

Menentukan Peralatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

KODE UNIT : E.370000.006.01

Disusun oleh: Faukal Hasan
Praktisi K3L, staff pengajar Belajar K3 Indonesia

KODE UNIT: E.370000.001.01

JUDUL UNIT:

Menentukan Peralatan
Instalasi Pengolahan Air
Limbah (IPAL)

DESKRIPSI UNIT:

Unit Kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam menentukan peralatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menentukan metode pengolahan air limbah yang akan digunakan	1.1 Jenis pengolahan air limbah yang digunakan ditentukan sesuai kebutuhan. 1.2 Tahapan pengolahan air limbah ditentukan berdasarkan jenis limbah yang akan diolah dan jenis aliran air limbah.
2. Memilih peralatan pengolahan air limbah yang akan digunakan	2.1 Peralatan IPAL ditentukan berdasarkan metode pengolahan air limbah yang telah ditentukan. 2.2 Dimensi peralatan IPAL ditentukan berdasarkan debit air limbah yang akan diolah, ketersediaan lahan dan biaya yang tersedia. 2.3 Anggaran biaya peralatan IPAL disusun sesuai kebutuhan. 2.4 Indikator keberhasilan pengoperasian IPAL ditentukan berdasarkan tercapainya aspek penataan baku mutu.
3. Melaporkan hasil penentuan peralatan IPAL	3.1 Hasil penentuan peralatan IPAL disusun sesuai prosedur. 3.2 Laporan hasil penentuan peralatan IPAL dikomunikasikan sesuai prosedur.

Jenis
pengolahan air
limbah yang
digunakan
ditentukan
berdasarkan

proses
produksi air
limbah

karakteristik
air limbah
yang akan
diolah

baku mutu
yang
menjadi
acuan
penaatan

Tujuan pengolahan air limbah

Adalah:

- ✓ mengurangi karakteristik/kandungan unsur berbahaya (BOD, COD, partikel terlarut dll);
- ✓ membunuh mikroorganisme yang bersifat patogen;
- ✓ menetralkan atau menekan seminimal mungkin zat kimia yang bersifat racun; dan
- ✓ Pemenuhan peraturan perundangan lingkungan hidup



Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah menurut tingkatannya

- Pengolahan Pendahuluan
- Pengolahan Pertama (primary treatment)
- Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)
- Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

Pengolahan air limbah menurut karakteristiknya

- Metode pengolahan secara **Fisika**
- Metode pengolahan secara **Kimiawi**
- Metode Pengolahan secara **Biologis**

Pengolahan air limbah menurut tingkatannya

1) Pengolahan Pendahuluan

- Dalam air limbah terkandung padatan terapung atau melayang.
- Padatan ini dapat berupa lumpur, pasir sisa kain, sisa kulit dan sebagainya.
- Umumnya bahan tersebut mudah dilihat dengan mata biasa karena mengakibatkan air menjadi kotor.
- Untuk mengatasinya digunakan saringan berbahan kawat baja yang dianyam atau jeruji besi.
- Ukuran saringan juga bervariasi, yaitu saringan kasar (d. 50 mm), saringan sedang (d. 12mm - 40mm), dan saringan halus (d. 1.6 mm – 3 mm).

2) Pengolahan Pertama (primary treatment)

- Padatan kotor dan terlarut yang tidak terjaring pada pengolahan pendahuluan perlu dihilangkan guna memudahkan proses pengolahan selanjutnya.
- Untuk membersihkan padatan yang tersisa dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara fisik dan secara kimia.
- Pengolahan secara fisik melalui pengendapan dengan menyediakan kolam dengan luas tertentu,
- sedangkan secara kimia adalah dengan menambahkan zat kimia yang bersifat koagulan untuk mempercepat proses pengendapan.
- Jadi pengendapan adalah kegiatan utama pada tahap ini

