

PENYARINGAN HORIZONTAL SEBAGAI PELENGKAP BANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH BATIK

Reja Framika¹⁾, Koosdaryani²⁾, Adi Yusuf Muttaqien³⁾

¹⁾Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)}Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutamai 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524

Email: r_354_harajuku@yahoo.com, koosdaryani@gmail.com, ayusmut@yahoo.co.id

Abstract

Fresh water is one of the basic human needs in a sustainable manner required. The use of Fresh water is essential for daily living such as household and industrial. Fresh water is very difficult to obtain, because of the pollution of water river by household waste and industrial waste, which causes the water dirty and unfit for consumption prior to obtaining filtering process.. A breakthrough in technology is required to overcome this problem. In this case we are interested in using a mixture of quartz sand, rice husk, bamboo charcoal powder and zeolite as filter stone building and planning WWTP (wastewater treatment plant).

The study was conducted at the Laboratory of Health Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University March Surakarta. While the location of sample testing conducted in Surakarta City Government Health Laboratory.. In the study the effectiveness of using the batik wastewater filter media of quartz sand, bamboo charcoal powder, rice husk and stone zeolite with 3 types: type 1 ratio of the thickness of the quartz sand, bamboo charcoal powder, rice husk and stone zeolite (8cm: 8cm: 8cm: 8cm), type 2 quartz sand thickness ratio, bamboo charcoal powder, rice husk and stone zeolite (8cm: 6cm: 10cm: 8cm), type 3 ratio of the thickness of quartz sand, bamboo charcoal powder, rice husk, zeolite stone (8cm: 10cm: 6cm: 8cm).

The results showed that the effectiveness of filtering wastewater batik with a thickness ratio of quartz sand, bamboo charcoal powder, rice husk, and zeolite stone with horizontal filtering type 1 is able to reduce the pH level of the 8,53 into 7,38 with a percentage of 13.48%; COD of 2724mg/lit be 454mg/lit with a percentage of 83.33%; copper of 1.17 mg / lit be 0.42 mg / lit with percentage of 64.10% and cyanide from 0.052 mg / lit be 0.017 mg / lit with a percentage of 67.31% so as to enhance the filtering process is required design of building wastewater treatment plant in order to more effectively. Planning of building wastewater treatment plant with: Waste Batik - Filtering - equalization - Unification - Aeration - Sedimentation - tub filter (quartz sand, bamboo charcoal powder, rice husk, and zeolite stone) - Lagoon. Design of wastewater treatment plants getting maximum moment $M_u = 1.25 T_m$ and $P_u = 2.4099 T$, columns with reinforcement 3D19, stirrups reinforcement $\varnothing 8$ 3D19-70 mm, foundation reinforcement 4 \varnothing 19-100mm, and worn floor plates reinforcement $\varnothing 10$ mm - 200 mm.

Keywords: waste of batik, effectiveness filter, wastewater treatment plant.

Abstrak

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang diperlukan secara berkelanjutan. Penggunaan air bersih sangat penting untuk kebutuhan hidup sehari-hari seperti kebutuhan rumah tangga dan kebutuhan industri. Air bersih sekarang sangat sulit didapatkan, karena banyaknya pencemaran air sungai oleh limbah rumah tangga dan limbah pabrik, yang menyebabkan air tersebut kotor dan tidak layak untuk dikonsumsi sebelum mendapat proses penyaringan. Untuk mengatasi masalah ini diperlukan terobosan teknologi. Dalam hal ini penulis tertarik untuk menggunakan bahan campuran pasir kuarsa, sekam padi, serbuk arang bambu, dan batu zeolit sebagai penyaring dan perencanaan bangunan IPAL (instalasi pengolahan limbah).

