/L of BOD, 990,5 Mg/L of COD, 93 Mg/L of TSS, temperature of 28,9°C and pH of 9,6. This research analyze the effect of water hyacinth plant density on constructed wetland performance. At a plant density of 13 plants/m², BOD levels which were initially 990 Mg/L decreased to 42,17 Mg/L, COD which was originally 794,4 to 114,1 Mg/L, then the TSS content was initially 93 Mg/L to 20 Mg/L, and pH from 9,6 to 7,6. For density 21 plants/m², The initial BOD of 990 Mg/L dropped to 29,73 Mg/L, then the COD level which was originally 794,4 became 98,4 Mg/L. TSS content which was originally 93 Mg/L to 13,6 Mg/L, and pH from 9,6 to 7,2. Based on the results, plant density of 13 plant/m² can reduce pollutant parameters up to 94% for BOD, 79% for TSS and 88% of COD while plant density of 21 plant/m² can reduce pollutant parameters up to 96% for BOD, 85% for TSS and 90% of COD.

Keywords: *Eco-drainage, water hyacinth, constructed wetland, greywater*

1. Latar Belakang

Air limbah rumah tangga di Indonesia relatif belum terjangkau oleh teknologi pengolahan limbah (Nilasari and Faizal, 2016). Besarnya beban pencemaran yang ditimbulkan menyebabkan gangguan lingkungan terutama untuk perairan disekitar permukiman (Dahruji, Wilianarti and Totok Hendarto, 2016). Pencemaran air sungai mencapai 60-70% berasal dari limbah domestik (Tampubolon, Febrina and Mulyawati, 2020) sedangkan air bekas/greywater (air bekas mandi, cuci dan dapur) yang volumenya sekitar 75% dari air limbah rumah tangga umumnya langsung dialirkan ke saluran/badan air (Suswati, A.C.S., et.al, 2013), oleh karena itu sangat penting untuk mengurangi beban pencemar air permukaan yang juga dimanfaatkan sebagai sumber air. Limbah rumah tangga, beberapa jenis limbah industri, limbah pertanian, limbah tekstil adalah beberapa contoh limbah yang dapat diolah dengan *constructed wetland* (Hassan *et al.*, 2021). *Constructed wetland* atau dikenal dengan lahan basah buatan adalah satu penerapan eko-drainase, dengan tujuan memperbaiki kualitas air, kuantitas air, konservasi air, restorasi ekologi dan juga menciptakan keindahan, estetika dan keramahan (Hasan and Suprpti, 2021).

Lahan basah buatan merupakan sistem pengolahan air limbah yang terkontrol dan dibangun dengan menggunakan proses alami. Pengolahan air limbah dengan menggunakan metode lahan basah buatan telah banyak diaplikasikan di negara maju seperti Cina (Xie *et al.*, 2013), Turki (Gunes *et al.*, 2021) dan Jerman (Ávila *et al.*, 2014). Susunan lahan basah buatan meliputi tanah berpasir, tanaman dan bantuan organisme lainnya untuk mengolah air buangan atau air limbah (Darmayanti, Dkk, 2013). Keuntungan dari lahan basah buatan dibandingkan fasilitas pengolahan air limbah konvensional adalah biaya investasi, operasi dan pemeliharaan yang lebih rendah, lahan basah dibangun untuk mengolah air limbah, mengurangi efek berbahaya dari limbah, dan dalam upaya meningkatkan kualitas air (Rahman *et al.*, 2020).

Tipe lahan basah buatan yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe FWS (*Free Water Surface*). Sistem FWS dapat digunakan untuk bagian kecil dari daerah perkotaan (misalnya pengolahan air limbah untuk masyarakat pada perumahan atau industri kecil) dengan fasilitas pengolahan sekunder untuk rumah tangga (*blackwater* atau *greywater*) (Kassa, 2019).

