

ISBN 978-602-98726-1-3

PROCEEDING

ANNUAL ENGINEERING SEMINAR 2012

Towards Sustainable Engineering

Dies Natalis ke-66 Pendidikan Tinggi Teknik

16 Februari 2012
Kantor Pusat Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada

PROCEEDING
ANNUAL ENGINEERING SEMINAR
2012



UNIVERSITAS GADJAH MADA



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

13. ORIENTASI KIBLAT SHALAT DENGAN BAYANGAN MATAHARI D72
Djawahir, Sri Narni
14. KEBUTUHAN AKAN PENYUSUSNAN INFRASTRUKTUR INFORMASI D77
PERTANAHAN DAN TANTANGANNYA DI KABUPATEN SLEMAN
Diyono, Subaryono
15. EVALUASI HUNIAN SEMENTARA KORBAN ERUPSI MERAPI D83
STUDI KASUS : HUNIAN SEMENTARA KUWANG
Diananta Pramitasari, Tarcisius Yoyok Wahyu Subroto
16. EFEKTIVITAS PENAHANAN PARTIKEL LEMPUNG D88
MONTMORILLONITE PADA FILTER BETON PASIR
Budi Kamulyan, Fatchan Nurrochmad, dan Radiana Triatmadja
17. PENYAJIAN JALUR BUS TRANS JOGJA BERBASIS PETA STATISTIK D94
INTERAKTIF
Aryono Prihandito, Purnama Budi Santosa
18. MOBILISASI MATERIAL ERUPSI MERAPI YANG BERWAWASAN D100
LINGKUNGAN MELALUI OPTIMALISASI PEMILIHAN RUTE DAN
KELAIKAN INFRASTRUKTUR PENDUKUNGNYA
Arumdyah Widiati, Imam Muthohar, Djoko Murwono
19. KAJIAN STANDARISASI EKSPERIMEN BIOASSAY AODm D104
Sri Puji Saraswati, Sunjoto, Agus Kironoto, Suwarno Hadisusanto
20. ASAL MULA JADI BATUAN VULKANIKLASTIK PENYUSUN D114
FORMASI SEMILIR DI PIJIHARJO, MANYARAN, WONOGIRI
Agung Harijoko, Moch. Indra Novian, Yunarto Tri Wibowo
21. ANALISIS PEMANGKU KEPENTINGAN DALAM UPAYA D120
PELESTARIAN KAMPUNG TUGU JAKARTA UTARA
Dana Adisukma
22. EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH D126
TINJA SUPIT URANG KOTA MALANG
Anie Yulistiyorini, Nugroho Suryoputro, Hanni Elitasari Mahaputri
23. KONSEP DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH D131
SKALA KOMUNAL DALAM RANGKA PURIFIKASI
KUALITAS AIR SUNGAI DI JAKARTA
Allen Kurniawan



Konsep Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Skala Komunal Dalam Rangka Purifikasi Kualitas Air Sungai Di Jakarta

Allen Kurniawan

Institut Pertanian Bogor, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Bogor, 16680, Indonesia.

Abstract

The decreasing of the rivers quality in Jakarta caused by no installation of communal wastewater treatment. Therefore, the examination of river quality was conducted to determine the level of water pollution in the estuary and to formulate basic concepts of communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) design alternatives. Generally, the scope of the research is divided into two analyses. The first stage is to analyze the chemical and biological quantitative water sample at 10 points of the river estuary for domestic wastewater and one point of PT. "X" effluent for industrial wastewater. The second stage is to analyze the alternatives of WWTP design. According to "SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995" about determination of the designation and river water quality standards for raw water and wastewater, the results of river water quality monitoring for class D of raw water as urban and agricultural activity does not meet quality standards, in particular the parameter COD (11.54-106.54 mg / l), BOD (10.32-88.2 mg / l), Coliform (90,000-570,000,000/100 ml) and Fecal Coli (47,833-431,000,000/100 ml). One of the solutions for reducing pollutants is constructing the communal Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for domestic wastewater and the small WWTP for industrial wastewater.

