

## PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PERTANIAN MENGGUNAKAN METODE WETLAND PADA SALURAN DRAINASE DI SMPN 13 KOTA MALANG

Dwi L. A. Putra<sup>1</sup> ([dwilaksanaajiputra@gmail.com](mailto:dwilaksanaajiputra@gmail.com))

Ery Suhartanto<sup>2</sup> ([erysuhartanto@ub.ac.id](mailto:erysuhartanto@ub.ac.id))

Dian Chandrasasi<sup>3</sup> ([labelledian@ub.ac.id](mailto:labelledian@ub.ac.id))

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab timbulnya limbah cair pertanian, mengetahui desain yang tepat untuk perencanaan serta kesesuaian media tanam yang tepat dan efektif dalam penyerapan limbah cair pertanian. Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah BOD, COD, TSS, pH, N, P dan K. Pengambilan sampel dilakukan sesuai perhitungan waktu tinggal pada bangunan yakni selama 24 jam 31 menit, dengan waktu pengambilan sampel pada pukul 07.30 yang diasumsikan sebagai waktu puncak penggunaan air. Dalam penelitian ini dibangun *constructed wetland* dengan menggunakan sistem *subsurface constructed wetland* aliran horizontal menggunakan media tanam pasir dan kerikil serta tanaman *emergent*. Ada dua metode yang digunakan untuk menghitung analisis luasan *wetland* dan waktu tinggalnya yakni Metode Kadlec-Knight serta Crites-Tchobanoglus. Dari kedua metode tersebut, dalam penelitian ini digunakan metode Crites-Tchobanoglus dikarenakan keterbatasan data yang dimiliki serta metode ini sesuai digunakan pada daerah tropis. Dari hasil perhitungan menghasilkan debit yang masuk sebesar 541,932 l/hari, maka didapatkan hasil luasan sebesar 1,799 m<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan setelah adanya penambahan perlakuan sehingga perhitungan efektivitas untuk parameter BOD, COD, N, P dan K mengalami kenaikan hingga sebesar 39,13%. Sedangkan parameter TSS dan pH mengalami penurunan efektivitas mencapai 100%.

**Kata kunci:** Instalasi Pengolahan Air Limbah; *Subsurface Constructed Wetland*; Limbah Cair Pertanian; Efektivitas.

### ABSTRACT

*This study aims to determine the cause of agricultural waste water, knowing the right design for the planning and suitability of planting media is appropriate and effective in the absorption of wastewater agriculture. The parameters examined in this study were BOD, COD, TSS, pH, N, P and K. Sampling was done according to the calculation of time living in the building for 24 hours 31 minutes, with a time of sampling at 07.30 which is assumed to be the peak time use of water. In this study constructed wetland with subsurface constructed wetland system using horizontal flow using a planting medium of sand and gravel and emergent plants. There are two methods used to calculate the extent of the analysis of the wetland and residence time Kadlec Method-Knight and Crites-Tchobanoglus. Of the two methods, the method used in this research Crites-Tchobanoglus due to limitations of the data that are owned and this method is suitable for use in the tropics. from the calculation result in impart discharge of 541.932 L / day, then showed an area of 1,799 m<sup>2</sup>. From the research that has been done after the addition of the effectiveness of the treatment so that the calculation for the parameters BOD, COD, N, P and K increased by as much as 39.13%. While the TSS and pH parameters decreased effectiveness of reaching 100%.*

**Keywords:** Waste Water Treatment Plant; *Subsurface Constructed Wetland*; Waste Water Agriculture; Effectiveness

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya;

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya;

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya;

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi air terbesar ke 5 didunia yang sebagian besar dimanfaatkan pemerintah sebagai kemakmuran rakyat, akan tetapi penggunaan air perlu dikelola dengan baik supaya tidak terbuang secara percuma dan kualitasnya akan tetap terjaga (KLHK, 2017). Pertumbuhan penduduk yang sangat pesat serta meningkatnya kegiatan diberbagai sektor menimbulkan masalah baru di wilayah-wilayah perkotaan, antara lain urbanisasi yang memberi dampak pada pencemaran air limbah dan sebagainya. Permasalahan yang dialami oleh hampir seluruh kota di Indonesia yaitu pencemaran air limbah (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2008). Menurut PP No.82 Tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air ada beberapa parameter yang harus memenuhi syarat untuk menurunkan polutan limbah cair pertanian diantaranya BOD, COD, TSS, pH, N, P, K.

SMPN 13 Kota Malang merupakan salah satu sekolah yang dilewati saluran irigasi, akan tetapi saat ini telah beralih fungsi menjadi saluran drainase. Hal tersebut dikarenakan semakin meningkatnya kegiatan penduduk di tepian sungai Brantas hingga sepanjang saluran menuju SMPN 13 Kota Malang. Kegiatan-kegiatan seperti pemupukan area persawahan, pengolahan sisa hasil persawahan, perindustri dan sisa buangan rumah tangga dapat mempengaruhi kualitas air yang ada, dikarenakan sisa buangan berbentuk limbah cair yang langsung dibuang menuju aliran sungai begitu saja tanpa pengolahan sebelumnya. Selain kegiatan-kegiatan tersebut penurunan dari kualitas air pada saluran diakibatkan oleh tidak adanya rasa kepedulian dari siswa siswi SMPN 13 Kota Malang untuk menjaga kebersihan saluran.