Penelitian ini memfokuskan analisa teknologi *constructed wetland* dikaitkan dengan faktor hidrologi yang salah satunya pengaruh kerapatan tanaman dalam mengurangi kadar polutan. Pada penelitian ini tanaman yang digunakan adalah eceng gondok. Eceng gondok sering dimanfaatkan sebagai penjernih air (Sutandi, Genkensiana and Mayaut, 2021), selain itu tanaman eceng gondok juga sering digunakan sebagai pengendalian limbah cair (Arliyani, Tangahu and Mangkoedihardjo, 2021). Penggunaan tanaman ini memiliki alasan tersendiri dikarenakan tanaman ini mudah ditemukan di provinsi Sumatera Selatan, dikarenakan sebagian besar wilayahnya rawa yang merupakan habitat dari tanaman eceng gondok. Tanaman eceng gondok ini juga mampu mengubah zat polutan menjadi berkurang atau tidak berbahaya lagi (Nugroho, Wahyuningsih and Ginandjar, 2019). Pemanfaatan tanaman air seperti eceng gondok berguna untuk menghilangkan, mengekstraksi dan mendetoksifikasi polutan dari lingkungan (Amalia, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi awal dari limbah cair domestik rumah tangga sebelum proses pengolahan, mengidentifikasi

pengaruh kerapatan tanaman terhadap peningkatan kualitas limbah dengan menggunakan metode *constructed wetland* dan mendesain/merancang *constructed wetland* skala laboratorium dan skala lapangan pada lokasi penelitian.

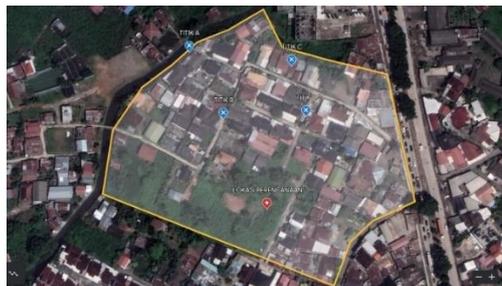
2. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental atau uji coba. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan system *Free Water Surface Constructed Wetland*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah *grey water* yang berasal dari perumahan. Akan dilakukan pengujian laboratorium terhadap air limbah yaitu BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), Total Suspended Solid (TSS), pH(Power of Hydrogen), dan suhu. Selanjutnya penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi pengaruh kerapatan tanaman eceng gondok terhadap penurunan kadar polutan dan perencanaan desain lahan basah buatan skala lapangan.

2.1 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel limbah rumah tangga *greywater* diambil dari Perumahan Lorong Pos, Kelurahan Bukit Lama Kota Palembang, teknik pengambilan sampel menggunakan teknik sampel gabungan tempat (*composite place sample*), di mana campuran beberapa sampel yang diambil dari beberapa titik tertentu dengan volume dan waktu yang sama, pengambilan sampel diambil jam 7 sampai jam 11 pagi di salah satu saluran pembuangan pada rumah yang telah ditentukan sebelumnya, dan diambil sebanyak 240 liter.

Perumahan Lorong Pos, berada pada kelurahan Bukit Lama dengan populasi kelurahan tertinggi yang berada di kecamatan Ilir Barat 1 kota Palembang, provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Palembang, jumlah penduduk pada kelurahan Bukit Lama mencapai 40.077 jiwa pada tahun 2019. Lokasi sebaran pengambilan sampel diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi sebaran pengambilan sampel

2.2 Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi dapat disebut sebagai tahapan penyesuaian diri, sebelum pada akhirnya tanaman mampu hidup di lapangan. Aklimatisasi bertujuan agar tanaman dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan barunya. Langkah pertama yang dilakukan pada tahap aklimatisasi tanaman eceng gondok, awalnya diberi komposisi 25% air limbah dan 75% air bersih selama 2 hari, selanjutnya pada hari ketiga diberi komposisi 40% air limbah dan 60% air bersih selama 2 hari, pada hari kelima diberikan komposisi limbah 50% air limbah dan 50% air bersih selama 2

hari dan kemudian selama 1 hari menggunakan komposisi air limbah 100%. Total lamanya aklimatisasi adalah 7 hari.

2.3 Desain Lahan Basah Buatan

Untuk desain lahan basah buatan (*constructed wetland*) yang digunakan adalah *Free Water Surface* dengan dimensi 90cm x 50cm x 30cm berbahan kaca (Gambar 2).



