

# PERANCANGAN PROTOTIPE INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) ELEKTROPLATING PADA INDUSTRI ELEKTROPLATING UD. SLAMET JAYA DI DESA MANGUNSAREN KAB. TEGAL

Septi Herowati<sup>1</sup> dan Saufik Luthfianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staff Disperinnaker Kabupaten Tegal

email : <sup>1</sup>herowati13@gmail.com

## Abstrak

UD. Slamet Jaya merupakan salah satu industri di Kabupaten Tegal yang bergerak dibidang perlogaman, yaitu usaha jasa pelapisan logam (nikel & khrom) yang berlokasi di Desa Mangunsaren Kec.Tarub. Industri yang masih tergolong kecil dan menengah ini telah beroperasi sejak tahun 1996. Selama ini limbah cairnya belum dikelola dengan baik. Hal ini tentunya akan menimbulkan permasalahan lingkungan akibat pembuangan limbah B3 yang terdapat pada Industri Elektroplating tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah desain faktorial 2<sup>3</sup>. Analisa data menggunakan perhitungan uji normalitas, uji T dan uji ANOVA. Hasil penelitian yang didapatkan antara lain: Pengolahan Air Limbah Elektroplating pada Prototipe IPAL dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben batu zeolit dan resin kation dapat direkomendasikan kepada IKM Elektroplating sebagai alternatif pengolahan air limbah sederhana. Hal ini ditentukan dari hasil uji air limbah setelah diolah pada bak IPAL. Kadar pH yang di uji telah mengalami kenaikan hingga memenuhi baku mutu lingkungan sedangkan kadar khrom memang belum memenuhi baku mutu lingkungan tetapi mampu menurunkan kadarnya cukup signifikan dan dalam jumlah yang cukup banyak. Prototipe IPAL yang digunakan bersifat *portable* dengan spesifikasi kerangka : panjang = ±90 cm, lebar = ±40 cm, tinggi = ±40 cm. Air limbah yang belum diolah (*inlet*) maupun yang sudah diolah (*outlet*) pada tiga variasi media adsorben di uji kadar pH dan Krom total nya menghasilkan kenaikan pH dengan presentase 24,14 % : 25,68 % : 24,83 % . Sedangkan untuk khrom total mengalami penurunan dengan presentase 11,07 % : 33,67 % : 28,47 % .

**Kata Kunci:** Elektroplating, Instalasi Pengolah Air Limbah, Adsorpsi, Zeolit, Resin Penukar Kation.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Perkembangan dan kemajuan teknologi meningkat begitu pesat, banyak perusahaan yang memanfaatkan hasil teknologi untuk meningkatkan produktivitas di perusahaannya (Luthfianto *et al*). Seiring meningkatnya produktivitas kerja pada Industri Elektroplating “UD. Slamet Jaya” yang berlokasi di Desa Mangunsaren RT 05 RW 01 Kecamatan Tarub Kabupaten Tegal yang telah berdiri sejak tahun 1996, industri jasa pelapisan logam yang masih tergolong industri rumahan ini belum melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik dan

maksimal. Berdasarkan hasil observasi langsung di industri diketahui bahwa masing-masing pekerja tidak mementingkan kesehatan dan keselamatan kerjanya serta kebersihan lingkungan industri. Selain itu limbah hasil proses kerja elektroplating yang merupakan limbah berbahaya dan beracun tersebut dibuang begitu saja pada lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Penyebab tersebut dikarenakan belum adanya komitmen dari pemilik industri dan masing-masing karyawan untuk bersama-sama menciptakan lingkungan industri yang sehat dan bersih melalui penerapan aspek sanitasi lingkungan, keselamatan dan

kesehatan lingkungan industri, serta aspek produksi bersih. Kurangnya pengetahuan dan keterbatasan modal guna pembuatan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) juga menjadi penyebab belum terkelolanya limbah cair pada industri tersebut.

Pembuangan langsung limbah dari proses elektroplating tanpa pengolahan terlebih dahulu ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Cemaran tersebut dapat mencemari mikroorganisme dan lingkungannya baik dalam bentuk larutan, koloid, maupun

dan besarnya dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan maka diperlukan suatu pengolahan terlebih dahulu sebelum efluent limbah tersebut dibuang ke lingkungan.

