

## PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAH AIR LIMBAH (IPAL) INDUSTRI BATIK BESUREK DI KOTA BENGKULU

M Belladona<sup>1,\*</sup>, N Nasir<sup>2</sup>, E Agustomi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof Dr Hazairin, SH,  
Jalan Ahmad Yani No.1 Bengkulu, 38117

\*Email: brilian.tyas@ymail.com

Diterima: 5 September 2019

Direvisi: 12 September 2019

Disetujui: 21 Desember 2019

### ABSTRAK

Kelurahan Anggut Atas merupakan Kawasan Sentra Kerajinan Tangan di Kota Bengkulu. Kerajinan yang dijual di kawasan ini beragam dan merupakan ciri khas Provinsi Bengkulu, salah satunya yang terkenal adalah batik besurek. Proses pembatikan melalui tahapan pemalaman, pencelupan dan penghilangan malam. Pada setiap proses menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat rancangan instalasi pengolah air limbah. Metode yang digunakan berupa kajian teknis, pengujian laboratorium dan pengukuran limbah aliran air limbah batik pada saluran dan badan air. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan kadar BOD, COD dan minyak/lemak sangat tinggi yaitu 173,14 mg/l O<sub>2</sub> untuk BOD dengan standar mutu 50 mg/l O<sub>2</sub>, 509,87 mg/l O<sub>2</sub> untuk COD jauh di atas standar mutu yaitu 150 mg/l O<sub>2</sub> serta kadar minyak/lemak sebesar 540,65 mg/l dengan standar mutu 3,6 mg/l. Berdasarkan data tersebut maka limbah cair harus diolah menggunakan instalasi pengolah air limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan air. Hasil perhitungan dan analisis mendapatkan konstruksi IPAL terdiri atas bak koagulasi (panjang : lebar = 1 : 1, lebar = 0,3 m, panjang = 0,3 m, H rencana = 0,7 m), bak flokulasi (L tiap kompartemen = 0,05m, diameter paddle = 0.12 m, lebar paddle = 0,06 cm, panjang paddle = 0,3 cm), bak sedimentasi (panjang : lebar = 3 : 1 dengan lebar = 1,2 m dan panjang = 3,6 m), serta bangunan filter (L = 0,6 m; P = 1,2 m; H = 3 m).

**Kata kunci:** batik besurek, proses pembatikan, kandungan pencemar air limbah, instalasi pengolah air limbah

### ABSTRACT

*Anggut Atas village is a Handicraft Center in Bengkulu City. The Crafts sold in this region are diverse and are a characteristic of Bengkulu Province, one of which is famous is batik besurek. The process of batik through waxing step, dyeing and removal of the wax. Each process produces waste that has the potential to pollute the environment. The purpose of this study was to design a waste water treatment plant. The method used in the form of technical studies, laboratory testing and measurement of batik waste water flow in the waterways and bodies. Laboratory test results showed that BOD, COD and oil / fat levels are very high at 173.14 mg / l O<sub>2</sub> for BOD with a quality standard of 50 mg / l O<sub>2</sub>, 509.87 mg / l O<sub>2</sub> for COD far above the quality standard of 150 mg / l O<sub>2</sub> and oil / fat content of 540.65 mg / l with a quality standard of 3.6 mg / l. Based on these data, wastewater must be treated using a wastewater treatment plant (WWTP) before being discharged into water bodies. The results of calculations and analyzes get WWTP construction consisting of coagulation tanks (length: width = 1: 1, width = 0.3 m, length = 0.3 m, H plan = 0.7 m), flocculation tub (L per compartment = 0.05m, paddle diameter = 0.12 m, paddle width = 0.06 cm, paddle length = 0.3 cm), sedimentation tanks (length: width = 3: 1 with width = 1.2 m and length = 3.6 m), as well as the filter building (L = 0.6 m; P = 1.2 m; H = 3 m).*

**Keywords:** batik besurek, batik process, waste water pollutant content, waste water treatment plant

## PENDAHULUAN

Batik besurek merupakan warisan budaya yang merupakan ciri khas Provinsi Bengkulu. Industri kecil menengah (IKM) yang memproduksi batik besurek di Kota Bengkulu ada 16 IKM (Dinas Kopperindag Kota Bengkulu, 2016 dalam Wati dkk, 2016).