Pengolahan air limbah menurut tingkatannya

3) Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

- Pada tahap ini yang terjadi tebih banyak proses biologis.
- Tujuannya mengurangi zat organik melalui biokimia oksidasi dengan cara memanfaatkan mikroorganisme.
- Proses ini oleh beberapa faktor diantaranya jumlah air buangan dan luas areal.
- Dalam tingkat ini digunakan unit aerasi, reaktor lumpur aktif dan kolam stabilisasi

4) Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)

- Tahap ini dilakukan untuk menghilangkan senyawa kimia anorganik seperti Calsium, Kalium, Sulfat, Nitrat, Sulfur sena senyawa kimia organik.
- Proses fisika, kimia, biologi yang terjadi pada pengolahan tingkat ini antara lain; filtrasi, destilasi, pengapungan, pembekuan, striping dan lain lain.

Pengolahan air limbah menurut karakteristik FISIKA

Metode-metode pengolahan secara fisik meliputi penyaringan, pengecilan ukuran, pembuangan serpih, pengendapan dan filtrasi. Kecuali untuk filtrasi, masing-masing operasi satuan ini ada pada kebanyakan instalasi pengolahan modern.

1
Penyaringan

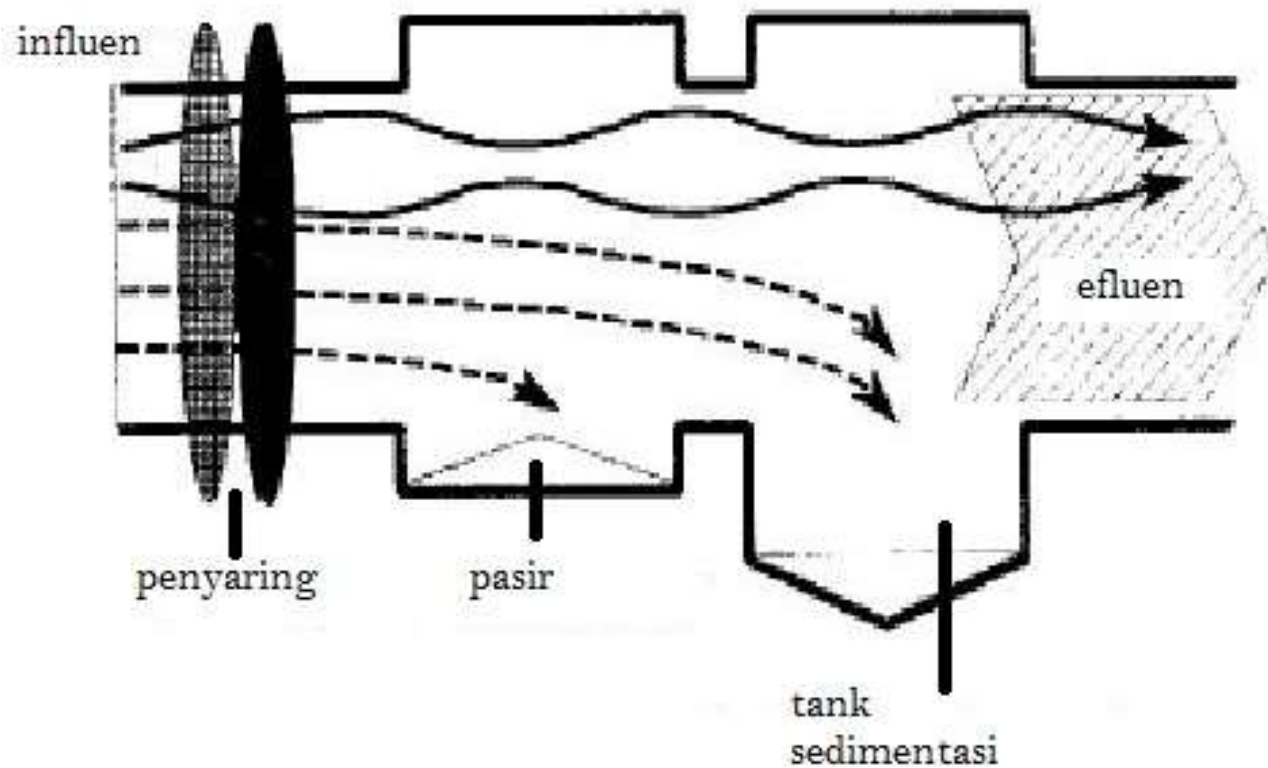
2
Pengecilan ukuran

3
Pengendapan

- Discrete Settling
- Flocculent Settling
- Zone Settling

1

Penyaringan



- Tujuan utamanya adalah untuk memisahkan padatan tidak terlarut dan bahan kasar lain dengan ukuran yang cukup besar.
- Ukuran saringan juga bervariasi, yaitu saringan kasar (d. 50 mm), saringan sedang d. 12mm - 40mm), dan saringan halus (d. 1.6mm-3mm).
- Bahan saringan umumnya adalah kawat baja yarig dianyam atau jeruji besi.
- Penyaringan akan membuang sekitar 20% bahan padat terapung yang ada dalam air limbah.

Pengecilan ukuran



Crusher Dirty Water Pump

- Padatan kasar dihaluskan agar menjadi kecil dengan menggunakan alat pencacah.
- Karena ukuran bahan padat diperkecil, maka mereka akan lolos melalui saringan menuju pengolahan selanjutnya.
- Alat pengecil ukuran ini dapat memecahkan persoalan pembuangan bahan saringan
- Pembuangan serpih Kolam serpih yang direncanakan secara khusus digunakan untuk membuang partikel-partikel anorganik (berat jenis kira-kira 1.6 - 2.65), misalnya pasir kerikil, kulit telur, tulang dan lain-lain.
- Tujuan kolam ini lebih utama untuk mencegah kerusakan pompa dan untuk mencegah penumpukan bahan tersebut diatas di dalam kolam lumpur aktif.

Pengendapan

- **Discrete Settling**

Proses pengendapan yang terjadi yaitu pengendapan partikel tanpa mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun berat partikel.

