



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021**
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

**Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Biologi
Anaerob-Wetland**

Nanik Indah Setianingsih¹, Sartamtomo¹, Didik Harsono¹

¹Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Jalan Ki Mangunsarkoro No. 6 Semarang

Email : amifaira497@gmail.com

Abstrak - Selain menghasilkan air limbah produksi, salah satu industri pupuk pertanian di Jawa Tengah juga menghasilkan air limbah domestik. Oleh sebab itu berdasarkan Permen LH No. 68 Tahun 2016 industri tersebut juga memiliki kewajiban untuk mengolah air limbah domestik yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain IPAL domestik yang akan diterapkan di industri pupuk pertanian di Jawa Tengah. Sistem IPAL terintegrasi terdiri dari unit ekualisasi, UASB, UAF 1, UAF 2, UAF 3 dan wetland. Kriteria rancangan desain IPAL adalah debit air limbah 18 m³/hari, konsentrasi COD maksimum 2.000 mg/L. Kapasitas volume unit ekualisasi, UASB, UAF 1, UAF 2, UAF 3 dan wetland adalah 25,09 m³; 10,43 m³; 28,34 m³; 28,75 m³; 27,54 m³ dan 19,65 m³.

Kata Kunci : air limbah domestik, anaerob, wetland

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor penyokong utama dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Pangan dan produk pangan merupakan salah satu sektor yang mempunyai sumbangan cukup besar pada perekonomian nasional serta berpengaruh terhadap inflasi. Menurut Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian, industri pangan dan minuman menjadi penyumbang ke 2 terbesar Pendapatan Domestik Bruto non migas. Industri ini menyumbang 6,14 Persen PDB non migas pada tahun 2017 dengan pertumbuhan 8,3 persen. Oleh karena itu pengembangan industri di bidang pertanian harus menjadi salah satu prioritas dalam pembangunan nasional.

Disamping melakukan peranannya dalam rangka mendukung ketahanan pangan nasional, industri pertanian dalam proses produksinya juga dapat menghasilkan produk samping berupa limbah. Limbah jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan prinsip produksi bersih (*cleaner production*). Menurut Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, Kementerian Perindustrian, produksi bersih (*cleaner production*) merupakan suatu strategi untuk menghindari timbulnya pencemaran industri melalui pengurangan timbulan limbah (*waste generation*) pada setiap tahap dari proses produksi untuk meminimalkan atau mengeliminasi limbah sebelum segala jenis potensi pencemaran terbentuk.

Timbulnya limbah dari industri pertanian, baik-limbah cair, padat maupun gas, tidak dapat dihindari seratus persen. Setelah dilakukan usaha-usaha minimisasi

melalui modifikasi proses maupun pemanfaatan (dengan prinsip produksi bersih), langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah pengolahan/penanganan limbah tersebut untuk menghindari pencemaran lingkungan. Pengelolaan limbah industri diperlukan untuk meningkatkan pencapaian tujuan pengelolaan limbah (pemuahan peraturan pemerintah), serta untuk meningkatkan efisiensi pemakaian sumber daya. Air limbah yang dihasilkan oleh suatu industri dapat berupa air limbah produksi dan air limbah domestik yang berasal dari aktivitas karyawannya. Menurut Permen LH No. 68 Tahun 2016 air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Dengan adanya Permen LH No. 68 Tahun 2016 tersebut industri wajib melakukan pengolahan air limbah domestik yang dihasilkan.

Salah satu industri di Jawa Tengah yang memproduksi produk untuk bidang pertanian (pupuk, pestisida dan benih) menghasilkan air limbah domestik yang berasal dari aktivitas karyawannya sehingga perlu dikelola dengan melakukan pengolahan agar tidak mencemari lingkungan. Dalam pengolahan air limbah harus dipilih teknologi yang tepat dimana dapat mendegradasi polutan dalam air limbah dan dapat dioperasionalkan secara berkelanjutan oleh industri. Kandungan polutan utama dalam air limbah domestik selain polutan organik juga ada polutan nutrient yaitu ammonia, sehingga teknologi yang digunakan harus dapat mendegradasi jenis polutan tersebut. Teknologi biologi anaerob banyak digunakan dalam pengolahan air limbah organik karena tidak memerlukan bahan kimia dalam operasionalnya, tidak menghasilkan limbah B3 yang memerlukan penanganan lebih lanjut sehingga secara ekonomi operasionalnya lebih murah



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021 "Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

dan ramah lingkungan (Ng.et al, 2014; Marlana et al, 2016). Selain itu teknologi anaerob juga digunakan untuk mengolah air limbah dengan kandungan polutan spesifik seperti pewarna tekstil (Yuliasni et al., 2017; Novarina et al., 2020) dan air limbah industri farmasi (Crisnaningtyas dan Vistanty, 2016) serta rumah sakit (Budiarto et al., 2017).