Untuk mengetahui tingkat pencemaran air pada saluran tersebut, diperlukan adanya analisis tahap awal mengenai pencemaran air dengan pengujian secara fisik, kimia dan biologi melalui sampel air pada saluran tersebut. Salah satu metode pengolahan limbah yang dapat diterapkan yakni *Constructed Wetland* dikarenakan sistem ini merupakan sistem yang terencana dibangun dengan menggunakan proses alami, melibatkan vegetasi dan mikroorganisme untuk mengolah limbah cair, selain itu sisi estetika dan ramah lingkungan juga dapat didapat dari penerapan metode ini.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Studi

Lokasi studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode *Wetland* terletak di SMP Negeri 13 Kota Malang yang beralamat di Jl. Sunan Ampel 2, RT.9/RW.2, Dinoyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, yang secara geografis terletak antara  $7^{\circ}56'55,8''$  LS dan antara  $112^{\circ}36'26,6''$  BT. Peta lokasi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode *constructed wetland* ditunjukkan dalam Gambar 1.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Studi

Lokasi studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode *Wetland* terletak di SMP Negeri 13 Kota Malang yang beralamat di Jl. Sunan Ampel 2, RT.9/RW.2, Dinoyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, yang secara geografis terletak antara  $7^{\circ}56'55,8''$  LS dan antara  $112^{\circ}36'26,6''$  BT. Peta lokasi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode *constructed wetland* ditunjukkan dalam Gambar 1.

## DATA

Data – data yang diperlukan dalam studi ini meliputi data – data primer dan data sekunder terkait dengan perencanaan IPAL pada SMPN 13 Kota Malang. Data yang dibutuhkan yakni :

- (i) Data debit aliran air pada saluran, merupakan debit yang mengalir pada saluran di SMPN 13 Kota Malang. Aliran yang mengalir berasal dari DAM Sengkaling saluran sebelah kanan kemudian mengalir menuju ke sungai sekunder dan tersier di saluran yang berada di SMPN 13 Kota Malang.



Gambar 1. Lokasi Studi

- (ii) Data sampel kualitas air pada saluran yang terdapat di lokasi studi SMPN 13 Kota Malang, merupakan data untuk diujikan di Laboratorium Air Tanah Teknik Pengairan. Meliputi sampel *inlet* dan *outlet* pada saluran dengan parameter BOD, COD, TSS, pH, N, P dan K.
- (iii) Data ukuran dimensi saluran, merupakan dimensi saluran yang terdapat pada SMPN 13 Kota Malang. Data-data pada dimensi yakni, meliputi panjang saluran, lebar saluran, serta kedalaman saluran.

## TAHAPAN STUDI

Langkah – langkah studi ini disusun secara sistematis sehingga mempermudah dalam penyelesaian analisa ini. Langkah – langkah penyelesaian studi ini seperti berikut:

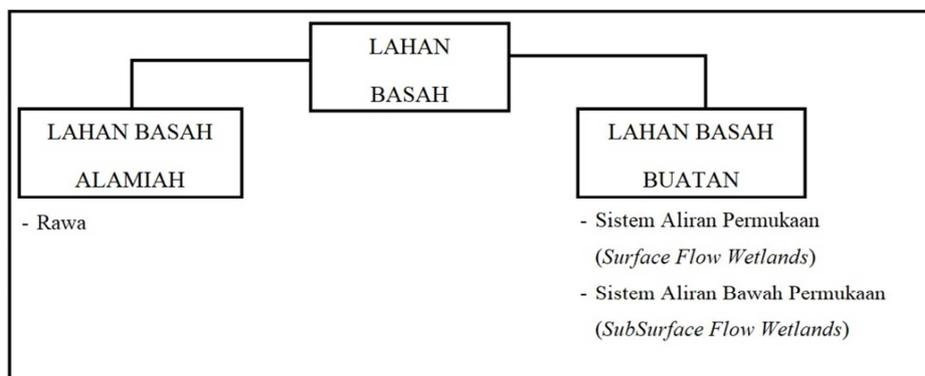
- (i) Survei identifikasi awal di SMPN 13 Kota Malang
- (ii) Pengumpulan studi literatur
- (iii) Pengumpulan data
- (iv) Melakukan pengukuran Dimensi Saluran, Debit Saluran, dan pengambilan sampel air saluran
- (v) Perencanaan *Wetland*
- (vi) Pengujian sampel saluran II
- (vii) Perhitungan Efektifitas
- (viii) /Penambahan perlakuan (meggunakan aerator dan meningkatkan jumlah tanaman) apabila hasil sampel belum sesuai

## METODE PENGOLAHAN AIR DENGAN WETLAND

Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) merupakan proses pengolahan limbah yang meniru/aplikasi dari proses penjernihan air yang terjadi dilahan basah/rawa (*Wetland*), dimana tumbuhan air (*Hydrophita*) yang tumbuh didaerah tersebut memegang peranan penting dalam proses pemulihan kualitas air limbah secara alamiah (*self purification*). Area-area transisi antara tanah dan air pada *wetland* alamiah mencakup antara lain, rawa-rawa, padang rumput basah, lahan yang terkena pasang surut, dataran banjir, dan lahan basah di sepanjang saluran sungai (United Nation, 2008, p.35). *Constructed Wetland* dapat diartikan juga sebagai lahan basah

buatan, dengan fungsi pemurnian air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah ekosistem, memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan penguraian mikroba.