Memperhatikan kondisi tersebut, sebagai upaya pengelolaan lingkungan industry, penulis mencoba membuat prototipe Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sederhana dengan menggunakan metode adsorpsi yang adsorbennya berupa

menggunakan resin penukar kation. Penggunaan zeolit alam sebagai adsorben untuk adsorpsi limbah logam dalam air sudah banyak dilakukan, karena disamping memenuhi syarat sebagai adsorben yang baik juga harganya murah dan mudah didapat.

Pembuatan prototipe IPAL pada UD.Slamet Jaya merupakan salah satu penerapan aspek manajemen lingkungan agar limbah cair pada industri dikelola dengan baik, dan limbah yang dihasilkan dapat dibuang ke lingkungan sesuai dengan baku mutu lingkungan (BML).

#### Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan batasan masalah di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

“Bagaimana pengolahan limbah pada prototipe Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) elektroplating yang dirancang?”

“Berapa presentase kenaikan kadar pH dan penurunan kadar Krom dalam air limbah, setelah pengolahan?”

“Apakah air limbahyang sudah diolah (outlet) pada penelitian ini sudah memenuhi baku mutu lingkungan?”

#### Asumsi – Asumsi

Berdasarkan penelitian sebelumnya diperoleh hasil daya serap adsorben yang digunakan dalam prototipe IPAL sebagai berikut :

#### Limbah

Komponen	Jumlah	Kapasitas Serapan Selama 4 jam / 50 g	Kapasitas Serapan untuk 3 kg
Zeolit	3 kg	4,536 ppm	272,160 ppm
Resin Penukar Kation	3 kg	24,836 ppm	1490,280 ppm

Sumber : (Widjajanti *et al.*)

Maka di asumsikan dengan eksperimen yang dilakukan dengan komponen resin penukar kation pada media adsorben sebesar 2,25 kg selama 30 menit adsorpsi dapat menurunkan kadar salah satu ion logam hingga sebesar  $\pm 50$  ppm sedangkan daya serap zeolit pada proses adsorpsi hanya mampu menurunkan ion dalam jumlah kecil dan lebih berpengaruh terhadap daya serap warna air limbah.

#### Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian sehingga tidak melebar jauh dari topik permasalahan yang diteliti, maka perlu ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

Objek penelitian adalah IKM Elektroplating UD.Slamet Jaya di Desa Mangunsaren, Kec. Tarub Kab. Tegal

Prototipe IPAL dirancang dengan menggunakan alat dan bahan yang sederhana dengan proses adsorpsi

Elektroplating pada UD.Slamet Jaya merupakan Pelapisan Nikel dan Krom sehingga karakteristik limbah diasumsikan mengandung ion logam salah satunya chromium dan memiliki derajat keasaman yang tinggi

Adsorben yang digunakan sebagai bagian dari variable penelitian adalah batu zeolit dan resin kation

Parameter pengujian untuk air limbah inlet maupun outlet untuk saat ini baru sebatas pengukuran kadar pH dan krom

## LANDASAN TEORI

### Elektroplating

Elektroplating merupakan suatu proses pelapisan yang menggunakan prinsip pengendapan suatu lapisan logam tipis pada suatu permukaan benda pada yang dilakukan dengan cara elektrokimia (Suarsana, 2008). Pelapisan logam dapat berupa lapis seng (zinc), galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan krom (Sugara, Gd, Nindhia, & Negara, 2017). Proses pelapisan logam pada saat ini berkembang semakin pesat seiring dengan perkembangan dan kebutuhan masyarakat (Salimin & Nurifitriyani, 2013). Perkembangan industri yang semakin pesat selain memberikan manfaat, juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan (Salimin & Nurifitriyani, 2013). Pembuangan langsung limbah dari proses electroplating tanpa pengolahan terlebih dahulu ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Salimin & Nurifitriyani, 2013). Oleh sebab itu, mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan maka diperlukan suatu pengolahan terlebih dahulu sebelum effluent limbah tersebut dibuang ke lingkungan (Salimin & Nurifitriyani, 2013).