Keywords: Anaerobic Baffled Reactor, wastewater, Wastewater Treatment Plant.

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk kota besar seperti Jakarta, senantiasa diikuti dengan kecenderungan meningkatnya fasilitas perekonomian dan menurunnya luas area tangkapan air (*catchment area*). Bagi masyarakat ekonomi lemah, adanya penyusutan daerah permukiman yang ekonomis dan layak huni menyebabkan terbentuknya permukiman kumuh (*slum*) yang tersebar pada daerah sub-standar seperti di bawah jembatan, pinggir rel kereta api, tanah kosong di sekitar area peindustrian dan di bantaran sungai. Kondisi tersebut ditunjang dengan ketidaktertiban industri-industri di Jakarta, khususnya di daerah hilir aliran sungai yang menyebabkan penataan konsep sanitasi lingkungan menjadi memburuk. Banyak dijumpai kawasan industri dan permukiman membuang limbah cair tanpa pengolahan yang sesuai dengan peraturan dan tata tertib lingkungan yang berlaku, sehingga kualitas sungai menjadi sangat rendah.

Akibat dibuangnya limbah domestik maupun industri ke badan air terdekat, maka dampak negatif

terhadap perubahan estetika lingkungan menyebabkan bau yang tidak sedap, perubahan warna dan rusaknya ekosistem perairan di badan air tersebut. Pencemaran terjadi disebabkan oleh ketidakmampuan lingkungan untuk melakukan *self purification* akibat terlalu banyak dan cepatnya input yang masuk ke badan perairan, sementara buangan sebelumnya belum dapat teratasi.

Atas dasar permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya improvisasi untuk menangani air limbah yang bersifat komunal dengan perencanaan dan konstruksi ekonomis. Hingga kini hampir seluruh kota-kota besar di Indonesia belum memiliki sarana Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam skala komunal dalam mereduksi setiap polutan-polutan berbahaya yang terakumulasi ke lingkungan. Hal ini diakibatkan tingginya biaya konstruksi dan operasi IPAL. Alternatif yang ditawarkan adalah dengan merancang unit instalasi pengolahan berupa *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) yang merupakan modifikasi dari tangki septik untuk limbah domestik, serta IPAL komunal untuk limbah industri.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui tingkat pencemaran air di muara sungai Kota Jakarta.
- Merumuskan alternatif desain IPAL skala komunal.

2. Metodologi

Ruang lingkup penelitian secara umum terbagi menjadi dua (2) analisis. Tahap pertama yaitu *analisis kuantitatif kimia dan biologis sampel air* 10 titik muara sungai di Kota Jakarta untuk jenis limbah domestik dan satu (1) titik effluen industri PT. "X"

yang membuang air limbah ke badan air untuk jenis limbah industri. Tahap kedua yaitu *analisis alternatif desain IPAL skala komunal* sebagai acuan dalam merekomendasikan adanya perubahan di dalam sistem pengelolaan limbah cair.

Untuk melihat kualitas air secara menyeluruh maka sampel air sungai di uji untuk mengetahui 5 parameter utama analisis air limbah yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Suspended Solid* (SS), *Sulfat* dan *Surfaktan*. Sedangkan untuk melihat kualitas air limbah yang dihasilkan oleh proses industri maka sampel air diuji



secara lengkap menurut karakteristik fisika, kimia, biologis dan logam. Teknik sampling adalah grab/snap yang diambil pada variasi kedalaman dan waktu telah ditetapkan.

