

#6

PENGOLAHAN AIR DAN LIMBAH**Materi Pertemuan #6 (Online #5)****Kemampuan Akhir Yang Diharapkan**

Mampu mempertimbangkan pendekatan strategis dalam menyelesaikan berbagai masalah yang berhubungan dengan lingkungan terkait pengolahan air dan limbah.

Indikator Penilaian

Ketepatan dalam mempertimbangkan pendekatan strategis dalam menyelesaikan berbagai masalah yang berhubungan dengan lingkungan terkait pengolahan air dan limbah.

6.1. Pendahuluan

Air merupakan sumber bagi kehidupan. Sering kita mendengar bumi disebut sebagai planet biru, karena air menutupi $\frac{3}{4}$ permukaan bumi. Tetapi tidak jarang pula kita mengalami kesulitan mendapatkan air bersih, terutama saat musim kemarau disaat air sumur mulai berubah warna atau berbau. Ironis memang, tapi itulah kenyataannya. Yang pasti kita harus selalu optimis. Sekalipun air sumur atau sumber air lainnya yang kita miliki mulai menjadi keruh, kotor ataupun berbau, selama kuantitasnya masih banyak kita masih dapat berupaya merubah/menjernihkan air keruh/kotor tersebut menjadi air bersih yang layak pakai.

Ada berbagai macam cara sederhana yang dapat kita gunakan untuk mendapatkan air bersih, dan cara yang paling mudah dan paling umum digunakan adalah dengan membuat saringan air, dan bagi kita mungkin yang paling tepat adalah membuat penjernih air atau saringan air sederhana. Perlu diperhatikan, bahwa air bersih yang dihasilkan dari proses penyaringan air secara sederhana tersebut tidak dapat menghilangkan sepenuhnya garam yang terlarut di dalam air.

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari maupun untuk kepentingan lainnya seperti pertanian dan industri. Oleh karena itu keberadaan air dalam masyarakat perlu dipelihara dan dilestarikan bagi kelangsungan kehidupan. Air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Semua orang tahu betul akan pentingnya air sebagai sumber kehidupan. Namun, tidak semua orang berfikir dan bertindak secara bijak dalam menggunakan air dengan segala permasalahan yang mengitarinya. Malah ironisnya, suatu kelompok masyarakat begitu sulit mendapatkan air bersih, sedangkan segelintir kelompok masyarakat lainnya dengan mudahnya menghambur-hamburkan air.

Kebutuhan akan pentingnya air tidak diimbangi dengan kesadaran untuk melestarikan air, sehingga banyak sumber air yang tercemar oleh perbuatan manusia itu sendiri. Ketidak bertanggung jawaban mereka membuat air menjadi kotor, seperti membuang sampah ke tepian sungai sehingga aliran sungai menjadi

mampet dan akhirnya timbul banjir jika hujan turun, membuang limbah pabrik ke sungai yang mengakibatkan air itu menjadi tercemar oleh bahan-bahan berbahaya, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air yang telah tercemar hingga layak digunakan untuk aktivitas sehari-hari.

Terdapat beberapa sumber air di bumi, antara lain: (Sutrisno, 2004)

1) Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2) Air Atmosfir (Air Meteriologik)

Dalam kehidupan sehari-hari air ini dikenal sebagai air hujan. Dapat terjadi pengotoran dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya tetapi dalam keadaan murni sangat bersih. Sehingga untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya tidak menampung air hujan pada saat hujan baru turun, karena masih mengandung banyak kotoran.

Selain itu air hujan memiliki sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karat). Disamping itu air hujan ini mempunyai sifat lunak sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

3) Air Tanah

Menurut Chandra (2006), air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap kedalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air.

Kesadahan pada air ini akan menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi. Zat-zat mineral tersebut antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti besi dan mangan.

Beberapa jenis air tanah, antara lain:

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah.

Lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, kemudian air yang akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam dikenal juga dengan air artesis. Air ini terdapat diantara dua lapisan kedap air. Lapisan diantara dua lapisan kedap air tersebut disebut lapisan akuifer. Lapisan tersebut banyak menampung air. Jika lapisan kedap air retak, secara alami air akan keluar ke permukaan. Air yang memancar ke permukaan disebut mata air artesis.

Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 177-377 m) akan didapatkan suatu lapis air.

Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak dapat ke luar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

c. Mata Air

Mata air merupakan air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam.

Berdasarkan keluarnya (munculnya ke permukaan tanah) mata air dapat dibedakan atas:

- Mata Air Rembesan, yaitu mata air yang airnya keluar dari lereng-lereng.
- Umbul, yaitu mata air dimana airnya keluar ke permukaan pada suatu dataran.

Secara umum, kandungan yang terdapat pada air tanah adalah:

- a. Lebih sedikit bakteri.
- b. Kemungkinan terdapat banyak larutan padat.

4) Air Permukaan

Menurut Chandra (2006), air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan, antara lain:

- a. Mutu atau kualitas
- b. Jumlah atau kuantitas
- c. Kontinuitas

Air permukaan seringkali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lainnya.

Air permukaan meliputi:

a. Air Sungai

Air sungai memiliki derajat pengotoran yang tinggi sekali. Hal ini karena selama pengalirannya mendapat pengotoran, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya.

Oleh karena itu dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna.

b. Air Rawa

Kebanyakan air rawa berwarna kuning coklat yang disebabkan oleh adanya zat-zat organis yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air. Dengan adanya pembusukan kadar zat organis yang tinggi tersebut, maka umumnya kadar mangan (Mn) akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O₂ kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur mangan (Mn) ini akan larut.

Secara umum, kandungan yang terdapat pada air permukaan adalah:

a. Lebih banyak bakteri.

b. Lebih banyak padatan tersuspensi dan ganggang.

6.2. Pengolahan Air

Sistem pengelolaan air ini dikenal dengan istilah *Water Treatment*. Ada beberapa tahap pengelolaan air yang harus dilakukan sehingga air tersebut bisa dikatakan layak untuk dipakai. Namun, tidak semua tahap ini diterapkan oleh masing-masing pengelola air, tergantung dari kualitas sumber airnya.

Sebagai contoh, jika sumber airnya berasal dari dalam tanah (*ground water*), sistem pengelolaan airnya akan lebih sederhana dari pada yang sumber airnya berasal dari sumber air permukaan, seperti air sungai, danau atau laut. Karena air yang berasal dari dalam tanah telah melalui penyaringan secara alami oleh struktur tanah itu sendiri dan tidak terkontak langsung dengan udara bebas yang mengandung banyak zat-zat pencemaran air.

Berbeda halnya dengan sumber air permukaan yang mudah sekali tercemar. Namun demikian air yang berasal dari dalam tanahpun akan jadi tercemar juga jika sistem penampungan dan penyalurannya tidak bagus.

Untuk proses yang terjadi sebelum pengolahan air, antara lain:

1) Pemompaan (*pumping*).

2) Penyaringan (*screening*).

- 3) Penyimpanan (*storage*) atau kolam (*reservoirs*).
Pada proses ini akan terjadi pemurnian alam, dan dapat menjadi solusi untuk kekeringan.
- 4) Pengkondisian awal (*dikeraskan/hardness*).
- 5) Proses sebelum kloronisasi (*pre-chlorination*).
Sebagian besar proses ini sudah dihentikan.

Secara umum proses pengolahan air dibagi dalam 3 unit, yaitu:

1) Unit Penampungan Awal (*Intake*)

Unit ini dikenal dengan istilah unit Sadap Air (*Intake*). Unit ini berfungsi sebagai tempat penampungan air dari sumber airnya. Selain itu unit ini dilengkapi dengan *Bar Screen* yang berfungsi sebagai penyaring awal dari benda-benda yang ikut tergenang dalam air seperti sampah daun, kayu dan benda2 lainnya.