### Zeolit

Zeolit adalah kelompok mineral yang dalam pengertian/ penamaan bahan galian merupakan salah satu jenis bahan galian non logam atau bahan galian mineral

industri. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron. Zeolit merupakan mineral yang teridri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali, atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Ion-ion tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel (Saputra, 2006)

### Baku Mutu Lingkungan

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan (Menteri et al., 2014)

Tabel.2 BML Industri Pekapisan

No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (g/kg bahan pelapis)
1.	TSS	20	0,40
2.	Sianida (CN)	0,2	0,004
3.	Khrom Total (Cr)	0,5	0,010
4.	Khrom Cr6+	0,1	0,002
5.	Tembaga (Cu)	0,6	0,012
6.	Seng (Zn)	1,0	0,020
7.	Nikel (Ni)	1,0	0,020
8.	Kadmium (Cd)	0,05	0,001
9.	Timbal (Pb)	0,1	0,002
10.	pH	6,0 – 9,0	
11.	Debit Maksimum	20 L/kg bahan pelapis	

Logam

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode desain factorial 2<sup>3</sup>. Menurut (Hastjarjo, 2011) penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti. Penelitian ini merupakan perancangan prototipe instalasi pengolahan air limbah elektroplating dengan proses adsorpsi menggunakan metode desain factorial.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang terdiri dari dua factor dengan 3 kali ulangan pengujian. Oleh karena itu penelitian eksperimen erat kaitannya dalam menguji suatu hipotesis dalam rangka mencari hasil dalam pembuatan prototipe instalasi pengolahan air limbah electroplating dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben batu zeolit dan resin penukar kation dengan kadar 75% : 25% , 25% : 75%, dan 50% : 50%. Dimana peneliti akan melakukan eksperimen dengan melakukan pengolahan air limbah elektroplating melalui proses adsorpsi dengan analisa data menggunakan metode uji normalitas, uji – T dan uji ANOVA. Adapun jumlah media adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Jumlah Adsorben yang digunakan

Media 1	Media 2	Media 3
Batu Kerikil 4kg Zeolit 2,25 kg Resin Penukar Kation 0,75 kg	Batu Kerikil 4kg Zeolit 0,75 kg Resin Penukar Kation 2,25 kg	Batu Kerikil 4kg Zeolit 1,5 kg Resin Penukar Kation 1,5 kg

#### Hipotesis Dari Uji Normalitas Data

P-Value = taraf nyata  $\alpha$  untuk penelitian kualitatif kita gunakan sebesar 0.05, diperoleh informasi bahwa data memiliki sebaran yang normal. Terlihat dari nilai P-Value besar dari F distribusi  $> \alpha = 0.05$ .

#### Hipotesis Dari Uji – T

Ho = Tidak adanya pengaruh adsorben (zeolit dan resin) terhadap kadar pH dan Khromium

Ha = Ada pengaruh adsorben (zeolit dan resin) terhadap kadar pH dan Khromium

#### Hipotesis Dari Uji – Anova

Ho = Semua rerata nilai pH maupun khrom adalah sama

Ha = Data rerata nilai pH maupun khrom adalah tidak sama

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Observasi Industri

#### Profil Industri Kecil dan Menengah Elektroplating UD.Slamet Jaya

Nama Pemilik : Bapak Kelani

Alamat : Desa Mangunsaren RT 5 RW 1 Kec. Tarub, Kab. Tegal, Prov. Jawa Tengah

No. HP : 081320034205

Kapasitas Operasional :  $\pm 300$  knalpot / minggu (tidak menentu)

Jumlah Karyawan: 4-6 orang

#### Hasil Uji Laboratorium

Tabel 4. Hasil Uji Air Limbah Elektroplating

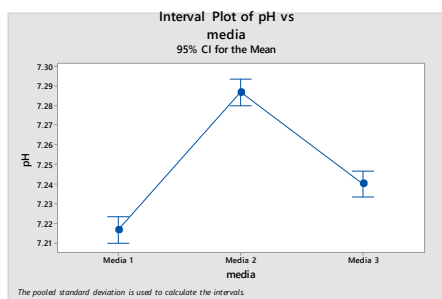
Jenis media adsorben	Parameter Pengujian	
	pH	Krom Total (mg/L)
Kerikil 4kg Zeolit 2,25 kg Resin Kation 0,75 kg	Inlet = 5,80	Inlet = 136,340
	1. 7,20	121,240
	2. 7,20	121,240
	3. 7,20	121,240
Kerikil 4 kg Zeolit 0,75 kg Resin Kation 2,25 kg	Inlet = 5,80	Inlet = 136,341
	1. 7,29	1. 90,440
	2. 7,29	2. 90,440
	3. 7,29	3. 90,440
Kerikil 4 kg Zeolit 1,5 kg Resin Kation 1,5 kg	Inlet = 5,81	Inlet = 136,340
	1. 7,24	1. 97,520
	2. 7,24	2. 97,520
	3. 7,24	3. 97,521