Analisis alternatif desain IPAL didapat dari hasil analisis laboratorium dan studi literatur. Pendekatan dilakukan atas dasar prinsip ekonomis, bersifat komunal dan proteksi terhadap lingkungan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kualitas Air Sungai Secara Kimiawi

Sesuai dengan kondisi alami, tidak ada sungai di Jakarta yang di peruntukkan bagi golongan A atau air

yang langsung di minum. Dengan mengacu pada baku mutu menurut **SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995** tentang *Penetapan Peruntukkan dan baku Mutu Air Sungai/Badan Air Serta Baku Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta*, hasil pemantauan kualitas air sungai di wilayah Jakarta diperuntukkan air baku golongan D sebagai usaha aktivitas perkotaan.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat kualitas muara tidak memenuhi baku mutu untuk usaha perkotaan dan pertanian, khususnya parameter COD (11,54–106,54 mg/l) dan BOD (10,32–88,2 mg/l). Hal ini disebabkan

Tabel 1. Kisaran dan Rata-Rata Kandungan Kimiawi pada Muara-Muara Sungai di DKI Jakarta

N o.	Lokasi	COD	BOD	SS	Sulfat	Surfactant
1	Muara Kamal*)	30,77 – 106,54 (60,62)	25,12 – 62,80 (38,63)	48,0–730,0 (402,75)	85,60 – 404,03 (171,36)	0,35 – 6,30 (2,05)
2	Muara Cengkareng Drain	22,78 – 45,00 (29,31)	14,55 – 33,60 (22,15)	47,0–100,0 (427,70)	27,10 – 39,40 (35,25)	0,29 – 1,57 (0,49)
3	Muara Ciliwung	21,54 – 37,62 (29,77)	15,15 – 22,29 (18,21)	45,0–185,0 (100)	18,25 – 24,15 (21,01)	0,19 – 0,43 (0,32)
4	PLTU Pluit (S. Grogol)	17,31 – 86,41 (58,57)	12,15 – 58,55 (29,23)	47,0 – 4750 (1071,13)	27,10 – 825,21 (238,8)	0,23 – 1,82 (1,02)
5	Pompa Pluit	32,31 – 153,81 (65,98)	20,22 – 88,20 (39,11)	25 – 120,00 (3289,5)	18,54 – 76,11 (61,04)	0,44 – 1,75 (0,93)
6	PT. Bogasari (S. Sunter)	35,40 – 97,14 (62,95)	23,60 – 81,40 (38,30)	48 – 440 (252,15)	30,07 – 68,72 (40,98)	0,45 – 1,34 (0,97)
7	Sungai Cakung	23,85 – 62,22 (43,09)	15,00 – 47,20 (27,95)	50,0 – 7520 (3733,33)	111,50– 1427,50 (611,51)	0,34 – 1,03 (0,79)
8	Jembatan Simanis	29,23 – 88,50 (49,31)	20,40 – 81,80 (46,90)	52,0–835,0 (504,25)	48,39 – 93,22 (80,77)	0,17 – 1,03 (0,57)
9	Pantai Marunda*)	72,22 – 153,85 (106,51)	35,60 – 85,22 (56,77)	20,0 – 70,0 (35)	108,98– 881,25 (636,46)	0,38 – 1,54 (0,81)
10	Ancol Marina	11,54 – 75,04 (39,13)	10,32 – 56,20 (24,84)	40,0– 1458,0 (514)	49,41 – 361,70 (128,22)	0,03 – 0,98 (0,60)

Sumber: Hasil Analisis (2006) dan Bapedalda DKI Jakarta*)

Keterangan:

Baku Mutu COD, BOD, SS, Sulfat, Detergent: 30,0; 20,0; 200,0; 100,0; 0,5



N o.	Lokasi	COD	BOD	SS	Sulfat	Surfact ant
(SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995 tentang Penetapan Perutukkan dan Baku Mutu Air Sungai/Badan Air Serta Baku Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta)						

adanya pencampuran antara polutan pada limbah domestik dan limbah industri, sehingga badan air sulit untuk melakukan purifikasi dalam keadaan normal.