- **Floculet Settling**

Proses pengendapan ini pada dasarnya sama dengan discrete seling

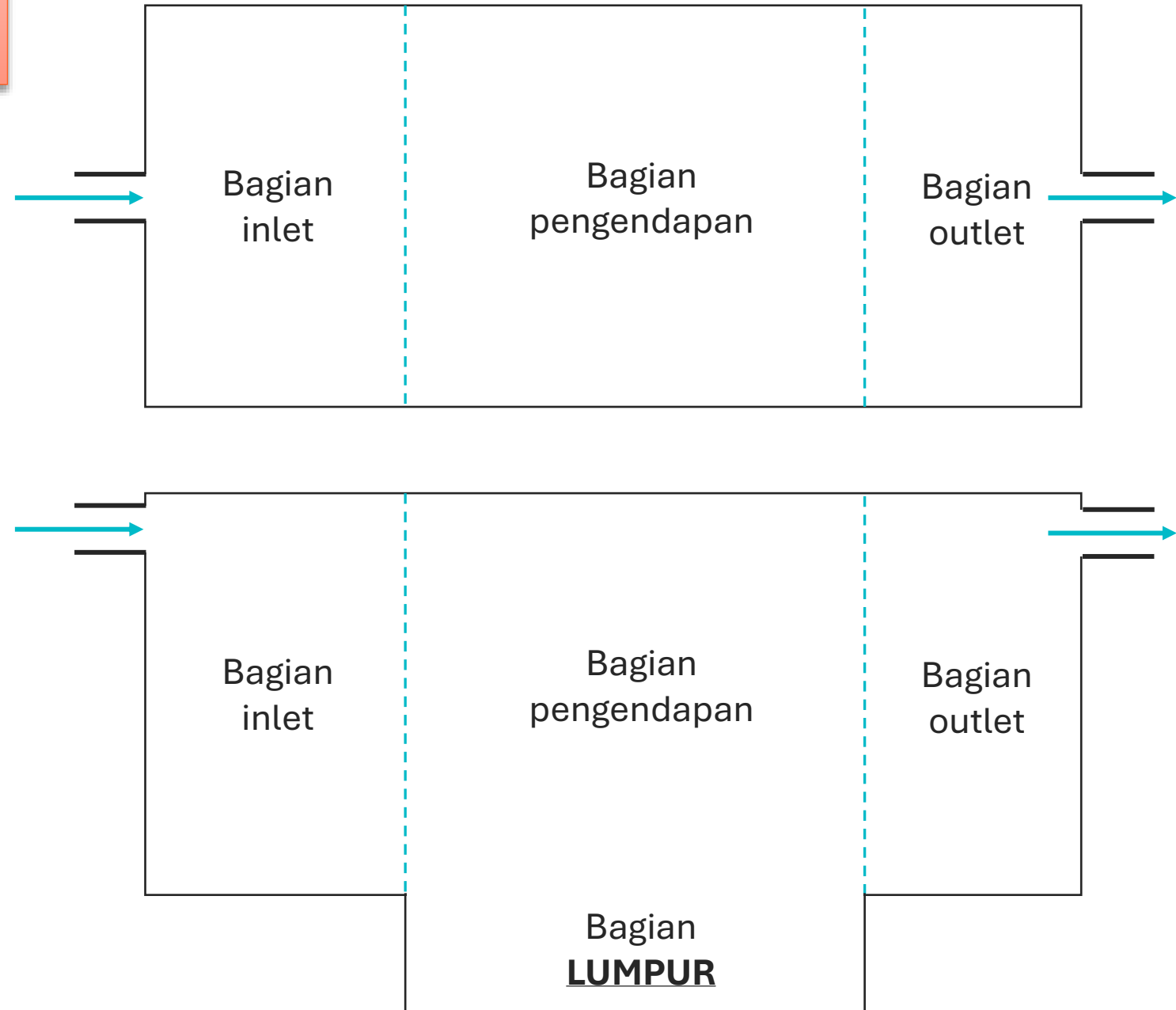
- **Zone Settling**

- ✓ merupakan proses secara kimia karena pada tahap ini digunakan zat kimia yang bersifat koagulan.
- ✓ Proses ini adalah proses pengendapan partikel dimana gerakan partikel saat mengendap terjadi secara serentak dan bersamaan.
- ✓ Bahan koagulan yang umum dipakai adalah alum ($[Al_2(SO_4)_3] \cdot 18H_2O$) atau lebih dikenal dengan sebutan tawas dan Lime (CaO).

Bak Pengendapan

Suatu bak pengendap ideal dengan aliran horizontal dapat dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Bagian inlet: pada bagian ini konsentrasi dari partikel tersuspensi adalah sama.
2. Bagian pengendapan: merupakan daerah pengendapan bagi partikel yang mengalir bersama aliran air limbah
3. Bagian outlet: untuk menampung air limbah setelah melalui daerah pengendapan
4. Bagian lumpur: terletak di dasar kolam untuk menampung partikel yang mengendap



Penggunaan satuan operasi fisik pada pengolahan air limbah

Proses	Penggunaan
Penyaringan	Pembuangan bahan padat kasar yang terendapkan dengan cara pencegatan (penapis permukaan)
Pengecilan ukuran	Penggilingan bahan padat kasar menjhadi ukuran yang kira-kira seragam
Penyamaan aliran	Penyamaan aliran dan beban massa BOD serta bahan padat terapung
pencampuran	Pencampuran bahan-bahan kirnia sena gas-gas dalam air limbah & menjaga agar bahan padat tetap terapung
Flokulasi	Mendorong pengumpulan partikel-partikel kecil menjadi partikel lebih besar sehingga mudah diendapkan & dibuang
Pengendapan	Pembuangan bahan padat yang terendap
Pengambangan	Pembuangan pecahan halus terapung serta partikel yang melayang & juga pengentalan lumpur
Filtrasi	Pembuangan endapan halus, bahan padat terapung yang ketinggalan setelah pengolahan kimiawi & biologis
Penyaringan mikro	Sama seperti filtrasi, juga membuang ganggang dari kolam stabilisasi

Pengolahan air limbah menurut karakteristik KIMIA

- Proses pengolahan air limbah secara kimia adalah menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar dalam limbah.
- Proses utama yang dilakukan dalam metode ini adalah pengendapan kimiawi dan klorinasi.