Kelurahan Anggut Atas Kecamatan Ratu Samban memiliki luas 12 Ha dengan jumlah penduduk 2487 jiwa dicanangkan sebagai Kawasan Sentra Cindramata Kota Bengkulu. Kawasan ini menjual berbagai macam kerajinan tangan khas Provinsi Bengkulu seperti kerajinan kulit lantung dan batik besurek.

Industri batik menimbulkan dampak berupa limbah cair organik dengan volume yang besar, warna yang pekat, berbau menyengat dan memiliki suhu, keasaman (pH), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Kurniawan dkk, 2013). Kampung Batik Laweyan adalah sentra industri batik rumah tangga yang terkenal di Kota Surakarta (Maria dkk, 2014) yang menyalurkan limbahnya menuju IPAL komunal, tetapi tidak semua industri batik dapat menyalurkan limbahnya menuju IPAL komunal sehingga limbah pencelupan dibuang ke sungai. Akibatnya beberapa sumur warga mengalami pencemaran dengan kadar TSS tertinggi 57.20 mg/L, kadar COD tertinggi 18.98 mg/L dan diperparah karena jenis tanah di daerah ini pasir dengan permeabilitas tinggi (Maria dkk, 2014).

Rumusan masalah penelitian adalah air limbah industri batik dibuang ke saluran drainase umum bercampur dengan air limbah domestik menuju ke saluran primer perkotaan yang berakhir di laut. Apabila air limbah dibuang ke media lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama ekosistem perairan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan instalasi pengolahan air limbah industri batik besurek di kawasan ini.

Batik merupakan gambar hiasan yang dibuat di atas kain yang teknik pengerjaannya melalui proses penutupan dengan bahan lilin dan menggunakan alat canting (Margono, 2010). Proses pembuatan batik terdiri atas beberapa langkah yaitu: a. Pematangan bahan baku; b. Mengetel (menghilangkan kanji dari mori dengan cara membasahi mori dengan

larutan minyak kacang, soda abu, teepol dan air secukupnya); c. Nglengreng (menggambar langsung pada kain); d. Isen-isen (memberi variasi pada ornamen); e. Nembok (menutup bagian dasar kain yang tidak perlu diwarnai); e. Ngobat (mewarnai batik dengan cara dicelupkan pada larutan zat warna); f. Nglorod (menghilangkan lilin dengan cara direbus); g. Pencucian (setelah lilin lepas dari kain, lalu dicuci sampai bersih).

Industri batik menimbulkan dampak berupa limbah cair organik dengan volume yang besar, warna yang pekat, berbau menyengat dan memiliki suhu, keasaman (pH), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Kurniawan, dkk, 2013). Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan kimia dan zat warna dalam proses produksi batik. Bahan kimia yang digunakan antara lain Soda Kostik (NaOH), Soda Abu (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Soda Kue (NaHCO<sub>3</sub>), Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Sulfid, Nitrit dan Teepol, sedangkan zat warna yang digunakan antara lain zat warna asam, zat warna basa, zat warna direk, zat warna reaktif, zat warna naftol dan zat warna bejana.

Air limbah yang dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan terutama ekosistem perairan (Sastrawijaya, 2009). Suhu yang tinggi akan menyebabkan kandungan oksigen terlarut atau Dissolved Oxygen (DO) dalam air menurun yang akan membunuh organisme sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem air. Limbah organik akan meningkatkan kadar nitrogen menjadi senyawa nitrat yang menyebabkan bau busuk.

Menurut Sugiharto (1987), air buangan adalah air yang mengandung kotoran, buangan atau bahan pencemar yang berasal dari aktifitas manusia sehari-hari, baik dari kegiatan rumah tangga, pertanian, dan juga berasal dari air tanah sebagai air buangan. Karakteristik air buangan dibedakan menjadi tiga golongan (Tjokrokusumo, 1998) yaitu: 1. Karakteristik fisik (solid, temperatur, warna, bau); 2. Karakter kimia (zat organik, zat anorganik, gas-gas); 3. Karakteristik biologi (kelompok mikroorganisme air limbah, organisme patogen yang ada).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah sebuah struktur teknik dan perangkat peralatan beserta perlengkapannya yang

dirancang secara khusus untuk memproses atau mengolah cairan sisa proses, sehingga sisa proses tersebut menjadi layak dibuang ke lingkungan (Hastutiningrum dan Purnawan, 2017). Tujuan pembuatan IPAL adalah untuk menyaring dan membersihkan cairan yang sudah tercemar baik oleh pencemar organik atau kimia industri.