3.2 Kualitas Air Sungai Secara Biologis

Hasil pemantauan kualitas air sungai secara biologis di Jakarta untuk kandungan bakteri Coliform dan Fecal Coli cukup tinggi. Pada sungai-sungai yang diperuntukkan bagi air baku air minum (golongan B), kandungan Coliform berkisar 463.333–8.866.667/100 ml dan kandungan Fecal Coli berkisar 230.000–12.466.667/ 100 ml. Kandungan bakteri dalam badan air yang diperuntukkan bagi perikanan (golongan C),

kandungan Coliform berkisar 503.333–405.833.333/100 ml dan Fecal Coli berkisar 173.000–19.076.667/100 ml, sedangkan pada perairan yang diperuntukkan bagi pertanian/usaha perkotaan menunjukkan kandungan Coliform berkisar 90.000–570.000.000/100 ml serta Fecal Coli berkisar 47.833–431.000.000/100 ml. Angka tersebut melebihi baku mutu sesuai **SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995** tentang *Penetapan Peruntukkan dan baku Mutu Air Sungai/Badan Air Serta Baku Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta*, (baku mutu Coliform 10.000/100 ml dan Fecal Coli 2.000/100 ml).

Tabel 2. Data Kualitas dan Kuantitas Effluen PT. “X”

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu (SK Gubernur DKI Jakarta No. 582-1995)	Hasil Analisis Air Limbah Pada Kondisi Terburuk		
				Proses	Kolam Penampungan	Drain
1.	Suhu	°C	38	31	31	31
2.	Padatan Terlarut Total (IDS)	mg/L	1000	1654	636	642
3.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	mg/L	100	62	37	105
4.	pH		6-9	9,10	7,70	7,70
5.	Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	5	2,94	9,94	9,94
6.	Fluorida (F)	mg/L	2	2,18	1,26	1,07
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	10	4,10	0,80	2,30
8.	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	<0,003	<0,003	<0,003
9.	BOD (20°C, 5 hari)	mg/L	75	1781	197	312
10.	COD (K ₂ Cr ₂ O ₇)	mg/L	100	3143	378	554
11.	Deterjen (MBAS)	mg/L	1	0,32	0,23	0,22
12.	Fenol	mg/L	0,5	1,18	3,97	2,87
13.	Klorm Bebas (Cl ₂)	mg/L	1	<0,10	<0,10	<0,10
14.	Minyak dan Lemak	mg/L	5	7	<5	<5
15.	Nilai Permanganat (KMnO ₄)	mg/L	85	1180	313	288
16.	Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
17.	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
18.	Besi (Fe)	mg/L	5	13,17	2,21	4,28
19.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
20.	Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04
21.	Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	<0,02	<0,02	<0,02
22.	Mangan (Mn)	mg/L	2	0,10	0,12	0,17
23.	Merkuri (Hg)	mg/L	0,002	<0,001	<0,001	<0,001

Keterangan: nilai yang dilingkari merupakan nilai yang berada di atas ambang baku mutu

3.3 Kualitas Effluen Perindustrian

Setelah dilakukan survei dan pengambilan sampling yang dilakukan di PT. “X” yang berlokasi di pinggir sungai di Jakarta pada saat kondisi air limbah terburuk, maka didapatkan data kualitas dan kuantitas pada Tabel 2.

Dari Tabel 2, parameter yang menunjukkan nilai berada di atas ambang batas baku mutu sesuai dengan **SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995** tentang *Penetapan Peruntukkan dan baku Mutu Air Sungai/Badan Air Serta Baku Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta*, atau **Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010** tentang *Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan*

Industri, secara garis besar adalah BOD, COD, Ammonia, Total Solid (TS), Fenol dan Nilai Permanganat (KMnO₄).