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyehatan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Sedangkan lokasi pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kesehatan Pemerintah Kota Surakarta. Pada percobaan efektivitas saringan air limbah batik menggunakan media pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi dan batu zeolit dengan 3 tipe yaitu tipe I perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi dan batu zeolit (8cm : 8cm : 8cm : 8cm), tipe II perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi dan batu zeolit (8cm : 6cm : 10cm : 8cm), tipe III perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, batu zeolit (8cm : 10cm : 6cm : 8cm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas penyaringan air limbah batik dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit dengan penyaringan horizontal adalah pada sampel I mampu mengurangi kadar pH dari 8.53 menjadi 7,38 dengan persentase 13,48%; COD dari 2724mg/lit menjadi 454mg/lit dengan persentase 83,33%; tembaga dari 1,17mg/lit menjadi 0,42mg/lit dengan persentase 64,10% dan sianida dari 0,052mg/lit menjadi 0,017mg/lit dengan persentase 67,31% sehingga untuk menyempurnakan proses penyaringan diperlukan perencanaan bangunan instalasi pengolahan air limbah agar lebih efektif. Perencanaan bangunan instalasi pengolahan limbah batik meliputi proses: Limbah batik – Penyaringan – Equalisasi – Penyeragaman – Aerasi – Sedimentasi – bak Filter (pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit) – Kolam Ikan . Dari perencanaan instalasi pengolahan air limbah tersebut di peroleh momen maksimum $M_u = 1,25 T_m$ dan $P_u = 2,4099 T$, kolom dengan tulangan 3D19, sengkang dengan tulangan $\varnothing 8$ - 70 mm, pondasi dengan tulangan 4 \varnothing 19- 100mm, dan pelat lantai dengan tulangan $\varnothing 10$ mm – 200 mm.

Kata Kunci: limbah batik, efektivitas saringan, instalasi pengolahan air limbah.

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang diperlukan secara berkelanjutan. Penggunaan air bersih sangat penting untuk kebutuhan hidup sehari-hari seperti kebutuhan rumah tangga, dan kebutuhan industri. Air bersih sekarang sangat sulit didapatkan, karena banyaknya pencemaran air sungai oleh limbah rumah tangga dan limbah pabrik, yang menyebabkan air tersebut kotor dan tidak layak untuk dikonsumsi sebelum mendapat proses penyaringan.

Kota Surakarta dikenal identik dengan kerajinan batik yang sudah terkenal pada tingkat nasional hingga internasional dengan jumlah pengusaha batik mencapai 200 lebih industri yang di dominasi oleh pengusaha UKM. Jenis usaha batiknya pun beragam mulai dari hanya pemoifan, hingga yang sudah komplit dalam satu usaha. Banyaknya usaha batik ini memberikan efek positif dalam bidang ekonomi, budaya dan pariwisata. Selain itu, efek positif tersebut diatas, ternyata industri batik masih menyisakan persoalan lingkungan terkait dengan pencemaran akibat limbah cair yang masih belum diolah atau belum optimal diolah. Biaya pengolahan limbah cair industri batik yang mahal masih menjadi kendala terbesar bagi UKM Batik.

Banyak alternatif bahan murah yang dimungkinkan dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyaring air limbah. Dalam hal ini penulis tertarik untuk menggunakan bahan campuran pasir kuarsa, sekam padi, serbuk arang bambu, dan batu zeolit sebagai filter penyaring dan desain bangunan IPAL (instalasi pengolahan limbah).

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu:

1. Seberapa besar efektivitas penggunaan bahan campuran pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit untuk menyaring air limbah batik?
2. Bagaimana bentuk perencanaan bangunan pengolahan air limbah batik yang paling efektif menurut kombinasi lapisan media penyaring ?

BATASAN MASALAH

Untuk membatasi permasalahan agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas maka perlu adanya pembatasan sebagai berikut:

1. Air sampel limbah yang digunakan dalam skripsi ini adalah air limbah batik yang merupakan limbah dari proses cucian batik di salah satu home industri batik di daerah belakang Rumah Sakit Tentara Surakarta. Limbah batik yang diambil memiliki karakteristik fisika yaitu berbau dan bewarna biru tua keruh.
2. Penyaringan dilakukan secara horizontal.
3. Penelitian hanya meneliti tentang efektivitas media penyaring dalam menyaring air limbah batik.
4. Media penyaring yang digunakan adalah pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi dan batu zeolit.
5. Efektivitas penyaringan diukur dari persentase berkurangnya kadar zat-zat pencemar sebelum dan sesudah proses penyaringan.
6. Perhitungan struktur kimiawi diabaikan.
7. Metode pengumpulan data dengan cara pengujian sampel di Laboratorium Kesehatan Pemerintah Kota Surakarta
8. Perhitungan struktur dihitung secara sederhana dan tidak detail.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar efektivitas penggunaan campuran pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit dalam proses penyaringan air limbah batik
2. Mengetahui bentuk perencanaan bangunan pengolahan air limbah batik yang paling efektif menurut kombinasi lapisan media penyaringnya.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

