



Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (WKHK) Tangerang

Performance Evaluation of Wastewater Treatment Installation (WWTP) PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (WKHK) Tangerang

YOGA BANGUN NUGROHO, ANIE YULISTYORINI*, MUJIYONO

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5, Malang 65145, Indonesia

*anie.yulistyorini.ft@um.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 November 2021

Accepted 14 July 2022

Published 31 July 2022

Keywords:

Chemical oxidation

Electroplating

Heavy metals

Wastewater

ABSTRACT

Industry in Indonesia is currently increasing both in terms of technology and diversity. However, industries located near the rivers tend to dispose of their wastewater into the river bodies which causes water pollution. PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (PT KHK) Tangerang is a metal coating industry that produces heavy metal wastewater. The wastewater has been processed in the wastewater treatment plant (WWTP) but has not met the discharge standard yet. The study aims to examine the process performance of wastewater treatment in an existing condition and in the addition of a biochemical oxidation process. The results showed that the existing a lower concentrations of Pb, TSS, Ni, Zn, Cu, BOD, and COD. While the addition of biochemical oxidation process by adding microorganisms (*Microplus*) revealed high effectivity in decreasing the concentration of the wastewater. The addition of microorganisms into WWTP proved that heavy metal concentration in the effluent was removed. The efficiency of the removal was 78%, 63%, 80%, 61%, 78%, 62% and for Ni, Zn, CN, Cu, Pb, and BOD respectively, but the COD removal was approximately COD 53%. Furthermore, statistical analysis showed that pH has also influenced the removal of BOD and TSS up to 95.3% and 75.6% respectively, while Ni, Zn, Cu, and Pb concentration was not affected by pH.

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 15 November 2021

Disetujui 14 Juli 2022

Diterbitkan 31 Juli 2022

Kata kunci:

Air limbah industri

Logam berat

Oksidasi biokimia

Pelapisan logam

ABSTRAK

Industri di Indonesia saat ini telah berkembang pesat baik dalam hal teknologi maupun keanekaragamannya. Namun, ada kecenderungan industri yang berlokasi dekat aliran sungai membuang limbah cairnya ke badan sungai sehingga menyebabkan pencemaran. PT. Wahana Kreasi Hasil Kencana (PT WKHK) Tangerang merupakan salah satu industri pelapisan logam yang menghasilkan limbah cair logam berat. Limbah cair logam berat tersebut diolah pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang-fluennya belum memenuhi baku mutu air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses kinerja pengolahan limbah cair pada IPAL PT WKHK Tangerang pada kondisi eksisting dan dengan penambahan proses pengolahannya. Penambahan proses pengolahan air limbah logam berat yang dilakukan adalah proses oksidasi biokimia. Hasil yang didapatkan dari hasil observasi ini adalah IPAL PT WKHK belum optimal dalam mereduksi konsentrasi Pb, TSS, Ni, Zn, Cu, BOD, dan COD sehingga belum memenuhi baku mutu. Sedangkan penambahan proses pengolahan biologi setelah unit *intermediated basin* dinilai cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi limbah logam berat tersebut. Dibandingkan dengan kondisi eksisting, penambahan proses oksidasi biokimia dapat mereduksi lebih banyak konsentrasi logam berat pada efluen air limbah. Penambahan mikroorganisme pada pengolahan air limbah logam berat terbukti efektif dalam mereduksi konsentrasi dengan efisiensi 78%, 63%, 80%, 61%, 78%, 62% dan untuk parameter Ni, Zn, CN, Cu, Pb, dan BOD, sedangkan reduksi COD sebesar 53%. Analisis statistik menunjukkan adanya pengaruh pH terhadap penurunan konsentrasi BOD sebesar 95,3% dan TSS sebesar 75,6%. Sedangkan penurunan konsentrasi Ni, Zn, Cu dan Pb tidak dipengaruhi oleh pH.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah cair dari rumah tangga maupun industri akan menimbulkan permasalahan lingkungan ketika tidak dikelola sebagaimana mestinya. Limbah cair baik *black water* maupun *grey water* yang dibuang secara langsung ke dalam badan air dapat menyebabkan kontaminasi air karena mengandung berbagai zat seperti surfaktan, minyak, lemak, bahan organik, partikel padat, dan organisme patogen (Yulistyorini *et al.*, 2019). Limbah cair industri menghasilkan kontaminan yang dapat berupa logam berat dan panas yang mengakibatkan pencemaran air (Toumi *et al.*, 2018). Pencemaran air permukaan yang dilakukan oleh industri diperkirakan sebesar 25–50% (Supriyatno, 2000). Sistem yang diupayakan untuk menurunkan pencemaran limbah industri belum mencapai tujuan yang direncanakan karena kelemahan pemerintah dalam memantau limbah buangan industri yang tidak menerapkan baku mutu air limbah. Selain itu, terdapat kelemahan dari industri dalam merancang dan mengoperasikan sistem pengolahan air limbah (Supriyatno, 2000).

