

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PADA INDUSTRI ELEKTROPLATING (STUDI KASUS KEGIATAN ELEKTROPLATING X) DI YOGYAKARTA

**Anisah Hasna Jauharoh
15513178**

ABSTRACT

Small and medium scale electroplating industries in Banguntapan sub-district, Bantul, Special Region of Yogyakarta have not done wastewater management. This is due to no available installation for wastewater treatment so the wastewater is discharged to the soil. This study aims to know the alternative treatment technologies using scoring method and to design wastewater treatment plant (WWTP) for electroplating industries. The chosen technology is electrocoagulation followed by sedimentation and filtration. Based on wastewater flow rate of 638 L/day, the designed WWTP has total area of 3,67 m x 1,9 m. Iron anodes and aluminium katodes are used for electrodes with the size of 40x20x0,3 cm³, 5 pieces of each and 3 cm of internal distance. Direct current (DC) with 2,5 A and 12 volt of current and voltage are chosen. Detention time of sedimentation is 6 hours and filter medias use silica sand, activated carbon and manganese zeolite. Treated water effluent could be categorized as 2nd class water according to DIY Government Regulation 20/2008. Required cost to built WWTP is 8,613,750.00 IDR and electrical cost is 136,187.60 IDR per day. This research can be used as reference in electroplating industries wastewater management design.

Keywords: *Electroplating wastewater, Cost, Electrocoagulation, WWTP, Design*

ABSTRAK

Industri elektroplating skala kecil dan menengah di Kecamatan Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) belum melakukan pengelolaan air limbah. Hal ini disebabkan karena tidak ada instalasi untuk mengolah air limbah sehingga air limbah dibuang langsung ke tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif teknologi pengolahan menggunakan metode skoring dan merencanakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri elektroplating. Teknologi terpilih adalah elektrokoagulasi yang diikuti dengan pengolahan sedimentasi dan filtrasi. Berdasarkan debit air limbah sebesar 638 L/hari, direncanakan IPAL dengan total luasan adalah 3,67 m x 1,9 m. Elektroda yang digunakan adalah anoda Fe dan katoda Al berukuran 40x20x0,3 cm³, berjumlah masing-masing 5 plat dan berjarak 3 cm. Besarnya arus dan tegangan dipilih sebesar 2,5 A dan 12 Volt dengan arus searah (DC). Waktu detensi sedimentasi adalah 6 jam dan media filter yang digunakan adalah pasir silika, karbon aktif dan mangan zeolit. Efluen air yang diolah dapat dikategorikan sebagai air kelas 2 menurut Peraturan Gubernur (Pergub) DIY 20/2008. Biaya yang diperlukan untuk membangun IPAL adalah Rp 8.613.750,00 dan biaya operasional adalah Rp 136.187,60 per hari. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam perencanaan pengelolaan air limbah industri elektroplating.

Kata kunci: Air limbah elektroplating, Biaya, Elektrokoagulasi, IPAL, Perencanaan

1. PENDAHULUAN

Berbagai bentuk usaha industri kecil atau rumahan tumbuh di era pembangunan berdampingan dengan berkembangnya industri besar dan menengah. Jenis usaha industri kecil atau rumahan banyak ditemukan di Daerah Istimewa Yogyakarta seperti gerabah, batik, tas, sandal, bunga, perak serta tembaga. Kecamatan Banguntapan yang merupakan wilayah Kabupaten Bantul yang terletak di sebelah selatan Kecamatan Kotagede. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul, Kabupaten Bantul memiliki 1096 usaha logam dan jasa pada sektor industri kecil.

Elektroplating merupakan pelapisan logam maupun non logam yang menggunakan arus searah (DC) dan larutan elektrolit secara elektrolisis. Proses elektroplating menghasilkan limbah yang mengandung logam berat (Yudo & Said, 2005). Air limbah yang dihasilkan dari proses elektroplating jumlahnya tidak banyak. Namun, air limbah tersebut memiliki tingkat toksitas yang sangat berbahaya karena mengandung krom, nikel serta seng (Soemantojo & Wulan, 2002). Limbah industri elektroplating yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa didahului dengan proses pengolahan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Berbagai bentuk limbah industri elektroplating seperti larutan, koloid dan bentuk partikel lainnya dapat mencemari mikroorganisme dan lingkungan di sekitarnya (Nurhasni, Salimin, & Nurifitriyani, 2013). Sifatnya yang sangat beracun tersebut dapat membahayakan manusia dan dapat mengancam lingkungan di sekitar industri elektroplating (Yudo & Said, 2005).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, industri elektroplating pada lokasi studi belum memiliki instalasi untuk mengolah air limbah yang dihasilkan. Pengolahan limbah elektroplating yang tepat diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan dan menjaga kesehatan manusia di sekitarnya. Maka dari itu, dibuatlah solusi untuk mengatasi masalah tersebut dengan merencanakan Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) untuk industri elektroplating. Perencanaan desain pengolahan meliputi alternatif teknologi pengolahan dan tahapan cara merencanakan instalasi pengolahan air limbah elektroplating. Pemilihan teknologi pengolahan air limbah industri elektroplating mempertimbangkan kualitas efluen yang dikeluarkan namun tetap ekonomis.

2. METODE PENELITIAN

Industri elektroplating yang digunakan sebagai lokasi perencanaan adalah kegiatan elektroplating X yang terletak di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Perencanaan ini didahului dengan studi literatur dan survei pendahuluan untuk menentukan alternatif teknologi pengolahan air limbah elektroplating. Survey pendahuluan dilakukan dengan mengukur luas lahan kosong yang tersedia. Lahan yang tersedia berukuran 9 m x 5,28 m dan 2,4 x 2,49 m. Total luas lahan yang tersedia adalah 53,5 m². Selanjutnya dilakukan pengumpulan data karakteristik dan kuantitas air limbah. Data-data yang telah diperoleh digunakan untuk menentukan alternatif teknologi pengolahan air limbah yang terdapat pada Gambar 1.