Gambar 2 Gambaran lahan basah buatan skala laboratorium

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *constructed wetland* dengan dimensi 90cm x 50cm x 30cm berbahan kaca, bak penampung limbah cair rumah tangga, bak penampung hasil pengolahan limbah cair dan pompa air dengan kapasitas 1250 liter per jam. Selanjutnya tahapan persiapan media pada penelitian ini antara lain menyiapkan media dengan memasukkan kerikil kedalam bak pengontrol *constructed wetland* setinggi 15 cm. Kemudian pasir dituangkan kedalam bak pengontrol *constructed wetland* diatas kerikil setinggi 10 cm. Selanjutnya lahan basah buatan diisi dengan air hingga mencapai batas ketinggian 25 cm di atas permukaan media pasir. Tanaman eceng gondok yang akan digunakan sebelumnya telah melewati tahapan aklimatisasi sebelumnya selama 7 hari.



Gambar 3 Proses pemindahan limbah ke bak lahan basah buatan

Tanaman eceng gondok dipilih dengan ketinggian tanaman 10–15 cm. Selanjutnya tanaman dicuci bersih kemudian di tanam pada bak lahan basah buatan yang telah di siapkan sebelumnya. Tahap berikutnya yaitu pengisian air limbah sampai ketinggian media menggunakan pompa air dengan kapasitas 1250 liter/jam, setelah itu air limbah akan ditampung ke dalam bak (Gambar 3). Sampel air limbah

akan diolah pada bak lahan basah buatan adalah dengan waktu tinggal 24 jam, 48 jam dan 72 jam (Gambar 3). Terakhir sampel air limbah yang telah diolah pada bak lahan basah buatan akan ditempatkan pada botol plastik atau wadah penampung sebanyak 2 liter untuk dilakukan uji laboratorium.



Gambar 4 Penanaman Eceng Gondok pada Bak Lahan Basah Buatan

Efisiensi penurunan

$$Efisiensi (\%) = \frac{C_{in}-C_{out}}{C_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

C_{in} =Nilai parameter air limbah domestik sebelum perlakuan

C_{out} =Nilai parameter air limbah domestik sesudah perlakuan

Perhitungan debit air limbah perhari

$$QD = \frac{80}{100} \times \sum Q_{ave} \quad (2)$$

Keterangan:

QD =Debit air limbah (Liter/Hari)

$\sum Q_{ave}$ =Kebutuhan air bersih (Liter/Hari)

Perhitungan limbah *greywater*

$$Q_{Grey\ Water} = \frac{75}{100} \times Qd \quad (3)$$

Keterangan:

Qd =Debit air limbah (Liter/Hari)

$Q_{Grey\ Water}$ =Debit air limbah grey water (Liter/Hari)

Perhitungan desain constructed wetland rencana

$$v = V_{grey\ water} \times td \quad (4)$$

Keterangan:

$V_{grey\ water}$ = Debit air limbah *grey water* (Liter/Hari)

Td = Waktu tinggal

Perhitungan penentuan diameter pipa

$$D_{pipa} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{2 \times \pi}} \quad (5)$$

Keterangan:

D pipa = Diameter pipa (mm)
Q Grey Water = Debit air limbah grey water (Liter/Hari)

HRT (*Hydraulic Retention Time*)

$$HRT = \frac{V}{Q} \quad (6)$$

Keterangan:

HRT = waktu tinggal (hari)
V = volume constructed wetland (m³)
Q = debit (m³/hari)

Perhitungan kerapatan tanaman

$$Kerapatan\ tanaman = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas permukaan bak (m}^2\text{)}} \quad (7)$$

2.4 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dengan perhitungan nilai faktor korelasi (r) menggunakan rumus:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sum x^2)(n(\sum y^2) - (\sum y^2)) \times (n(\sum x^2) - (\sum x^2)^{1/2}} \quad (8)$$

Keterangan:

n = Jumlah data untuk metode aritmatik,
x = Urutan data mulai dari angka 1
y = Selisih jumlah penduduk setiap tahun untuk metode geometri,
x = Urutan data mulai dari angka 1
y = (ln) Jumlah penduduk untuk metode least square,
x = Urutan data mulai dari angka 1
y = Jumlah penduduk

Perhitungan prosentase penduduk

$$\% \text{ penduduk} = \frac{\sum \text{penduduk tahun ke } (n) - \sum \text{penduduk tahun ke } (n-1)}{\sum \text{penduduk tahun ke } (n-1)} \quad (9)$$

Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + r (dn) \quad (10)$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode
P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi
r = Rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun
dn = Kurun waktu proyeksi

Metode Geometri

$$P_n = P_o + (1 + r)^n \quad (11)$$

Keterangan:

