

## **BAB 4**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1. Kondisi Awal Kualitas Air Limbah**

Penelitian ini memakai air limbah karet yang berasal dari hasil penimbangan getah pohon karet yang berada di perkebunan karet milik warga Desa Mulya Guna, Kec. Teluk Gelam, dimana limbah mengandung konsentrasi awal berupa 3138 Mg/L BOD<sub>5</sub>, 1602 Mg/L COD, 795 Mg/L TSS, dan pH sebesar 4,5. Konsentrasi awal limbah ini tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERMENLH RI No.5 Tahun 2014, Ada konsentrasi 100 Mg/L BOD<sub>5</sub>, 250 Mg/L COD, 100 Mg/L TSS, dan pH sebesar 6 - 9 yang diperbolehkan dalam air limbah karet sebelum dilarang memasuki pasokan air publik. Maka dari itu perlunya pengolahan limbah karet terlebih dahulu supaya limbah karet menjadi aman dan memenuhi standar baku mutu untuk dialirkan ke perairan umum.

Pengolahan limbah ini dapat dilakukan dengan sistem pengolahan sederhana, dimana proses pengolahannya relatif mudah dan biaya operasional yang terjangkau. Salah satu sistem pengolahan yang dapat dipilih berupa lahan basah buatan dengan tipe aliran atas permukaan, dimana sistem pengolahan ini hanya memerlukan kinerja dari tumbuhan dan mikroba yang bekerja sama sehingga sistem operasionalnya mudah serta dapat mengurangi pengeluaran biaya.

Sistem pengolahan tipe aliran atas permukaan memanfaatkan bakteri yang menempel pada daun, batang dan akar pada tanaman air yang digunakan. Kinerja sistem aliran jenis *Free Surface Constructed Wetlands* sangat dipengaruhi oleh nilai dari parameter pH dan suhu, hal ini dikarenakan kedua polutan ini adalah aspek penghalang bagi keberlangsungan hidup mikroba air. Pada polutan ini konsentrasi awal pH sebesar 4,5 dan suhu sebesar 28,6°C. Maka mikroorganisme yang terkandung pada penelitian ini adalah mikroorganisme psikotrop dan mikroorganisme mesofil, hal ini karena mikroorganisme psikotrop dapat berkembang biak dalam suhu 0° C- 35° C dan mikroorganisme mesofil dalam suhu 20° C- 45° C.

Sebelum dimasukkan kedalam *constructed wetland*, tanaman kayu apu melalui tahapan aklimatisasi terlebih dahulu dengan dimasukkan kedalam bak air

berukuran sedang yang berisi air limbah karet dan air dengan rasio 50:50. Tanaman kayu apu didiamkan dalam bak air berisi air limbah karet dan air selama 7 hari agar tanaman dapat menyesuaikan diri terhadap air limbah. Setelah 7 hari domestikasi, beberapa tanaman selada air mulai menguning, menyusut dari ukuran semula, dan akhirnya mati.

Selain itu faktor-faktor lainnya yang dapat menurunkan kadar polutan limbah itu tidak hanya berdasarkan pengenceran saja hal ini terbukti pada saat penelitian faktor iklim, cuaca dan suhu pada saat penelitian sering berubah-ubah mengingat pada saat penelitian dilakukan di tempat yang cukup terbuka lalu disertai cuaca yang pada saat itu dilanda hujan dan teriknya panas matahari.

#### 4.2. Data Parameter Uji

Sistem pengolahan yang dapat digunakan berupa Lahan Basah Buatan Dengan Tipe Aliran Atas Permukaan (*Free Surface Constructed Wetlands*) dengan memakai air limbah karet yang berasal dari hasil penimbangan getah pohon karet yang berada di perkebunan karet milik warga Desa Mulya Guna, Kec. Teluk Gelam yang diletakkan pada bak ekualisasi terlebih dahulu sebelum dialirkan ke *constructed wetlands* memakai pompa yang mempunyai debit 1250 L/jam. Dengan sistem pemrosesan ini, batch diproses secara berurutan.

Dengan menggunakan sampel uji yang dikumpulkan pada beberapa interval, UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Palembang menetapkan bahwa konsentrasi parameter uji (BOD, COD, TSS, pH) menurun, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 1. dan 4 22..