Kombinasi teknologi biologi anaerob dengan wetland diharapkan mampu menurunkan polutan yang bersifat organik maupun nutrient hingga memenuhi bakumutu. Aplikasi teknologi wetland setelah proses anaerob telah efektif untuk menurunkan polutan nutrien dalam air limbah (Moenir et al., 2014; Marlana et al., 2018; Setianingsih 2020). Penggunaan sistem pengolahan air limbah secara biologi integrasi anaerob-wetland diharapkan dapat mendegradasi polutan dalam air limbah domestik yang dihasilkan oleh salah satu industri pupuk pertanian di Jawa Tengah sehingga memenuhi baku mutu untuk dialirkan ke badan air atau dapat digunakan kembali (*reuse*) sesuai peruntukannya. Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan desain IPAL domestik untuk salah satu industri pupuk pertanian di Jawa Tengah.

METODE

Desain instalasi pengolahan air limbah biologi integrasi Anaerob-Wetland dilakukan di salah satu industri pertanian di Kabupaten Demak, Jawa Tengah.

Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah air limbah domestik dari industri, mikroba anaerob, kerikil material wetland, tanaman wetland (*Parikesit, Canna, heleconia, Papyrus sp*), gula dan pati sebagai co-substrat, makro dan mikronutrisi.

Alat

Alat utama yang digunakan pada kegiatan aplikasi ini adalah bangunan IPAL yang terdiri dari satu unit ekualisasi, satu unit UASB, tiga unit UAF, dan satu unit wetland. Peralatan pendukung yang digunakan adalah satu pompa air submersible untuk memompa air limbah ke unit UASB, dan satu pompa sirkulasi untuk memompa air ke unit wetland.

Prosedur

Kegiatan ini terdiri dari beberapa tahap yang terdiri dari identifikasi karakteristik air limbah domestik, perancangan desain IPAL, pembangunan fisik IPAL, instalasi bahan pendukung IPAL (seeding mikroba di unit UASB dan unit UAF, setting kerikil dan tanaman pada unit wetland), aklimatisasi IPAL, operasional IPAL, pengambilan sampel, analisis sampel. Pada

tahap operasional air limbah domestik direncanakan dari titik penampungan dialirkan ke bak ekualisasi, kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa ke unit UASB, dan secara overflow menuju ke unit UAF 1, 2, 3 dan unit wetland. Efluen dari unit wetland mengalir ke bak kontrol kemudian dialirkan di bak penampungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik air limbah

Air limbah yang akan diolah dari industri merupakan air limbah domestik yang berasal dari saluran kamar mandi dan saluran pembersihan pekerja setelah melakukan kegiatan industri. Dengan mengacu Permen LH No.68 Tahun 2016 air limbah domestik yang akan diolah nantinya harus memenuhi bakumutu yang dipersyaratkan yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Baku mutu air limbah domestik menurut Permen LHK No.68 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak& Lemak	mg/L	5
Amonia	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/ 100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Berdasarkan Permen LHK No. 68 Tahun 2016, debit maksimal air limbah domestik adalah 100 L/orang/hari, oleh sebab itu dengan jumlah karyawan sebanyak 240 orang, total debit air limbah domestik maksimal yang dihasilkan oleh industri adalah sebesar 24 m³ per hari, namun debit air limbah juga dapat ditentukan dari jumlah pemakaian air sebenarnya setiap hari yaitu 18 m³ per hari. Total debit air limbah dan luasan lahan yang tersedia menjadi dasar dalam menentukan desain IPAL yang akan dibangun.

Desain IPAL

Desain rancang bangun IPAL didasarkan pada karakteristik dan kuantitas air limbah, luasan lahan yang tersedia serta potensi pengembangan produksi.