Proses Pengendapan Kimiawi

- Dapat digunakan untuk meningkatkan pembuangan bahan tersuspensi atau jika pengendapan secara fisik tidak berfungsi secara optimal.
- Bahan koagulan yang sering digunakan adalah Alum ($[Al, (SO_4)_3 \cdot 8 H_2O]$) atau dikenal dengan tawas, dan Lime (kapur) CaO .
- Pengendapan kimiawi akan berhasil dengan baik jika perbandingan antara zat koagulan dengan air tepat.
- Manfaat tahap ini adalah sebagai usaha untuk meningkatkan kapasitas dari bak pengendap biasa yang kelebihan beban namun kerugiannya menambah biaya operasional.

Proses Pengendapan Klorinasi

- Klorinasi digunakan untuk mengurangi bakteri yang bersifat patogen.
- Mekanismenya yaitu dengan merusak enzim utama yang ada dalam sel bakteri sehingga dinding selnya menjadi rusak atau bahkan hancur akibatnya bakteri akan mati.
- Klorinasi dapat digunakan sebagai langkah akhir dalam pengolahan air limbah.
- Dalam dunia perdagangan klorin sering digunakan karena murah dan mudah didapat.
- Dalam dosis rendah sudah efektif untuk membunuh bakteri namun tidak terlalu berbahaya bagi makhluk hidup.
- Klorin ada yang berbentuk gas dan ada pula yang berbentuk kristal garam hipoklorit.

Penggunaan satuan operasi KIMIA pada pengolahan air limbah

Proses	Penggunaan
Pengendapan kimiawi	Pembuangan fosfor serta pemudahan pembuangan bahan padat terapung pada sarana pengendapan primer yang dipergunakan unhrk pengolahan fisik-kimiawi
Perpindahan gas	Panambahan atau pembuangan gas
Adsorpsi	Pembuangan bahan organik yang tak terambil dengan cara kimiawi atau biologis bias juga digunakan untuk mengambil klor sebelum hasil olahan dibuang
Disinfeksi	Pemberantasan selekif terhadap organisme patogen yang umumnya menggunakan klorin atau ozon
Deklorinasi	Pembuangan ampas klorin yang ada setelah klorinasi
Lain-lain	Berbagai bahan kimia dapat dipergunakan untuk mencapai tuiuan khusus dalam pengolahan air limbah

Pengolahan air limbah menurut karakteristik BIOLOGI

- Merupakan unsur pokok hampir dalam semua jaringan pengolahan air limbah tahap sekunder.
- Tujuannya mengurangi zat organik melalui biokimia oksidasi dengan cara memanfaatkan mikroorganisme



Pengolahan air limbah menurut karakteristik BIOLOGI

Proses AEROB

Proses secara aerob yang merupakan pengolahan limbah pada kondisi tersedia oksigen bagi bakteri untuk menguraikan limbah.

Proses ANAEROB

Proses secara anaerob, yaitu pengolahan pada kondisi tanpa adanya oksigen sehingga bakteri anaerob menguraikan zat organik menjadi gas metan dan gas CO₂

Proses FAKULTATIF

Proses fakultatif, yaitu pengolahan limbah dimana bakteri yang ada mempunyai kemampuan adaptasi tinggi, maksudnya bakteri tersebut mampu bertahan pada kondisi aerob maupun anaerob

Unit yang digunakan yaitu unit aerasi (reaktor lumpur aktif) dan kolam stabilisasi