Tabel 4.1. Data Parameter Limbah Sebelum Pengolahan di *Constructed Wetland*

Sebelum Pengolahan CW			
BOD	COD	TSS	pH
3138	1602	795	0,45

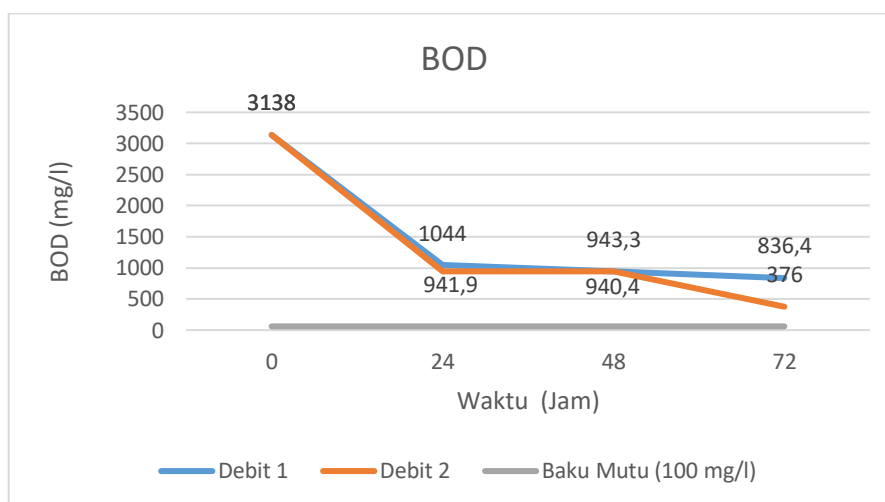
Tabel 4.2. Data Parameter Limbah Sesudah Pengolahan di *Constructed Wetland*

Sesudah Pengolahan CW							
No.	HRT	Debit	HLR	BOD	COD	TSS	pH
1	24	440.456	0.16313	1044	1472	570	4.6

	48			943,3	1416	244	4.8
	72			836,4	581,8	131	5.1
	24			941,9	1402	324	5.5
2	48	428.572	1,102083	940,4	1348	163	5.9
	72			376	225	122	6.2

### 4.3. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Tabel 4.1 menampilkan hasil pengujian parameter BOD berdasarkan periode tempat tinggal, yang diperoleh dari UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kesehatan Kota Palembang. Data yang diperoleh menyebabkan representasi visual berikut:



Gambar 4.1. Grafik Penurunan Kadar *Biochemical Oxygen Demand* terhadap Variasi Konsentrasi dan Waktu Retensi

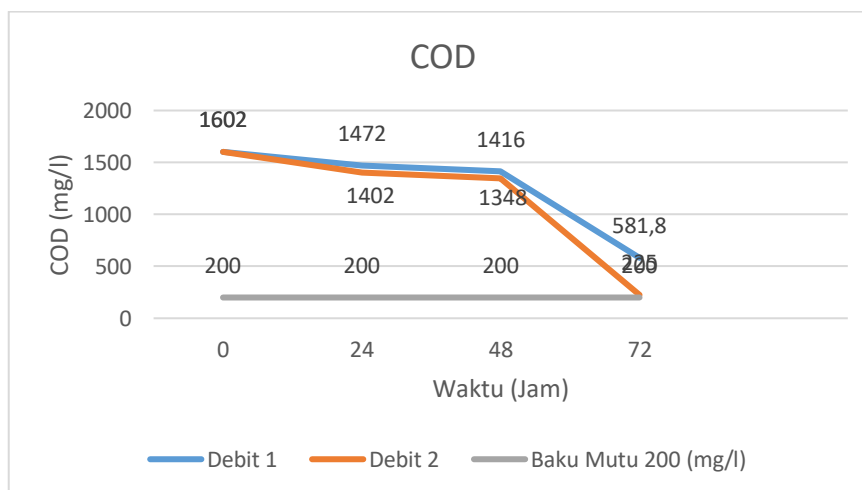
Pada grafik diatas menunjukkan bahwa limbah karet mengalami penurunan kandungan parameter BOD. Hal ini terjadi karena pengaruh media tanam yang membantu mengendapkan material yang halus. Peningkatan oksidasi bakteri aerob di sekitar rizosfer (area perirroot) tanaman juga berkontribusi terhadap penurunan konsentrasi bahan organik yang digunakan dalam proses konstruksi lahan basah (H Euis Nurul & A Wahyu, 2010). Aklimatisasi tanaman sebelum memulai penelitian memungkinkan rizobakteri menyesuaikan diri dan berkembang, yang sangat membantu akar tanaman untuk mengambil nutrisi dari air limbah.

