

---

## UNJUK KERJA DAN EFISIENSI IPAL INDUSTRI BATIK CETAK DI MAKAMHAJI, SUKOHARJO DENGAN PROSES BAR SCREEN, SEDIMENTASI, DAN PROSES KOAGULASI-FLOKULASI TERHADAP PENURUNAN PARAMETER COD, BOD DAN LOGAM BERAT Cr

Muljadi \*, Hari Asriyanto

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Jl.Ir. Sutami No. 36A Surakarta, Telp/Fax (0271)632112

\*Email: muljadi@uns.ac.id

**Abstract:** Batik industry in general is equipped with the Waste Water Treatment Plant (WWTP) used for wastewater treatment in order not to endanger the environment. Printed batik industry in Makamhaji, Sukoharjo equipped Wastewater Treatment Plant (WWTP) with the bar screen, sedimentation and coagulation-flocculation for wastewater treatment in the process is simple and economical to manufacture. The research objective was to determine the magnitude of performance and efficiency of industrial WWTP batik print with the bar screen, sedimentation, and the process of coagulation - flocculation of the reduction parameters COD, BOD and heavy metals Cr. The method used is an experimental method is to perform experiments on WWTP wastewater treatment industry in the village batik print Butulan Makamhaji Sukoharjo district. Of research that has been made known that the greater efficiency resulting from the units of the performance of the unit means that the better. And obtain maximum efficiency of the reduction parameters of COD, BOD is the bar screen unit for 37.61% and 27.22%. As for the maximum efficiency of the reduction of Cr metal pollutant parameters are in units of coagulation-flocculation of 23.66%.

**Keywords:** COD, BOD, heavy metals chromium, Efficiency WWTP, WWTP Performance

### PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan dalam bidang sandang, di Indonesia telah banyak berdiri industri tekstil dan batik. Salah satu penghasil Batik di Solo adalah daerah Laweyan dengan air limbah buangan rata-rata kurang lebih sekitar 100 m<sup>3</sup>/hari. Proses produksi batik cetak berdasarkan pengamatan tidak jauh berbeda dengan proses industri tekstil, hanya saja proses industri batik cetak pembuatan benang dan kain (tenun) tidak ada. Pada proses industri batik cetak pada persiapan kain putih, pengkajian dan penghilangan kanji pewarnaan (*deying*), pencetakan (*printing*), pencelupan, pengeringan, pencucian sampai tahap penyempurnaan menghasilkan pencemaran limbah cair dengan parameter COD, BOD tinggi dan bahan lain dari zat pewarna yang dipakai mengandung seperti fenol dan logam berat.

Karakteristik limbah cair industri batik cetak tersebut adalah berbusa, terlihat warna yang pekat, bau, pH tinggi, kekeruhan, konsentrasi COD dan BOD tinggi, dan kandungan lain dari diantaranya didalamnya terdapat kandungan logam berat (Siregar, 2007).

Berdasarkan studi di lapangan, peneliti melihat industri batik cetak di Makamhaji, Sukoharjo yang dilengkapi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan proses bar screen, sedimentasi dan koagulasi-flokulasi untuk melakukan pengolahan limbah cair di nilai proses ini sederhana dan ekonomis dalam pembuatannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar penurunan parameter COD, BOD, dan logam berat Cr dan besar efisien dari unjuk kerja IPAL dengan proses bar screen, sedimentasi, dan proses koagulasi – flokulasi.

Limbah yang dihasilkan oleh suatu industri batik, yang paling berpengaruh terhadap lingkungan adalah limbah cairnya. Karakteristik air limbah meliputi sifat-sifat fisika dan kimia. Karakter fisika air limbah meliputi temperatur, bau, dan warna. Karakter kimia yang terdapat dalam industri batik dapat bersumber dari pH, kandungan senyawa organik maupun anorganik yang terdapat dalam limbah cair. Parameter kualitas limbah cair diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Adalah banyaknya oksigen yang terlarut dalam mg/L (ppm) yang diperlukan untuk

menguraikan zat organik dengan bantuan bakteri (mikroorganisme) pada kondisi tertentu (Sakti A.Siregar, 2005).

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

Yaitu banyaknya oksigen yang terlarut dalam mg/L (ppm) yang diperlukan oleh bahan oksidator untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi.

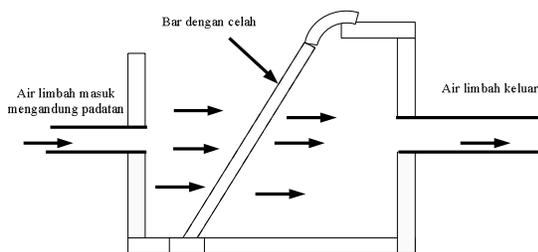
#### c. Logam Berat Cr

Kromium adalah logam yang tahan korosi oleh karena itu banyak digunakan sebagai pelapis elektrolit dan inhibitor korosi dalam campuran baja (*alloy*). Senyawa kromium dalam bentuk kromat dan dikromat sangat banyak digunakan oleh industri tekstil, fotografi, pembuatan tinta dan industri zat warna (Yasin Setiawan, 2006).