Tabel 1. Kriteria Desain Elektrokoagulasi

Parameter	Elektroda (anoda-katoda)	Jarak Plat	Rapat Arus / Arus dan Tegangan	Efisiensi Penghilangan	Waktu	Sumber
Ni	Fe-Al	10 mm	2 A; 9,18 volt	100%	60 menit	(Akbal & Camci, 2011)
Cu				100%		
Cr				100%		
Cd	Fe	5 mm	0,2 A/ dm ²	98,1%	45 menit	(Vasudevan & Lakshmi, 2012)
				97,3%		
Pb	Al-St	10 mm	32 mA/ cm ²	95%	35 menit	(Pociecha & Lestan, 2010)
	Al	5 mm	2,76 mA/ cm ²	99%	30 menit	(Bouguerra et al., 2015)
COD	Fe-Al	2 cm	4,8 mA/ cm ²	96,3%	49 menit	(Chou, Wang, Chang, & Chang, 2010)
TSS	St-St	3 cm	0,85 A; 9,66 mA/ cm ²	90%	30 menit	(Phalakornkule, Worachai, & Satitayut, 2010)
TDS	Fe	5 cm	24,7 mA/ cm ²	68,5%	30 menit	(Saleem, Bukhari, & Akram, 2011)

2.2. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan suatu proses pemisahan padatan dari cairan dengan cara pengendapan gravitasi untuk menyisihkan padatan tersuspensi (Masduqi dan Assomadi, 2012). Laju limpahan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$v_0 = \frac{Q}{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana, v_0 : laju limpahan (m/detik), Q: debit air limbah (m³/detik), A: luas permukaan (m²) (Yulianti, 2012). Kecepatan horizontal dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$v_h = \frac{Q}{L \times H} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dimana, v_h : kecepatan horizontal (m/detik), L: lebar bak (m), H: kedalaman bak (m). Apabila kecepatan horizontal lebih kecil dibanding laju limpahan ($v_h < v_0$), maka pengendapan dapat terjadi (Yulianti, 2012). Sementara itu, panjang bak (P) dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{A}{L} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Efisiensi penghilangan pencemar pada unit sedimentasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efisiensi Penghilangan Pencemar Unit Sedimentasi

Parameter	Efisiensi	Referensi	Jenis Sedimentasi
TSS	76,1%	(Song, Williams, & Edyvean, 2000)	Sedimentasi <i>plain settling</i>
Cd	23%	(Kempton, Sterritt, & Lester, 1987)	Sedimentasi primer
Cu	39%	(Kempton et al., 1987)	Sedimentasi primer

Cr	83,2%	(Song et al., 2000)	Sedimentasi <i>plain settling</i>
Zn	38%	(Kempton et al., 1987)	Sedimentasi primer
Pb	42%	(Kempton et al., 1987)	Sedimentasi primer
Ni	25%	(Kempton et al., 1987)	Sedimentasi primer
COD	41,5%	(Song et al., 2000)	Sedimentasi <i>plain settling</i>

2.3. Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan zat padat dari fluida, baik gas atau cair, dengan cara melewatkannya melalui media berpori. Tujuan dari filtrasi adalah untuk menghilangkan zat padat tersuspensi serta koloid yang ada dalam fluida (Masduqi dan Assomadi, 2012). Efisiensi penghilangan pencemar pada unit filtrasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi Penghilangan Pencemar Unit Filtrasi

Parameter	Efisiensi	Referensi	Jenis Filter
TDS	97%	(Nkwonta & Ochieng, 2010)	<i>Roughing filter</i> : kerikil dan arang
TSS	88,75%	(Assiddieq, Darmayani, & Kudonowarso, 2017)	Zeolit, karbon aktif, dan pasir silika
Cu	91%	(Abdel, Reiad, & Elshafei, 2011)	Zeolit
Zn	96%	(Abdel et al., 2011)	Zeolit
Pb	87%	(Dursun & Pala, 2007)	Zeolit
COD	87,8%	(Assiddieq et al., 2017)	Zeolit, karbon aktif, dan pasir silika

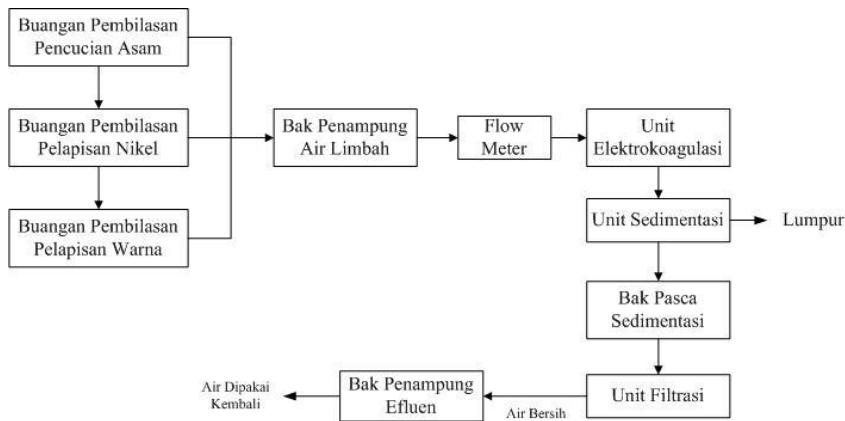
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sistem IPAL

Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang akan didesain dalam perencanaan ini adalah elektrokoagulasi yang diikuti dengan unit sedimentasi dan filtrasi. Diagram alir sistem IPAL yang akan direncanakan ditunjukkan pada Gambar 2. Air limbah dari buangan proses pembilasan akan dikumpulkan pada bak penampung. Setelah itu, air limbah akan melalui proses elektrokoagulasi sebagai pengolahan utama untuk menghilangkan pencemar yang didominasi oleh logam. Selanjutnya air limbah akan diendapkan pada unit sedimentasi. Hal ini dikarenakan proses elektrokoagulasi menghasilkan lumpur. Air limbah kemudian memasuki proses terakhir pada unit filtrasi untuk menghilangkan pencemar yang masih terdapat dalam air limbah.