Grafik di atas menunjukkan bagaimana parameter BOD menurun drastis pada perbedaan konsentrasi 100% dan 50% dengan waktu tinggal 24 jam, akan

tetapi hanya pada variasi konsentrasi 50% dengan waktu tinggal 72 jam saja yang dapat mencapai standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014. Berdasarkan data yang telah didapat ini dapat dilihat bahwa perlakuan pengenceran limbah juga berpengaruh dalam menurunkan parameter BOD. Hal ini terjadi karena kandungan  $O_2$  dalam air turut membantu perkembangan mikroorganisme yang ada didalam *constructed wetland*. Dengan bertambahnya kandungan oksigen, maka mikroorganisme dapat mengurai bahan organik didalam limbah yang banyak.

#### 4.4. Chemical Oxygen Demand (COD)

*Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan buat mengkatalisis suatu reaksi kimia yang akan mengoksidasi bahan organik di dalam sampah. Tingginya konsentrasi bahan organik dalam air limbah merupakan akar penyebab tingginya COD. Tabel 4-1 menampilkan hasil uji parameter solusi yang dilakukan oleh UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang, dan diagram berikut didasarkan pada hasil tersebut:



Gambar 4.2. Grafik Penurunan Kadar COD terhadap Variasi Konsentrasi dan Waktu Tinggal

Meskipun masih terdapat bahan organik dalam air limbah, tingkat COD yang tinggi dan rendah menunjukkan keseluruhan kebutuhan  $O_2$  yang tersedia untuk mengoksidasi secara kimiawi. Istilah "oksidasi" dapat merujuk lebih dari sekadar penguraian organisme mati; dapat mencakup berbagai proses. Hasil penelitian ini

menunjukkan bahwa bahan organik dalam air limbah dapat teroksidasi secara biologis, karena konsentrasi COD dan BOD cenderung menurun.

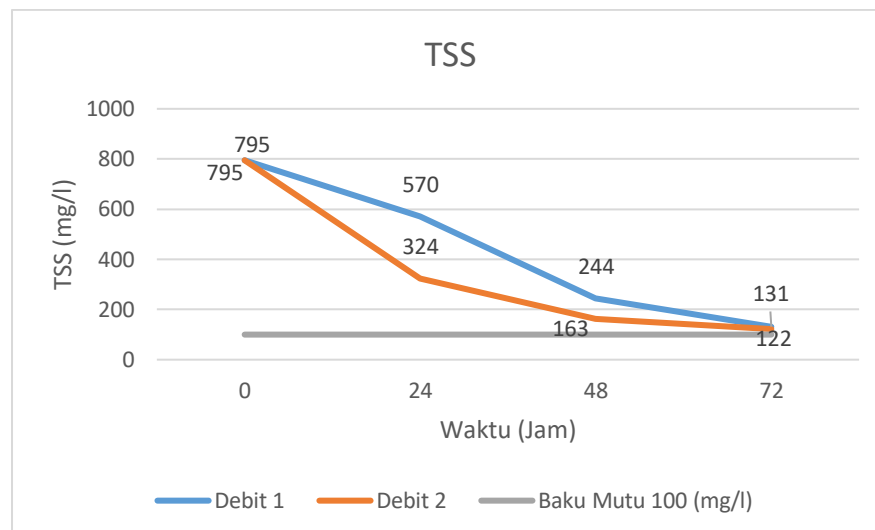
Konsentrasi awal BOD dan COD tidak dapat dihindari dipengaruhi oleh adanya aktivitas mikroba di dalam reaktor, yang menguraikan sebagian bahan organik dalam air limbah. Kondisi ini mengakibatkan penurunan COD pada limbah karet dengan variasi konsentrasi 100% dan 50% berturut-turut kurang lebih 49% dan 82% dalam hari pertama penelitian. Selain itu, lahan basah buatan menggunakan mekanisme pemrosesan fisik (filter dan pengendapan) untuk mengurangi konsentrasi COD dalam pembuangan air limbah, yang terlihat sebagai penurunan konsentrasi TSS pada hari ke-1. Hanya parameter COD pada limbah karet variasi konsentrasi 50% dengan waktu retensi 72 jam yang sesuai standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014, hal ini terjadi karena terlalu besarnya nilai COD yang terkandung di *constructed wetland*.