Setelah dilakukan uji Normalitas data, uji – T dan uji – ANOVA data hasil uji tersebut menunjukkan bahwa data masuk dalam distribusi normal ditandai dengan hasil nilai Sig. pada data tersebut adalah 0,573. Nilai tersebut > p (0,05) sehingga data dikatakan normal.

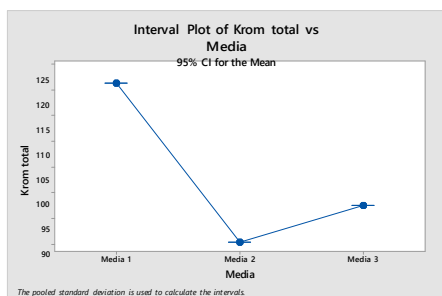
Pada uji T rata – rata dihasilkan T – value > T Hitung sehingga artinya ada pengaruh adsorben zeolit dan resin terhadap kualitas air limbah (kenaikan pH) dan (penurunan khrom) pada semua media adsorben.

Dari hasil uji ANOVA terhadap data diatas, diperoleh p = 0,00 terkait dengan tingkat signifikansi = 0,05 ,maka p< berarti Ho ditolak . Sehingga dapat disimpulkan tidak benar bahwa ketiga media yang telah diperlakukan dalam eksperimen tidak memberikan efek yang sama.

Berikut ini grafik hasil Uji ANOVA terhadap perubahan ph dan Khrom



Gambar 1. Grafik Plot pH versus Media



Gambar 2. Grafik Plot Khromium versus Media

Dengan ditampilkannya grafik juga dapat diketahui besarnya interval antara media 1,2, dan 3. Dari rangkuman hasil diatas dijelaskan bahwa : Media 2 > Media 3 > Media 1 yang artinya dari tiga media tersebut yang paling besar pengaruhnya terhadap kadar pH maupun krom total air limbah adalah media 2 dengan menunjukkan nilai kenaikan pH paling tinggi yaitu 7,29 dan krom yang paling rendah yaitu 90,440 ppm.

### 3. Pembahasan

#### Pengolahan Air Limbah Elektroplating UD.Slamet Jaya

Pengolahan Air limbah diproses dengan menggunakan proses adsorpsi pada sebuah prototipe IPAL. Perancangan Prototipe IPAL menggunakan alat dan bahan yang sederhana dan bersifat *portable*, alat yang digunakan adalah peralatan pengelasan, solder, penggaris, gunting, kertas, spidol, dan gergaji besi. Sedangkan untuk bahan prototipe tersebut adalah besi siku, bak plastic, pipa paralon ¾ inch, lem kaca, dan kain saring. Besi siku digunakan dalam membuat kerangka yang berfungsi sebagai wadah bak – bak ipal. Untuk bak ipal pada prototipe ini dibuat dengan bak plastic (*container box*) dengan ukuran p x l x t = 45 x 20 x 20 yang disusun berundag menyesuaikan bentuk kerangka besi. Pengolahan air limbah diproses pada bak – bak ipal yang masing – masing bak IPAL dibuat dengan ukuran bak plastic yang sama yaitu ada bak ekualisasi sebagai penampung, bak adsorpsi sebagai tempat media adsorben dalam menyerap air limbah yang mana adsorben yang digunakan pada IPAL ini adalah batu kerikil, zeolit, dan resin penukar kation, dan bak yang ketiga adalah bak kontrol yang digunakan sebagai penampung sementara sbelum air limbah dibuang ke lingkungan. Air limbah yang tertampung pada bak control ini dapat kita uji sebagai air limbah keluaran atau disebut *outlet*. Pada bak control ini juga dapat di isi bio indicator berupa ikan nila yang dibiarkan hidup pad air limbah tersbut

sehingga keberlangsungan hidup ikan tersebut dapat dijadikan parameter kualitas air limbah outlet. Pada masing – masing bak dihubungkan menggunakan pipa paralon ukuran  $\frac{3}{4}$  inch sebagai saluran air limbah dan pada pipa bak ekualisasi dan adsorpsi dipasang *screen* atau saringan yang terbuat dari kain saring tipis untuk menyaring padatan maupun sebagai saringan kasar air limbah. Adapun hasil Perancangan Prototipe IPAL Elektroplating adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Prototipe IPAL Elektroplating