Pada prinsipnya sistem *constructed wetland* dapat dibedakan menjadi 2 kategori dan secara sekema dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Kategori Wetland

Menurut Novotny dan Olem, 1994 yang dikutip oleh Widyastuti dkk, 2005, lahan basah buatan (*constructed wetland*) dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu :

- (i) Sistem Aliran Bawah Permukaan (Sub-Surface Flow Wetland) merupakan sistem pengolahan limbah yang relatif masih baru, akan tetapi telah banyak diteliti dan dikembangkan oleh sejumlah negara dengan berbagai alasan. Menurut Tangahu & Warmadewanthi (2001) dalam Supradata (2005), bahwa pengolahan air limbah dengan sistem tersebut lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut :
  - a. Dapat mengolah limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri
  - b. Efisiensi pengolahan tinggi (80%)
  - c. Biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan keterampilan yang tinggi.
- (ii) Sistem aliran atas permukaan merupakan kolam air atau saluran-saluran yang dilapisi lapisan *impermeable* dibawah saluran atau kolam. Kemudian kolam tersebut terisi tanah sebagai tempat hidup tanaman yang hidup. Sistem ini berisikan tanah sebagai tempat hidup tanaman yang hidup pada air tergenang (*emerge plant*) dengan kedalaman 0,1m – 0,6m (Metclaf and Eddy, 1991).

### **Komponen-komponen *Constructed Wetland* yakni sebagai berikut :**

#### (i) Mikroorganisme

Proses secara biotik, seperti biodradasi dan penyerapan oleh tanaman juga merupakan bentuk pengurangan polutan yang dilakukan oleh mikroba dan tanaman dalam lahan basah (*Wetland*). Penyerapan polutan oleh mikroorganisme dipengaruhi oleh oksigen yang terdapat dalam air dan tanaman.

#### (ii) Tanaman

- a. Bambu Air : Tanaman hias jenis *Equisetrum Hyemale* merupakan tanaman air yang mudah dalam perawatannya selain itu juga memiliki kinerja yang cukup baik dalam pengolahan air limbah dengan sistem pengolahan lahan basah buatan aliran bawah permukaan atau *subsurface flow wetland*. Menurut hasil pengukuran salah

satu parameter limbah domestik tanaman bambu air memiliki efisiensi penurunan kadar BOD rata-rata sebesar 86% serta sebesar COD 84%.

- b. Teratai : Tanaman teratai (*Nymphaea* sp.) efektif dalam mengurangi limbah cair domestik hingga pertanian berdasarkan lama waktu perlakuan. Tanaman ini berperan sebagai biofilter limbah cair, dimana terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air. Penurunan konsentrasi BOD, COD, K serta TSS terjadi pada hari ke-1 setelah perlakuan dan terus mengalami penurunan sampai hari ke-7.
- c. Melati Air : Tumbuhan melati air (*Echinodorus Palaefolius*) merupakan tumbuhan yang akarnya terletak pada dasar perairan dan reproduksinya secara fleksibel (Lectonen, 2009 dalam Prayitno, 2013). Tumbuhan melati air sangat mudah tumbuh apabila terdapat banyak dan tidak memerlukan perawatan yang khusus. Dalam beberapa penelitian yang sudah ada, melati air efektif dalam menurunkan BOD dan COD (Prayitno, 2013)

### (iii)Media Tanam

Jenis-jenis tanaman yang sering digunakan sebagai media penyerapan pada *subsurface flow constructed wetland* adalah jenis tanaman air atau tanaman yang tahan hidup di air tergenang. Pada umumnya tanaman air tersebut dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) tipe atau kelompok berdasarkan area pertumbuhannya didalam air (Supradata, 2005). Adapun ketiga tipe tanaman air tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Tanaman yang mencuat ke permukaan air, merupakan tanaman air yang memiliki sistem perakaran pada tanah di dasar perairan dan daun berada jauh diatas permukaan air.
- b. Tanaman yang mengambang dalam air, merupakan tanaman air yang seluruh tanaman (akar, batang, daun) berada di dalam air.
- c. Tanaman yang mengapung di permukaan air, merupakan tanaman air yang akar dan batangnya berada dalam air, sedangkan daun diatas permukaan air.

### (iv)Kolam Air

Kolam air disesuaikan dengan *influent* limbah dari saluran, karena kolam air sangat berpengaruh terhadap efektivitas lahan basah buatan. Kolam air merupakan bagian dalam *wetland* yang digunakan sebagai tampungan air.