#### **4.5. Total Suspended Solid (TSS)**

*Total suspended solid* (TSS) adalah segala sesuatu yang lolos dari filter tetapi tidak muat karena terlalu sedikit (sebagai partikel koloid, yaitu) untuk muat. Termasuk dalam padatan tersuspensi total adalah hal-hal seperti lanau, tanah liat, oksida logam, sulfida, alga, bakteri, dan jamur. Dalam kebanyakan kasus, koagulasi dan filtrasi digunakan untuk menghilangkan partikel tersuspensi total. Padatan tersuspensi total membantu menjaga air tetap jernih karena menghalangi sinar matahari, mencegah ganggang berfotosintesis di badan air.

Pada limbah karet, air limbah yang dihasilkan biasanya terdapat serpihan karet halus ketika dilakukan pengolahan, hal ini yang memicu terjadinya padatan tersuspensi total (TSS).

Tabel 4.1 merinci hasil pengujian yang dilakukan oleh UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang terhadap berbagai parameter larutan; dari hasil ini, representasi grafis berikut diturunkan:



Gambar 4.3. Grafik Penurunan Kadar TSS terhadap Variasi Konsentrasi dan Waktu Tinggal

Temuan laboratorium digunakan untuk membuat grafik yang menunjukkan bahwa konsentrasi TSS turun setelah 72 jam residensi yang sesuai dengan standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no.5 Tahun 2014. Hal ini karena lahan basah buatan tipe lahan basah permukaan bebas efektif menghilangkan bahan organik padat dari air limbah melalui proses filtrasi dan sedimentasi, bahkan jika air limbah mengandung bahan organik konsentrasi tinggi. Komponen bahan organik padat yang lebih sederhana dan mudah larut yang disimpan di lahan basah buatan akan diproduksi. Akan ada lebih sedikit TSS dalam air limbah sebagai akibatnya.

#### 4.6. Waktu Tinggal Optimal

Konsentrasi dan waktu tinggal lahan basah yang diciptakan menentukan seberapa baik mengolah air limbah. Semakin banyak waktu yang dihabiskan air limbah di lahan basah buatan, semakin banyak faktor kontaminan yang diambilnya. Mikroorganisme dapat berinteraksi dengan air limbah jika diberikan waktu yang cukup untuk “berada” di dalam sistem. Akar tanaman air dapat dimanfaatkan sebagai pusat energi/katalisator untuk beberapa proses metabolisme yang mempengaruhi kelangsungan hidup mikroba, dan bakteri dalam air limbah mendegradasi bahan organik menjadi molekul yang lebih sederhana yang dapat digunakan tanaman sebagai nutrisi (Supradata,2005).

Crites dan Tchobanoglus mendalilkan bahwa membandingkan volume dan aliran lahan basah buatan manusia dapat menghasilkan perkiraan waktu tinggal. Alhasil berlandaskan teori *Crites* dan *Tchobanoglus* waktu optimal dihitung menggunakan rumus persamaan (2) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{➤ } HRT &= \frac{V}{Q} \\ \text{➤ } HRT &= \frac{(90 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm})}{1250 \text{ l/hari}} \\ \text{➤ } HRT &= \frac{135000 \text{ cm}^3}{1250 \text{ l/hari}} \\ \text{➤ } HRT &= \frac{135 \text{ dm}^3}{1250 \text{ l/hari}} \\ \text{➤ } HRT &= \frac{135 \text{ l}}{1250 \text{ l/hari}} \\ \text{➤ } HRT &= 0,108 \text{ hari} \\ \text{➤ } HRT &= 2,59 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi, 2,59 jam adalah sweet spot untuk residensi menurut rumus teoritis Crites dan Tchobanoglus. Juga, ini konsisten dengan bukti laboratorium tentang waktu tinggal 24 jam, yang mana kadar parameter polutan untuk masing-masing variasi konsentrasi sangat banyak mengalami penurunan meskipun belum masuk kedalam standar baku mutu yang telah ditentukan, Aman untuk mengatakan bahwa parameter polusi dapat diturunkan dengan menggunakan lahan basah buatan. Efektivitas penurunan kadar polutan dalam air limbah dihitung dengan menggunakan rumus (1) dan hasil parameter pengujian (BOD, COD, TSS, suhu, pH) disusun pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Efisiensi penurunan kadar polutan air limbah