Suatu unit pengolahan air limbah pada umumnya menggunakan metode fisika dan kimia dalam pengolahan limbah. Beberapa peralatan yang digunakan antara lain:

##### 1. Bar Screen (Saringan kasar)

Proses penyaringan awal ini disebut *screening* dan tujuannya adalah untuk menyaring dan menghilangkan sampah / benda padat yang besar agar proses berikutnya dapat lebih mudah lagi menanganinya. Proses *screening* berfungsi menghilangkan bahan atau benda-benda yang dapat membahayakan atau merusak pompa limbah cair tersebut. Jadi proses *screening* melindungi pompa dan peralatan lainnya. (BPPT, 2002). Proses penyaringan merupakan proses pendahuluan yang di lakukan dengan melewati limbah cair tersebut melalui kisi-kisi atau saringan kasar (*bar screen*). Pembersihan *bar screen* dapat dilakukan secara manual, sehingga perlu petugas yang mengawasi. Bila tenaga manusia sangat sulit maka perlu di pasang alat pengontrol otomatis. Bahan saringan yang sering digunakan adalah kawat stainless steel yang berupa anyaman, kain polyester, kawat tembaga, kawat aluminium dan lain-lain.



Gambar 1. Bar screen

##### 2. Bak pengendapan (Sedimentasi)

Sedimentasi adalah pemisahan partikel dari air dengan memanfaatkan gaya gravitasi.

Proses pengendapan sistem gravitasi merupakan fenomena fisik oleh karena gaya berat. Proses sedimentasi secara fisik dapat dilakukan juga dengan proses sentrifugasi atau sistem penghalang (*baffle*). Proses ini terutama bertujuan untuk memperoleh air buangan yang jernih dan mempermudah proses penanganan lumpur. Dalam proses sedimentasi hanya partikel-partikel yang lebih berat dari air yang dapat terpisah.

##### 3. Koagulasi – Flokulasi

Proses koagulasi-flokulasi adalah proses penambahan koagulan terhadap limbah cair sehingga tersuspensi koloid yang sangat halus dan menghasilkan gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, sehingga terpisah dari air. Atau dengan kata lain koagulasi-flokulasi adalah proses pemisahan partikel koloid dari dalam air dengan cara menambahkan bahan koagulan bersifat alkalis untuk dilakukan proses pengendapan.

Bahan-bahan koagulan yang digunakan dalam pengolahan air limbah meliputi:

- Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), atau sering disebut alum merupakan bahan koagulan yang sering digunakan karena harganya murah dan mudah di peroleh di pasaran. Bahan ini efektif pada kisaran pH = 5,0 – 7,5.
- Fero sulfat ( $FeSO_4$ ), berfungsi efektif untuk pH lebih tinggi dari 9,5. Bahan ini sesuai untuk air yang keruh, alkalinitas tinggi.
- Feri klorida ( $FeCl_3$ ), berfungsi efektif untuk pH lebih tinggi dari 4,5. Bahan ini sesuai untuk air yang kesadahan rendah, intensitas warna tinggi.

Besarnya dosis koagulan yang di tambahkan tergantung pada kualitas air(kekeruhan, pH, Alkalinitas), jumlah dan karakteristik komponen bahan koloid, karakteristik ion dalam air dan pengadukan (besar daya dan lama pengadukan).

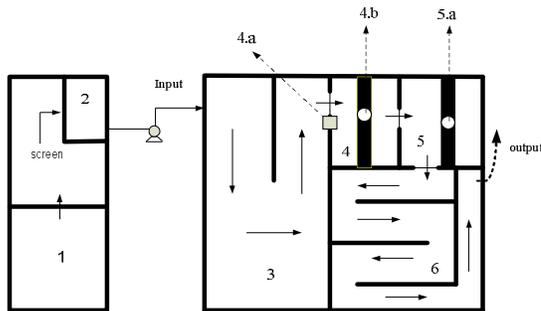
Efektifitas koagulasi-flokulasi juga di tentukan oleh lama pengadukan, yang dapat disamakan dengan waktu tinggal.