Kriteria desain (rancang bangun) IPAL adalah :

- debit air limbah 18 m³/hari,
- konsentrasi COD maksimum 2.000 mg/L
- Ekualisasi, kapasitas volume = 25,09 m³, waktu tinggal = 34 Jam

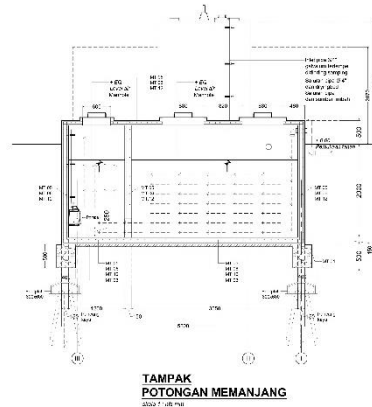


**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021**
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"

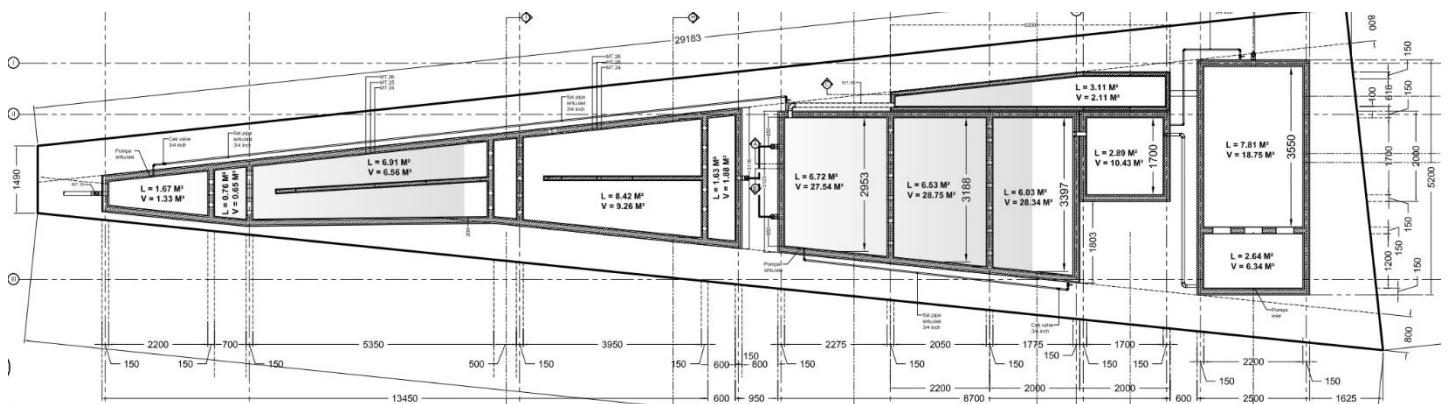
Semarang, 28 Agustus 2021

- UASB, kapasitas volume = $10,43 \text{ m}^3$, waktu tinggal = 10 Jam
- UAF 1, kapasitas volume = $28,34 \text{ m}^3$, waktu tinggal = 38 Jam
- UAF 2, kapasitas volume = $28,75 \text{ m}^3$, waktu tinggal = 38 Jam
- UAF 3, kapasitas volume = $27,54 \text{ m}^3$, waktu tinggal = 37 Jam
- Wetland, kapasitas volume = $19,65 \text{ m}^3$, waktu tinggal = 26 Jam

- Panjang 5,2 m
- Lebar 2,5 m
- Kedalaman 2,5 m



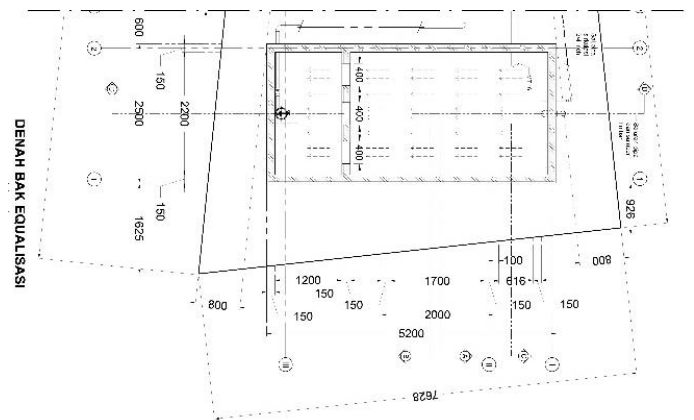
Secara garis besar, IPAL yang dibuat terdiri dari 4 tahapan proses sekuensial yaitu ekualisasi, UASB 1, UAF 1, UAF 2, UAF 3 dan *wetland*, yang dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Layout desain IPAL