Waktu	HLR	BOD	COD	TSS
		%	%	%
24	0.16313	66,7304	8,114856	28,30189
48		69,93945	11,61049	69,30818
72		73,34608	63,6829	83,52201
24	1,102083	69,98407	12,48439	59,24528
48		70,03187	15,85518	79,49686
72		88,01785	85,95506	84,65409

#### 4.7. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Dalam desain fasilitas pengolahan air limbah, kolam pemerataan dan struktur permukaan bebas disertakan. Perencanaan ini dibuat berdasarkan

##### 1. Perencanaan Bak Ekualisasi

Fungsi utama tangki pemerataan adalah sebagai tangki penampung untuk tahap awal pembuangan air limbah. Fluktuasi pelepasan atau aliran dan konsentrasi limbah akan diseimbangkan dalam tangki pemerataan, mengatur tahapan agar operasi selanjutnya berjalan dengan lancar. Dengan memompa air dari tangki pemerataan ke unit berikutnya, unit persegi panjang ini mampu menyebarkan beban air limbah secara merata (tingkat air bebas). Dimensi Bak Ekualisasi Direncanakan:

$$\begin{aligned} \text{Volume Bak Ekualisasi} &= \frac{HRT}{24 \text{ Jam}} \times Q \\ &= \frac{2,6 \text{ Jam}}{24 \text{ Jam}} \times 3,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi Bak Ekualisasi :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0,39 \text{ m}^3 &&= 390000 \text{ cm}^3 \\ \text{H} &= 40 \text{ cm} \\ \text{Luas} &= 9750 \text{ cm}^2 \\ \text{Tinggi Jagaan} &= 0,3 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 162,5 \text{ cm} \\ \text{Lebar} &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dimensi Bak Ekualisasi Rencana :

$$\begin{aligned} \text{Panjang Rencana} &= 168 \text{ cm} \\ \text{Lebar Rencana} &= 70 \text{ cm} \\ \text{H Rencana} &= 70 \text{ cm} \\ \text{As Rencana} &= 11760 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



## Spesifikasi Pompa :

Merek	= Krisbow
Model	= A A - 106
Daya	= 220 - 240 V
Debit	= 6500 L/Jam
Total Head	= 4.0 m

## Dimensi Pipa :

Jumlah Pompa	= 2 Buah
Debit $Q_{\text{aliran}}$	= 0,00111 m <sup>3</sup> /detik
Diameter Pipa	= 0,0266 m = 26,60 (atau 32 mm diameter pipa pasaran)

Bak ekualisasi ini akan dibuat sebanyak 2 buah dengan dimensi yang sama dengan peran masing-masing sebagai penampungan awal air limbah dan air bersih. Bak ekualisasi air bersih ini berguna sebagai bahan pengencer (*dilution*) limbah untuk membantu proses penurunan parameter didalam *constructed wetland* dengan rasio yang sama dengan limbahnya. Perencanaan ini dibuat berdasarkan hasil penurunan parameter yang telah didapatkan dari pengujian limbah skala laboratorium.

2. Perencanaan Reaktor *Constructed Wetland*

Garis persegi panjang dimaksudkan untuk permukaan air terbuka. Reaktor akan menerima air limbah melalui pompa dari tangki ekualisasi. Akan ada waktu retensi reaktor (HRT) 72 jam. Kran yang terpasang pada reaktor akan dibuka setelah 72 jam agar air limbah dapat mengalir ke badan air. Bahan bakar reaktor adalah kayu apu dengan kerapatan rumpun 5 cm<sup>2</sup> (10-20 rimpang). Kerikil dan pasir adalah media yang digunakan dalam reaktor ini.