3.2. Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah yang akan diolah dalam perencanaan ini mengacu dari penelitian yang dilakukan oleh Dinda Noviyanti yang berjudul Studi Karakteristik Limbah Cair dari Kegiatan Elektroplating Di Banguntapan, Bantul, D.I. Yogyakarta (Studi Kasus IKM X dan Y). Karakteristik air limbah kegiatan elektropalting X ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan Sistem IPAL Kegiatan Elektroplating X

Tabel 4. Perbandingan Konsentrasi Air Limbah X dengan Baku Mutu

Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu	
		Perda DIY 7/2016	Pergub DIY 20/2008
TDS	11240	2000	1000
TSS	494	20	50
pH	1	6-9	6-8.5
Suhu	29°C	±3	±3
Cd	0.0206	0.05	0.01
Cu	2.221037	0.5	0.02
Cr	0.175136	0.5	N/A
Zn	6.607086	1	N/A
Pb	2.637882	0.1	0.03
Ni	52.11	1	N/A
COD	277.5	N/A	25

3.3. Kuantitas Air Limbah

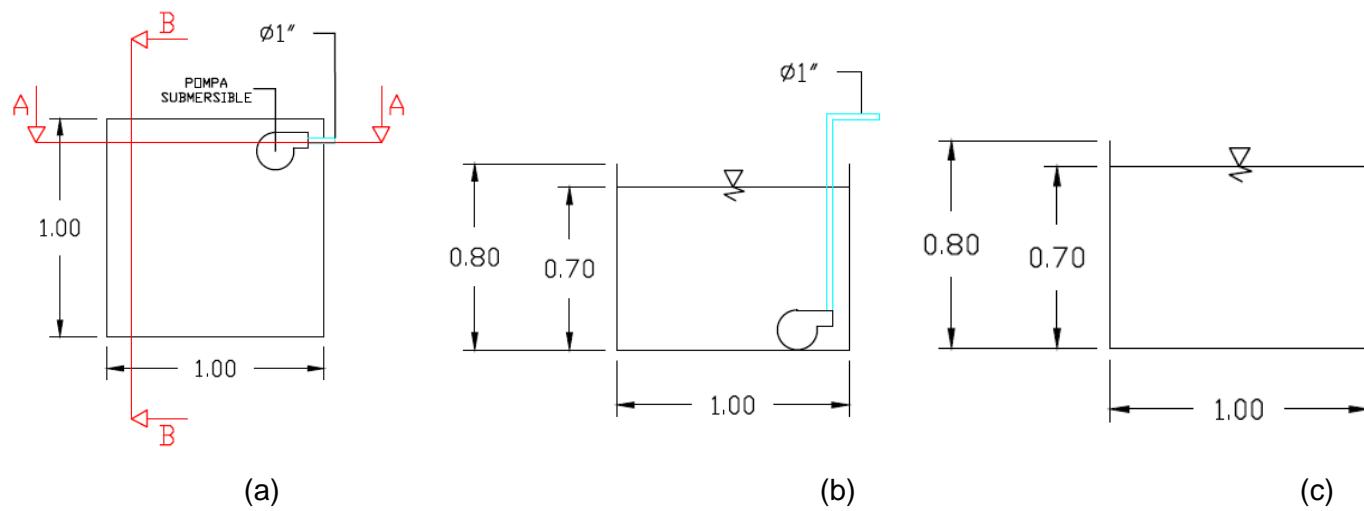
Kuantitas air limbah yang digunakan dalam perencanaan ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah Prabarani yang berjudul Kajian Minimisasi Limbah Cair pada Industri Elektroplating (Studi Kasus Industri Kecil X dan Y di Yogyakarta). Dengan debit rata-rata sebesar 532 L/hari dan faktor keamanan 20%, maka diperoleh debit perencanaan adalah 638 L/hari.

3.4. Beban Pengolahan

Beban pengolahan untuk setiap parameter pada setiap unit pengolahan ditunjukkan pada Tabel 5. Efluen air limbah yang dihasilkan memenuhi baku mutu air kelas 2 Pergub DIY NO. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY.

Tabel 5. Beban Pengolahan

Parameter	Influen		Elektro-koagulasi	Efluen		Sedimen-tasi	Efluen		Filtrasi	Efluen	
	C (mg/L)	Beban (mg/hari)		Efisiensi	C (mg/L)	Beban (mg/hari)	Efisiensi	C (mg/L)	Efisiensi	C (mg/L)	Beban (mg/hari)
TDS	11240	7171120	65%	3934	2509892.0	0%	3934	2509892.0	97%	118.02	75296.8
TSS	494	315172	80%	98.8	63034.4	76.10%	23.6132	15065.2	88.75%	2.656485	1694.8
Cd	0.021	13	97.30%	0.00056	0.4	23%	0.0004283	0.3	0%	0.0004283	0.3
Cu	2.221	1417	100%	0	0.0	39%	0	0.0	91%	0	0.0
Cr	0.175	112	100%	0	0.0	83.20%	0	0.0	0%	0	0.0
Zn	6.607	4215	85%	0.99106	632.3	38%	0.614459	392.0	96%	0.0245784	15.7
Pb	2.638	1683	90%	0.26379	168.3	42%	0.1529972	97.6	87%	0.0198896	12.7
Ni	52.110	33246	100%	0	0.0	25%	0	0.0	0%	0	0.0
COD	277.500	177045	96.30%	10.2675	6550.7	41.50%	6.0064875	3832.1	87.8%	0.7327915	467.5