P_o = Jumlah penduduk awal
P_n = Penduduk tahun ke-n
n = Kurun waktu proyeksi
r = Rata-rata prosentase pertambahan penduduk tiap tahun

Metode *least square*

$$Pn = a + b(t) \quad (12)$$

Keterangan :

t = Tambahan tahun dihitung dari tahun dasar

$$a = ((\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p \cdot t)) / (n(\sum t^2) - (\sum t)^2)$$

$$b = (n(\sum p \cdot t) - (\sum t)(\sum p)) / n(\sum t^2) - (\sum t)^2$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan limbah *greywater* yang diambil dari perumahan Lorong Pos, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Limbah *greywater* adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga seperti, aktivitas mencuci pakaian, mencuci piring, membersihkan lantai, mandi dan sebagainya. Limbah cair memiliki karakteristik yang berbeda, tergantung dari aktivitas rumah tangga yang dilakukan. Air limbah *greywater* yang diambil sebanyak 240 Liter. Pengujian sampel BOD, COD dan TSS limbah dilakukan di UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang. Karakteristik awal limbah rumah tangga yang diambil dari lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik limbah awal rumah tangga

| No | Materi | Karakteristik Awal | Baku Mutu |
|----|--------|--------------------|-----------|
| 1 | BOD | 794,4 mg/l | 30 |
| 2 | COD | 990,5 mg/l | 100 |
| 3 | TSS | 93 mg/l | 30 |
| 4 | Suhu | 28,9°C | - |
| 5 | pH | 9,6 | 6 - 9 |

Dari Tabel 1 penelitian laboratorium menunjukkan hasil BOD sebesar 93 Mg/L, COD sebesar 990,5 Mg/L, TSS sebesar 93 Mg/L, suhu sebesar 28,9°C dan pH air sebesar 9,6. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 bahwa baku mutu air limbah domestik memiliki batas maksimum setiap parameter nya yang diperbolehkan untuk dialirkan ke perairan umum yaitu BOD sebesar 30 Mg/L, COD sebesar 100 Mg/L, TSS sebesar 30 Mg/L, dan pH senilai 6-9, maka berdasarkan peraturan tersebut limbah perumahan yang berada di Lorong Pos harus diolah terlebih dahulu, agar kualitas air limbah tersebut aman untuk dialirkan ke perairan.

Tabel 2 Akumulasi data 13 tanaman/m²

| Parameter | Satuan | Waktu (jam) | | | | Baku mutu air limbah |
|-----------|--------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|
| | | 0 | 24 | 48 | 72 | |
| BOD | Mg/L | 990,5 | 73,74 | 52,42 | 42,17 | 30 |
| TSS | Mg/L | 93 | 27 | 21,2 | 20 | 30 |
| COD | Mg/L | 794,4 | 121,5 | 118,4 | 114,1 | 100 |
| pH | - | 9,6 | 8,2 | 8,0 | 7,6 | 6 - 9 |
| Suhu | °C | 28,9 | 27,9 | 28,2 | 28,3 | - |

Selanjutnya analisa data meliputi kinerja lahan basah buatan terhadap variasi kerapatan tanaman, dengan waktu tinggal yang ditentukan. Hasil kinerja

berdasarkan uji parameter limbah yang disajikan dalam bentuk tabel selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui seberapa banyak pengaruh lahan basah buatan terhadap kualitas limbah. Hasil penurunan konsentrasi parameter uji yang akan diakumulasi dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 3 Akumulasi data 21 tanaman/m²

| Parameter | Satuan | Waktu (jam) | | | | Baku mutu air limbah |
|-----------|--------|-------------|-------|-------|-------|----------------------|
| | | 0 | 24 | 48 | 72 | |
| BOD | Mg/L | 990,5 | 63,11 | 42,22 | 29,73 | 30 |
| TSS | Mg/L | 93 | 28 | 19 | 13,6 | 30 |
| COD | Mg/L | 794,4 | 118,2 | 114,1 | 98,4 | 100 |
| pH | - | 9,6 | 8,1 | 7,5 | 7,2 | 6 – 9 |
| Suhu | °C | 28,9 | 28,8 | 29,3 | 29,1 | - |