Dalam merencanakan suatu IPAL, perlu dilakukan beberapa langkah pengerjaan yang dimulai dari survei lapangan, analisis data, dan pemilihan teknologi atau proses yang akan digunakan (Yudo dan Setoyono, 2008 dalam Belladonna, 2014). Alat pengolah limbah cair industri batik terdiri atas:

- a. Bak penampungan awal, berfungsi untuk menampung limbah cair sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Kriteria perancangan bak penampungan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria perancangan untuk bak penampung

No	Kriteria	Satuan	Nilai
1	Beban Permukaan	M <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hr	32-48
2	Weir Loading	M <sup>3</sup> /hr	125-500
3	Waktu tinggal	Jam	1-4
4	Kedalaman bak	M	2,5 – 3,7

Sumber: Metcaf and Eddy (1979) dalam Hastutiningrum dan Purnawan (2017)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dimensi bak penampung awal:

$$\text{Luas Permukaan } A = \frac{\text{debit air buangan}}{\text{beban permukaan}} \dots (1)$$

$$\text{Waktu Tinggal (dtk)} = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit } (Q)} \dots (2)$$

- b. Bak Koagulasi dan Flokulasi, pengolahan secara koagulasi dan flokulasi untuk menurunkan padatan tersuspensi menggunakan bahan koagulan berupa tawas atau Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Adapun kriteria bak koagulasi yang menjadi dasar perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan kriteria untuk bak flokulasi pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Kriteria Desain Bak Koagulasi

Kriteria	Besaran	Satuan
Gradien	500-1500	Det <sup>-1</sup>
Kecepatan (G)		
Pengaduk	Kt 4,60	
Kecepatan putar pengaduk	40 – 125	Rpm
Waktu tinggal	15 - 60	Det

**Tabel 3.** Kriteria desain bak Flokulasi

Kriteria	Besaran	Satuan
Gradien	500-100	Det <sup>-1</sup>
Kecepatan (G)		
Pengaduk	Kt 0,32	
Kecepatan putar pengaduk	10 – 30	Rpm
Waktu tinggal	30 - 60	Det

Untuk menghitung ukuran bak koagulasi-flokulasi, digunakan rumus berikut:

$$\text{Volume bak } (V) = Q \cdot dt \dots (3)$$

$$\text{Daya Motor Pengaduk } (P) = G^2 \cdot \mu \cdot V \dots (4)$$

$$\text{Gradien kecepatan } (G) = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}} \dots (5)$$

$$\text{Diameter pengaduk } (Di) = \left[ \frac{P}{Kt n^3 \rho} \right]^{1/5} \dots (6)$$

Syarat diameter impeller dengan diameter pengaduk 50-80%.

Rumus untuk menghitung dimensi bak pengaduk menggunakan rumus (1), sehingga direncanakan bak koagulasi-flokulasi berbentuk tabung dan bak penampung lumpur berbentuk kerucut.

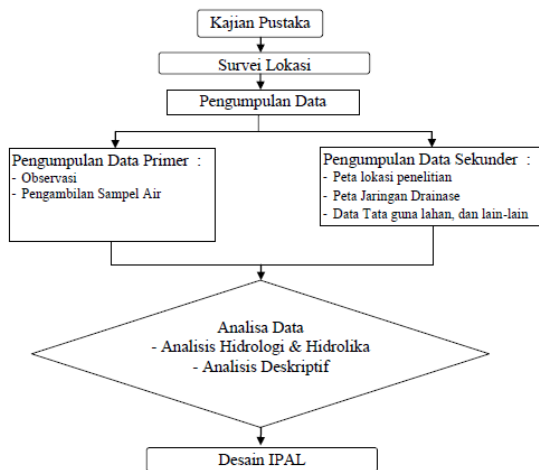
$$\text{Volume tabung } (V) = \pi \cdot r^2 \cdot t^1 \dots (7)$$

$$V = 1/3 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot t^2 \dots (8)$$