Pencemaran air limbah logam berat sangat membahayakan lingkungan perairan karena bersifat racun (toksik) sehingga dapat mempengaruhi siklus hidup mikroorganisme dan mengganggu keberlangsungan hidup manusia karena sangat membahayakan kesehatan tubuh (Adam, 2015). Daya toksik logam berat ini akan menghalangi cara kerja suatu enzim, sehingga mengganggu proses metabolisme tubuh manusia yang menyebabkan alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen sehingga menyebabkan kematian (Adam, 2015). Jalur masuk logam berat ke tubuh manusia melalui kulit, pernapasan, dan pencernaan (Said, 2010). Untuk mengatasi masalah pencemaran limbah logam berat tersebut, IPAL dapat mereduksi konsentrasi logam berat pada air limbah yang dihasilkan oleh suatu industri (Shrestha *et al.*, 2021).

Salah satu industri penghasil limbah logam berat di Indonesia adalah industri pelapisan logam. PT WKHK Tangerang merupakan salah satu industri pelapisan logam yang bergerak dibidang pembuatan aksesoris pakaian berupa kancing logam (*button*) dan paku keling (*rivet*). PT WKHK Tangerang berlokasi di pinggir Sungai Cisadane dan mengalirkan hasil pengolahan air limbah ke sungai tersebut. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air limbah di titik efluen IPAL PT WKHK Tangerang yang memiliki kapasitas pengolahan air limbah 45 m³/hari, terdapat beberapa parameter air limbah yang konsentrasinya melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, parameter tersebut adalah Pb 0,8 mg/l TSS 23 mg/l, Cu 1,2 mg/l, Zn 2,7 mg/l, Ni 8,2 mg/l, BOD 78 mg/l, dan COD 120 mg/l (Kehatilah, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa secara operasional IPAL tersebut belum optimal dalam mengurangi konsentrasi logam berat sesuai baku mutu. Dengan demikian, perlu dilakukan optimasi pengolahan air limbah logam berat tersebut supaya hasil pengolahannya memenuhi baku mutu air limbah.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kondisi *performance* eksisting pengolahan air limbah logam berat dan penambahan proses oksidasi biokimia dalam mereduksi konsentrasi polutan logam berat dari industri pelapisan logam.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kondisi *performance* eksisting pengolahan air limbah logam berat dan penambahan proses oksidasi biokimia dalam mereduksi konsentrasi polutan logam berat dari industri pelapisan logam.