2) Unit Pengolahan (*Water Treatment*)

Pada unit ini, air dari unit penampungan awal diproses melalui beberapa tahapan, antara lain:

a. Penguraian (*Clarification*)

Dalam tahap ini akan menghilangkan beberapa hal, antara lain:

- Padatan halus.
- Mikro organisme.
- Beberapa bahan anorganik dan organik terlarut.

Selain itu pada tahap ini jeruk nipis dan soda abu ditambahkan untuk menaikkan pH, yang akan membantu pembekuan (*coag*) dan penggumpalan (*floc*) pipa utama.

b. Pembekuan (*Coagulation*)

Pada tahap ini, air yang berasal dari penampungan awal diproses dengan menambahkan zat kimia Tawas (alum) atau zat sejenis seperti zat garam besi (*Salts Iron*) atau dengan menggunakan sistem pengadukan cepat (*Rapid Mixing*).

Air yang kotor atau keruh umumnya karena mengandung berbagai partikel koloid yang tidak terpengaruh gaya gravitasi sehingga tidak bisa mengendap dengan sendirinya.

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghancurkan partikel koloid (yang menyebabkan air keruh) tadi sehingga terbentuk partikel-partikel kecil namun masih sulit untuk mengendap dengan sendirinya.

Pada tahap ini akan menghilangkan resapan alamiah partikel. Pembekuan terjadi karena partikel-partikel tersebut akan saling menarik dan saling menempel.

Pada tahap ini akan ditambahkan material-material tertentu dalam sekejap dalam alat pengaduk. Material-material yang ditambahkan biasanya menggunakan tawas (*alum*), besi sulfat (*iron sulphate*), besi klorida (*iron chloride*), polimer (*polymers*).

c. Penggumpalan (*Flocculation*)

Proses penggumpalan (*flocculation*) adalah proses penyisihan kekeruhan air dengan cara penggumpalan partikel untuk dijadikan partikel yang lebih besar (partikel *floc*).

Pada tahap ini, partikel-partikel kecil yang terkandung dalam air digumpalkan menjadi partikel-partikel yang berukuran lebih besar (*floc*) sehingga dapat mengendap dengan sendirinya (karena gravitasi) pada proses berikutnya. Di proses ini dilakukan dengan cara pengadukan lambat (*Slow Mixing*).

Pada tahap ini penggumpalan terjadi pada cekungan/kolam gumpalan (*floc basin*), yang secara perlahan-lahan dicampur dalam tanki. Pada tahap ini partikel kecil bergabung membentuk partikel yang lebih besar.

d. Pengendapan (*Sedimentation*)

Pada tahap ini partikel-partikel *floc* tersebut mengendap secara alami di dasar penampungan karena massa jenisnya lebih besar dari unsur air. Kemudian air di alirkan masuk ke tahap penyaringan di Unit Filtrasi.

Pada tahap ini pengendapan terjadi dalam tangki besar dengan aliran yang lambat. Gumpalan (*floc*) akan mengendap ke bawah. Gumpalan (*floc*) tersebut berbentuk lumpur. Namun gumpalan (*floc*) tersebut harus dihilangkan dan dirawat.

e. Penyaringan (*Filtration*)

Pada tahap ini air disaring melewati media penyaring yang disusun dari bahan-bahan biasanya berupa pasir dan kerikil silica. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut.

Secara umum setelah melalui proses penyaringan ini air langsung masuk ke unit Penampungan Akhir. Namun untuk meningkatkan kualitas air kadang diperlukan proses tambahan, seperti:

– Proses Pertukaran Ion (*Ion Exchange*)

Proses pertukaran ion bertujuan untuk menghilangkan zat pencemar anorganik yang tidak dapat dihilangkan oleh proses filtrasi atau sedimentasi. Proses pertukaran ion juga digunakan untuk menghilangkan arsenik, kromium, kelebihan fluorida, nitrat, radium, dan uranium.