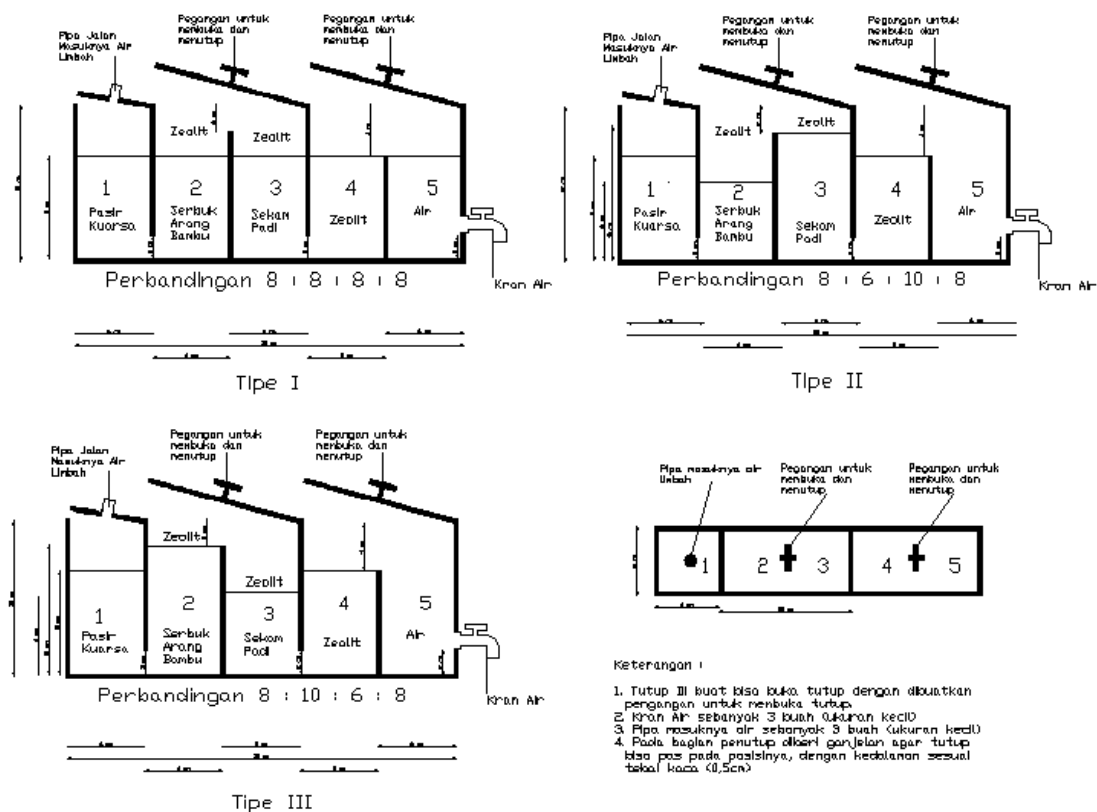
1. Manfaat teoritis: dapat menambah pengetahuan tentang pemanfaatan penggunaan campuran pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit sebagai alternatif penyaring air limbah batik.
2. Manfaat praktis: dapat menambah ragam perencanaan bangunan pengolahan air limbah batik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen. Pembuatan alat dan proses penyaringan air limbah batik dilakukan di Laboratorium Penyehatan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Sedangkan lokasi pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kesehatan Pemerintah Kota Surakarta.

Tahap penelitian meliputi:

1. Pembuatan tempat penyaringan sampel air limbah:
 - Membuat 3 buah aquarium akrilik berukuran 30cm x 6cm x 12cm
 - Membuat 2 penyekat berukuran 6cm x 10cm dan 1 penyekat yang berukuran 8cm x 6cm.
 - Membuat 1 tutup aquarium berukuran 6cm x 6cm dan 2 tutup aquarium berukuran 12cm x 6cm.
2. Mempersiapkan bahan-bahan penyaring dan mencuci bersih pasir kuarsa dan batu zeolit menggunakan air.
3. Mempersiapkan tempat penyaring (3 buah) dan memberi nama sesuai tipe :
 - Saringan tipe I dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, batu zeolit (8cm : 8cm : 8cm : 8cm)
 - Saringan tipe II dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, batu zeolit (8cm : 6cm : 10cm : 8cm).
 - Saringan tipe III dengan perbandingan pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, batu zeolit (8cm : 10cm : 6cm : 8cm).