2. METODE

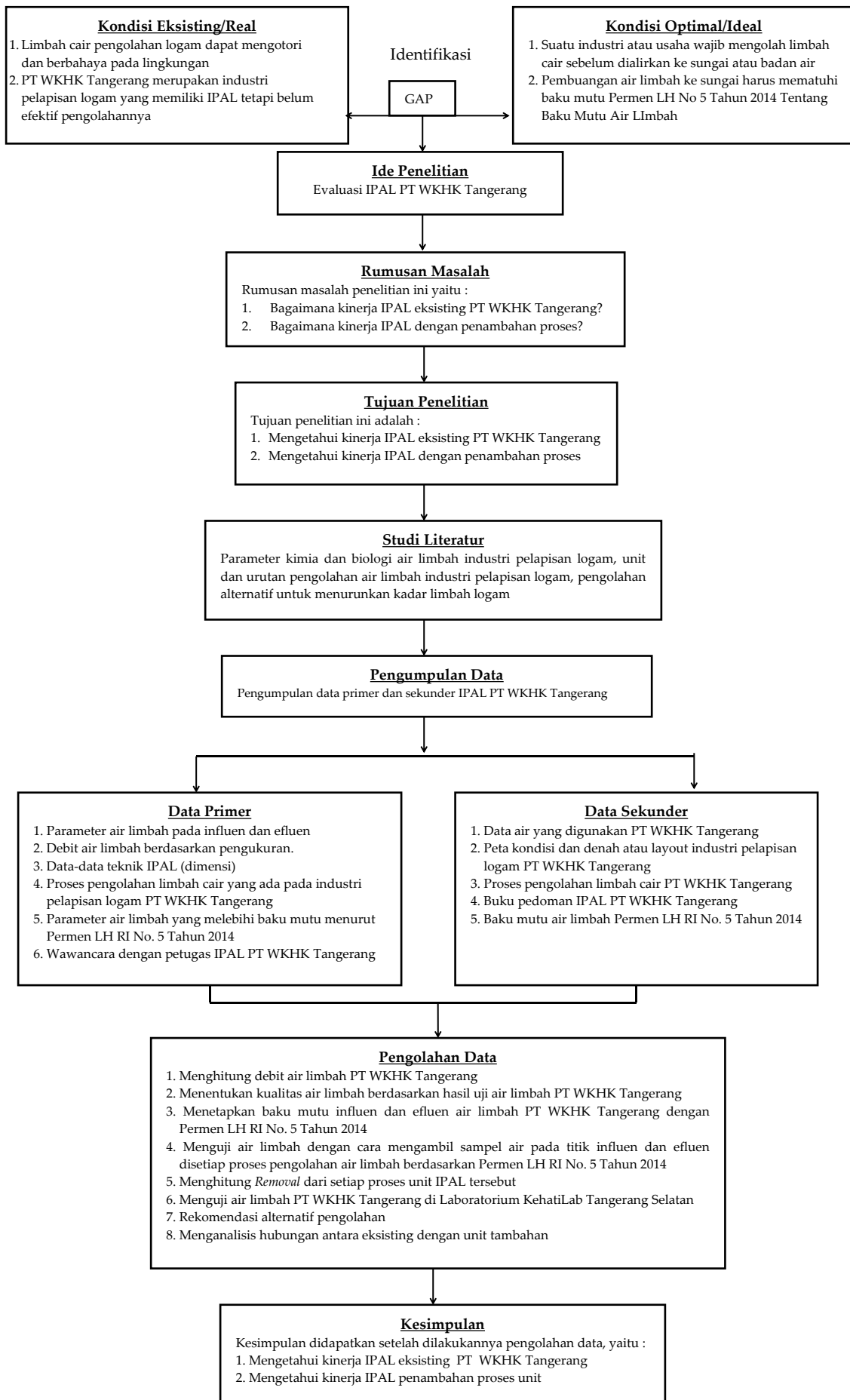
2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di PT WKHK Tangerang yang merupakan industri pelapisan logam (*electroplating*) untuk pembuatan aksesoris pakaian berupa kancing logam (*button*) dan paku keling (*rivet*). Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampel air limbah yang diambil dari influen dan efluen IPAL PT WKHK Tangerang. Analisa sampel dilakukan di Laboratorium Lingkungan PT. Kehati Lab Indonesia. Referensi yang dijadikan acuan dalam analisa laboratorium tersebut adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Analisa laboratorium dilakukan tiga kali pada 28 Oktober 2020, 4 November 2020, dan 11 November 2020. Parameter yang dianalisa antara lain Pb, TSS, Ni, Zn, Cu, BOD, dan COD.

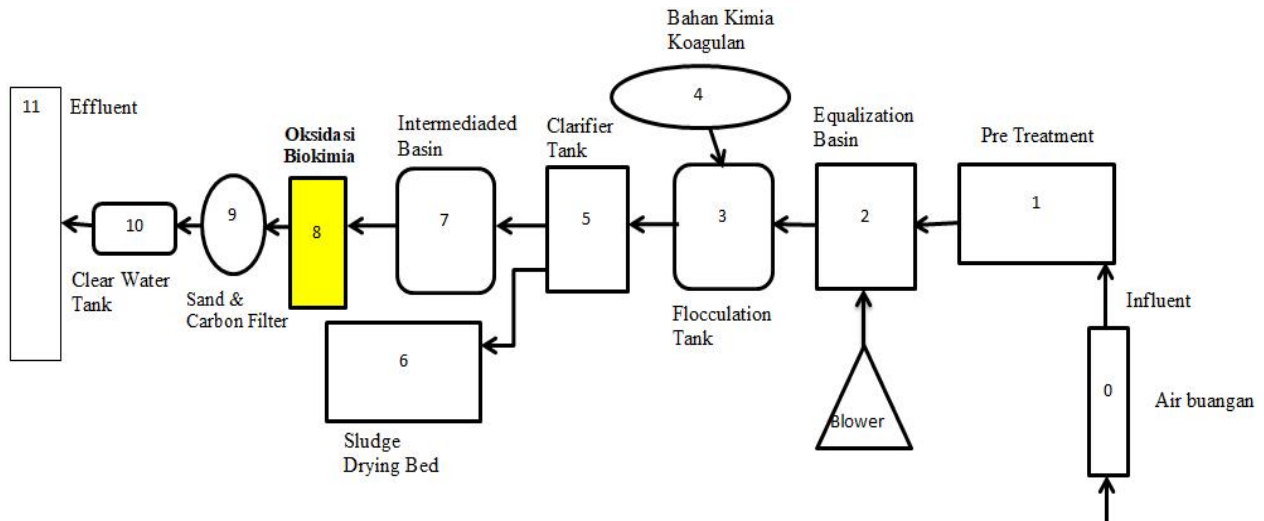
2.2 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan peneliti adalah identifikasi masalah terhadap kondisi eksisting dan membandingkannya dengan kondisi ideal dari operasi IPAL. Adanya hasil perbedaan dari operasional IPAL menunjukkan terjadi masalah pada sistem pengolahannya. Permasalahan yang ada tersebut memunculkan ide penelitian untuk mengevaluasi kinerja IPAL dengan cara menganalisis hasil pengolahan limbah. Selanjutnya, ditambahkan unit proses pada IPAL tersebut untuk mengoptimalkan hasil pengolahan. Diagram alir dari penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.