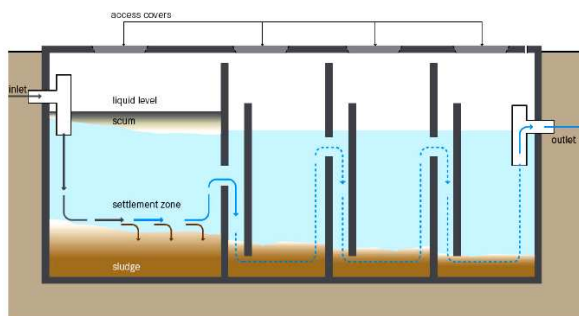
3.4 Alternatif Desain IPAL

Air limbah yang belum diolah memiliki berbagai komponen yang tidak diinginkan, diantaranya akan menghabiskan cadangan oksigen (*oxygen budget*) jika dibuang ke dalam badan air (*receiving area*) dan dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme tertentu, seperti alga. Komponen-komponen yang tidak diharapkan ini terdiri dari zat-zat organik dan anorganik, maupun material-material terlarut atau tidak terlarut [1]. Mengingat besarnya



pencemar pada sungai di Jakarta, maka perlu dipikirkan adanya instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dalam skala komunal, sehingga diharapkan air limbah dapat memenuhi persyaratan ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

Tipe limbah domestik dan industri sebaiknya tidak dibuat dalam sistem tercampur. Hal ini disebabkan karena limbah domestik memiliki kandungan organik yang tinggi dan bersifat tidak berbahaya bagi lingkungan, sedangkan limbah domestik bersifat sebaliknya. Alternatif terbaik untuk mengolah air limbah yaitu dengan membuat unit *Anerobic Baffled Reactor* (ABR) bagi limbah domestik dan unit IPAL bagi limbah industri.



Gambar 1. Skematik Anaerobic Baffle Reactor

3.4.1 Desain ABR Komunal

ABR adalah teknologi septik tank yang dimodifikasi karena adanya deretan dinding penyekat yang memaksa air limbah mengalir melewatinya. Peningkatan waktu kontak dengan biomas aktif menghasilkan perbaikan pengolahan [2]. ABR dirancang agar alirannya turun naik seperti terlihat pada Gambar 1. Aliran seperti ini menyebabkan aliran air limbah yang masuk lebih intensif terkontak dengan biomassa anaerobik, sehingga meningkatkan kinerja pengolahan [3]. Penurunan BOD dalam ABR lebih tinggi daripada tangki septik, yaitu sekitar 70-95%.

Perhitungan estimasi kapasitas ABR ditentukan dari debit daerah pelayanan, waktu asumsi pengurasan, rata-rata lumpur dan asumsi jumlah air limbah yang dihasilkan untuk satu orang setiap hari. Semakin besar debit dan semakin lama waktu pengurasan, maka dimensi unit pengolahan besar. Contoh studi kasus ditujukan untuk Kelurahan Pademangan Timur, Jakarta Utara yang berlokasi pada daerah aliran Sungai Ciliwung dan Sungai Sunter. Asumsi awal perhitungan estimasi kapasitas tangki septik yang akan digunakan untuk melayani 40.745 jiwa (2011) adalah:

- 1 unit ABR digunakan untuk daerah pelayanan sebanyak 5000 jiwa.
- Waktu asumsi pengurasan direncanakan setiap (N) 2 tahun [2].
- Rata-rata lumpur terkumpul liter/orang/tahun adalah 40 liter untuk air limbah dari WC.

d. Air limbah yang dihasilkan tiap orang/hari adalah 10 liter/orang/hari (tangki ABR hanya untuk menampung limbah WC).

Estimasi perhitungan dari asumsi di atas adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan kapasitas penampung untuk lumpur (A), adalah:

$$A = P \cdot N \cdot S \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

A = Penampungan lumpur yang diperlukan (dalam liter)

P = Jumlah orang yang diperkirakan menggunakan tangki septik

N = Jumlah tahun jangka waktu pengurasan lumpur

S = Rata-rata lumpur terkumpul (liter/orang/tahun).