- c. Bak Sedimentasi
- d. Filtrasi, yaitu proses yang terdiri dari melepaskan campuran solid likuid melalui material porus (filter) kemudian menahan solid melepaskan likuid (filtrat) secara berlanjut (Tjokrokusumo, 1998).
- e. Saringan Pasir
- f. Bak kontrol
- g. Bak penampung lumpur

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kelurahan Lempuing Kota Bengkulu. Metode pengumpulan data berupa data primer yaitu pengambilan sampel air limbah dan analisis laboratorium dan data sekunder yang terdiri atas data jaringan drainase, data tata guna lahan, dan data pendukung lainnya. Data tersebut akan diolah menggunakan analisis hidrologi, analisis hidraulika dan analisis deskriptif kualitatif. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan batik besurek melalui beberapa tahapan untuk menjadi batik yang indah. Pada pembuatan batik besurek setelah dibuat motif lalu dilakukan proses pencelupan dan pencucian. Pencelupan zat warna menggunakan pewarna tekstil yang dicampur dengan air hangat. Setelah proses pencelupan, lalu dilakukan pencucian menggunakan air garam, air tawar dan naptol kemudian dicuci lagi menggunakan air bersih baru dijemur.



**Gambar 2.** Proses Pewarnaan Batik



**Gambar 3.** Proses Pelorotoan

Setelah proses pewarnaan, pembilasan, pelorotan, pembilasan sampai air benar-benar bersih, kemudian direndam air garam dan dibilas lagi dengan air bersih selanjutnya dilakukan penjemuran.



**Gambar 4.** Proses Pencucian



**Gambar 5.** Perendaman Batik dengan Air Garam

Proses ini dilakukan berulang untuk warna batik yang berbeda sesuai dengan warna yang diinginkan. Setelah proses pewarnaan selesai, air limbah hasil pencelupan dibuang melalui pipa ke saluran pembuangan yang terletak disamping tempat pewarnaan yang selanjutnya mengalir ke sungai kecil mengarah ke laut.



**Gambar 6.** Pembuangan air limbah ke saluran drainase



**Gambar 7.** Anak Sungai yang menampung air limbah

Berdasarkan hasil observasi di lapangan dan pengambilan sampel air limbah hasil pencelupan, maka dilakukan uji laboratorium terhadap kualitas air limbah tersebut. Sampel air limbah diambil 3 yang terdiri atas sampel

air sebelum pencelupan (sampel III), dan sampel setelah pencelupan (sampel I dan II). Hasil uji laboratorium dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Kualitas Air Limbah

No	Parameter Analisa	Satuan	Standar Mutu	Sampel			Metoda
				I	II	III	
1	pH	-	6-9	7,9	6,9	8,8	pH meter
2	BOD	mg/l O <sub>2</sub>	50	173,14	106,23	2331,54	Winkler
3	COD	mg/l O <sub>2</sub>	150	509,87	308,44	6984,14	Reflux
4	TDS	mg/l	500	329	600	7035	Gravimetri
5	TSS	mg/l	50	39	57	698	Gravimetri
6	Minyak/Lemak	mg/l	3,6	540,65	437,16	875,11	Gravimetri
7	Phenol	mg/l	1	0	0	0	Spektrofotometri
8	Sulfida	mg/l H <sub>2</sub> S	0,3	0,02	0,01	0,03	Iodometri

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Sampel III merupakan air campuran zat warna yang belum dicelup batik, hasil uji laboratorium menunjukkan semua nilai parameter di atas ambang batas standar mutu kecuali Phenol dan Sulfida. Setelah pencelupan yaitu sampel I, nilai pH masih di dalam batas standar yang ditentukan sedangkan BOD, COD dan minyak/lemak sangat tinggi yaitu 173,14 mg/l O<sub>2</sub> untuk BOD dengan standar mutu 50 mg/l O<sub>2</sub>, 509,87 mg/l O<sub>2</sub> untuk COD jauh di atas standar mutu yaitu 150 mg/l O<sub>2</sub> serta kadar minyak/lemak sebesar 540,65 mg/l dengan standar mutu 3,6 mg/l. Pada sampel II hasil pencelupan, kadar BOD 106,23 mg/l O<sub>2</sub> dimana standar mutu 50 mg/l O<sub>2</sub>, kadar COD 308,44 mg/l O<sub>2</sub> dengan standar mutu 150 mg/l O<sub>2</sub> dan kadar minyak/lemak 437,16 mg/l jauh di atas standar mutu yaitu 3,6 mg/l.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium tersebut di atas, maka diperlukan pengolahan terhadap air limbah buangan pencelupan batik karena kandungan BOD dan COD yang terlampaui tinggi dalam jangka panjang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem sungai.