Gambar 1. Jenis komposisi lapisan bahan penyaring

4. Memasukkan air limbah ke dalam gelas ukur.
5. Menuangkan air limbah batik ke dalam tempat penyaringan yang telah diisi media penyaring.
6. Menyalurkan air hasil saringan melalui kran air menuju gelas penampung sampai didapat air saringan 600ml.
7. Menguji air hasil saringan di Laboratorium Kesehatan Pemerintah Kota Surakarta.
8. Perencanaan bangunan pengolahan limbah batik dengan dengan proses: Limbah batik – Penyaringan – Equalisasi – Penyeragaman – Aerasi – Sedimentasi - Filtrasi (media penyaringan: pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi dan batu zeolit) – Kolam Ikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil pemeriksaan laboratorium sampel awal.

NO	Parameter	Satuan	Sampel awal	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan
A							
Parameter air limbah industri tekstil dan batik:							
1.	pH						
2.	BOD						
3.	COD	-	8,53	7,38	5,96	6,10	6,0 – 9,0
4.	TSS	mg/lt	4,73	243,08*	529,54*	525,45*	60
5.	Amonia Total (NH ₃ -N)	mg/lt	2724*	454*	1816*	2724*	150
		mg/lt	42	135*	57*	218*	50
		mg/lt	1,92	4,82	8,58*	9,01*	8,0
B							
Parameter diluar baku mutu air limbah tekstil dan batik:							
1.	Besi						
2.	Mangan						
3.	Kadmium						
4.	Tembaga	mg/lt	0,376	0,522	0,888	1,51	5
5.	Sianida	mg/lt	0,872	3,330*	4,73*	6,14*	2
		mg/lt	0,0642	0,248*	0,276*	0,408*	0,05
		mg/lt	1,17	0,42	0,80	2,01*	2
		mg/lt	0,052	0,017	0,064*	0,097*	0,05

* Melampaui ambang batas kadar maksimum yang diperbolehkan

Sumber: Hasil Pemeriksaan Sampel Air Limbah Batik Sampel Awal, Sampel I, Sampel II, dan Sampel III di Laboratorium Kesehatan Daerah Surakarta

Tabel 2. Perbandingan Hasil Penyaringan

Parameter	Sebelum Penyaringan (mg/liter)	Setelah Penyaringan (Saringan Tipe I)			Setelah Penyaringan (Saringan Tipe II)			Setelah Penyaringan (Saringan Tipe III)			Kadar Maksimum yang Diperbolehkan (mg/liter)
		Hasil (mg/liter)	Perubahan (+/-)	Persentase (%)	Hasil (mg/liter)	Perubahan (+/-)	Persentase (%)	Hasil (mg/liter)	Perubahan (+/-)	Persentase (%)	
1. pH	8.53+	7.38+	1.15	13.48	5.96+	2.57	30.13	6.1+	2.43	28.49	6.0 - 9.0
2. BOD	4.73+	243.08*	-238.35	-5039.11	529.54*	-524.81	-11095.35	525.45*	-520.72	-11008.88	60
3. COD	2724*	454*	2270.00	83.33	1816*	908.00	33.33	2724*	0.00	0.00	150
4. TSS	42+	135*	-93.00	-221.43	57*	-15.00	-35.71	218*	-176.00	-419.05	50
5. Amonia Total (NH ₃ -N)	1.92+	4.82+	-2.90	-151.04	8.58*	-6.66	-346.88	9.01*	-7.09	-369.27	8
6. Besi	0.376+	0.552+	-0.18	-46.81	0.888+	-0.51	-136.17	1.51+	-1.13	-301.60	5
7. Mangan	0.872+	3.33*	-2.46	-281.88	4.73*	-3.86	-442.43	6.14*	-5.27	-604.13	2
8. Kadmium	0.0642+	0.248+	-0.18	-286.29	0.276*	-0.21	-329.91	0.408*	-0.34	-535.51	0.05
9. Tembaga	1.17+	0.42+	0.75	64.10	0.8+	0.37	31.62	2.01*	-0.84	-71.79	2
10. Sianida	0.052+	0.017+	0.04	67.31	0.064*	-0.01	-23.08	0.097*	-0.05	-86.54	0.05

+ Memenuhi ambang batas kadar maksimum yang diperbolehkan.