– Proses Penyerapan (*Absorption*)

Proses ini bertujuan untuk menyerap/menghilangkan zat pencemar organik, senyawa penyebab rasa, bau dan warna. Biasanya dengan membubuhkan bubuk karbon aktif ke dalam air tersebut.

– Proses Disinfeksi (*Disinfection*)

Sebelum masuk ke unit Penampungan Akhir, air melalui Proses Disinfeksi dahulu. Yaitu proses pembubuhan bahan kimia *Chlorine* yang bertujuan untuk membunuh bakteri atau mikroorganisme berbahaya yang terkandung di dalam air tersebut.

Pada tahap ini akan menghilangkan sisa partikel dan gumpalan (*floc*). Terdapat beberapa jenis saringan, antara lain:

– Saringan pasir cepat (*rapid sand filter*).

Pada jenis ini membutuhkan *backwash* (air yang berputar).

– Saringan pasir lambat (*slow sand filter*).

Untuk jenis ini membutuhkan banyak ruang.

– Sistem ultrafiltrasi (*ultrafiltration*).

f. Pencucian (*Disinfection*)

Pada tahap ini akan membunuh patogen yang melewati filter. Pada tahap ini, senyawa yang digunakan, antara lain:

– Klorin (*chlorine*).

Senyawa ini dapat membentuk THM (Trihalomethanes) dan HAA (Haloacetic acids).

Trihalomethanes (THM) adalah senyawa kimia di mana tiga dari empat atom hidrogen metana (CH_4) digantikan oleh atom halogen. Banyak trihalomethanes digunakan dalam industri sebagai pelarut atau *refrigerant*.

Haloacetic acids adalah asam karboksilat di mana atom halogen menggantikan atom hidrogen dalam asam asetat.

– Kloramin (*chloramines*).

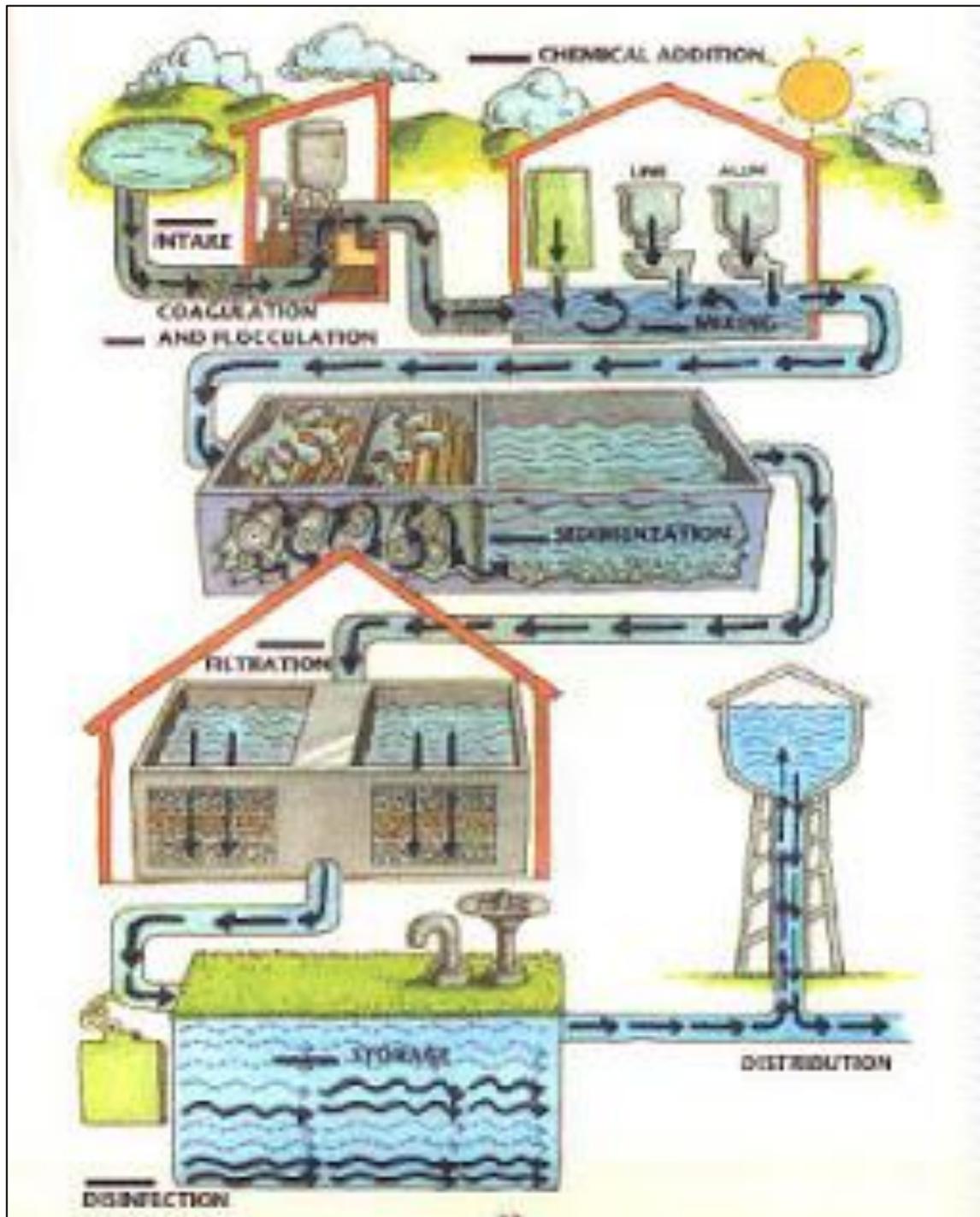
– Ozon (*ozone*).