Penambahan unit proses oksidasi biokimia pada pengolahan air limbah di PT WKHK Tangerang dilakukan dengan penambahan kolam (sistem *lagoon*). Proses oksidasi biokimia ini merupakan pengolahan air limbah B3 dengan penguraian biologis menggunakan mikroorganisme yang di suplai oleh oksigen dan nutrisi untuk pertumbuhannya. Proses tersebut bertujuan untuk meningkatkan reduksi konsentrasi logam berat pada efluen. Kolam untuk proses oksidasi biokimia tersebut mempunyai volume bak 13,5 m³ (dimensi bak 2,5 m × 1,5 m × 2,8 m). Gambaran penambahan proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pemberian dosis *Microplus* pada proses biokimia ini selalu sama yaitu sebanyak 1 l/hari dan dilarutkan pada air limbah baru yang dihasilkan dari proses fabrikasi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Penambahan proses oksidasi biokimia



Gambar 3. Kolam bakteri dan bakteri *Microplus*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kinerja Kondisi Eksisting

Tabel 1 menunjukkan hasil analisa uji laboratorium kualitas air limbah industri pelapisan logam (*electroplating*) PT WKHK Tangerang di titik influen dan efluen pada

kondisi eksisting. Hasil analisa laboratorium menunjukkan nilai konsentrasi beberapa parameter yaitu: Pb, TSS, Ni, Zn, Cu, BOD, dan COD melebihi baku mutu air limbah industri yang telah ditetapkan. Karakteristik air limbah logam berat pada kondisi eksisting tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik air limbah PT WKHK Tangerang

Parameter	Baku mutu	Satuan	Influen	Efluen
Temperatur	-	°C	28,83 ± 0,29	28,17 ± 0,29
TSS	20	mg/l	24,17 ± 0,76	21,33 ± 0,58
pH	6 - 9	-	7,30 ± 0,17	7,47 ± 0,42
Ag	0,5	mg/l	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Cd	0,05	mg/l	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,02
BOD	50	mg/l	120 ± 1,00	106,90 ± 9,75
COD	100	mg/l	220 ± 13,23	180 ± 27,84
Cr	0,5	mg/l	0,002 ± 0,001	0,001 ± 0,001
Cr ⁶⁺	0,1	mg/l	0,005 ± 0,001	0,005 ± 0,001
Ni	1	mg/l	4,63 ± 0,64	2,98 ± 0,19
Zn	1	mg/l	3,97 ± 0,35	3,07 ± 0,64
CN	0,2	mg/l	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Cu	0,5	mg/l	1,43 ± 0,35	0,92 ± 0,16
Pb	0,1	mg/l	0,70 ± 0,10	0,53 ± 0,12

Tabel 2. Hasil uji parameter tiap unit IPAL

Parameter	Unit IPAL							Baku mutu	Satuan
	Pretreatment tank	Equalization basin	Flocculation tank	Clarifier tank	Intermediated basin	Sand & carbon filter	Clear water tank		
Temperatur	30	31	28	28	28	28	29	-	°C
TSS	25	24	23	22	22	22	21	20	mg/l
pH	7,4	7,3	8	8,8	8,8	8,8	8,7	6-9	-
Ag	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,5	mg/l
Cd	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	mg/l
BOD	130	120	110	110	110	110	100	50	mg/l
COD	265	250	230	230	230	230	200	100	mg/l
Cr	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0018	0,5	mg/l
Cr ⁶⁺	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0054	0,1	mg/l
Ni	5	4,5	4	3	3	3	2	1	mg/l
Zn	4	3,5	3	3	3	3	2	1	mg/l
CN	0,15	0,15	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,2	mg/l
Cu	1,4	1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,5	mg/l
Pb	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,1	mg/l