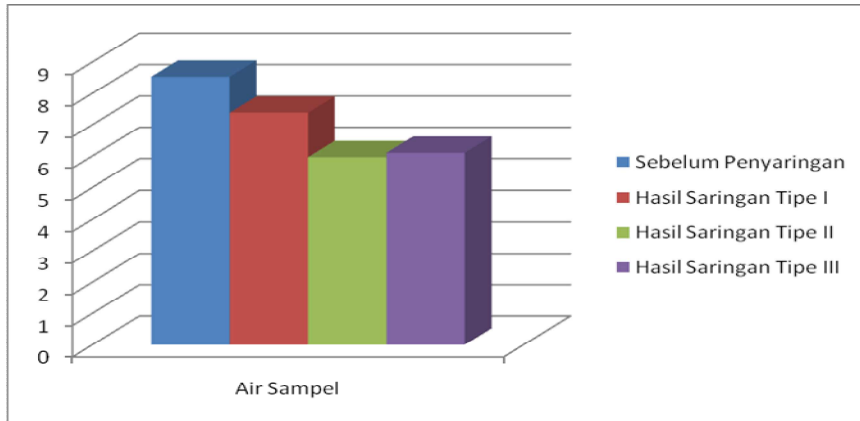
* Melampaui ambang batas kadar maksimum yang diperbolehkan.

Tabel 3. Perbandingan kadar pH, COD, Tembaga dan Sianida

Parameter	Sebelum Penyaringan (mg/liter)	Saringan Tipe I (mg/liter)	Saringan Tipe II (mg/liter)	Saringan Tipe III (mg/liter)	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan (mg/liter)
1. pH	8.53	7.38	5.96	6.10	6.0 - 9.0
2. COD	2724*	454*	1816*	2724*	150
3. Tembaga	1.17	0.42	0.80	2.01*	2
4. Sianida	0.05	0.02	0.064*	0.097*	0.05

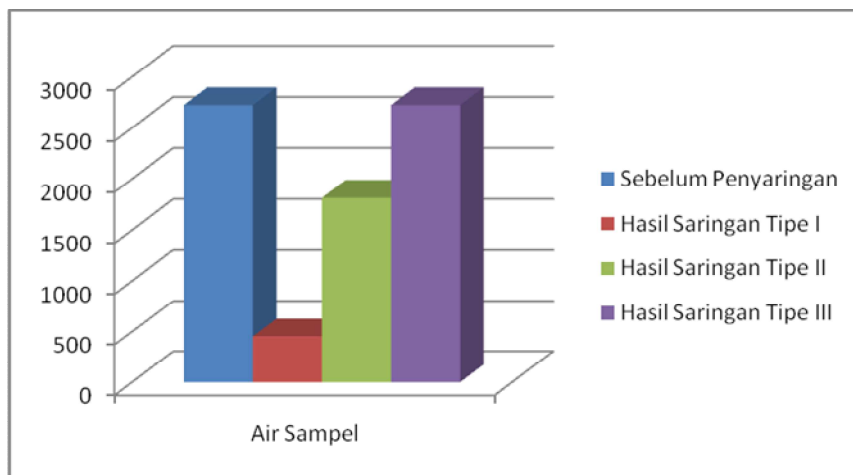
* Melampaui ambang batas kadar maksimum yang diperbolehkan.

Perbandingan penurunan kadar pH, COD, tembaga dan sianida dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