Sehingga:

$$A = 5000 \text{ orang} \times 2 \text{ tahun} \times 40 \text{ liter/orang/tahun} = 400.000 \text{ liter} = 400 \text{ m}^3$$

b. Keperluan waktu penahan minimum dalam satu hari (*Th*), adalah:

$$Th = 2,5 - (0,3 \log (P \cdot Q)) > 0,5 \dots (2)$$

Dengan:

Th = Keperluan waktu penahanan minimum untuk pengendapan > 0,5 l/hari

P = Jumlah orang

Q = Banyaknya aliran, liter/orang/hari

Sehingga:

$$Th = 2,5 - 0,3 \log (5000 \text{ org} \times 10 \text{ liter/org/hari}) > 0,5 = 1,09 > 0,5 \text{ liter/hari (OK)}$$

c. Kebutuhan kapasitas penampung air (B), adalah:

$$B = P \cdot Q \cdot Th \dots\dots\dots (3)$$

Sehingga:

$$B = 10.000 \text{ orang} \cdot 10 \text{ liter/orang/hari} \cdot 1,09 \text{ liter/hari} = 54500 \text{ liter} = 54,5 \text{ m}^3$$

d. Volume tangki ABR komunal

$$= A + B = (400 + 54,5) \text{ m}^3 = 454,5 \text{ m}^3$$

e. Dimensi tangki ABR komunal adalah:
Tinggi tangki ABR (*h*) = 2 m + 0,3 m (*free board* /tinggi jagaan)

Perbandingan lebar tangki ABR (*L*) : panjang ABR (*P*) = 1 : 2

Lebar tangki ABR (*L*) = 10 m

Panjang tangki ABR (*P*) = 20 m

Direncanakan unit tangki terdiri dari empat (4) ruang sekat yang berbentuk baffled, dengan perbandingan panjang antara ruang pengendap dan ruang sekat adalah 1: 1. Sehingga:

P ruang pengendap ABR = 10 m

P satu (1) ruang sekat ABR = 2,5 m



Lebar masing-masing ruang = 10 m

Dari hasil perhitungan di atas, untuk melayani total jumlah penduduk Kelurahan Pademangan Timur

dibutuhkan sekitar delapan (8) buah tangki ABR dengan total luas daerah yang harus disediakan sebesar 1600 m².

Tabel 3. Tingkatan Pencapaian Pengolahan dari Berbagai Unit Operasi dan Unit Proses

Unit Pengolahan	Nilai Efisiensi Removal, %					
	BOD	COD	TS	P	Org-N	NH ₃ -N
Bar Screen	0	0	0	0	0	0
Grit Chamber	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5
Primary Sedimentation	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
Activated Sludge (Konvensional)	80-95	80-85	80-90	10-25	15-50	8-15
Trickling Filters						
• High rate dengan media batu	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
• Super rate dengan media plastik	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15
Rotating Biological Contactor	60-85	80-85	80-85	10-25	15-50	8-15
Chlorination	0	0	0	0	0	0
Koagulasi dan Sedimentasi setelah Primary atau Secondary Treatment	40-70	40-70	50-80	70-90	60-90	0
Koagulasi di pengolahan biologis	80-90	80-90	70-90	75-85	60-90	0
Penambahan kapur satu tahapan di pengolahan biologis	80-90	80-90	70-80	75-85	60-90	0
Penambahan kapur dua tahapan setelah primary atau setelah pengolahan biologis	50-85	50-85	50-90	85-95	70-90	0
Ammonia Stripping	0	0	0	0	0	60-95
Filtrasi	20-50	20-50	60-80	20-50	50-70	0
Adsorpsi Karbon	50-85	50-85	50-80	10-30	50-70	0
Reverse Osmosis	90-100	90-100	0	90-100	30-50	60-90
Elektrodialisis	20-60	20-60	0	0	80-95	30-50
Pertukaran Ion	0	0	0	0	0	80-90

Sumber: Metcalf & Eddy, 2002, dan Qasim, 1998.