Limbah logam berat yang melebihi 5 mg/l dikategorikan sebagai bahan berbahaya dan beracun karena pada konsentrasi ini dapat menyebabkan penyakit kanker (Shrestha *et al.*, 2021). Oleh karena itu pengolahan air limbah industri yang menghasilkan logam berat harus di monitor dengan sangat ketat. Dengan metode pengolahan fisik-kimia yang menggunakan *pretreatment tank*, *equalization basin*, *neutralization basin and coagulation tank*, *flocculation tank*, *clarifier tank*, *intermediated basin*, dan *sand filter/carbon filter* pada konsentrasi Pb, Ni, Zn dan Cu tidak dapat direduksi sesuai dengan standar baku mutu. Optimasi reduksi konsentrasi logam berat harus dilakukan untuk mengurangi resiko pencemaran lingkungan, karena air limbah logam berat bersifat tidak bisa didegradasi (*non-biodegradable*) dan memiliki *long biological half-life* (El-Gaayda *et al.*, 2021).

Proses eksisting pengolahan IPAL industri pelapisan logam PT WKHK Tangerang terdiri dari dua yaitu secara fisik dan kimia. Unit pengolah limbah cair secara fisik-kimia antara lain *pretreatment tank*, *equalization basin*, *neutralization basin and coagulation tank*, *flocculation tank*, *clarifier tank*, *intermediated basin*, *sand filter/carbon filter*, *clear water tank*, dan *sludge drying bed*. Hasil analisa menunjukkan terdapat parameter yang tidak memenuhi baku mutu. Hasil analisa laboratorium dari setiap unit IPAL dapat dilihat pada Tabel 2.

Data Tabel 2 menunjukkan bahwa *removal* konsentrasi polutan di tiap unit pengolahannya tidak maksimal. Konsentrasi Ni dapat direduksi sampai 60%, Zn, Ag, Cu, dan Pb tereduksi sampai 50%, sedangkan parameter lainnya kurang dari 50%. Proses koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan partikel logam berat belum dapat dimaksimalkan walaupun sudah dilengkapi dengan saringan pasir (*sand filter*). Metode koagulasi sangat efektif untuk mereduksi logam terlarut, pewarna, dan padatan tersuspensi (Shrestha *et al.*, 2021). Namun dalam IPAL ini belum optimal dalam mereduksi beberapa konsentrasi air limbah logam berat. Beberapa konsentrasi parameter air limbah logam berat seperti Ag, Cd, Cr, Cr⁶⁺, dan CN⁻ telah memenuhi persyaratan baku mutu, sedangkan parameter

yang lainnya seperti TSS, pH, BOD, COD, Ni, Zn, Cu dan Pb belum memenuhi standar. Menurut Said (2010), beberapa logam berat dapat diendapkan dengan pH yang berbeda. Cu dapat diendapkan dengan pembentukan hidroksida dengan pH 8,5-9,5, Pb dengan sulfida pada pH 7,5-8,5, Ni dengan kapur (*lime*) pada pH 9-11, dan Zn dengan hidroksida NaOH atau CaOH pada pH 6,8-9,5 (Said, 2010). Dengan konten logam berat yang beragam pada air limbah tersebut, maka terdapat kesulitan dalam mengatur pH yang sesuai agar dapat mengendapkan logam berat dari air limbah.

Tingkat toksisitas (*toxicity*) beberapa logam berat terhadap kesehatan manusia adalah Zn < Fe < Cu < Mn < Ni < Cr < Pb < Cd < Hg (Cotruvo Jr, 2019). Apabila manusia terinfeksi oleh Cd, maka akan berakibat pada meningkatnya penyerapan logam berat lainnya seperti Fe dan Zn dalam pencernaan manusia (Shrestha *et al.*, 2021). Disamping berdampak pada manusia dan binatang, logam berat juga berbahaya bagi tanaman. Cd dapat mempengaruhi proses penguapan dan konsentrasi lipid, Cu dan Hg dapat menghambat terjadinya proses fotosintesis, dan Pb dapat pula menghambat produksi klorofil (Gardea-Torresdey *et al.*, 2005). Kasus pencemaran logam berat yang merusak ekosistem perairan dan berdampak buruk pada kesehatan manusia juga pernah terjadi di Teluk Minamata Jepang (Murata & Sakamoto, 2013). Berdasarkan fakta-fakta tersebut, sangat penting untuk dilakukan pengolahan air limbah industri yang menggunakan bahan baku logam berat dan proses yang diterapkan dalam pengolahan air limbah tersebut harus dapat memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

3.2 Kinerja Penambahan Proses

Hasil analisa laboratorium terhadap karakteristik influen dan efluen air limbah logam berat PT WKHK Tangerang setelah penambahan proses oksidasi biokimia dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan oksidasi biokimia dengan penggunaan bakteri aerob dilakukan untuk mereduksi konsentrasi parameter air limbah yang tidak

sesuai dengan baku mutu. Dalam studi ini, bakteri yang digunakan yaitu bakteri *Microplus* yang merupakan bakteri aerob, seperti: *Nitrosomonas* sp, *Nitrobacter* sp, *Bacillus* sp, *Aerobacter*, *Lactobacillus*, dan *Saccharomyces* c.