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, kerapatan tanaman 13 tanaman/m², dapat menurunkan kadar polutan pada 0 jam menuju 72 jam kadar polutan turun secara signifikan, untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 42,17 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 114,1 Mg/L, lalu dilihat kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 20 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,6 yang berarti pH air tersebut telah menuju pH netral, kadar polutan dapat turun secara cukup baik, akan tetapi saat waktu tinggal 72 jam kadar polutan BOD dan COD belum mencapai nilai baku mutu yang aman untuk dibuang ke badan air, tetapi untuk kadar TSS dan pH sudah mencapai baku mutu yang telah ditetapkan. Pada kerapatan 21 tanaman/m² pada waktu tinggal 0 jam sampai 72 jam semuanya sudah mencapai dibawah nilai baku mutu, untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 29,73 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 98,4 Mg/L, lalu dilihat kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 13,6 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,2 yang berarti pH air tersebut sudah mencapai nilai netral, sehingga aman untuk dibuang ke badan air. Presentase penurunan kadar polutan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Presentase penurunan kadar polutan pada lahan basah buatan

| Variasi Kerapatan | Efisiensi penurunan (%) | | |
|----------------------------|-------------------------|-----|-----|
| | BOD | TSS | COD |
| 13 individu/m ² | 94% | 79% | 88% |
| 21 individu/m ² | 96% | 85% | 90% |

Pada tabel prosentase penurunan kadar polutan yang dihitung menggunakan efisiensi penurunan (1) dapat dilihat variasi kerapatan tanaman tertinggi memiliki efisiensi penurunan tertinggi, walaupun begitu keduanya dapat menurunkan kadar polutan dengan baik. Maka berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa variasi kerapatan tanaman pada lahan basah buatan dapat mempengaruhi kinerja lahan basah buatan. Semakin tinggi kerapatan tanaman maka semakin tinggi juga efisiensi dalam penurunan kadar polutan, akan tetapi tetap memperhatikan kondisi tangki agar tanaman yang ditanam pada lahan basah tidak terlalu padat yang akan mengganggu pertumbuhan tanaman tersebut. Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Hartanti Dkk, 2014) yang melakukan penelitian serupa tetapi dengan limbah yang berbeda, yaitu pengaruh kerapatan tanaman eceng gondok terhadap

logam chromium pada limbah cair penyamakan kulit, dengan waktu tinggal 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan kerapatan 2 individu, 4 individu dan 6 individu, bahwa penurunan kadar polutan yang optimal pada kerapatan 6 individu pada hari ke 28, terbukti pada kadar logam chromium turun dari 2.71 mg L^{-1} - $0,48 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabel 5 Nilai kolerasi 3 metode

| Metode | Nilai Kolerasi (r) |
|---------------------|--------------------|
| Aritmatik | 0,1226 |
| Geometri | 0,9833 |
| <i>Least Square</i> | 0,9829 |

Proyeksi Jumlah Penduduk, saat merencanakan lahan basah buatan, periode perencanaannya adalah 2022-2032, oleh karena itu, populasi permukiman perlu diperkirakan hingga tahun 2032.

Tabel 6 Proyeksi penduduk 2018-2032

| Tahun | Penduduk |
|-------|----------|
| 2018 | 176 |
| 2019 | 179 |
| 2020 | 182 |
| 2021 | 188 |
| 2022 | 189 |
| 2023 | 194 |
| 2024 | 198 |
| 2025 | 202 |
| 2026 | 206 |
| 2027 | 210 |
| 2028 | 215 |
| 2029 | 219 |
| 2030 | 223 |
| 2031 | 228 |
| 2032 | 232 |

Metode proyeksi penduduk yang dipilih adalah yang memiliki nilai korelasi tertinggi menggunakan persamaan (10), (11) dan (12) paling dekat dengan 1 dan nilai standar deviasi terendah. Standar deviasi yang lebih kecil menunjukkan data yang lebih seragam (homogen), sedangkan standar deviasi yang lebih besar menunjukkan data yang lebih beragam. Jumlah penduduk suatu kawasan diambil data 5 tahun terakhir. Metode geometri dipilih dengan hasil 0,9833 (Tabel 5) yang mendekati nilai 1. Jumlah penduduk dan proyeksi pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Perhitungan Debit Air Limbah, air limbah ditetapkan dari total volume air, oleh karena itu dapat diperkirakan bahwa jumlah air limbah yang dihasilkan dari permukiman menyumbang 75% dari kebutuhan air minum permukiman.