UNIT AERASI

- ❑ Sebuah kolam aerasi pada dasarnya merupakan unit pengolahan air limbah dimana oksigen dimasukkan dengan menggunakan aerator-aerator mekanik sehingga tidak mengandalkan produksi oksigen dari udara bebas ataupun hasil fotosintesis.
- ❑ Fungsi dari kolam aerasi adalah:
 1. Sebagai tambahan O_2
 2. Untuk membuang CO_2 dan gas-gas terlarut lainnya
 3. Untuk membuang H_2S guna mengurangi bau serta mereduksi Fe
- ❑ Untuk memenuhi fungsi tersebut maka diperlukan transfer oksigen yang cukup dalam air limbah.
- ❑ Transfer O_2 adalah perpindahan O_2 dari wujud gas menjadi cair sehingga dapat meningkatkan kandungan O_2 terlarut.
- ❑ Aerator berfungsi mempercepat proses transfer.
- ❑ Aerator digunakan jika kadar BOD > 50 mg/liter. (atau sesuai baku mutu)
- ❑ Kapasitas dalam mentransfer O_2 dengan suhu $20^{\circ}C$ sebesar 2 Kg O_2 (kw/jam).
- ❑ Besar kecilnya O_2 yang larut dalam air limbah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:
 1. Suhu
 2. Pergolakan permukaan air
 3. Luas daerah permukaan
 4. Tekanan atmosfer dan prosentase O_2 di udara



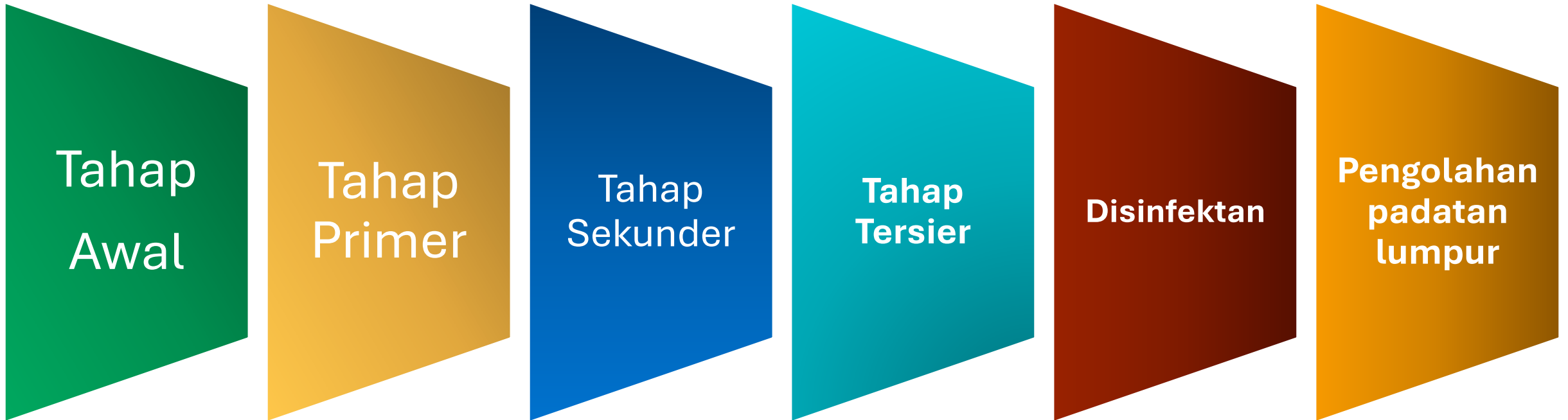
Kolam Stabilisasi

- ❑ Dalam kolam stabilisasi ini terjadi hubungan simbiosis mutualisme antara ganggang dan mikroorganisme.
- ❑ Ganggang melalui proses fotosintesis menghasilkan O_2 .
- ❑ Dari O_2 yang dihasilkan digunakan bakteri untuk oksidasi bahan organik yang nantinya dapat digunakan sebagai makanan ganggang dan O_2 tersebut dapat pula digunakan untuk proses respirasi/ pernafasan ganggang itu sendiri.
- ❑ Hasil akhirnya adalah karbondioksida, amonia dan fosfat.
- ❑ Kolam stabilisasi sebaiknya tidak dibangun di dekat pemukiman penduduk untuk menghindari keluhan baunya.