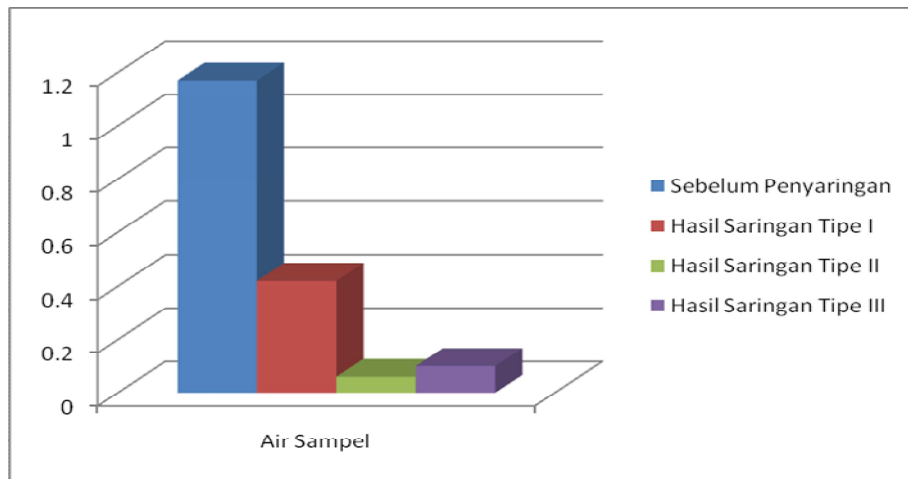
Gambar 2. Grafik Perbandingan pH

Dari gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa hasil penyaringan dari saringan Tipe I dapat menurunkan kadar pH sebesar 13,48% ; saringan Tipe II dapat menurunkan kadar pH sebesar 30,13% ; saringan Tipe III dapat menurunkan kadar pH sebesar 28,49%. Sehingga dari parameter pH dapat diketahui bahwa saringan Tipe II mempunyai eektivitas yang paling baik.



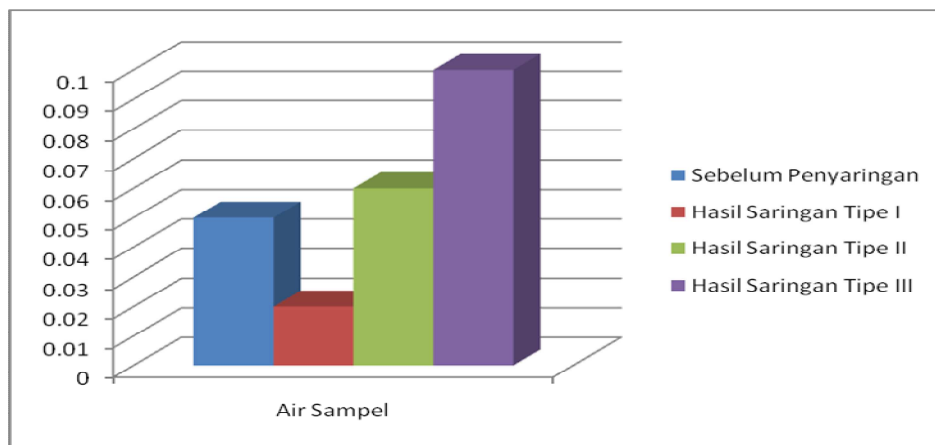
Gambar 3. Grafik Perbandingan COD

Dari gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa hasil penyaringan dari saringan Tipe I dapat menurunkan kadar COD sebesar 83,33% ; saringan Tipe II dapat menurunkan kadar COD sebesar 33,33% ; saringan Tipe III dapat menurunkan kadar COD sebesar 0%. Sehingga dari Grafik 4.3 dapat diketahui bahwa saringan Tipe I mempunyai eektivitas yang paling baik untuk mengurangi kadar COD air limbah batik.