Gambar 1. Dimensi Bak Penampung Air Limbah dan Efluen dalam meter. (a) Tampak atas (b) Potongan A-A (c). Potongan B-B

3.5. Desain Bak Penampung Air Limbah

Air limbah perlu ditampung sebelum memasuki proses pengolahan. Hal ini dilakukan karena pada kegiatan elektroplating X tidak terdapat penampung air limbah. Selain itu, output air yang keluar dari IPAL perlu ditampung sebelum digunakan kembali. Volume air limbah dalam satu hari adalah 638 L, dengan *freeboard* 10 cm maka dimensi bak adalah panjang: 1 m, lebar: 1 m dan tinggi: 0,8 m. Dimensi bak penampung air limbah dan efluen ditunjukkan pada Gambar 3. Air limbah perlu dinetralkan sebelum diolah pada unit elektrokoagulasi. Untuk menetralkan air limbah elektroplating X diperlukan 5 kg kapur (Ca(OH)_2).

3.6. Desain Unit Elektrokoagulasi

Unit elektrokoagulasi didesain berjumlah 1 dengan kriteria perencanaan pada Tabel 6. Sementara itu hasil perencanaan unit elektrokoagulasi ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8. Elektroda yang digunakan adalah anoda Fe dan katoda Al dengan jumlah masing-masing 5 plat. Dimensi bak elektrokoagulasi ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 6. Kriteria Perencanaan Unit Elektrokoagulasi

Data	Satuan	Jumlah
Debit (Q)	m^3/hari	0,638
Panjang : Lebar (P : L)	m	1 : 1
Ar Fe	gram/mol	56
Ar Al	gram/mol	27
Waktu Kontak (t)	detik	7200
Konstanta Faraday (F)	C/mol	96500
Rapat Arus (J)	mA/m^2	32
Tegangan (U)	Volt	5,75 – 22,1*

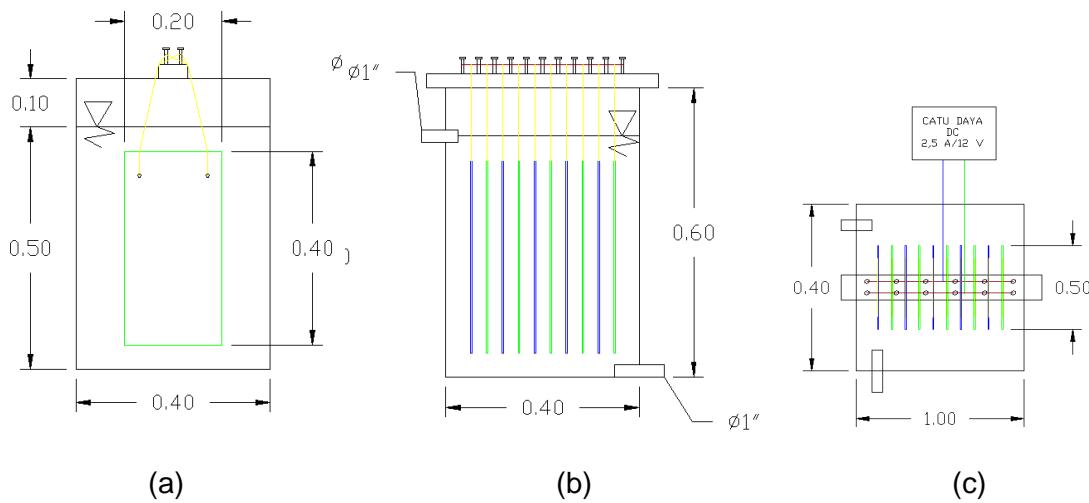
*(Pociecha & Lestan, 2010)

Tabel 7. Hasil Perencanaan Unit Elektrokoagulasi

Data	Hasil	Satuan
Volume (V)	0,096	m^3
Dimensi (PxLxH)	$0,4 \times 0,4 \times 0,6$	m
Kuat Arus (A)	2,5	A
Tegangan (U)	12	V
mFe	0,0082	gr/L
Konsumsi Energi (E)	0,094	kWh/L

Tabel 8. Perencanaan Elektroda

Kriteria	Jumlah	Referensi
Bahan	Fe (98,94%) Al (98,86%)	(Akbal & Camci, 2011)
Luas permukaan	736 cm^2	(Smoczyńska et al., 2017)
Ukuran Plat	$P = 40 \text{ cm}$ $L = 20 \text{ cm}$	Disesuaikan dengan ukuran reaktor
Ketebalan	$0,3 \text{ cm} = 0,003\text{m}$	(Smoczyńska et al., 2017)
Jarak antar elektroda	$3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$	(Phalakornkule et al., 2010)