– Radiasi UV.

3) Unit Penampung Akhir (*Reservoir*)

Setelah masuk ke tahap ini berarti air sudah siap untuk didistribusikan ke masyarakat.

Pada Gambar 6.1 merupakan tahap pengolahan air (*water treatment*).



Gambar 6.1. Tahap Pengolahan Air

6.3. Pengoahan Limbah (Sewage)

Penggunaan pengolahan limbah modern, bersama-sama dengan klorinasi telah menyebabkan penurunan penyebaran patogen di dunia.

Pengolahan limbah terdiri dari:

- 1) Pengolahan pertama (*primary treatment*)
- 2) Pengolahan kedua (*secondary treatment*)
- 3) Pengolahan tersier (*tertiary treatment*).

Efisiensi pada pengolahan limbah dinyatakan dalam hal pengurangan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang merupakan jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi oleh mikro organisme.

Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pengolahan pertama (*primary treatment*) melibatkan penghilangan bahan partikel yang tidak larut oleh beberapa proses, antara lain:

- 1) Penyaringan (*screening*).
- 2) Penambahan tawas (*alum*).
- 3) Penambahan bahan pembekuan (*coagulation*) lainnya.
- 4) Prosedur fisik (*physical procedures*).

Pengolahan pertama (*primary treatment*) secara fisik dapat menghilangkan 20-30% dari BOD yang hadir dalam bentuk partikel. Pengolahan pertama (*primary treatment*) juga akan menghasilkan material padat yang disebut lumpur (*sludge*).

Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Pada pengolahan kedua (*secondary treatment*) melibatkan penghilangan secara biologis bahan organik terlarut. Sekitar 90-95% dari BOD yang tersisa dan banyak bakteri patogen dihilangkan oleh proses ini.