## Metode Crites dan Tchobanoglus

Perhitungan debit merupakan tahapan awal untuk penentuan luasan serta waktu tinggal dalam perencanaan *constructed wetland*. Berikut ini rumus debit:

$$Q = Vxa \tag{1}$$

Perhitungan luasan *Constructed Wetland* menggunakan teori *Crites* dan *Tchobanoglus*. Menurut Crites, R dan G.Tchobanoglus 1998, dalam Suswati Anna,2012 *Constructed Wetland* dengan sistem Subsurface menghasilkan *effluent* dengan kualitas tinggi dalam menurunkan nilai BOD, TSS serta pathogen. Dalam penelitian ini untuk mengalisis kecukupan luasan *Constructed Wetland* dilakukan dengan hasil pengukuran BOD. Penurunan nilai BOD berkaitan dengan *Hydraulic R T* dan temperatur.

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{A.d_w}{Q} \tag{2}$$

$$k_T = k_{20} \left( 1.06^{(t-20)} \right) \tag{3}$$

$$HRT = \frac{-\ln\left(\frac{c}{c_0}\right)}{k_T} \tag{4}$$

$$A = \frac{Q.HRT}{d_w} \tag{5}$$

dimana:

- HRT = waktu tinggal (hari)
- Q = debit (m<sup>3</sup>/hari)
- V = volume *constructed wetland*
- A = luas TTA (m<sup>2</sup>)
- d<sub>w</sub> = kedalaman media (m)
- C = konsentrasi polutan pada *outlet* pada saat pengukuran (mg/L)
- C<sub>0</sub> = konsentrasi polutan pada inlet pada saat pengukuran (mg/L)

### Metode Perhitungan Efektifitas Pengurangan Parameter Limbah

Kinerja *Constructed Wetland* bisa dilihat dari kemampuannya menurunkan kadar pencemar atau parameter pencemar (Suswati Anna, 2013). Kemampuan dari kinerja juga dapat disebut sebagai efektivitas, yang ditunjukkan dalam persentase.

Dalam beberapa penelitian yang telah ada menunjukkan bahwa hasil persentase penurunan polutan misal pada parameter BOD dapat mencapai efektifitas 60% hingga 99,7% (Raude *et al.*, 2009 dalam Suswati Anna, 2013).

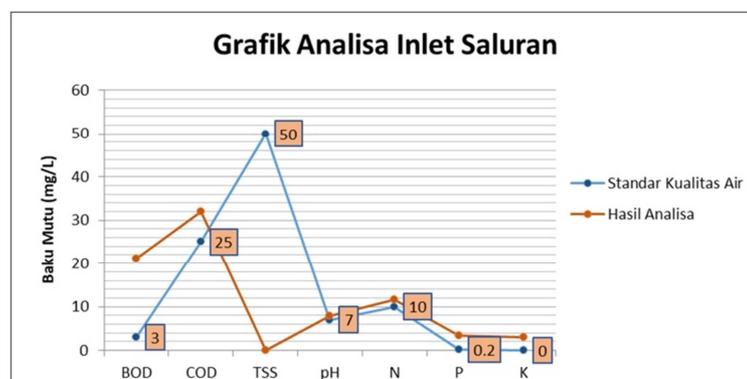
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Limah Cair pada SMPN 13 Kota Malang

Data hasil pengambilan sampel limbah cair pertanian pada saat survei tanggal 15 Agustus 2019 dan hasil uji Laboratorium Air Tanah Teknik Pengairan Universitas Brawijaya pada 27 Agustus 2019 maka dihasilkan data kualitas air limbah cair pertanian yang ditampilkan dalam Gambar 3.

### Analisis Perencanaan Bangunan *Wetland* SMPN 13 Kota Malang

SMPN 13 Kota Malang memiliki saluran air dengan panjang 49 m dan lebar 1,4 m, untuk dapat mengurangi beban polutan limbah cair maka dibangunlah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan menggunakan metode *wetland*.



Gambar 3. Grafik Analisa Inlet Saluran

#### (i) Perhitungan Debit

Hasil Perhitungan debit saluran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Debit

Tinggi Muka Air	$\theta$	$A$ (m <sup>2</sup> )	$V$ (m/dt)	$Q$ (m <sup>3</sup> /dt)	$Q$ (L/dt)	$Q$ (L/jam)	$Q$ (L/hari)
0,016	68,28	0,00055	0,0204	1,116 x 10 <sup>6</sup>	0,01116	40,2	963,873
0,015	65,26	0,00049	0,0128	6,272 x 10 <sup>6</sup>	0,00627	22,6	541,932

Jadi, debit hasil perhitungan untuk mengisi *wetland* ada 2 yakni : 963,873 L/hari serta 541,932 L/hari. Kedua hasil tersebut digunakan sebagai penentuan dari waktu tinggal pada *wetland*.