Hasil prototipe diatas telah dirancang menyesuaikan desain (pada gambar 3.2) yang telah dibuat dan dipilih sebagai desain yang tepat dalam pengolahan air limbah sederhana melalui proses adsorpsi. Pengolahan air limbah pada IPAL dengan proses adsorpsi pada bak kedua (bak adsorpsi) telah menunjukkan operasional yang cukup optimal karena media adsorben yang disusun pada bak tersebut mampu mempengaruhi kadar pH dan krom total air limbah (inlet) sehingga menghasilkan outlet dengan kadar pH yang naik dan kadar krom yang mengalami penurunan.

Presentase perubahan Kadar pH dan Krom pada Air Limbah

Air limbah sebelum diolah pada IPAL (inlet) maupun air limbah yang telah diolah (outlet) pada prototipe IPAL telah di uji di laboratorium DLH Kota Tegal. Hasilnya menunjukkan bahwa kenaikan pH cukup signifikan pada pengaruh jumlah resin pada media adsorben yang semakin bertambah. Hal ini sesuai pada fungsi kerja resin yang

mampu mempengaruhi kadar pH dengan menteralkan air limbah . Sehingga dari percobaan pada ketiga media tersebut, presentase hasil kenaikan pH dari media 1, media 2 dan media 3 adalah 24,14 % , 25,68 % , dan 24,83 % . Kenaikan pH tertinggi ada pada media 2 dengan jumlah resin 75% dibanding zeolit yang 25 % atau sejumlah 2,25 kg : 0,75 kg dengan hasil pH 7,29 dan kenaikan hingga 25,68 %.

Operasional IPAL melalui proses adsorpsi dengan adsorben berupa batu kerikl, zeolit, resin ini juga mampu mempengaruhi perubahan kadar krom total pada inlet maupun outlet dengan presentase pada media 1, 2 dan 3 adalah 11,07 % ; 33, 67% ; 28,47%. Penurunan kadar Krom juga dipengaruhi dengan meningkatnya jumlah resin. Sedangkan pengaruh zeolit pada air limbah lebih berfungsi sebagai penjerap zat warna, sebagaimana hasil pada saat penelitian pada bak pertama dengan jumlah zeolit terbanyak yaitu 2,25 kg air limbah outlet mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari kuning pekat menjadi kuning terang seperti gamabr berikut ini :



Gambar 3. Proses Adsorpsi pada Prototipe IPAL Elektroplating

Perbandingan Hasil uji dengan Baku Mutu Lingkungan

Baku Mutu lingkungan yang ditetapkan pada Peraturan Gubernur Jawa Tengah No.5 Tahun 2012 menyebutkan untuk BML pH dan Krom pada Baku Mutu Industri Pelapisan Logam adalah senilai 6-9 dan 0,5 mg/L. Angka tersebut merupakan nilai ambang batas karakteristik air limbah Industri Pelapisan logam untuk dikatakan

aman dibuang ke lingkungan. Dari percobaan media 1,2 dan 3 masing – masing sampel air limbah menunjukkan perubahan pada pH dan Krom totalnya namun dari hasil perbandingan dengan baku mutu lingkungan yang telah disajikan pada tabel 4.5 air limbah (outlet) hasil penelitian ini hanya mampu memenuhi baku mutu lingkungan pada pH semua outlet sedangkan kadar krom totalnya mengalami penurunan cukup signifikan namun semua outlet belum memenuhi baku mutu lingkungan.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisa dan pembahasan tersebut di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pengolahan Air Limbah Elektroplating pada Prototipe IPAL dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben batu zeolit dan resin kation pada Industri Elektroplating UD Slamet Jaya di Desa Mangunsaren Kec. Tarub Kab. Tegal dapat direkomendasikan kepada IKM Elektroplating sebagai alternatif pengolahan air limbah sederhana. Hal ini ditentukan dari hasil uji air limbah setelah diolah pada bak IPAL. Kadar pH yang di uji telah mengalami kenaikan hingga memenuhi baku mutu lingkungan sedangkan kadar krom memang belum memenuhi baku mutu lingkungan tetapi mampu menurunkan kadarnya cukup signifikan dan dalam jumlah yang cukup banyak.