Pengolahan air limbah menurut karakteristik biologik dengan Metode LUMPUR AKTIF

- Metode lumpur aktif adalah sebuah sistem yang memanfaatkan mikroorganisme (terdiri ± 95% bakteri dan sisanya protozoa, rotifer, dan jamur) sebagai katalis untuk menguraikan material yang terkandung di dalam air limbah.
- Proses lumpur aktif merupakan proses aerasi (membutuhkan oksigen).
- Pada proses ini mikroba tumbuh dalam flok (lumpur) yang terdispersi sehingga terjadi proses degradasi.

Tahapan Pengolahan Air Limbah pada Sistem Lumpur Aktif



1. Tahap Awal

Pada tahap ini dilakukan pemisahan benda-benda asing seperti kayu, bangkai binatang, pasir, dan kerikil. Sisa-sisa partikel digiling agar tidak merusak alat dalam sistem dan limbah dicampur agar laju aliran dan konsentrasi partikel konsisten.



2. Tahap Primer

Tahap ini disebut juga tahap pengendapan. Partikel-partikel berukuran suspensi dan partikel-partikel ringan dipisahkan, partikel-partikel berukuran koloid digumpalkan dengan penambahan elektrolit seperti FeCl_3 , FeCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, dan CaO .

3. Tahap Sekunder

Tahap sekunder meliputi 2 tahap yaitu:

1. tahap aerasi (metode lumpur aktif); dan
2. Pengendapan

Pada tahap aerasi oksigen ditambahkan ke dalam air limbah yang sudah dicampur lumpur aktif untuk pertumbuhan dan berkembang biak mikroorganisme dalam lumpur. Dengan agitasi yang baik, mikroorganisme dapat melakukan kontak dengan materi organik dan anorganik kemudian diuraikan menjadi senyawa yang mudah menguap seperti H_2S dan NH_3 sehingga mengurangi bau air limbah.



- Tahap selanjutnya dilakukan pengendapan.
- Lumpur aktif akan mengendap kemudian dimasukkan ke tangki aerasi, sisanya dibuang.
- Lumpur yang mengendap inilah yang disebut ***lumpur bulki***.

4. Tahap Tersier

Tahap ini disebut tahap pilihan. Tahap ini biasanya untuk memisahkan kandungan zat-zat yang tidak ramah lingkungan seperti senyawa nitrat, fosfat, materi organik yang sukar terurai, dan padatan anorganik.

Nitrifikasi/Denitrifikasi:

- **Nitrifikasi** adalah pengubahan amonia menjadi nitrat (NO_3^-) dengan bantuan bakteri aerobik.
- **Denitrifikasi** adalah reduksi nitrat menjadi gas nitrogen bebas seperti N_2 , NO , dan NO_2 .
Senyawa $\text{NO}_3^- \rightarrow$ gas nitrogen bebas

Pemisahan fosfor

- Fosfor dapat dipisahkan dengan cara koagulasi/penggumpalan dengan garam Al dan Ca, kemudian disaring

Adsorpsi

oleh karbon aktif untuk menyerap zat pencemar, pewarna, dan bau tak sedap.

Penyaringan mikro

untuk memisahkan partikel kecil seperti bakteri dan virus.

Rawa buatan

untuk mengurai materi organik dan anorganik yang masih tersisa dalam air limbah.

5. Disinfektan

- Disinfektan ditambahkan pada tahap ini untuk menghilangkan mikroorganisme seperti virus dan materi organik penyebab bau dan warna.
- Air yang keluar dari tahap ini dapat digunakan untuk irigasi atau keperluan industri, contoh Cl_2 .