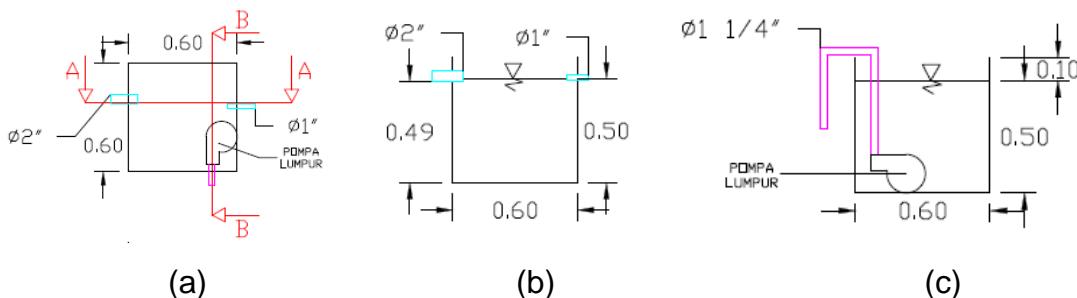
Gambar 4. Dimensi Bak Elektrokoagulasi dalam meter. (a) Tampak depan (b) Tampak samping (c) Tampak atas

3.7. Desain Unit Sedimentasi

Waktu detensi optimum untuk sedimentasi adalah 3-20 jam (Song et al., 2000). Dalam perencanaan ini dipilih waktu detensi adalah 6 jam untuk meningkatkan efisiensi. Hasil dari perencanaan unit sedimentasi ditunjukkan pada Tabel 9. Air limbah dari bak sedimentasi akan dialirkan menuju bak pasca sedimentasi sebelum dipompa menuju unit filtrasi. Dimensi bak sedimentasi dan pasca sedimentasi ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 9. Hasil Perencanaan Unit Sedimentasi

Data	Hasil	Satuan
Waktu Detensi (t)	6	Jam
Volume (V)	0,18	m ³
Dimensi (P x L x H)	0,6 x 0,6 x 0,6	m
Jumlah Solid	0,048	Kg/hari
Laju Limpahan (Vo)	1,99	m ³ /m ² . hari
Kecepatan Horizontal (Vh)	1,77	m/hari



Gambar 5. Dimensi Bak Sedimentasi dalam meter (a) Tampak atas (b) Potongan A-A (c) Potongan B-B (dalam meter)

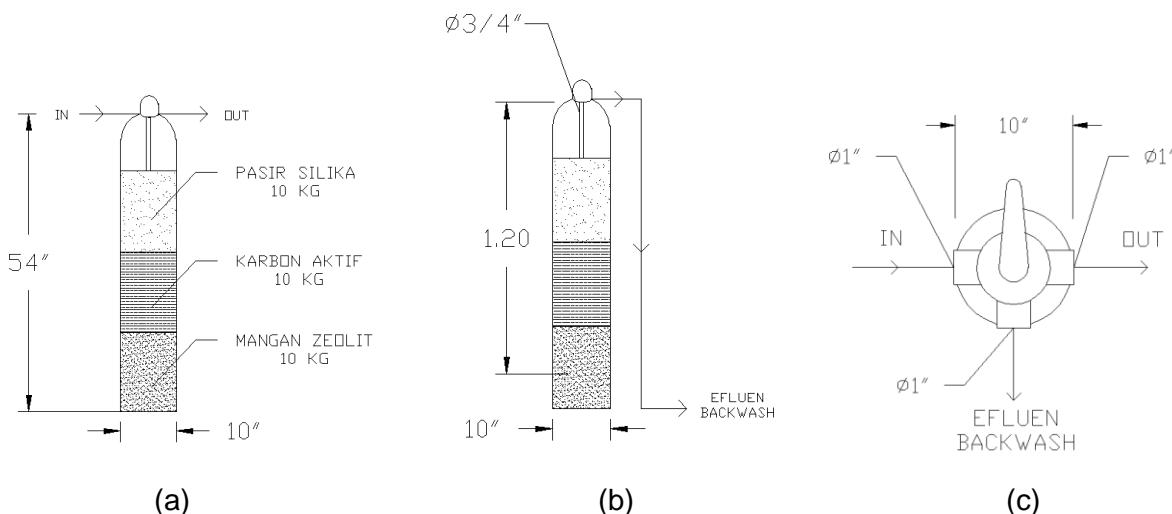
3.8. Desain Unit Filtrasi

Unit filtrasi yang direncanakan menggunakan acuan dari penelitian oleh Yudo dan Said (2005) dan Assiddiq et al (2017). Detail unit filtrasi ditunjukkan pada Gambar 6. Kriteria desain unit filtrasi adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------------------------------|---|
| a. Jenis media filter | : pasir silika, mangan zeolit, karbon aktif |
| b. Rasio banyaknya media filter | : 1:1:1 |
| c. Banyak media | : masing-masing 10 kg |
| d. Susunan media filter | : pasir silika – karbon aktif – mangan zeolit |
| e. Ukuran tabung filter | : diameter 10 inci; tinggi 120 cm |

Tabung filter yang akan dipakai adalah tabung media filter FRP (*Fiberglass Reinforce Plastic*) 1054 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- | | |
|--|----------------------------------|
| a. Diameter | : 10" |
| b. Tinggi | : 54" |
| c. Bahan | : Polietilen (PE) |
| d. Sistem <i>backwash</i> | : manual dengan kran 3 way valve |
| e. Lubang input, output, <i>backwash</i> | : 1" |
| f. Tekanan maksimal | : 10,5 bar / 150 psi |
| g. Kapasitas | : 40 L/menit |
| h. Kapasitas media | : 140 L atau \pm 40 kg |



Gambar 6. Dimensi Tabung Filtrasi. (a) Tampak depan (b) Tampak samping (c) Tampak atas

3.9. Pompa

Direncanakan pompa yang digunakan berjumlah 3. Pompa *submersible* untuk memompa air limbah menuju bak elektrokoagulasi dan menyedot lumpur dari bak sedimentasi serta pompa air untuk memompa air limbah dari bak pasca sedimentasi menuju tabung filtrasi. Data perencanaan *head* pompa filter ditunjukkan pada Tabel 10. Dengan *head* statis adalah 1,24 m dan *head* sistem adalah 10,63 m maka *head* total pompa filter yang didapat adalah 12 m.