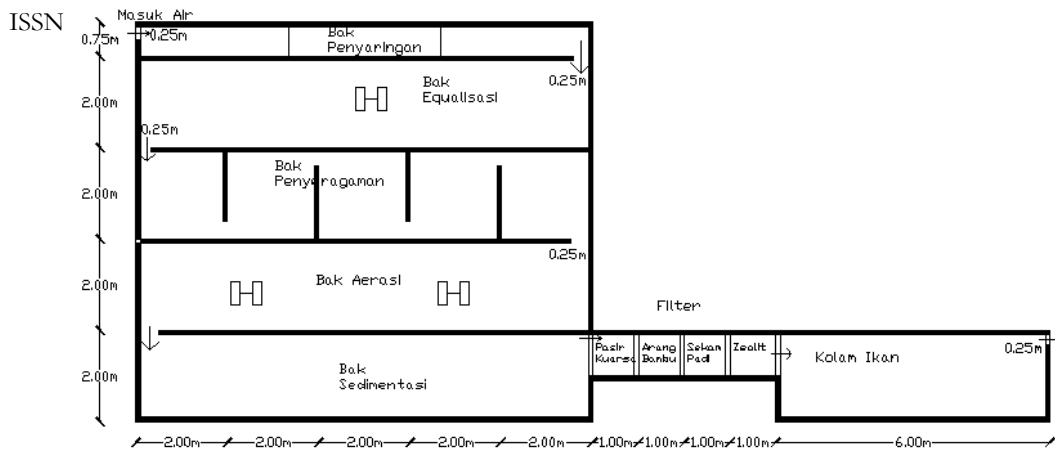
Gambar 4. Grafik Perbandingan Tembaga

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa hasil penyaringan dari saringan Tipe I dapat menurunkan kadar tembaga sebesar 64,10% ; saringan Tipe II dapat menurunkan kadar tembaga sebesar 31,62% ; saringan Tipe III mengalami kenaikan kadar tembaga sebesar 71,79%. Sehingga dari gambar 4 dapat diketahui bahwa saringan Tipe I mempunyai eektivitas yang paling baik dibandingkan saringan lainnya



Gambar 5. Grafik Perbandingan Sianida

Dari gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa hasil penyaringan dari saringan Tipe I dapat menurunkan kadar sianida sebesar 67,31% ; saringan Tipe II mengalami kenaikan kadar sianida sebesar 23,08% ; saringan Tipe III mengalami kenaikan kadar sianida sebesar 86,54%. Sehingga dari gambar 5 dapat diketahui bahwa saringan Tipe I mempunyai eektivitas yang paling baik dibandingkan saringan lainnya.



Gambar Denah IPAL

SKALA 1 : 400

Gambar 6. Denah Perencanaan IPAL

Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan:

- Saringan Tipe I (8cm : 8cm : 8cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (13,48%); COD (83,33%); tembaga (64,10%) dan sianida (67,31%); sedangkan pada kadar BOD (+5039,11%); TSS (+221,43%); amonia total (+151,04%); besi (+46,81%); mangan (+281,88%); kadmium (+286,29%) mengalami kenaikan
- Saringan Tipe II (8cm : 6cm : 10cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (30,13%); COD (33,33%) dan tembaga (31,62%) sedangkan pada kadar BOD (+11.095,35%); TSS (+35,71%); amonia total (+346,88%); besi (+136,17%); mangan (+442,43%); kadmium (+329,91%); sianida (+23,08%) mengalami kenaikan.
- Saringan Tipe III (8cm : 10cm : 6cm : 8cm) hanya mampu mengurangi kadar pH (28,49%) sedangkan pada kadar BOD (+11.008,88%); COD (0%); TSS (+419,05%); amonia total (+369,27%); besi (+301,60%); mangan (+604,13%); kadmium (+535,51%); tembaga (+71,79%); sianida (+86,54%) mengalami kenaikan.
- Alat penyaringan horizontal tipe I dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa, arang serbuk bambu, sekam padi, dan batu zeolit (8 cm : 8 cm : 8 cm : 8 cm) lebih efektif mengurangi kadar pH, COD, tembaga dan sianida dibandingkan saringan Tipe II dan Tipe III. Pada sampel III Kadar BOD, COD, TSS, Amonia Total (NH₃-N), Mangan, Kadmium, Tembaga dan Sianida melebihi ambang batas maksimum.
- Perhitungan Struktur Desain IPAL