Detail rancang bangun unit ekualisasi

Ekualisasi merupakan unit pertama dalam sistem IPAL yang berfungsi untuk menghomogenkan karakteristik air limbah, menstabilkan debit air limbah yang pada akhirnya dapat mempertahankan performance proses selanjutnya. Menurut Siregar (2005), volume bak ekualisasi dalam praktek dibuat lebih besar dengan mempertimbangkan faktor adanya perubahan aliran secara tiba-tiba dan adanya aliran resirkulasi. Dengan jenis air limbah yang memiliki karakteristik dan volume yang bervariasi, maka untuk menjamin agar kualitas air limbah dapat seragam volume bak ekualisasi awalnya dibuat untuk dapat menampung air limbah lebih besar dari jumlah air limbah yang dibuang setiap harinya.



Gambar 2. Potongan gambar bak ekualisasi

Kriteria perencanaan : HRT 34 jam

Dimensi :

Detail desain rancang bangun reaktor UASB:

Unit UASB (Upflow Anaerobik Sludge Blanket) merupakan reaktor yang utamanya berfungsi untuk mendegradasi zat organik. UASB merupakan suatu



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021**
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

teknologi anaerobik yang dapat memiliki kinerja dan kecepatan yang tinggi dalam mendegradasi polutan karena mampu membentuk agregat bakteri dengan cara imobilisasi (Kaluzhnyi, 2006). Pada reaktor UASB dipasang GLS (Gass Liquid Separator) yang berupa plat sebagai pemisah antara fase cair (air limbah) dan fase gas (biogas). Influent Air limbah didistribusikan dari bawah reaktor dan melewati lapisan bakteri yang mendegradasi material organik menjadi biogas. Menurut Henze (2008) reaktor UASB dirancang berdasarkan konsep bakteri anaerobik granul yang memiliki sifat sedimentasi yang baik, sehingga tidak dibutuhkan pengadukan mekanik. Deflektor dipasang dengan tujuan untuk mencegah biogas keluar bersama effluent. Plat pemisah dipasang juga dengan tujuan agar bakteri tetap berada di dasar reaktor dan tidak ikut keluar bersama effluent (Meer & Vletter, 2016).

Desain UASB telah banyak diaplikasikan dalam pengolahan air limbah industri di Indonesia antara lain di industri kecap (Marlena, 2016), industri kertas kraft (Moertinah, 2013) serta industri karton box (Vistanty, 2015). Kelengkapan unit UASB yang lain adalah pompa, pipa inlet dan pipa outlet air limbah, serta pipa outlet gas yang terbentuk. Pompa yang digunakan pada reaktor UASB adalah pompa submersible setara merek Shimizu SP-321 K dengan debit 20-45 L/menit dan ketinggian maksimum 90 meter. Pada desain IPAL ini digunakan satu buah unit UASB dengan kriteria sebagai berikut :

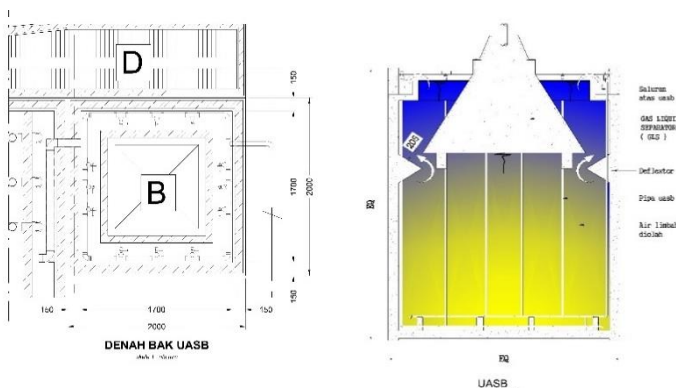
UASB 1

Kriteria perencanaan : HRT 10 jam

Dimensi :

- Panjang 2,0 m
- Lebar 2,0 m
- Ketinggian 5,1 m

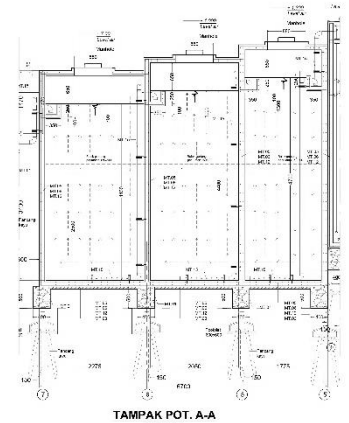
Desain reaktor UASB dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Potongan gambar bak UASB