(ii) Waktu tinggal (Hydraulic Retention Time)

Tabel 2. Perhitungan Waktu Tinggal (HRT)

Debit (L/hari)	Volume	Hydraulic Retention Time (hari)	Konversi Waktu
963,873	540	0,560 (13,45)	13 jam 45 menit
541,932	540	0,996 (23,91)	24 jam 31 menit

(iii) Luasan *Wetland*

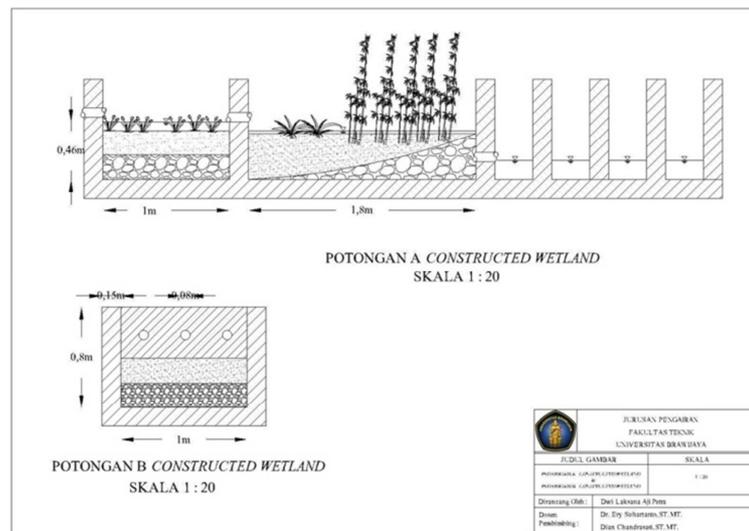
Tabel 3. Hasil Analisis Luasan *Wetland*

Analisis Luasan <i>Wetland</i>			
Q = 541,932 L/hari		Q = 963,873 L/hari	
Metode <i>Kadlec &amp; Knight</i>	Metode <i>Crites &amp; Tchobanoglus</i>	Metode <i>Kadlec &amp; Knight</i>	Metode <i>Crites &amp; Tchobanoglus</i>
3,21 m <sup>2</sup>	1,799 m <sup>2</sup>	5,70 m <sup>2</sup>	1,800 m <sup>2</sup>

Jadi, berdasarkan hasil analisis luasan *wetland* dengan menggunakan metode *Kadlec & Knight* serta *Crites & Tchobanoglus*, apabila terdapat lahan yang tidak terlalu luas, maka luasan yang dipilih sesuai dengan perhitungan yakni 1,799 m<sup>2</sup> dengan debit 541,932 L/hari yang didapat dari perhitungan metode *Crites & Tchobanoglus*, maka diharapkan dengan luasan tersebut dapat mencapai baku mutu yang telah ditentukan untuk mengurangi polutan yang ada. dikarenakan dalam perhitungan tersebut semakin kecil debit yang mengalir dalam *wetland* maka akan memperbesar waktu tinggal di dalam luasan *wetland*.

(iv) Desain *Wetland*

Desain dari perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pertanian menggunakan metode *wetland* pada saluran di SMPN 13 Kota Malang ditampilkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Desain Wetland

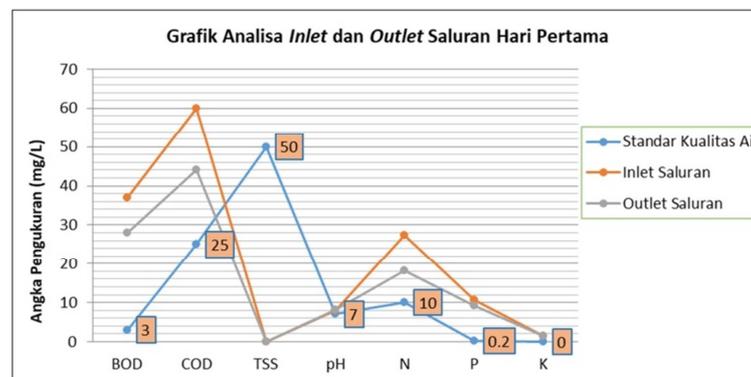
(v) Kesesuaian Media Tanam dan Tanaman

Media tanam yang digunakan pada IPAL dengan menggunakan metode wetland di saluran SMPN 13 Kota Malang merupakan campuran kerikil dengan diameter 3cm - 5cm serta dengan menggunakan pasir merah atau pasir kali. Penggunaan media ini akan membantu peredaran larutan unsur hara dan udara, serta pada prinsipnya media tanam ini tidak menekan pertumbuhan akar. Sehingga media tanam ini sesuai digunakan dalam *constructed wetland*.