Waktu tinggal adalah waktu yang diperlukan air limbah yang mengandung partikel koloid, suspensi dan terlarut untuk tinggal dan menjalani pangadukan dalam bak untuk memungkinkan terjadinya proses koagulasi-flokulasi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Industri Batik Cetak di Desa Butulan Kelurahan Makamahaji Kecamatan Kartasura Kabupaten Sukoharjo dan Laboratorium Pusat UNS. Obyek penelitian adalah limbah cair Industri Batik Cetak yang masuk dan keluar dalam Instalasi Pengolahan

Air Limbah setelah mengalami pengolahan dengan proses *bar screen*, sedimentasi, dan proses koagulasi-flokulasi (Gambar 2).



- Keterangan :
1. Bak pencucian
  2. *Bar screen*
  3. Bak prasedimentasi/sedimentasi I
  4. Bak koagulasi-flokulasi (4a) Penambahan tawas, (4b) Motor pengadukan cepat
  5. Bak koagulasi-flokulasi (5a) Motor pengadukan lambat
  6. Bak sedimentasi II

Gambar 2. Diagram alir IPAL

Langkah penelitian yang pertama adalah uji jar test yaitu menentukan jumlah bahan koagulan yang digunakan di bak koagulasi-flokulasi. Langkah selanjutnya menjalankan IPAL sesuai gambar 2. Dengan waktu tinggal sekitar 1 jam pada tiap bak. Pengambilan sampel di bagi 5 titik yaitu di bak pencucian, output bar screen, output pra sedimentasi, output koagulasi-flokulasi, dan output sedimentasi II. Kemudian dilakukan analisa COD dengan metode Refluk Tertutup, analisa BOD dengan metode Titrasi Winkler dan analisa logam Cr dengan metode spektrometri serapan atom.

Efisiensi instalasi pengolahan air limbah ditinjau dari penurunan parameter pencemar air buangan (BOD, COD dan logam berat Cr) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\%$$

dengan E adalah efisiensi (%),  $C_o$  dan  $C_i$  adalah konsentrasi parameter pencemar (BOD, COD, dan logam berat) sebelum diolah dan setelah diolah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian unjuk kerja dan efisiensi IPAL industri batik cetak di Makamhaji, Sukoharjo dengan proses *bar screen*, sedimentasi, dan proses koagulasi – flokulasi terhadap penurunan parameter COD, BOD & Logam berat Cr dapat dilihat di Tabel 1.

Sedangkan perhitungan efisiensi pemisahan disajikan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 1. Hasil analisis parameter COD, BOD dan logam Cr

Unit Pengolahan	Parameter (mg/L)		
	Analisa COD	Analisa BOD	Konsentrasi Cr
Kondisi awal	137,776	117,934	0,219
Bar Screen	85,952	85,832	0,239
Pra – sed.	72,680	63,519	0,223
Koag.-Flok.	68,256	42,915	0,171
Sed. II	53,720	39,913	0,164

Tabel 2. Hasil perhitungan penurunan parameter COD dan efisiensi IPAL

Unit Pengolahan	COD (mg/L)	Co – Ci (mg/L)	Efisiensi (%)
Kondisi awal	137,776	0	0
Bar Screen	85,952	51,824	37,61
Pra – sed.	72,680	13,272	9,63
Koag.-Flok.	68,256	4,424	3,21
Sed. II	53,720	14,536	10,55
TOTAL			61,00

Tabel 3. Hasil perhitungan penurunan parameter BOD dan efisiensi IPAL

Unit Pengolahan	BOD (mg/L)	Co – Ci (mg/L)	Efisiensi (%)
Kondisi awal	117,934	0	0
Bar Screen	85,832	32,102	27,22
Pra – sed.	63,519	22,313	18,92
Koag.-Flok.	42,915	20,604	17,47
Sed. II	39,913	3,002	2,55
TOTAL			66,16

Tabel 4. Hasil perhitungan penurunan parameter logam Cr dan efisiensi IPAL

Unit Pengolahan	Cr (mg/L)	Co – Ci (mg/L)	Efisiensi (%)
Kondisi awal	0,2193	0	0
Bar Screen	0,2392	-0,0199	-9,07
Pra – sed.	0,2233	0,0159	7,25
Koag.-Flok.	0,1714	0,0519	23,66
Sed. II	0,1635	0,0079	3,60
TOTAL			25,44

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa IPAL dengan proses bar screen, sedimentasi

dan koagulasi-flokulasi mengalami penurunan parameter COD, dengan nilai COD awal atau input sebesar 137,776 mg/L dan output COD pada IPAL sebesar 53,720 mg/L. Efisiensi pemisahan COD diperoleh sebesar 61,01%.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa IPAL dengan proses bar screen, sedimentasi dan koagulasi-flokulasi mengalami penurunan parameter BOD, dengan nilai BOD awal atau (input) sebesar 117,934 mg/L dan output BOD pada IPAL sebesar 39,913 mg/L. Efisiensi pemisahan COD diperoleh sebesar BOD sebesar 66,16%.