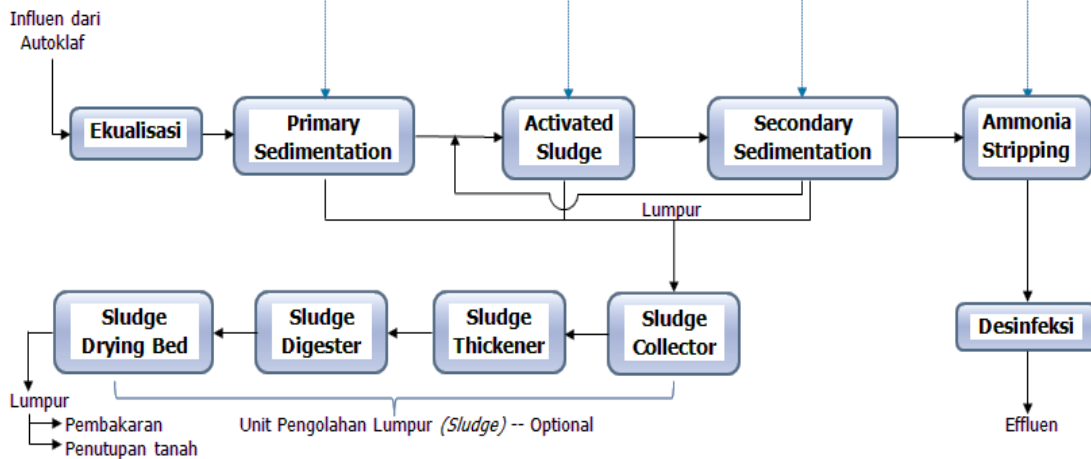
3.4.2 Desain IPAL Limbah Industri

Alternatif pengolahan pada air limbah perlu dilakukan sebagai upaya untuk menghilangkan komponen pencemar yang sulit terurai (*non-biodegradable*) secara alamiah. Pencemar tersebut secara fisik berupa bahan padatan yang terapung, bahan-bahan organik hasil konversi biologis, bakteri-bakteri patogen, logam berat, nutrisi, bahan-bahan organik yang sulit diproses, dan garam-garam organik terlarut. Dalam proses pemilihan alternatif pengolahan, nilai efisiensi removal diperlukan untuk mengetahui besarnya substansi-substansi yang dihilangkan pada unit pengolahan. Sehingga dengan mengetahui efisiensi removal, maka dapat dipilih unit-

unit pengolahan yang dirasakan bermanfaat untuk menghilangkan pencemar tersebut. Besarnya efisiensi removal pada setiap unit pengolahan dapat dilihat pada Tabel 3 [4][5].

Mengingat konsentrasi BOD, COD, dan TS pada air limbah PT. "X" sangat tinggi, maka unit pengolahan terpilih pada Tabel 3 didasarkan atas nilai efisiensi removal tertinggi yang umumnya dihasilkan dari unit pengolahan biologis jenis suspended growth berupa *activated sludge* (lumpur aktif). Tipe pengolahan ini menghasilkan reduksi substansi polutan yang besar pada air limbah, sehingga reduksi

Parameter	Konsentrasi (mg/l)	Primary Sedimentation			Activated Sludge			Secondary Sedimentation			Ammonia Stripping		
		% Removal	Nilai Removal	Kons. (mg/l)	% Removal	Nilai Removal	Kons. (mg/l)	% Removal	Nilai Removal	Kons. (mg/l)	% Removal	Nilai Removal	Kons. (mg/l)
BOD	1781	40	712,4	1068,6	95	1015,2	53,4	70	37,4	16	0	0	16
COD	3143	40	1257,2	1885,8	85	1602,9	282,9	70	198	84,9	0	0	84,9
TS	1716	65	1115,4	600,6	90	540,5	60,1	85	51,1	9	0	0	9
NH ₃	10,5	0	0	10,5	15	1,6	8,9	0	0	8,9	95	8,5	0,4



Gambar 2. Sistematik Diagram Alir Pengolahan Air Limbah PT. "X".

parameter BOD, COD, TS, dan NH₃, dapat dilihat pada Gambar 2.