Hasil wawancara dengan pengrajin batik diketahui bahwa proses pencelupan menggunakan pewarna jenis naptol. Jumlah air limbah buangan pencelupan batik untuk 1 (satu) jenis warna terdiri atas 60 liter zat pewarna, pelororan (pelepasan lilin/malam) sebanyak 150 liter dan 60 liter air garam ditambah dengan air bersih untuk membilas sebanyak 5 (lima) kali sejumlah 500 liter. Total debit buangan air limbah untuk 1 jenis warna adalah 710 liter atau 0,71 m<sup>3</sup>/hari. Bila

dalam 1 hari dilakukan pencelupan 5 warna, maka total debit buangan air limbah sebesar 3550 liter atau 3,550 m<sup>3</sup>/hari.

Perencanaan bak ekualisasi yang berfungsi sebagai penampung air limbah sebelum menuju unit pengolahan sehingga air limbah memiliki karakteristik yang homogen dan debit yang stabil. Direncanakan jumlah bak ekualisasi 1 buah dengan debit (Q) = 3,550 m<sup>3</sup>/hari = 0,000041 m<sup>3</sup>/detik. Waktu detensi direncanakan 15 menit = 900 detik, kedalaman (h) = 1 m, freeboard 0,3 m.

Dimensi bak ekualisasi:

$$A = 2 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang} : \text{Lebar} = 1:1$$

$$\text{Lebar} = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 1,4 \text{ m}$$

Untuk mengalirkan air dari bak ekualisasi menuju pengolahan selanjutnya digunakan pompa submersible dengan perhitungan diameter pipa sebesar 50 mm.

Direncanakan bangunan koagulasi mekanis dengan desain sebagai berikut :

a. Dimensi Bak Koagulasi:

$$\text{Debit (Q)} = 0,000041 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Jumlah bak} = 1$$

$$\text{Panjang} : \text{lebar} = 1 : 1, \text{ Lebar} = 0,3 \text{ m},$$

$$\text{Panjang} = 0,3 \text{ m}, \text{ H rencana} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 0,063 \text{ m}^3$$

$$\text{A permukaan} = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Kedalaman} + \text{fb} = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Power} = 0,04 \text{ kw}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 90\%$$

$$\text{Ukuran impeller} = 0,17 \text{ m}$$

$$\text{Nre cek} = 48126 > 10.000 \text{ (OK)}$$

b. Dimensi Flokulasi :

Tipe flokulasi yang digunakan adalah flokulasi mekanis berbentuk paddle dengan 3 kompartemen. Luas total blade = 15% - 25%, diameter paddle = 50% lebar bak dan rotasi = 5 – 100 rpm.

Bak terdiri dari 3 kompartemen dengan G masing-masing: G1 = 50/det; G2 = 20/det; G3 = 10/det. Maka gradien rata-ratanya adalah 26,67/det

Pipa inlet flokulasi = pipa outlet koagulasi

Volume bak = 0,0738 m<sup>3</sup>

Tinggi (H) = 1 meter + freeboard (0,5 m)

Luas bak (A) = 0,0492 m<sup>2</sup>

P : L = 2 : 1

A = P x L

0,0492 = 2L<sup>2</sup>

L = 0,157 m

P = 3 x L

P = 0,47 m

H = 1,5 m

L tiap kompartemen = 0,05m

Diameter paddle = 0.12 m

Lebar paddle = 0,06 cm

Panjang paddle = 0,3 cm

c. Dimensi Bak Sedimentasi

Volume = 5,6 m<sup>3</sup>

Luas = 4,32 m<sup>2</sup>

Panjang : lebar = 3 : 1 dengan Lebar = 1,2 m dan Panjang = 3,6 m

d. Filter

Bangunan filter ini dirancang menggunakan jenis filter *Rapid Sand Filter single media*. Media yang digunakan adalah batu zeolit. Zeolit dipilih sebagai media dikarenakan kemampuan dari zeolite untuk mereduksi kadar salinitas pada air. Adapun efisiensi removal zeolit sebesar 27,31% dalam menurunkan salinitas. Perhitungan bangunan filter dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Dimensi Bak :