Dengan begitu, digunakan pompa Shimizu PS-135E. Spesifikasi pompa ditunjukkan pada Tabel 11. Daya air (W_{hp}) dari pompa filter adalah 0,88 kW.

Tabel 10. Data Perencanaan Head Pompa Filter

Data Perencanaan	Satuan	Jumlah
Debit	$m^3/hari$	0,638
Kecepatan Aliran	m/detik	2
Percepatan Gravitasi (g)	$m/detik^2$	9,81
Panjang Pipa Suction	meter	1,43
Panjang Pipa Discharge	meter	2,63
K Belokan 90°	-	0,3
K Gate Valve	-	0,13
Diameter Pipa	inci	1
C Kekasaran Pipa	-	150

Tabel 11. Spesifikasi Pompa Filter

Spesifikasi	Jumlah
Tegangan	220 V
Daya Output Motor	125 W
Daya Input Motor	300 W
Panjang Pipa Hisap	9 m
Daya Dorong Maksimal	33 m
Pipa Hisap	1 inci
Pipa Dorong	1 inci
Kapasitas Head 5 m	28 L/menit
Kapasitas Head 20 m	10 L/menit

Sementara itu, pompa *submersible* untuk memompa air limbah menuju bak elektrokoagulasi dan menyedot lumpur dari bak sedimentasi menggunakan pompa Resun Penguin 3200 dan Aquafos AF-250 ASSW Auto. Spesifikasi pompa *submersible* ditunjukkan pada Tabel 12.

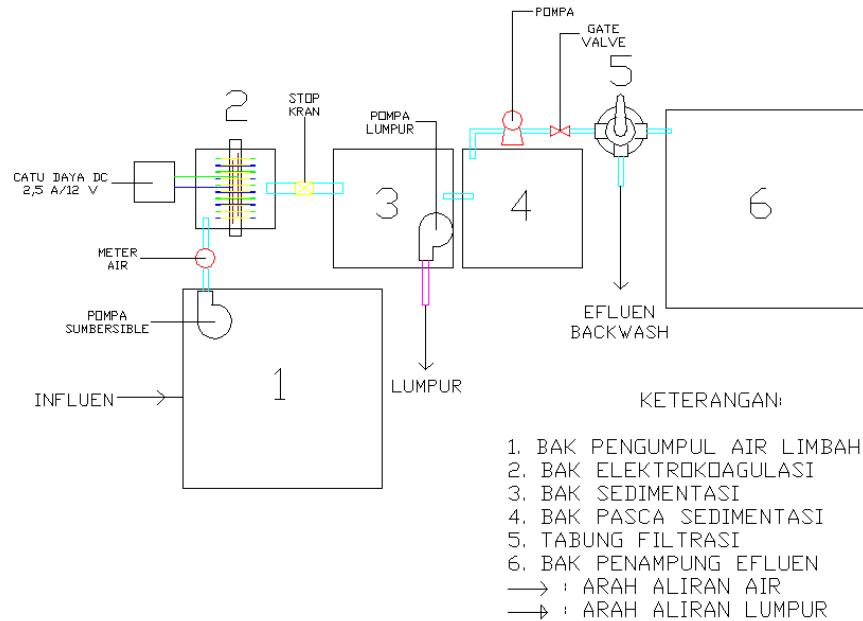
Tabel 12. Spesifikasi Pompa *Submersible*

Spesifikasi	Resun Penguin 3200	Aquafos AF-250 ASSW Auto
Daya Listrik (W)	80	250
Daya Dorong (m)	3,2	6,5
Debit Air (L/jam)	3200	-
Ukuran Butiran (mm)	-	5
Pipa Outlet	3/4"	1 1/4"

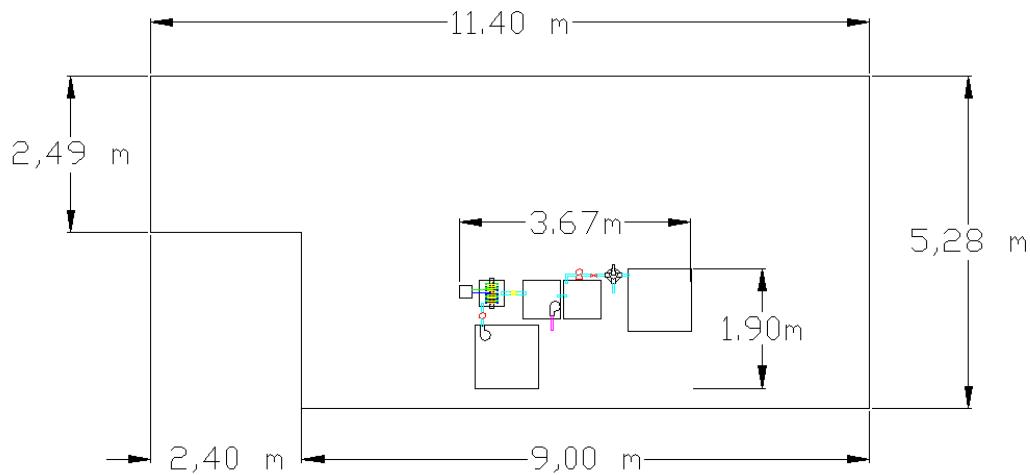
3.10. Kesesuaian Layout dengan Area Perencanaan

Unit pengolahan yang telah didesain pada subbab sebelumnya dirangkai sehingga membentuk sebuah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Peletakan setiap unit