6. Pengolahan padatan lumpur

Padatan lumpur dari pengolahan ini dapat diuraikan bakteri aerobik atau anaerobik menghasilkan gas CH_4 untuk bahan bakar dan biosolid untuk pupuk.

Contoh penentuan jenis pengolahan air limbah yang digunakan berdasarkan karakteristik air limbah yang akan diolah dan baku mutu yang menjadi acuan penataan.

Parameter	Proses Penyamakan Menggunakan Krom		Proses Penyamakan Menggunakan Daun-daunan	
	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
BOD ₅	50	2,0	70	2,8
COD	110	4,4	180	7,2
TSS	60	2,4	50	2,0
Krom Total (Cr)	0,60	0,024	0,10	0,004
Minyak dan Lemak	5,0	0,20	5,0	0,20
Nitrogen Total (sebagai N)	10	0,40	15	0,60
Amonia Total	0,5	0,02	0,50	0,02
Sulfida (sebagai S)	0,8	0,032	0,50	0,02
pH	6,0 - 9,0		6,0 - 9,0	
Debit limbah paling tinggi	40 m ³ per ton bahan baku		40 m ³ per ton bahan baku	

Karakteristik Sumber Pencemaran Air Limbah USAHA DAN/ATAU KEGIATAN INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

FISIKA:

- TSS, bau (ada Amoniak)

KIMIA:

- BOD, COD, Krom, Minyak & lemak, Nitrogen, Amonia, Sulfida, pH

BIOLOGI:

-

Untuk memastikan kadar BOD-COD sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan Biologis dengan unit Aerasi

Untuk memastikan TSS sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan FISIKA dengan: Penyaringan, Pengecilan ukuran, Pengendapan

Untuk memastikan kandungan Sulfida sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan Biologis dengan unit Aerasi

Untuk memastikan kandungan Nitrogen dan Amonia sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan Biologis dengan Lumpur Aktif **Nitrifikasi/Denitrifikasi**

Untuk memastikan kandungan Minyak & Lemak sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan Kimia dengan cara hidrolisasi oleh Alkali
- Metode Pengolahan FISIKA dengan Penyaringan/penangkapan/pemisahan

Untuk mentralisir kandungan pH sesuai baku mutu dibutuhkan proses:

- Metode Pengolahan Kimia dengan cara penampahan zat kimia kapur

No.Dokumen	SMK3L-BK3/F-01-01	Revisi: 00	Tanggal Terbit: 04 Januari 2023
Formulir	Penentuan Jenis Pengolahan Air Limbah		Hal: 1 dari 1

Karakteristik air limbah yang akan diolah sesuai baku mutu yang menjadi acuan penataan.	Jenis Pengolahan Air Limbah		
	FISIKA	KIMIA	BIOLOGI
BOD COD			Dengan Unit AERASI
TSS	Penyaringan, Pengecilan ukuran, Pengendapan	PROSES KOAGULASI (penambahan zat kimia tawas)	
Krom			Dengan Unit AERASI
Minyak dan Lemak	Penyaringan/penangkapan/pemisahan	hidrolisasi oleh Alkali	
Nitrogen Amoniak			Lumpur Aktif Nitrifikasi/Denitrifikasi
Sulfida			Dengan Unit AERASI
pH		Pengolahan Kimia dengan cara penampahan zat kimia kapur	

Dibuat oleh,

(Faukal Hasan)
HSE Officer

Diketahui oleh,

(Manager HSE)

**Contoh Penentuan
Jenis Pengolahan Air Limbah**

POST TEST



Sesuai karakteristik air limbah yang telah diatur di peraturan perundangan lingkungan tentang baku mutu air Limbah

Tentukan jenis pengolahan Air Limbah di Industri dan/atau kegiatan perusahaan Anda?

SELAMAT BEKERJA



Anda membutuhkan pelatihan ini?
Hubungi [08553059367](tel:08553059367) atau kunjungi
website kami <https://belajark3.com>

Informasi Lengkap