Unjuk kerja dari keempat alat yang digunakan pada IPAL yang mempunyai efisiensi maksimum terhadap penurunan parameter COD dan BOD adalah pada bar screen berturut-turut sebesar 37,61% dan 27,22 %. Hal ini disebabkan karena pada saat penyaringan terjadi olakan pada partikel-partikel dan udara mendistribusi di tirai air (udara ada yang lewat) kemudian konsentrasi oksigen dalam air limbah batik meningkat dan bahan organik yang mempunyai muatan ion yang berbeda dengan partikel-partikel akan saling tarik-menarik yang kemudian tertahan di bar screen. Jadi semakin kecil bahan organik yang terkandung dalam air limbah maka semakin kecil pula pencemaran COD. Semakin besar penurunan parameter COD maka efisiensi semakin besar dan unjuk kerja alat yang digunakan semakin bagus.

Berdasarkan Tabel 4, terlihat terjadi penurunan dan kenaikan konsentrasi logam berat Cr untuk masing-masing unit alat IPAL, dimana konsentrasi logam Cr awal sebesar 0,2193 mg/L dan output konsentrasi logam Cr pada IPAL sebesar 0,1635 mg/L. Kenaikan konsentrasi logam berat Cr terjadi di unit bar screen sebesar 0,0199 mg/L, hal ini disebabkan karena adanya logam Cr dari *bar screen* yang terlarut. *Bar screen* yang digunakan berupa baja tahan karat yang mengandung chrom. Pelarutan logam Cr terjadi karena logam Cr mempunyai sifat amfotir, yaitu bisa bereaksi dengan asam atau basa yang bisa mempengaruhi kelarutan chrom di air limbah. Efisiensi pemisahan logam Cr paling besar adalah pada proses koagulasi-flokulasi yaitu 23,66%.

## KESIMPULAN

Besarnya penurunan parameter COD, BOD dan logam berat Cr pada masing-masing unit Bar Screen (51,854; 32,102; dan -0,0199 mg/L), Bak Pra Sedimentasi (13,272; 22,313; dan 0,0159 mg/L), Bak Koagulasi-flokulasi

(4,424; 20,604; dan 0,0519 mg/L) dan Bak Sedimentasi II (14,536; 3,002; dan 0,0079 mg/L).

Besarnya efisien IPAL berdasarkan penurunan parameter COD, BOD dan logam Cr pada masing-masing unit Bar Screen (37,61%, 27,22% dan -9,07%), Bak Pra Sedimentasi (9,63%, 18,92% dan 7,25%), Bak Koagulasi-flokulasi (3,21%, 17,47% dan 23,66%) dan Bak Sedimentasi II (10,55%, 2,55% dan 3,60%). Total efisiensi pemisahan IPAL pada masing-masing parameter COD, BOD dan logam Cr sebesar 61,01%, 66,16% dan 25,44%.

## SARAN

Pada IPAL bisa dilakukan penelitian lanjut dengan dengan menambahkan unit filtrasi-adsorpsi dan unit pengolahan secara biologi. Pada unit *bar screen*, bisa digunakan bahan saringan yang kuat, tahan asam-basa dan tidak mengandung unsur logam Cr yaitu kain polyester yang kuat dan saringan yang terbuat dari fiber glass atau saringan dari stainless steel. Bagian bawah bak sedimentasi dapat dipasang saluran pengeluaran untuk mengalirkan partikel padatan yang mengendap dan dibuat bak lumpur untuk penampungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009, "Limbah Produksi Batik", [http://multiplyinc.com/berita/batik/batik-laweyan-bagian-tiga\(3\)](http://multiplyinc.com/berita/batik/batik-laweyan-bagian-tiga(3))
- BPPT, 2002, "Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT", Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Samarinda. Samarinda
- Mastuti W, Endang, 1995, "Petunjuk Praktikum Rekayasa Penyehatan", Buku Pegangan Kuliah Fakultas Teknik, Surakarta.
- Siregar, Sakti A., 2005, "Instalasi Pengolahan Air Limbah", edisi 1, Kanisius, Yogyakarta.
- Setiawan, Yasin, 2006, "Analisis Sifat Limbah", Siaksoft, p.p. 2
- Siregar, 2007. "Limbah Cair Industri Batik di Laweyan Surakarta mencemari Lingkungan", Joglo Semar, p.p 5, Surakarta
- Sugiharto, 1987, "Dasar-dasar Pengelolaan Limbah Industri", Cetakan pertama, Penerbit UI-Press, Jakarta.
- Wardhana, Wisnu Arya, 1995, "Dampak Pencemaran Lingkungan", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.