Presentase kadar kenaikan pH pada air limbah hasil olahan pada IPAL antara media adsorben 1 : 2 : 3 adalah 24,14 % : 25,68 % : 24,83 %. sehingga dapat disimpulkan kenaikan pH cukup signifikan berbanding lurus dengan penambahan jumlah resin yang diperlakukan. Hasil media terbaik adalah dengan presentase 25,68 % dari pH asam 5,8 menjadi 7,29 (netral) dan memenuhi baku mutu lingkungan (6-9) pada pengolahan IPAL menggunakan media 2 yaitu dengan kadar Zeolit 0,75 kg dan Resin Penukar Kation 2,25 kg. Presentase kadar penurunan Krom pada air limbah hasil olahan pada IPAL

antara media adsorben 1 : 2 : 3 adalah 11,07 % : 33,67 % : 28,47 % sehingga dapat disimpulkan penurunan kadar Krom terbaik adalah dengan presentase 33,67 % dari kadar Krom total yang sangat tinggi 136,340 mg/L menjadi 90,440 mg/L dan belum mampu memenuhi baku mutu lingkungan (0,5 mg/l). Kadar tersebut diperoleh dari pengolahan pada IPAL menggunakan media 2 yaitu dengan kadar Zeolit 0,75 kg dan Resin Penukar Kation 2,25kg.

Air limbah hasil olahan pada prototipe IPAL ini hanya kadar pH nya saja yang memenuhi baku mutu lingkungan (6-9) pada hasil olahan limbah media 1,2 dan 3 yaitu pH 7,20 ; 7,24 dan 7,29 sedangkan kadar krom totalnya belum memenuhi baku mutu lingkungan dibandingkan dengan Baku Mutu Lingkungan krom total 0,5 mg/L berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Tengah No,5 Tahun 2012 .

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka disarankan sebagai berikut:

Sebaiknya dalam operasional kerja industri elektroplating maupun industri yang menggunakan bahan-bahan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) supaya mengolah limbahnya dengan baik sebelum dibuang ke lingkungan.

Perancangan IPAL yang direkomendasikan kepada IKM dapat dibuat dengan alat – dan bahan sederhana menyerupai prototipe yang dibuat dengan perbaikan desain pada saluran bak adsorpsi menuju bak kontrol dan perlakuan adsorben dengan jumlah zeolit dan resin yang tepat agar hasil adsorpsi lebih optimal hingga memenuhi baku mutu lingkungan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Luthfianto, S., Suwandono, & Siswiyanti. 2009. *Aplikasi Jaringan Petri pada Pembuatan Hidrant Pilar Dua (Two*

- Way Hydrant) Model H-14 AP di PT. Karya Paduyasa Lebaksiu Kab.Tegal. OSEATEK. e-journal.upstegal.ac.id
- Menteri, P., Hidup, L., Indonesia, R., Mutu, B., Limbah, A. I. R., Rahmat, D., ... Republik, H. (2014). *BERITA NEGARA*. (1815).
- Nugroho, W., & Purwoto, S. (2013). Removal Klorida, TDS, dan Besi pada Air Payau Melalui Penukar Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Waktu*, 11(1), 47–59.
- Salimin, Z., & Nurifitriyani, I. (2013). Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi. *Indonesia. Telp. Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif BATAN*, 3(2021), 41–4762.
- Saputra, R. (2006). Pemanfaatan zeolit sintetis sebagai alternatif pengolahan limbah industri. *Jurnal Hibah Bersaing*, 3, 1–8.
- Suarsana, I. K. (2008). Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, 2(1), 48–60.
- Sugara, I. R., Gd, T., Nindhia, T., & Negara, D. N. K. P. (2017). Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Aluminium Setelah Dielektroplating Dengan Variasi Pelapisan Al – Zn – Ni dan Al – Zn – Cu – Ni. 6(1).
- Widjajanti Lfx, E., Marwati, S., & Haryanto, L. 2012. *Rancang Bangun Instalasi Pengolah Limbah Cair Industri Electroplating*. <http://eprints.uny.ac>.