Penambahan bakteri jenis *super growth bacteria* 102 yang terdiri dari spesies mutan *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, *Arthrobacter* sp, dan *Aeromonas* sp telah diuji coba untuk mereduksi konsentrasi air limbah logam berat Cr, Fe, Cu, Zn, Ni, dan Mn, dan terbukti bakteri mutan tersebut dapat mengurangi konsentrasi logam berat tersebut pada pH normal 7 (Amalina et al, 2015). Proses yang sama juga terjadi pada penambahan bakteri aerob pada penelitian ini.

Hasil karakteristik kualitas air limbah cair setelah penambahan oksidasi biokimia dengan bakteri aerob menunjukkan bahwa hampir semua konsentrasi parameter yang dianalisa mengalami penurunan dan sesuai dengan konsentrasi yang tertera pada standar baku mutu air limbah industry. Namun, untuk Zn, Cu, and Pb masih sedikit lebih tinggi daripada baku mutu yang ditetapkan. Penambahan mikroorganisme pada pengolahan air limbah logam berat terbukti efektif dalam mereduksi konsentrasi dengan

efisiensi 78%, 63%, 80%, 61%, 78%, 62% untuk parameter Ni, Zn, CN, Cu, Pb, dan BOD, sedangkan COD 53%.

Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan terhadap pemakaian bakteri proses aerob pada industri tahu, dimana semakin lama waktu tinggal hidrolis maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan kadar BOD₅, COD, dan TSS (Rahadi et al., 2018). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan terhadap air limbah industri *electroplating* dengan proses oksidasi biokimia menunjukkan pengaruh waktu dalam proses oksidasi biokimia pada air limbah simulasi *electroplating* yaitu semakin lama waktu proses maka semakin kecil kandungan logam berat (Amalina et al, 2015). Proses biologi (*Bakteri Aerob*) dilakukan selama 3 minggu yaitu dari tanggal 18 November–9 Desember 2020 dengan penambahan bakteri *Microplus* yang mengandung bakteri aerob sebanyak 1 liter dituangkan setiap hari kedalam kolam bakteri pada IPAL PT WKHK Tangerang Indonesia (debit sebesar 45 m³/hari). Hasil analisa laboratorium untuk perbandingan nilai efluen air limbah tanpa dan dengan penambahan proses oksidasi biokimia dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik air limbah

Parameter	Baku mutu	Satuan	Influen	Efluen
Temperatur	-	°C	28,83 ± 0,42	28,13 ± 0,29
TSS	20	mg/l	23 ± 1,0	19 ± 0,20
pH	-	-	7,4 ± 0,26	7,57 ± 0,12
Ag	0,5	mg/l	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0
Cd	0,05	mg/l	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0
BOD	50	mg/l	130 ± 11,79	48,9 ± 0,53
COD	100	mg/l	208,33 ± 7,64	98,40 ± 0,26
Cr	0,5	mg/l	<0,002 ± 0	<0,002 ± 0
Cr ⁶⁺	0,1	mg/l	<0,005 ± 0	<0,005 ± 0
Ni	1	mg/l	4,33 ± 0,58	0,95 ± 0,03
Zn	1	mg/l	3,67 ± 0,58	1,37 ± 0,46
CN	0,2	mg/l	0,59 ± 0,01	0,12 ± 0,01
Cu	0,5	mg/l	1,30 ± 0,01	0,51 ± 0,04
Pb	0,1	mg/l	0,63 ± 0,06	0,14 ± 0,06

Tabel 4. Hasil perbandingan nilai efluen air limbah

No.	Parameter	Baku mutu	Kualitas air limbah efluen eksisting						Satuan
			Eksisting			Proses biologi (Bakteri aerob)			
			Min.	Maks.	Rata-rata	Min.	Maks.	Rata-rata	
1	Zat padat tersuspensi (TSS)	20	21	22	21,33	18,7	19,1	18,90	mg/l
2	BOD	50	99,7	118	106,90	48,5	49,5	48,90	mg/l
3	COD	100	155	210	180,00	98,2	98,3	98,40	mg/l
4	Nikel (Ni)	1	2,9	3,2	2,98	0,91	0,97	0,95	mg/l
5	Seng (Zn)	1	2,65	3,8	3,07	0,95	1,86	1,37	mg/l
6	Tembaga (Cu)*	0,5	0,8	1,1	0,92	0,48	0,55	0,51	mg/l
7	Timbal (Pb)	0,1	0,5	0,6	0,53	0,09	0,2	0,14	mg/l