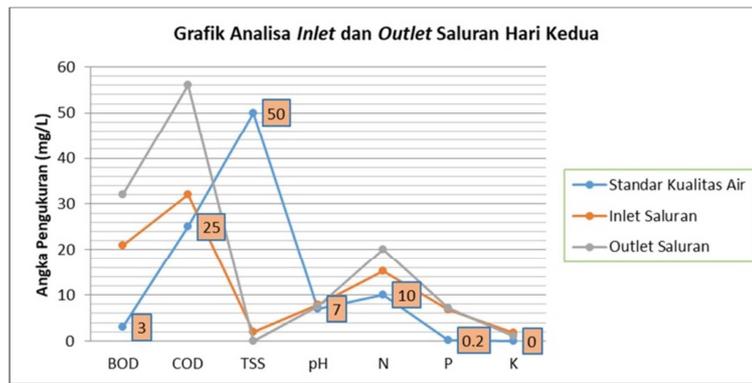
Tanaman yang digunakan pada perencanaan *constructed wetland* di SMPN 13 Kota Malang ada 3 Jenis yakni *Equisetum Hyemale* (Bambu Air), *Echinodorus Paleaefolius* (Melati Air) serta *Nymphaea* sp. (Teratai). Ketiga tanaman tersebut merupakan tanaman *emergent* yang memiliki zona perakaran yang dalam (0,4m – 0,8m). dari hasil penelitian yang terdahulu, menunjukkan bahwa ketiga tanaman tersebut telah terbukti mampu menurunkan kadar polutan dan banyak digunakan sebagai tanaman pada media lahan basah (*wetland*).

**Evaluasi Pengolahan Air Limbah Pada Saluran di SMPN 13 Kota Malang**

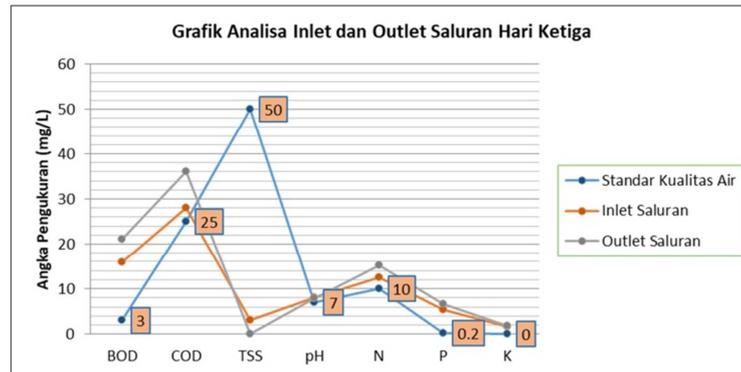
Sampel air pada bangunan IPAL di SMPN 13 Kota Malang diambil sesuai dengan perhitungan waktu tinggal 24 jam 31 menit. Pengambilan sampel pada waktu pemakaian air puncak, yakni pukul 08.00 WIB. Pengambilan Sampel dilakukan secara 3 hari berturut. Hasil pengujian sampel *inlet* dan *outlet* saluran hari pertama pada tanggal 2 September 2019 (Gambar 5), 03 September 2019 (Gambar 7), serta pada 04 September 2019 (Gambar 7) yang diujikan di Laboratorium Air Tanah Teknik Pengairan.



Gambar 5. Grafik Analisa Inlet dan Outlet Wetland Hari Pertama

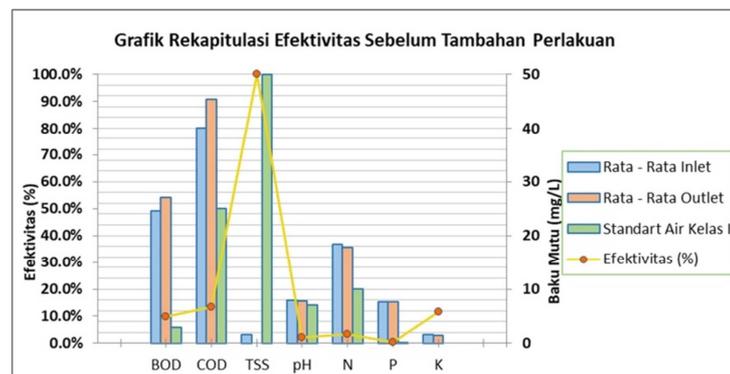


Gambar 6. Grafik Analisa Inlet dan Outlet Wetland Hari Kedua



Gambar 7. Grafik Analisa Inlet dan Outlet Wetland Hari Ketiga

Berdasarkan hasil perhitungan efektivitas penyerapan polutan pada IPAL menggunakan metode *wetland* aliran horisontal yang didapat dari rata – rata polutan pada *inlet* dan *outlet wetland* dari hari pertama hingga hari ketiga menunjukkan bahwa nilainya masih diatas baku mutu yang telah ditentukan. Pada perhitungan efektivitas menunjukkan BOD mengalami kenaikan sebesar 9,91%, COD mengalami kenaikan sebesar 13,33%, TSS mengalami penurunan sebesar 100%, pH mengalami penurunan sebesar 2,21%, N mengalami penurunan sebesar 3,21%, P mengalami kenaikan sebesar 0,39% serta K mengalami penurunan sebesar 11,46%.