Pemakaian air bersih pada perumahan dihitung berdasarkan data jenis kriteria suatu kota, acuan penggunaan perhitungan air limbah ini adalah pada penelitian Fanggi, Utomo and Udiana, (2015) menghitung debit air limbah berdasarkan kriteria perencanaan air bersih dan standar kebutuhan air domestik (Modul Proyeksi

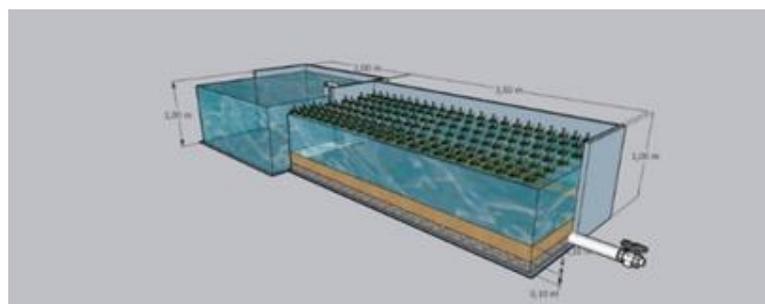
Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air). Kota Palembang merupakan kota metropolitan, dengan penduduk Kota Palembang sebanyak 1.686.073 tahun 2021, maka berdasarkan tabel maka penggunaan air bersih pada lokasi penelitian adalah sebesar 90 Liter/Orang/Hari. Debit Grey Water 2022 sebesar 20880 Liter/hari atau 20,88 m³/hari

Perencanaan Unit Pengolahan Air Limbah, bak ekualisasi adalah bak penampungan yang digunakan untuk penampung debit air limbah yang berbeda seperti: pH tinggi dari cucian pakaian, air dari dapur atau kamar mandi, segala jenis cairan yang masuk ke dalam bak ekualisasi menjadi homogen (tercampur) menjadi satu. Dimensi bak ekualisasi rencana: Panjang: 200 cm ~ 2 m; Tinggi : 96 cm (tinggi + tinggi jagaan) ~ 100 cm ~ 1 m; Lebar: 200 cm ~ 2 m dan Luasnya: 40000 cm² ~ 4 m²

Pompa direncanakan berjenis *submersible pump*. Penggunaan pompa tersebut didasari oleh (Safroedin, Mangkoedihardjo and Yuniarto, 2017) menjelaskan bahwa penggunaan pompa *submersible pump* cocok digunakan untuk pengolahan air limbah dan memompa lumpur, dengan kelebihan tidak menimbulkan suara bising, biaya perawatannya rendah, memiliki pendingin alami karena pompa terendam dalam air. Pompa akan diletakkan di dasar bak untuk memompa limbah untuk diteruskan ke lahan basah buatan. Jumlah Pompa: 1 Buah dengan Debit Q aliran: 0,00024 m³/detik dan diameter pipa: 0,012 m ~ 12 mm (gunakan 22 mm diameter pipa pasaran)

Lahan basah buatan bertipe *free water surface* akan direncanakan berbentuk persegi panjang, air limbah pada bak ekualisasi akan dialirkan menggunakan pompa menuju bak lahan basah buatan, direncanakan juga waktu tinggal pada bak lahan basah buatan selama 24 jam. Volume: 4698000 cm³ ~ 4,698 m³; Panjang: 350 cm ~ 3,5 m; Lebar: 150 cm ~ 1,5 m; Tinggi: 100 cm ~ 1 m; Luas: 52500 cm² ~ 5,25 m²; Waktu Tinggal: 24 jam; Tinggi Pasir: 15 cm dan Tinggi Kerikil: 10 cm.

Kebutuhan tanaman, kerapatan tanaman eceng gondok dalam perencanaan lahan basah buatan ini adalah 30 tanaman per m². Sehingga, kebutuhan tanaman pada perencanaan menggunakan persamaan (7) yaitu sebanyak 141 tanaman.