Detail desain rancang bangun reaktor Upflow Anaerobic Filter (UAF)

Unit *Upflow Anaerobic Filter (UAF)* berfungsi untuk mendegradasi sisa bahan organik dari bak UASB secara anaerob. Unit *Upflow Anaerobic Filter (UAF)* pada sistem IPAL akan dibangun dengan kriteria yaitu berbentuk empat persegi dengan sisi



sejajar berukuran 3,803 m dan 3, 116 m, dan dibagi menjadi 3 kompartment yang terdiri dari :

Upflow Anaerobic Filter (UAF) 1

Kriteria perencanaan : HRT 38 jam

Dimensi :

- Lebar 2,0 m
- Ketinggian 5,35 m

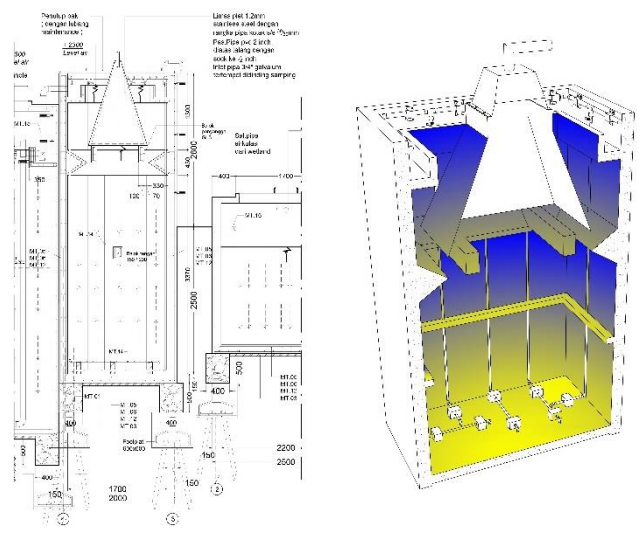
Upflow Anaerobic Filter (UAF) 2

Kriteria perencanaan : HRT 38 jam

Dimensi :

- Lebar 2,2 m
- Ketinggian 5,05 m

Upflow Anaerobic Filter (UAF) 3



Kriteria

Gambar 3. Potongan gambar bak UASB

perencanaan : HRT 37 jam

Dimensi :

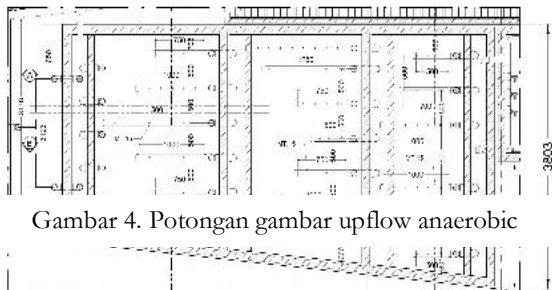
- Lebar 2,275 m



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021 "Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

- Ketinggian 4,75 m



Gambar 4. Potongan gambar upflow anaerobic

Reaktor UAF terbuat dari struktur balok dan kolom beton bertulang dengan dinding batu bata kedap air tertutup plat beton dengan *manhole* berbentuk persegi panjang dilengkapi pipa inlet, pipa outlet serta pompa sirkulasi. Pompa sirkulasi yang dipakai di reaktor UAF adalah 1 buah untuk mengefektifkan proses pengolahan secara anaerob. Pompa sirkulasi dapat menggunakan jenis submersible mini setara pompa dengan merk Aquila type P5600 dengan debit rata-rata 4000ltr/jam. Pompa ini dioperasikan selama 24 jam dengan menggunakan daya 95 watt dan tinggi maksimum 3,80 meter.

Aliran air limbah dari unit UASB ke unit UAF 1 kemudian ke UAF 2 dan UAF 3 terjadi secara gravitasi dengan sistem upflow dengan mengatur perbedaan level air.