Jumlah bak = 1 bak

Q bak = 0,000041 m<sup>3</sup>/s

L = 0,6 m; P = 1,2 m; H = 3 m

Luas tiap bak = 0,6667 m<sup>2</sup>

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, diketahui bahwa proses pembuatan batik besurek menghasilkan limbah cair yang berbahaya, hal ini terlihat dari kadar BOD, COD dan minyak/lemak sangat tinggi yaitu 173,14 mg/l O<sub>2</sub> untuk BOD dengan standar mutu 50 mg/l O<sub>2</sub>, 509,87 mg/l O<sub>2</sub> untuk COD jauh di atas standar mutu yaitu 150 mg/l O<sub>2</sub> serta kadar minyak/lemak sebesar 540,65 mg/l

dengan standar mutu 3,6 mg/l. Buangan limbah cair harus diolah menggunakan instalasi pengolah air limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan air. Hasil perhitungan dan analisis mendapatkan konstruksi IPAL terdiri atas bak koagulasi (Panjang : lebar = 1 : 1, Lebar = 0,3 m, Panjang = 0,3 m, H rencana = 0,7 m), Bak flokulasi (L tiap kompartemen = 0,05m, Diameter paddle = 0.12 m, Lebar paddle = 0,06 cm, Panjang paddle = 0,3 cm), Bak sedimentasi (Panjang : lebar = 3 : 1 dengan Lebar = 1,2 m dan Panjang = 3,6 m), Bangunan filter (L = 0,6 m; P = 1,2 m; H = 3 m)

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan batik besurek menghasilkan limbah cair yang berbahaya. Buangan limbah cair harus diolah terlebih dahulu menggunakan instalasi pengolah air limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan air.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu yang telah mendanai penelitian ini sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor: 55/A-5/LPPM-UNIHAZ/IV/2019 tanggal 9 April 2019.

### DAFTAR PUSTAKA

- Belladonna, M dan Yanto, H.N. 2014. *Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik Terpadu pada Kawasan Kampung Nelayan di Kota Bengkulu*. Jurnal Teknik Sipil Inersia Vol 6 No 1. Universitas Bengkulu. Bengkulu. <http://repository.unib.ac.id/9477/1/B%20%20OK.pdf>.
- Hastutiningrum, S dan Purnawan. 2017. *Pra-Rancangan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Industri Batik*. (Studi Kasus Batik Sembung, Sembungan RT.31/RW.14 Gulurejo, Lendah Kulon). Jurnal Eksergi Vol 14 No.2. <http://jurnal.upnyk.ac.id>
- Kurniawan, M.W., Purwanto, P. Dan Sudarno, S. 2013. *Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik yang Berkelanjutan di Kabupaten Sukoharjo*. Jurnal Ilmu Lingkungan Vol 11 Issue 2:62-72. Universitas Diponegoro. Semarang.

<http://media.neliti.com/media/publication/99635-ID-Strategi-Pengelolaan-air-limbah-sentra-u.pdf>.

- Margono. 2010. *Batik Warisan Budaya Asli Indonesia*. Narasi. Yogyakarta.
- Maria, R., Sumawijaya, N., Suherman, D., dan Marganingrum, D. 2014. *Pengaruh Limbah Cair Industri Batik terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Laweyan Surakarta*. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. Jakarta.
- Moenir, M dan Djarwanti. 2015. *Rancang Bangun IPAL Industri Kecil Tekstil (Studi Kasus Industri Kecil Washing Jean di Pekalongan)*. Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management. Diponegoro University dan Queensland University. Semarang.
- Tjokrokusumo. 1998. *Pengantar Teknik Lingkungan*. STTL. Yogyakarta.
- Sastrawijaya, T.A. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta
- Wati, S.P., Adriani, dan Novrita, Z. 2016. *Studi tentang Batik Besurek di Kota Bengkulu Provinsi Bengkulu*. Universitas Negeri Padang.  
<http://media.neliti.com/media/publication/74253-ID-none.pdf>.