Gambar 4 Gambaran perencanaan lahan basah buatan skala lapangan

Penentuan rencana lahan basah buatan yang akan digunakan menggunakan rumus perbandingan antara skala laboratorium dan skala lapangan, akan tetapi untuk penentuan tinggi kerikil dan pasir mengikuti ketinggian lahan basah uji laboratorium, dan didapatkan lahan basah buatan berukuran 3 m x 1,5 m x 1 m dan untuk dimensi bak pengumpul 2 m x 2 m x 1 m, untuk memudahkan pengaliran bak ekualisasi menuju lahan basah buatan, akan direncanakan menggunakan pompa

submersible pump, dan dengan menggunakan pipa PVC dengan dimensi 12 mm, dan pada bak lahan basah buatan akan dipasang berupa stop kran, untuk memudahkan air limbah keluar dari reaktor. Gambaran mengenai lahan basah buatan yang telah direncanakan dapat dilihat pada Gambar 5.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kerapatan tanaman 13 tanaman/m², dapat menurunkan kadar polutan dengan baik terlihat pada 0 jam menuju 72 jam kadar polutan turun secara signifikan, untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 42,17 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 114,1 Mg/L, lalu dilihat kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 20 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,6 yang berarti pH air tersebut telah menuju pH netral, kadar polutan dapat turun secara cukup baik, akan tetapi saat waktu tinggal 72 jam kadar polutan BOD dan COD belum mencapai nilai baku mutu yang aman untuk dibuang ke badan air, tetapi untuk kadar TSS dan pH sudah mencapai baku mutu yang telah ditetapkan. Efisiensi penurunan kadar limbah yaitu BOD 94%, TSS 79% dan COD 88%. Pada kerapatan 21 tanaman/m² pada waktu tinggal 0 jam sampai 72 jam semuanya sudah mencapai dibawah nilai baku mutu, untuk kadar BOD yang awalnya 990 Mg/L turun menjadi 29,73 Mg/L, kemudian kadar COD yang awalnya 794,4 menjadi 98,4 Mg/L, lalu dilihat kandungan TSS yang awalnya 93 Mg/L menjadi 13,6 Mg/L, dan pH dari 9,6 menjadi 7,2 yang berarti pH air tersebut sudah mencapai nilai netral, sehingga aman untuk dibuang ke badan air. Efisiensi penurunan kadar limbah yaitu BOD 96%, TSS 85% dan COD 90%.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pemanfaatan variasi tanaman lain atau tipe lahan basah buatan yang berbeda, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik, agar dapat menciptakan sistem drainase yang lebih ramah lingkungan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai titik optimal kerapatan tanaman karena tanaman yang terlalu padat pada lahan basah buatan dapat menghambat aliran air dan mempengaruhi ketersediaan oksigen mikroorganisme. Kemudian perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai perencanaan sub-sistem pengumpul/perpipaan dari sumber limbah (rumah penduduk) menuju ke lokasi unit pengolahan air limbah. Pada perkiraan penggunaan air bersih perumahan, untuk kedepannya dalam perencanaan skala lapangan disarankan untuk evaluasi kembali pemilihan standar kebutuhan air bersih yang disesuaikan kondisi lapangan dan jumlah penduduk, Perlu pertimbangan lebih lanjut mengenai perencanaan skala lapangan lahan basah buatan, seperti pertimbangan saat cuaca hujan, pemakaian air bersih saat debit puncak dan debit minimum serta rencana anggaran biayanya.

Daftar Kepustakaan

Athif (2016) 'Perencanaan Constructed Wetland Untuk Pengolahan Greywater Menggunakan Tumbuhan *Canna Indica* (Studi Kasus: Kelurahan Keputih Surabaya)' Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Noverber.