Detail desain rancang bangun reaktor Wetland:

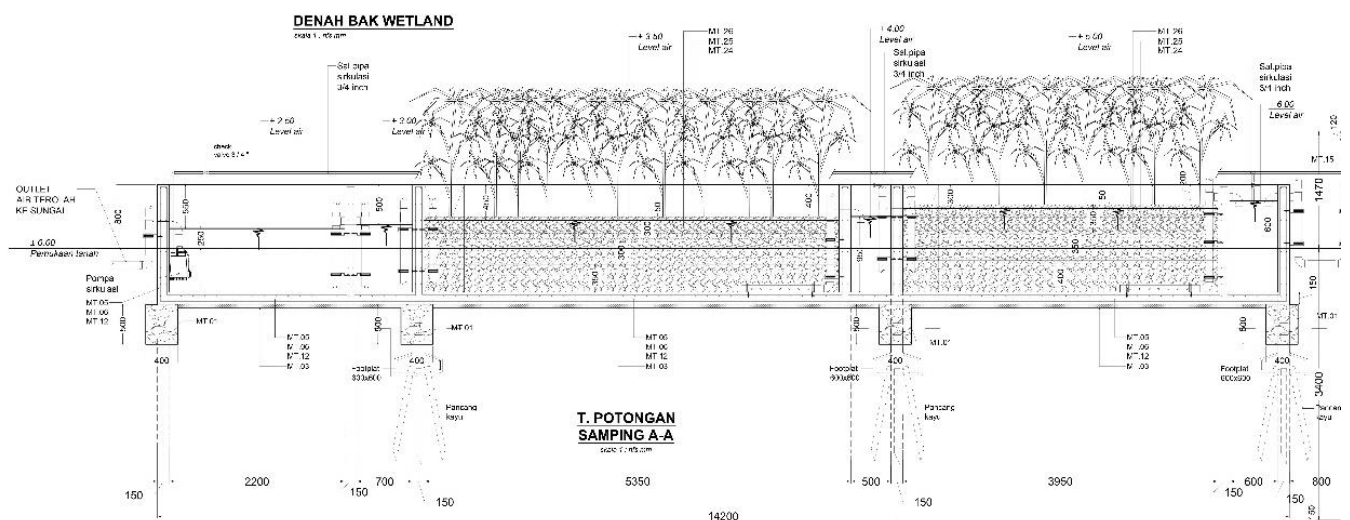
Wetland merupakan unit pada sistem IPAL yang berfungsi untuk mendegradasi polutan nutrisi serta sisa polutan organik dari unit UAF (Upflow Anaerobic Filter) dengan menggunakan media tanaman dan kerikil. Pada sistem IPAL ini unit wetland terdiri dari 3 kompartemen dengan bentuk yang disesuaikan dengan kondisi lahan yang tersedia.

Kriteria perencanaan : HRT 26 jam hari

Dimensi :

- L total 19,39 m²
- Kedalaman 1,5 m
- Tinggi isian batu 1 dan 0,95 m

Pada tiap kompartemen unit wetland biasanya ditanami dengan jenis tanaman yang dikombinasi. Jenis tanaman yang digunakan antara lain Pari kesit, Canna, Heliconia, Papirus dan Melati air. *Constructed wetland* terbuat dari struktur balok dan kolom beton bertulang dan dinding batu bata kedap air berbentuk memanjang dilengkapi dengan pipa inlet, pipa outlet, dan pompa sirkulasi.



Gambar 5. Potongan gambar unit wetland rapkan di salah satu industri pupuk pertanian di Jawa Tengah. Unit pengolahan air limbah domestik terdiri dari bak ekualisasi, bak

KESIMPULAN

Desain instalasi pengolahan air limbah domestik secara biologi dengan sistem anaerob dan *wetland* telah



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"**

Semarang, 28 Agustus 2021

UASB, bak UAF 1, 2 dan 2 serta bak *wetland*. Kriteria rancang bangun IPAL meliputi debit air limbah yang diolah adalah 18 m³/hari dengan COD maksimum 2000 mg/L. Waktu tinggal di ekualisasi, UASB, UAF 1, UAF 2, UAF 3 dan *wetland* masing-masing adalah 34 jam, 10 jam, 38 jam, 38 jam, 37 jam dan 26 jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan desain instalasi pengolahan air limbah domestik ini dibiayai oleh Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Kementerian Perindustrian, Tahun Anggaran 2020. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada CV. Saprotan yang bersedia bekerjasama dengan menjadi lokasi penerapan desain IPAL, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Budiarto dan Bekti Marlana. (2017). Rancang Bangun Instalasi Pengolahan Air Limbah Di Faskes Non Rawat Inap Dengan Teknologi Integrasi UAF-Aerob-Wetland. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau.