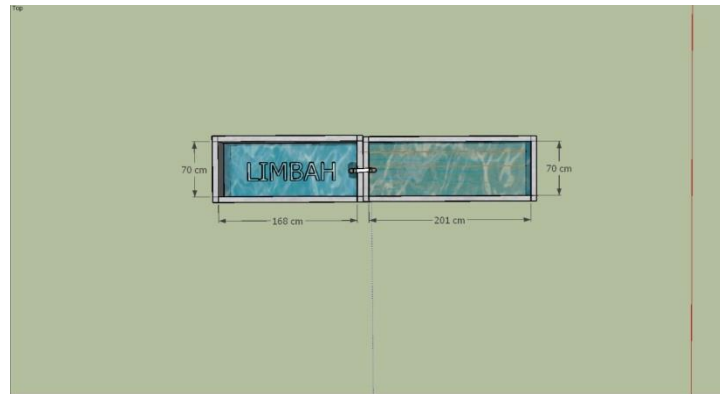
Volume	= 702000 cm <sup>3</sup>
Panjang	= 200,5714 cm
Panjang Rencana	= 201 cm
Lebar	= 70 cm

Tinggi	= 50 cm
Area <i>Surface</i>	= 14040 cm <sup>2</sup>
AS Rencana	= 14040 cm <sup>2</sup>
Waktu Tinggal	= 72 Jam
Tinggi Pasir	= 10 cm
Tinggi Kerikil	= 15 cm

Dimensi reaktor lahan basah yang dibangun berasal dari perhitungan dan penyempurnaan peralatan eksperimental lahan basah yang dibangun skala laboratorium yang digunakan dalam studi sebelumnya. Akun rencana SketchUp 2021 untuk lahan basah buatan manusia berskala besar. Panjang bak pemerataan 168 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 70 cm, sedangkan lahan basah buatan 201 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 50 cm. Reaktor lahan basah yang dibangun, tangki homogenisasi air limbah, dan sistem pemurnian air membentuk desain skala di tempat. Dua pompa dan saluran PVC 32 milimeter digunakan untuk memindahkan zat dari tangki penyeimbang ke reaktor. Reaktor lahan basah yang sudah jadi juga memiliki keran yang dipasang untuk keperluan pengurasan. Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 menggambarkan cetak biru yang rumit dan sketsa lahan basah buatan manusia.



Gambar 4.4. Desain IPAL Tampak Samping



Gambar 4.5. Desain Tampak Atas



Gambar 4.6. Desain Tampak Depan

Karena limbah dalam penelitian ini membutuhkan waktu 72 jam untuk mencapai syarat kualitas air, maka air dalam reaktor untuk skema desain proses pengolahan limbah ini diatur oleh kran, dan kran dipasang ke dalam sistem. selokan tetangga. Air yang telah didaur ulang dari limbah karet dan dimurnikan di lahan basah buatan sekarang dapat digunakan untuk hal-hal seperti irigasi dan pekerjaan rumah tangga. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan sebelum dapat digunakan sebagai air mandi atau untuk minum sehari-hari.

Sistem pengolahan air limbah ini memiliki banyak manfaat bagi masyarakat sekitar perkebunan karet, antara lain udara lebih bersih dan bau tidak sedap, selain itu warga sekitar juga dapat menggunakan air daur ulang limbah ini untuk kegiatan diluar penggunaan mandi dan konsumsi sehingga warga sekitar pun dapat menghemat air lebih banyak.

3. *Operasional dan Maintenance Teknis IPAL*

Banyak perawatan yang dapat digunakan untuk membantu pengoperasian dan pemeliharaan sistem IPAL:

a. Bak Ekualisasi :

1. Limbah dan air bersih dikumpulkan di kolam ekualisasi yang berbeda (terpisah).
2. Limbah dan air bersih dialirkan ke *wetland* secara bersamaan.
3. Komponen inti menampilkan pompa submersible primer dan sekunder.
4. Setiap 24 jam, pompa primer dan sekunder berpindah tempat.
5. Pisau perlu diperiksa dan dibersihkan.
6. Selama pemeliharaan, aliran listrik terputus dari sistem.
7. Setidaknya setiap dua bulan sekali, tangki penyamaan perlu dikuras.

b. *IPAL Constrcuted Wetland* :

1. Vegetasi yang mempunyai poin estetika.
2. Pemanenan tanaman Kayu Apu selama 40 hari sekali.
3. Pengendapan pada media, bakal dilaksanakan penggantian media yang baru.