- Amalia, A. (2021) 'Degradasi Senyawa Nitrogen Limbah Cair Pabrik Pupuk Dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solms)'. *Jurnal Bioleuser*.
- Arliyani, I., Tangahu, B.V. And Mangkoedihardjo, S. (2021) 'Selection Of Plants For Constructed Wetlands Based On Climate And Area In The Interest Of Processing Pollutant Parameters On Leachate: A Review', *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 835(1), P. 012003. Available At: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/835/1/012003>.
- Ávila, C. *Et Al.* (2014) 'Emerging Organic Contaminants In Vertical Subsurface Flow Constructed Wetlands: Influence Of Media Size, Loading Frequency And Use Of Active Aeration', *Science Of The Total Environment*, 494–495, Pp. 211–217. Available At: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.128>.
- Badan Pusat Statistik Kota Palembang, 2022. Jumlah Penduduk Kelurahan Bukit Lama Kota Palembang.
- Dahruji, D., Wilianarti, P.F. And Totok Hendarto, T. (2016) 'Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga Dan Dampak Bagi Kesehatan Di Wilayah Kenjeran, Surabaya', *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), P. 36. Available At: <https://doi.org/10.30651/aks.v1i1.304>.
- Darmayanti, L., Fauzi, M. And Hajri, B. (2013) 'Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan', P. 9.
- Fanggi, M.S., Utomo, S. And Udiana, I.M. (2015) 'Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal Pada Daerah Pesisir Di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao', *M. S.*, (2), P. 8.
- Gunes, K. *Et Al.* (2021) 'Domestic Wastewater And Surface Runoff Treatment Implementations By Constructed Wetlands For Turkey: 25 Years Of Experience', *Ecological Engineering*, 170, P. 106369. Available At: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106369>.
- Hartanti, P.I., Haji, A.T.S. And Wirosoedarmo, R. (No Date) 'Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Terhadap Penurunan Logam Chromium Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit', P. 7.
- Hasan, A. And Suprapti, S.C. (2021) 'Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Metode Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland) Dan Tanaman Air Typha Latifolia', *Jurnal Kesehatan*, 12(3), P. 446. Available At: <https://doi.org/10.26630/jk.v12i3.2697>.
- Hassan, I. *Et Al.* (2021) 'Wastewater Treatment Using Constructed Wetland: Current Trends And Future Potential', *Processes*, 9(11), P. 1917. Available At: <https://doi.org/10.3390/pr9111917>.
- Kassa, Y. (2019) 'Recent Advances In Application Of Constructed Wetland Technologies For Enhanced Wastewater Treatment', 8(7).
- Mangangka R. (2015) 'Studi Pemanfaatan Constructed Wetland (Rawa Buatan) Sebagai Komponen Eko-Drainase Sesuai Sifat-Sifat Hujan di Wilayah Manado". Laporan Akhir Riset Unggulan Universitas Sam Ratulangi.
- Mangangka R. (2018) 'Understanding Water Sensitive Urban Design Concept'. *Jurnal Sipil Statik* Volume 6 Nomor 1 Januari 2018.

- Nilasari, E. And Faizal, M. (2016) 'Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat Dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), (Studi Kasus Di Perumahan Griya Mitra 2, Palembang)', (1).
- Nugroho, A.A., Wahyuningsih, N.E. And Ginandjar, P. (2019) 'Pengaruh Lama Kontak Dan Kerapatan Tanaman Eceng Gondok Dalam Mereduksi Kadmium Pada Air Larutan Pupuk Buatan', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik.
- Rahman, M.E. *Et Al.* (2020) 'Design, Operation And Optimization Of Constructed Wetland For Removal Of Pollutant', *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(22), P. 8339. Available At: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228339>.
- Safrodin, A., Mangkoedihardjo, S. And Yuniarto, A. (2017) 'Desain Ipal Subsurface Flow Constructed Wetland Di Rusunawa Grudo Surabaya', *Iptek Journal Of Proceedings Series*, 3(5). Available At: <https://doi.org/10.12962/J23546026.Y2017i5.3138>.
- Suswati, A.C.S, et al (2013) 'Analisa Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah Domestik (Greywater). Indonesian Green Technology Journal.
- Sutandi, M.C., Genkensiana, A. And Mayaut, C.C.I. (2021) 'Pemanfaatan Gulma Eceng Gondok Sebagai Penjernih Air', *Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), Pp. 55–69. Available At: <https://doi.org/10.28932/Jts.V17i1.2895>.
- Tampubolon, R.A.P., Febrina, L. And Mulyawati, I. (2020) 'Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Reduction Of Bod, Cod And Tss Levels In Domestic Wastewater With Constructed Wetland System Using Apu Wood Plant (*Pistia Stratiotes L.*)', 2.
- Wallace and Kadlec 'Treatment Wetlands Second Edition' Taylor and Francis Group CRC Press.
- Xie, X.-L. *Et Al.* (2012) 'Application Of Large-Scale Integrated Vertical-Flow Constructed Wetland In Beijing Olympic Forest Park: Design, Operation And Performance: Application Of Large-Scale Ivcw', *Water And Environment Journal*, 26(1), Pp. 100–107. Available At: <https://doi.org/10.1111/J.1747-6593.2011.00268.X>.