Crisnaningtyas, F dan Hanny V. (2016). Pengolahan limbah cair industri farmasi formulasi dengan metode anaerob-aerob dan anaerob-koagulasi, *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 7 (1) : 13-22

Ebie, Y., Towprayoon, S., Chiemchaisri, C., Mander, Ü., & Nogueira, S. F. (2013). Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Wetlands Supplement*, 24. <http://doi.org/10.3390/w2030530>

Handayani, NI., Rustiana Yuliasni, Nanik Indah Setianingsih, Agung Budiarto. (2020). Full Scale Application of Integrated Upflow Anaerobic Filter (UAF)-Constructed Wetland (CWs) in Small Scale Batik Industry Wastewater Treatment. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 11 (1), 27-35.

DOI: <https://doi.org/10.21771/jrtppi.2020.v11.no1.p27-35>

Henze, M., Mark CM van Loosdrecht, George A Ekama, Damir Brdjanovic. (2008). *Biological Wastewater Treatment: Principles, Modeling and Design*. IWA Publisher. ISBN: 9781843391883. DOI: 10.2166/9781780408613

Kaluzhnyi V, Federovich VV., and Lens P. (2006). Dispersed plug flow model for upflow anaerobic sludge bed reactors with focus on granular sludge dynamics. *Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33, pp.221-237

Lettinga, G., & Hulshoff Pol, L. (1991). UASB-Process design for various types of wastewates. *Water Science and Technology*, 24(8), 87-107.

Marlena B, Cholid S., Sartamtomo, Nur Zen. (2016). Pengolahan Limbah Organik dengan Upflow Anaerobik Sludge Blanket (UASB) di Industri Kecap. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* Vol.7, No. 2, hal 81-88

Marlena, B., Rustiana Y., Sartamtomo, Agung Budiarto, Syarifa Arum, Misbachul Moenir, Cholid Syahroni. (2018). Removal of ammonia on catfish processing wastewater using horizontal sub-surface flow constructed wetland (HSSFCW). *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 9 (1), 15-21

Marlena, B., Syahroni, C., Sartamtomo, S., Zen, Nur. (2016). Pengolahan limbah organik dengan upflow anaerobic sludge blanket di industri kecap. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7 (2), 81-87

Meer, R. R. Van Der, & Vletter, R. De. (2016). Anaerobic treatment of wastewater: the gas-liquid sludge separator, 54(11), 1482-1492.

Moenir, M., Sartamtomo, S., & Moertinah, S. (2014). Pengolahan air limbah industri teh botol dengan teknologi biologis anaerobik UASB-wetland. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 5(2), 59-66.



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN ENTREPRENEURSHIP VII TAHUN 2021**
"Digitalisasi Biosains dan Pembelajaran Bervisi Entrepreneurship di Era
Pandemi Covid 19"

Semarang, 28 Agustus 2021

Moertinah S., Moenir M., Sartamtomo, Yuliasni R. (2013). Pilot Project Pengolahan Air Limbah Industri Kraft dengan Sistem Biologis Anaerobik UASB

Ng, K.K. et al., (2014). A novel application of anaerobic bio-entrapped membrane reactor for the treatment of chemical synthesis-based pharmaceutical wastewater. *Separation and Purification Technology*, 132, pp. 634-643. Available at : <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2014.06.021>

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

R. Yuliasni, N.I. Setyaningsih, N.I. Handayani, A. Budiarto, (2017). The performance of combined technology Upflow anaerobic reactor (UAR)-activated sludge (AS) for treating batik wastewater, *Adv. Sci. Lett.* 23 (2017). <https://doi.org/10.1166/asl.2017.8725>.

Wetland. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* Vol. 2, No. 3, hal 123-132

Setianingsih, N.I, Sartamtomo, Didik H., Nur Zen, Farida C., Novarina IH. (2020). Implementasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Biologi Terintegrasi untuk Mengolah Air Limbah Campuran Domestik dan Produksi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau*, Vol. 2, No. 1, Hal. 159-168. <http://prosiding-sntih.kemenperin.go.id/index.php/sntih/article/view/111>

Siregar, S. (2005). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Vistanty H, Aris M, Novarina IH. (2015). Pengolahan Air Limbah Industri Karton Box dengan Metode Integrasi Upflow Anaerobic Sludge Bed (UASB) Reactor dan Elektrokoagulasi-Flotasi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol. 6, No.1.DOI: <http://dx.doi.org/10.21771/jrtppi.2015.v6.no1.p1%20-%208>