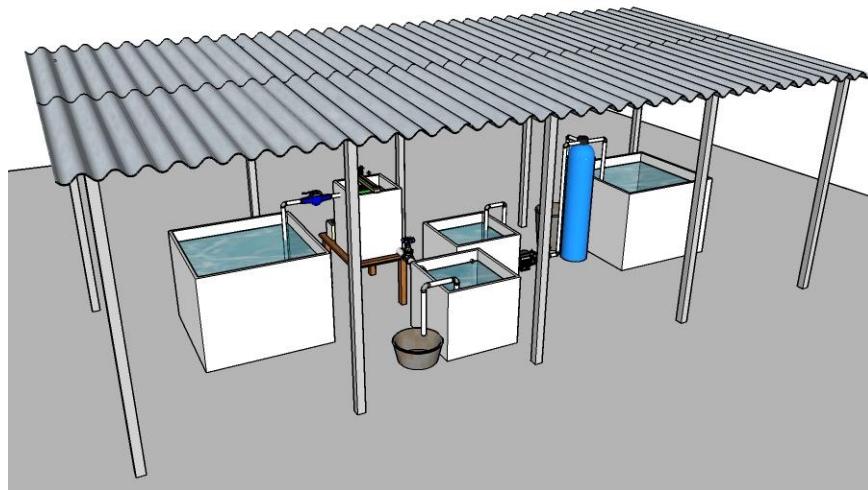
dilakukan agar air limbah dapat mengalir dari satu unit ke unit selanjutnya. Layout IPAL tampak atas ditunjukkan pada Gambar 7. Kesesuaian layout dengan lahan yang tersedia ditunjukkan pada Gambar 8. Luas total IPAL yang direncanakan adalah 3,67 m x 1,9 m, maka dari itu IPAL yang direncanakan dinyatakan sesuai. IPAL direncanakan dibangun dengan dilengkapi atap baja ringan (Gambar 9) agar terhindar dari hujan dan sinar matahari secara langsung.



Gambar 7. Layout IPAL Tampak Atas



Gambar 8. Kesesuaian Layout dengan Lahan yang Tersedia



Gambar 9. IPAL 3 Dimensi dengan Atap Baja Ringan

3.11. Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perencanaan IPAL elektroplating meliputi perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rancana Anggaran Biaya (RAB).

3.11.1 Bill of Quantity (BOQ)

Bill of Quantity (BOQ) dari perencanaan IPAL ini meliputi kebutuhan bak, elektroda, pipa dan asesoris pipa, alat dan media, kayu, listrik serta kapur.

3.11.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari perencanaan IPAL ini meliputi biaya pengadaan material bak, elektroda, pipa dan asesoris pipa, alat dan media, kayu, serta biaya operasional listrik dan kebutuhan kapur. Rekapitulasi RAB untuk membangun IPAL serta biaya operasional ditunjukkan pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Rekapitulasi RAB

Jenis Biaya	Total Harga
Pengadaan Pipa	Rp 278,300.00
Pengadaan Aksesoris Pipa	Rp 752,300.00
Pengadaan Material Bak	Rp 517,500.00
Pengadaan Plat Elektroda	Rp 538,450.00
Pengadaan Kayu	Rp 114,000.00
Pengadaan Alat, Media dan Listrik	Rp 4,062,600.00
Upah Pekerja	Rp 2,350,600.00
Jumlah Total	Rp 8,613,750.00

Tabel 14. Biaya Operasional untuk 638 L Air Limbah

Jenis Biaya	Total Harga	
Listrik	Rp	81,187.60
Kapur	Rp	55,000.00
Jumlah Total	Rp	136,187.60

3.12. Operasional dan Pemeliharaan IPAL

Operasional IPAL sebelum memulai pengolahan adalah dengan menetralkan air limbah dalam bak penampung air limbah menggunakan kapur sebanyak 5kg.

3.12.1 Operasional dan Pemeliharaan Unit Elektrokoagulasi

Berikut ini adalah operasional unit elektrokoagulasi:

- a. Mengatur catu daya DC pada arus dan tengangan 2,5 A dan 12 V.
- b. Proses Elektrokoagulasi berlangsung selama 2 jam.
- c. Setelah proses selesai air limbah dialirkan menuju bak sedimentasi.

Berikut ini adalah pemeliharaan unit elektrokoagulasi:

- a. Mengganti plat anoda besi setiap 5 tahun sekali.
- b. Membersihkan plat elektroda setelah digunakan.

3.12.2 Operasional dan Pemeliharaan Unit Sedimentasi

Berikut ini adalah operasional unit sedimentasi:

- a. Air limbah didiamkan selama 6 jam.
- b. Endapan yang terbentuk dipompa dengan pompa lumpur.
- c. Air limbah dialirkan menuju bak pasca sedimentasi lalu dipompa menuju unit filtrasi.

Berikut ini adalah pemeliharaan unit sedimentasi:

- a. Buih-buih dan benda lain ahrus dibersihkan.
- b. Bak dibersihkan saat keadaan kosong.
- c. Pipa pembuangan lumpur dibersihkan agar tidak tersumbat.

3.12.3 Operasional dan Pemeliharaan Unit Filtrasi

Berikut ini adalah operasional unit sedimentasi:

- a. Pastikan posisi 3 way valve dalam posisi filter.
- b. Saat pompa dihidupkan air akan mengalir menuju tangki filter.

- c. Air yang keluar dari tangki filter akan ditampung dalam bak penampung efluen.

Berikut ini adalah pemeliharaan unit sedimentasi:

- a. Media dicuci menggunakan sistem *backwash*.
- b. Kotoran dari proses *backwash* dibuang dengan sistem *fast rinse*.
- c. Proses filter dapat dilakukan kembali setelah air yang keluar dari proses *backwash* dan *fast rinse* bersih.
- d. Proses *backwash* dan *fast rinse* dilakukan 1 kali seminggu.