Berdasarkan Tabel 4 hasil perbandingan nilai efluen air limbah pelapisan logam (*electroplating*) PT WKHK Tangerang pada kondisi eksisting dan penambahan proses oksidasi biokimia terdapat penurunan konsentrasi dari setiap parameternya. Dari ketujuh parameter tersebut, penurunan konsentrasi Pb dan Ni merupakan dua yang tertinggi yaitu 74% dan 68%. Konsentrasi BOD dan Zn tereduksi sebesar 54,26% dan 55,37%, sedangkan parameter lainnya TSS, COD, dan Cu tereduksi sebesar 11,39%, 45,33%, dan 44,57%.

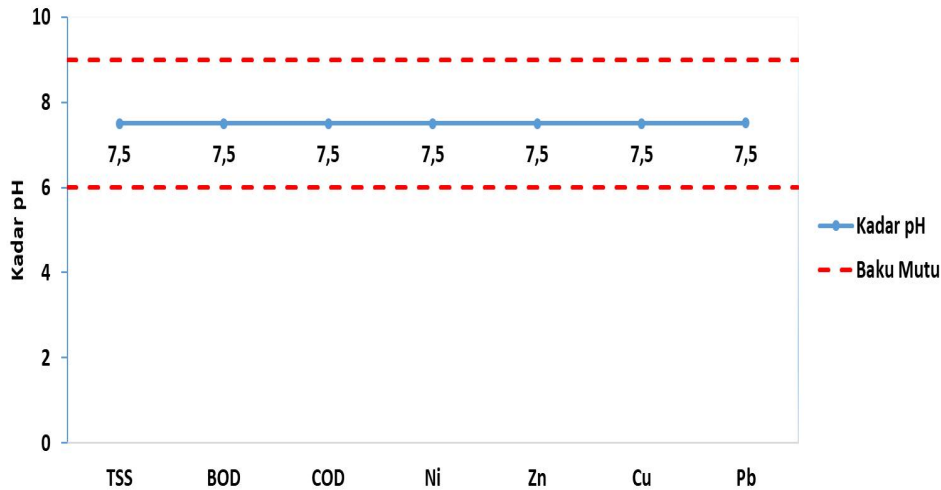
Penambahan bakteri aerob pada penelitian sebelumnya dinilai sangat efektif dalam mereduksi material organik. Persentase efisiensi kadar pada pengolahan tanpa oksidasi biokimia untuk parameter BOD₅, COD, dan TSS adalah 74,83%, 80,83%, dan 62,21%. Sedangkan persentase efisiensi penurunan konsentrasi dengan penambahan proses oksidasi biokimia pada parameter BOD₅, COD, dan TSS adalah 93,59%, 91,49%, dan 93,42% (Amalina *et al*, 2015).

3.3 Pengaruh pH Terhadap Konsentrasi Polutan

Peningkatan *biosorption* pada logam berat dengan penambahan mikroorganisme secara signifikan juga dipengaruhi oleh pH, suhu, konsentrasi awal logam berat (Vélez *et al*, 2021). Analisa statistik yang dilakukan untuk mengetahui pH terhadap masing-masing penurunan parameter TSS, BOD, COD, Ni, Zn, Cu, dan Pb dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil analisis korelasi terdapat hubungan pH dengan penurunan BOD sebesar 95,3%, TSS sebesar 75,6%, dan Ni sebesar 15,7%. Sedangkan pengaruh pH terhadap penurunan Ni, Zn, Cu dan Pb tidak menunjukkan pengaruh dalam reduksi konsentrasinya. Dan juga pengaruh pH sangat penting dalam mendukung perkembangan dan pertumbuhan bakteri yang ditunjukkan pada Gambar 4 yaitu kadar pH optimum sebesar 7,5 yang sudah sesuai dengan standar baku mutu air limbah.