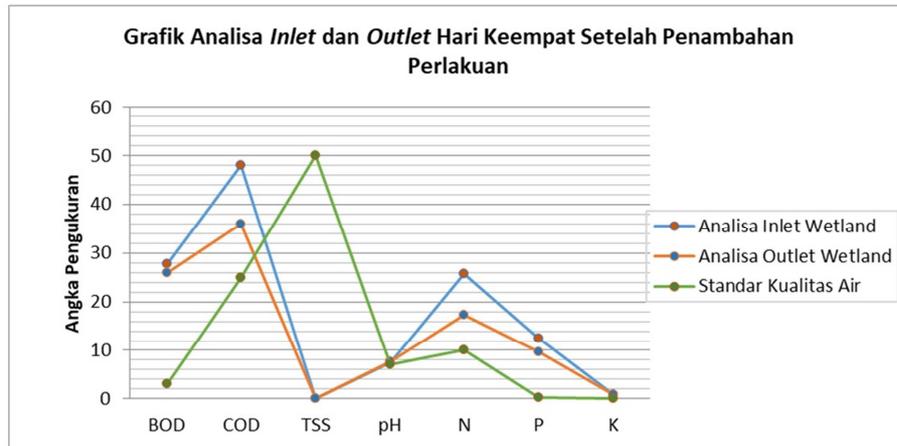
Gambar 8. Grafik Rekapitulasi Efektivitas Sebelum Tambah Perlakuan

Dari percobaan awal menunjukkan bahwa efektivitas dari adanya bangunan *wetland* belum memenuhi baku mutu yang ada terutama dari 7 parameter yang diteliti hanya 4 parameter yang mengalami penurunan yakni TSS, pH, N dan K. Dikarenakan penyerapan polutan yang ada pada tanaman belum menunjukkan hasil yang signifikan, maka dari itu dilakukan penambahan perlakuan dengan penambahan jumlah tanaman pada *wetland* dari percobaan sebelumnya yang menggunakan 8 tanaman bambu air dan 4 tanaman melati air menjadi 9 tanaman bambu air dan

5 tanaman melati air serta penambahan 2 buah aerator pada *inlet* bangunan *wetland* untuk meningkatkan oksigen pada air.

Hasil Analisis setelah penambahan perlakuan adalah sebagai berikut:

Hasil dari analisa hari keempat menunjukkan bahwa hasilnya masih diatas baku mutu yang telah ditentukan. *Gambar 4.20* menunjukkan terdapat peningkatan *outlet* pada parameter pH dan K. Pada hari keempat menunjukkan penurunan yang signifikan namun masih belum memenuhi baku mutu yang telah ditentukan.



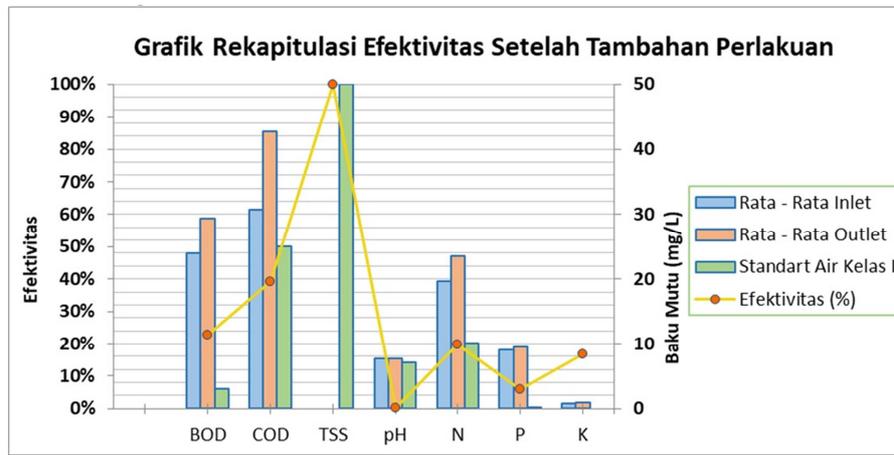
Gambar 9. Grafik Analisa Inlet dan Outlet Wetland Setelah Penambahan Perlakuan Hari Keempat

Perhitungan efektivitas pada pengujian kualitas air setelah penambahan perlakuan dilakukan untuk melihat dan membandingkan seberapa efektif dari pengujian sebelum adanya penambahan perlakuan. Dari polutan hari pertama hingga hari keempat, maka didapatkan rata – rata *inlet* seta *outlet* yang ditampilkan dalam tabel, yang selanjutnya dipergunakan sebagai perhitungan efektivitas dari *wetland*. Perhitungan efektivitas ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Efektivitas Setelah Penambahan Perlakuan

Parameter	Rata - Rata <i>Inlet</i>	Rata - Rata <i>Outlet</i>	Efektivitas Setelah Tambahan Perlakuan (%)
BOD	23,975	29,388	22,58
COD	30,667	42,667	39,13
TSS	0,000	0,000	100,00
pH	7,643	7,630	0,17
N	19,621	23,476	19,65
P	8,960	9,502	6,05
K	0,770	0,897	16,54

Dari Tabel 5. menunjukkan bahwa efektivitas setelah adanya penambahan perlakuan mengalami kenaikan pada setiap parameter, dari 7 parameter yang diujikan hanya ada 2 parameter yang mengalami penurunan yakni TSS dan pH. Pada penambahan perlakuan dilakukan pengambilan sampel hingga pengulangan 4 kali dengan waktu 24 jam 31 menit disetiap pengulangannya, bertujuan untuk mengetahui penurunan beban polutan yang efektif. Dari Tabel 4.25 menunjukkan bahwa pada hari kedua analisa polutan pada *outlet wetland* merupakan titik optimal dari polutan yang ada, sehingga penggunaan *constructed wetland* pada SMPN 13 Kota Malang mempunyai titik optimal pada hari kedua yakni 2 x 24 jam 31 menit yang mampu menurunkan 7 parameter yang diuji.