4. KESIMPULAN

Teknologi pengolahan air limbah yang terpilih untuk mengolah air limbah pada kegiatan elektroplating X yaitu dengan menggunakan teknologi elektrokoagulasi, sedimentasi dan filtrasi. Perencanaan IPAL industri elektroplating meliputi *Detail Engineering Design* (DED), gambar teknik dan layout IPAL serta *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rancana Anggaran Biaya (RAB) untuk unit elektrokoagulasi, sedimentasi dan filtrasi. Direncanakan 2 bak untuk penampung air limbah sebelum diolah dan setelah diolah. Unit elektrokoagulasi direncanakan menggunakan 5 plat anoda Fe dan 5 plat katoda Al dengan arus 2,5 A dan tegangan 12 V. Unit sedimentasi direncanakan dengan waktu detensi 6 jam, sedangkan unit filtrasi menggunakan media pasir silica, karbon aktif dan mangan zeolit. IPAL direncanakan menggunakan 3 pompa, yaitu 2 pompa *submersible* untuk bak penampung air limbah dan menghisap lumpur serta 1 pompa air untuk unit filtrasi. Total biaya investasi untuk membangun IPAL adalah Rp 8.613.750,00. Biaya operasional listrik dan kebutuhan kapur adalah Rp 81.187,60 dan Rp 55.000,00.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, O. E., Reid, N. A., & Elshafei, M. M. (2011). A study of the removal characteristics of heavy metals from wastewater by low-cost adsorbents. *Journal of Advanced Research*, 2(4), 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2011.01.008>
- Akbal, F., & Camci, S. (2011). Treatment of Metal Plating Wastewater by Electrocoagulation, 00(00). <https://doi.org/10.1002/ep>
- Assiddiq, M., Darmayani, S., & Kudonowarso, W. (2017). The Use of Silica Sand, Zeolite and Active charcoal to Reduce BOD, COD and TSS of Laundry Waste Water. *Biology Education*, 3(3), 202–207.
- Bouguerra, W., Barhoumi, A., Brahmi, K., Ibrahim, N., Aloui, L., & Hamrouni, B. (2015). Desalination and Water Treatment Optimization of the electrocoagulation process for the removal of lead from water using aluminium as electrode material. *Desalination and Water Treatment*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1015308>
- Chou, W., Wang, C., Chang, W., & Chang, S. (2010). Adsorption treatment of oxide chemical mechanical polishing wastewater from a semiconductor manufacturing plant by electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*, 180(1–3), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.04.017>

- Dermentzis, K., Christoforidis, A., Valsamidou, E., Lazaridou, A., & Kokkinos, N. (2011). Removal of Hexavalent Chromium from Electroplating Wastewater by Electrocoagulation with Iron Electrodes, 13(4), 412–418.
- Dursun, S., & Pala, A. (2007). Lead pollution removal from water using a natural zeolite. *Environmental Application & Science*, 2(1 & 2), 11–19.
- Kempton, S., Sterritt, R. M., & Lester, J. N. (1987). Heavy Metal removal In Primary Sedimentation I. The Influence of Metal Solubility. *The Science of the Total Environment*, 63, 231–246.
- Masduqi, Ali & Assomadi, Abdu F. 2012. *Operasi & Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press.
- Nkwonta, O. I., & Ochieng, G. M. (2010). Total Dissolved Solids Removal in Wastewater Using Roughing Filters Total Dissolved Solids Removal in Wastewater Using Roughing Filters. *Chemical Sciences*. <https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000004>
- Nurhasni, 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.
- Phalakornkule, C., Worachai, W., & Satitayut, T. (2010). Characteristics of Suspended Solids Removal by Electrocoagulation. *Chemical and Molecular Engineering*, 4(5), 293–299.
- Pociecha, M., & Lestan, D. (2010). Using electrocoagulation for metal and chelant separation from washing solution after EDTA leaching of Pb , Zn and Cd contaminated soil. *Hazardous Materials*, 174, 670–678. <https://doi.org/10.1016/j.hazmat.2009.09.103>
- Saleem, M., Bukhari, A. A., & Akram, M. N. (2011). Electrocoagulation for the treatment of Wastewater for reuse in irrigation and plantation. *Basic and Applied Science*, 7(1), 11–20.
- Smoczyńska, L., Kalinowska, S., Ratnaweera, H., Kosobuckaa, M., Trifescua, M., & Pieczulis-Smoczyńska, K. (2017). Electrocoagulation of municipal wastewater - a pilot-scale test. *Desalination and Water Treatment*, 72, 162–168. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.20654>
- Soemantojo, R. W., & Wulan, P. P. D. K. (2002). Presipitasi Bertahap Logam Berat Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Larutan Kaustik Soda. *UI-Press*, 7863516, 1–7.
- Song, Z., Williams, C. J. M., & Edyvean, R. G. J. (2000). Technical Note Sedimentation of Tannery Wastewater, 34(7), 2171–2176.
- Vasudevan, S., & Lakshmi, J. (2012). Effect of alternating and direct current in an electrocoagulation process on the removal of cadmium from water. *Water Science & Technology*, 65(2), 353–360. <https://doi.org/10.2166/wst.2012.859>
- Yudo, S., & Said, N. I. (2005). Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Pelapisan Logam, 1(1), 70–84. <https://doi.org/10.1007/s00249-011-0700-9>
- Yulianti, P. C. (2012). Desain unit Prasedimentasi Instalasi Pengolahan Air Minum, (1), 1–22.