Deskripsi singkat mengenai unit pengolahan hasil perencanaan adalah sebagai berikut:

- Bak Ekualisasi** digunakan untuk meredam variasi laju aliran sehingga menjadi konstan atau mendekati konstan, dan meningkatkan performansi proses pada downstream, serta mengurangi ukuran dan biaya instalasi.
- Bak Primary Sedimentation** berfungsi untuk menurunkan kadar partikel diskrit yang terdapat dalam air buangan dengan diendapkan secara gravitasi.
- Activated Sludge (Lumpur Aktif)** terdiri dari dua unit proses utama, yaitu bioreaktor (tangki aerasi) dan tangki sedimentasi. Dalam sistem lumpur aktif, limbah cair dan biomassa berupa mikroorganisme dicampur secara sempurna dalam suatu reaktor, dan ditindaklanjuti dengan proses pemberian oksigen.
- Secondary Sedimentation (Clarifier)** berfungsi mengendapkan lumpur yang keluar dari unit pengolahan biologis. Pada unit lumpur aktif, clarifier merupakan satu kesatuan unit setelah proses biologis di dalam tangki aerasi.
- Ammonia Stripping** berfungsi untuk menghilangkan konsentrasi ammonia di dalam air limbah dengan cara metode desorpsi.
- Desinfeksi** berfungsi menghilangkan bau dan warna, mereduksi zat organik, serta membunuh bakteri patogen.
- Pengolahan Lumpur** merupakan unit tambahan (optional), apabila lumpur yang dihasilkan

dari proses biologis, dan proses sedimentasi, diproduksi dalam jumlah tinggi. Pengolahan lumpur terbagi menjadi:

- *Sludge Collector* berfungsi untuk mengumpulkan lumpur sebelum diolah pada proses selanjutnya.
- *Sludge Thickening* berfungsi untuk meningkatkan kandungan solid dalam lumpur dengan cara memisahkan sebagian cairan yang terdapat di dalam lumpur.
- *Sludge Digester* berfungsi untuk menstabilkan lumpur melalui proses tanpa oksigen (anaerob).
- *Sludge Drying Bed* berfungsi untuk mengeringkan lumpur dari unit pengolahan digester.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

a. Kualitas air limbah pada muara sungai di Jakarta serta contoh studi kasus pada effluen hasil proses aktivitas industri PT. "X" tidak memenuhi standar baku mutu SK Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995 tentang *Penetapan Peruntukkan dan baku Mutu Air Sungai/Badan Air Serta Baku Limbah Cair di Wilayah DKI Jakarta*.

b. Salah satu strategi alternatif untuk mengolah air limbah adalah konfigurasi sistem komunal yang mencakup unit Anaerobik Baffled Reactor (ABR) bagi limbah domestik dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) bagi limbah industri.

Daftar Pustaka



- [1] Linsley, R. K., Franzini, J. B., 1991, *Teknik Sumber Daya Air*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- [2] Anonim, 1987, *Pedoman Perencanaan MCK*, REKOMPAK-JRF.
- [3] Movahedyan, H., Assadi, A., Parvaresh, A., 2007, Performance Evaluation of an Anaerobic Baffled Reactor Treating Wheat Flour Starch Industry Wastewater, *Iran Journal Environment Health Science Engineering*, Vol. 4, No. 2, 77-84.
- [4] Metcalf & Eddy, 2003, *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, Fourth Ed., McGraw-Hill, New York.
- [5] Qasim, S. R., 1999, *Wastewater Treatment Plants-Planning, Design, and Operation*, Second Ed., CRC Press, New York.