Perhitungan gaya dan momen dibantu dengan menggunakan program SAP 2000 di peroleh momen maksimum $M_u = 1,25 \text{ Tm}$ dan $P_u = 2,4099 \text{ T}$ dari momen tersebut didapat pada kolom di pakai tulangan 3D19 dengan sengkang tulangan Ø8- 70 mm, pondasi dipakai tulangan 4Ø19- 100mm, dan pelat lantai dipakai tulangan Ø10 mm – 20 mm.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Percobaan efektivitas penyaringan horizontal limbah batik menggunakan media pasir kuarsa, serbuk arang bambu, sekam padi, dan batu zeolit pada:
 - Saringan Tipe I (8cm : 8cm : 8cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (13,48%); COD (83,33%); tembaga (64,10%) dan sianida (67,31%); sedangkan pada kadar BOD (+5039,11%); TSS (+221,43%); amonia total (+151,04%); besi (+46,81%); mangan (+281,88%); kadmium (+286,29%) mengalami kenaikan
 - Saringan Tipe II (8cm : 6cm : 10cm : 8cm) mampu mengurangi kadar pH (30,13%); COD (33,33%) dan tembaga (31,62%) sedangkan pada kadar BOD (+11.095,35%); TSS (+35,71%); amonia total (+346,88%); besi (+136,17%); mangan (+442,43%); kadmium (+329,91%); sianida (+23,08%) mengalami kenaikan.
 - Saringan Tipe III (8cm : 10cm : 6cm : 8cm) hanya mampu mengurangi kadar pH (28,49%) sedangkan pada kadar BOD (+11.008,88%); COD (0%); TSS (+419,05%); amonia total (+369,27%); besi (+301,60%); mangan (+604,13%); kadmium (+535,51%); tembaga (+71,79%); sianida (+86,54%) mengalami kenaikan.
- Alat penyaringan horizontal tipe I dengan perbandingan ketebalan pasir kuarsa, arang serbuk bambu, sekam padi, dan batu zeolit (8 cm : 8 cm : 8 cm : 8 cm) lebih efektif mengurangi kadar pH (13,48%); COD (83,33%); tembaga (64,10%) dan sianida (67,31%); dibandingkan saringan Tipe II dan Tipe III. Dari hasil percobaan tersebut agar pengolahan limbahnya menjadi lebih efektif, maka dapat dibuat perencanaan bangunan instalasi pengolahan air limbah batik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
2. Pimpinan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
3. Ir. Koosdaryani, MT selaku dosen pembimbing I.
4. Ir. Adi Yusuf Muttaqien selaku dosen pembimbing II.
5. Dr. Ir. Mamok Soeprapto R., M.Eng selaku dosen pembimbing akademis.
6. Segenap dosen penguji skripsi.
7. Ir. Budi Utomo, MT selaku ketua Laboratorium Penyehatan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS.
8. Segenap rekan mahasiswa S1 reguler angkatan 2008 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS.

REFERENSI

- Alaert, G., diterjemahkan oleh Santika, S. 1984, “*Metoda Penelitian Air*”, Usaha Nasional, Surabaya Anonim 1. 2004. Anonim 2. 2002. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907 Tahun 2002 Tentang Penggolongan Air Bersih*. Departemen Kesehatan: Jakarta.
- BAPPEDA TK. I Jawa Timur. (1995). “*Panduan Pelatihan Manajemen Laboratorium*”. Surabaya.
- Damanauw, J. F. 1990. *Mengenal Kayu*. Kanisius: Yogyakarta.
- Dwi Sianita, dkk. 2009. *Kajian Pengolahan Limbah Cair Industri Batik, Kombinasi Aeron – Anaerob dan Penggunaan Koagulan Tawas*. UNDIP. Semarang
- Hardjatmo, dkk. 1996. Karakteristik Zeolit alam. Makalah dalam Lokakarya Nasional Kimia, Yogyakarta
- Haryadi. 2006. *Teknologi Pengolahan Beras*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Houston. 1972. *Rice Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemist, Inc. Minnesota
- Kharismawantu, Nuansa dan Ami Luthfiyan, Adhika. 2011. *Pembuatan Alat Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Dengan Proses Adsorpsi dan Elektrolisis*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kusumastuti, Dhika Sari. 2008. *Tinjauan Yuridis Pelaksanaan Penerapan Produksi Bersih dan Pengendalian Pencemaran Air Pada Industri Kecil Menengah Batik di Kampong Batik Laweyan Surakarta*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Mukhopadhyay B. and Majumder M., *Verification of filter efficiency of horizontal roughing filter by wegelin design criteria and artificial neural Network*, Copernicus publication (2008)
- Ochieng G.M. and Otieno F.A.O., *Performance of different filter media against conventional water treatment sistem*, Watersa, 30 (2004)
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah*: Jawa Tengah.
- Perdana Ginting. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama: Bandung.
- Rahayu, Betty S. 1993, “*Penanganan Limbah Industri Pangan*”, Kanisius, Yogyakarta.
- Setiadji. 1996, “*Biological Wastewater Treatment*”, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Siregar, S.A. 2005, “*Instalasi Pengolahan Air Limbah*”, Kanisius, Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987, “*Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*”, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta
- Sutarti, dkk. 1994, *Zeolit Tinjauan Literatur*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI: Jakarta
- Tchobanoglous. 1991, “*Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*”, McGraw-Hill Companies