Tabel 5. Hasil analisa korelasi

Correlation	Pearson correlation						
	TSS	BOD	COD	Ni	Zn	Cu	Pb
pH	0,76	0,953	0,157	-0,545	-0,385	-0,702	-0,938
Regression	R Square						
	TSS	BOD	COD	Ni	Zn	Cu	Pb
pH	0,57	0,909	0,025	0,297	0,148	0,492	0,879



Gambar 4 Kadar pH optimim disetiap parameter

4. KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini, diantaranya pada IPAL eksisting belum optimal dalam menurunkan kadar air limbah yaitu Pb, TSS, Ni, Zn, Cu, BOD dan COD. Yang kedua penambahan proses pengolahan biologi (oksidasi biokimia) setelah *Intermediated Basin* cukup efektif dalam menurunkan konsentrasi air limbah logam berat. Selanjutnya analisis statistika menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara hubungan pH dengan penurunan BOD sebesar 95,3%, TSS sebesar 75,6%, dan Ni sebesar 15,7%. Sedangkan pengaruh pH terhadap penurunan Ni, Zn, Cu dan Pb tidak menunjukkan pengaruh

dan hasil analisis regresi pH memiliki pengaruh yang besar terhadap penurunan BOD sebesar 90,93% dan terhadap penurunan Pb sebesar 87,9%.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih diberikan kepada Universitas Negeri Malang yang telah mendanai kegiatan Publikasi Skripsi melalui pendanaan PNPB UM 2021 No: 5.3.794/UN32.14.1/LT/2021, juga kepada PT Wahana Kreasi Hasil Kencana (WKHK) Tangerang yang memberikan kesempatan dan dukungan dalam melakukan penelitian lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M. A. (2015). Evaluasi pengoptimalan instalasi pengolahan air limbah terhadap pencemaran Sungai Wangi di Pasuruan. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 2(1), 1-5.
- Amalina. Y. N, Salimin. Z, dan Sudarno. (2015). Pengaruh pH Waktu Waktu Proses dalam Penyisihan Logam Berat Cr, Fe, Zn, Cu, Mn, dan Ni dalam Air Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Oksidasi Biokimia: *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 4, No. 3 2015.
- Cotruvo Jr, J. A. (2019). The chemistry of lanthanides in biology: recent discoveries, emerging principles, and technological applications. *ACS Central Science*, 5(9), 1496-1506.
- El-Gaayda, J., F. E. Titchou, R. Oukhrib, P. S. Yap, T. Liu, M. Hamdani, and R. Ait Akbour. (2021). Natural flocculants for the treatment of wastewaters containing dyes or heavy metals: A state-of-the-art review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 9, no. 5: Article number 106060. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106060>.
- Gardea-Torresdey, J.L., Peralta-Videa, J.R., de la Rosa, G. and Parsons, J.G. (2005). Phytoremediation of Heavy Metals and Study of the Metal Coordination by X-Ray Absorption Spectroscopy. *Coordination Chemistry Reviews*, 249, 1797-1810. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccr.2005.01.001>.
- Kehatlab, (2020). Laporan Hasil Pengujian Air Limbah PT WKHK. No: LHP.KHT.1909.2580: PT KehatiLab Indonesia. Juni 2020.
- Murata, K. and Sakamoto, M. (2013). Minamata Disease. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition)*, edited by J. Nriagu (Elsevier, Oxford, 2013), pp. 401-407.
- Rahadi, B., Wirosoedarmo, R., & Harera, A. (2018). Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pengolahan Limbah Industri Tahu Untuk Menurunkan Kadar BOD5, COD, Dan TSS. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5(1), 17-26.
- Said .N. I. (2010). Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di Dalam Air Limbah Industri: *Jurnal Air Indonesia (JAI)*: Vol. 06 No. 2, 2010.
- Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Tiwari, A. P., ... & Joshi, M. K. (2021). Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105688.
- Supriyatno, B. (2000). Pengolahan Air Limbah yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi dan Langkah Penanganannya: *Jurnal Teknologi Lingkungan :Vol1, No. 1 : 2000*.
- Toumi, F, Bougherira, N, Hani, A, Chaffai, H, Djabri, L. (2018). Impact of the Berka Zerga urban discharge on the Environment and Lake Fetzara: Annaba, Algeria : *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*: Vol. 12, No. 4, p. 176-184, April 2018. Dari:https://www.researchgate.net/publication/326235420_Impact_of_the_Berka_Zerga_urban_discharge_on_the_Environment_and_Lake_Fetzara_Annaba_Algeria.
- Vélez, J. M. B., Martínez, J. G., Ospina, J. T., & Agudelo, S. O. (2021). Bioremediation potential of *Pseudomonas* genus isolates from residual water, capable of tolerating lead through mechanisms of exopolysaccharide production and biosorption. *Biotechnology Reports*, 32, e00685.
- Yulistyorini, A., Yuaniar, M. C., Mujiyono, M., Suryoputro, N., & Sukarni, S. (2019, November). The addition of lamella in anaerobic baffled reactor used for decentralized municipal wastewater treatment. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 669, No. 1, p. 012052)*. IOP Publishing.