Gambar 10. Grafik Rekapitulasi Efektivitas Sebelum Tambahan Perlakuan

Tabel 5. Rekapitulasi Efektivitas Sebelum dan Setelah Penambahan Perlakuan

Parameter	Sebelum Penambahan Perlakuan			Setelah Penambahan Perlakuan		
	Rata-rata Inlet	Rata-rata Outlet	Efektivitas (%)	Rata-rata Inlet	Rata-rata Outlet	Efektivitas (%)
BOD	24,610	27,050	9,91	23,975	29,388	22,58
COD	40,000	45,333	13,33	30,667	42,667	39,13
TSS	1,667	0,000	100,00	0,000	0,000	100,00
pH	7,997	7,820	2,21	7,643	7,630	0,17
N	18,373	17,783	3,21	19,621	23,476	19,65
P	7,613	7,643	0,39	8,960	9,502	6,05
K	1,640	1,452	11,46	0,770	0,897	16,54

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Kondisi awal kualitas air pada saluran drainase di SMPN 13 Kota Malang menunjukkan bahwa, berdasarkan hasil pengujian sampel limbah cair pada *inlet* saluran yang dilakukan di Laboratorium Air Tanah Jurusan Teknik Pengairan masing-masing parameternya memiliki kandungan BOD sebesar 21,1 mg/L, COD sebesar 32 mg/L, TSS sebesar 0 mg/L, pH sebesar 7,82, N sebesar 11,6 mg/L, P sebesar 3,39 mg/L dan K sebesar 2,96 mg/L. Apabila dibandingkan dengan standar baku mutu air kelas II maka dapat disimpulkan bahwa 4 dari 7 parameter yang diuji masih melebihi baku mutu air kelas II.
2. Perencanaan dan perhitungan IPAL dilakukan untuk mendapatkan tahapan proses pengolahan limbah sehingga menghasilkan keluaran air yang sesuai dengan baku mutu air kelas II. Proses pengolahan air limbah menggunakan metode *sub-surface constructed wetland* aliran horizontal dengan media tanaman teratai, melati air dan bambu air dipilih karena dapat mengolah limbah pertanian secara kontinyu. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan debit sebesar 541,932 L/hari, dari debit tersebut diperoleh waktu tinggal selama 24 jam 31 menit. Perhitungan luasan menggunakan metode *Crites* dan *Tchobanoglus* yang mendapatkan hasil analisis luasan *wetland* sebesar 1,799 m<sup>2</sup>, dalam perhitungan tersebut semakin kecil debit yang mengalir dalam *wetland* maka akan memperbesar waktu tinggal di dalam luasan *constructed wetland*.
3. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dari pengambilan sampel pada *inlet* dan *outlet* bangunan *sub-surface constructed wetland*, menunjukkan bahwa pengujian setelah adanya penambahan perlakuan didapatkan hasil perhitungan efektivitas dengan hasil setiap

parameternya yakni BOD mengalami kenaikan sebesar 22,581%, COD mengalami kenaikan sebesar 39,13%, TSS mengalami penurunan sebesar 100%, pH mengalami penurunan sebesar 0,17%, N mengalami kenaikan sebesar 19,65%, P mengalami kenaikan sebesar 6,05% serta K mengalami kenaikan sebesar 16,54%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2008). *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta*. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Peraturan Menteri dan Petunjuk Pelaksanaan Pemantauan*. Jakarta
- Metclaf dan Eddy. (1991). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. New York: The McGraw-Hill Companies
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2010). Peraturan Daerah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Prayitno. (2013). *Pengurangan COD dan BOD Limbah Cair Terolah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Taman Tanaman Air dengan Tanaman Melati Air*. Yogyakarta: Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik.
- Raude et. al. (2009). *Hosehold Greywater Treatment For Peri-Urban Areas Of Nakuru Munnicipality*. Kenya: Sustainable Sanitation Practice Journal.
- Supradata. (2005). *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Tesis. Semarang: Magister Ilmu Lingkungan UNDIP.
- Suswati Anna. (2012). *Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah Domestik (Greywater)*. Indonesian Green Technology Journal. Malang: Program Pascasarjana Universitas Brawijaya.
- Suswati Anna & Wibisono Gunawan. (2013). *Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands)*. Tesis. Indonesian Green Technology Journal. Malang: Program Pascasarjana Universitas Brawijaya.
- United Nations Human Settlements Programme. (2008). *Constrtructed Wetlands Manual*. Kenya: UN-HABITAT. p.35.
- Widyastuti. et. al. (2005). *Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Pemanfaatan Tanaman Cyperus Papyrus pada Sistem Subsurface Constructed Wetland*. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.