Beragam teknik yang terlibat dalam pengolahan kedua (*secondary treatment*). Semuanya melibatkan kegiatan mikroba yang sama. Beberapa teknik yang terdapat pada pengolahan kedua (*secondary treatment*), antara lain:

- 1) Keterlibatan (*involves*).
- 2) Penyaring yang mengalir (*trickling filters*).
- 3) Metode lumpur aktif (*activated sludge method*).
- 4) Laguna (*lagoons*).
- 5) Sistem pengisian angin diperluas (*extended aeration systems*).
- 6) Pencernaan anaerobik (*anaerobic digesters*).

Trickling Filters

Pada teknik *trickling filters*, limbah buangan dilewatkan di atas batu atau bahan padat lainnya, di mana mikroba *films* (lapisan tipis ganggang) telah dikembangkan. Komunitas mikroba dalam *films* (lapisan tipis ganggang) ini mendegradasi limbah organik. Bagian dari air limbah yang melalui saringan menyebabkan perkembangan *zooglear film* (bakteri, protozoa, dll).

Organisme yang terdapat pada teknik *trickling filters*, antara lain:

- 1) *Zooflagellates (Mastigophorans)*
Terutama terdapat dalam sistem muatan yang sangat tinggi.
- 2) *Amoebae*
Spesies yang berbeda dalam sistem yang berbeda
- 3) *Ciliates*
Sangat umum dan menyebar di bakteri.
- 4) *Nematoda*
- 5) *Diatoms*
Terdapat dalam sistem muatan yang ringan.

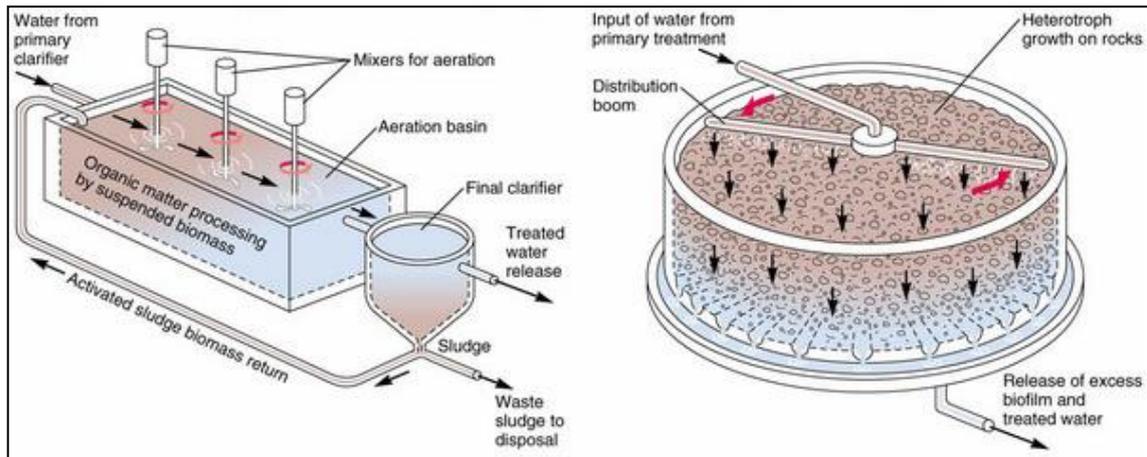
Activated Sludge Method

Dalam teknik ini, melibatkan aliran horizontal dari bahan dengan lumpur daur ulang. Lumpur biomassa aktif terbentuk ketika bahan organik yang terdegradasi dan teroksidasi oleh mikroorganisme.

Ada dua sistem pada teknik ini, antara lain:

- 1) Sistem Tingkat Rendah
Pada sistem ini, digunakan input rendah nutrisi/unit biomassa mikroba dan menghasilkan kualitas limbah yang baik.
- 2) Sistem Tingkat Tinggi
Pada sistem ini, digunakan input tinggi nutrisi/unit biomassa mikroba. Menghasilkan kualitas limbah yang buruk.

Pada Gambar 6.2 merupakan pengolahan limbah sekunder *aerobic* dengan menggunakan *activated sludge* dan *trickling filter*.

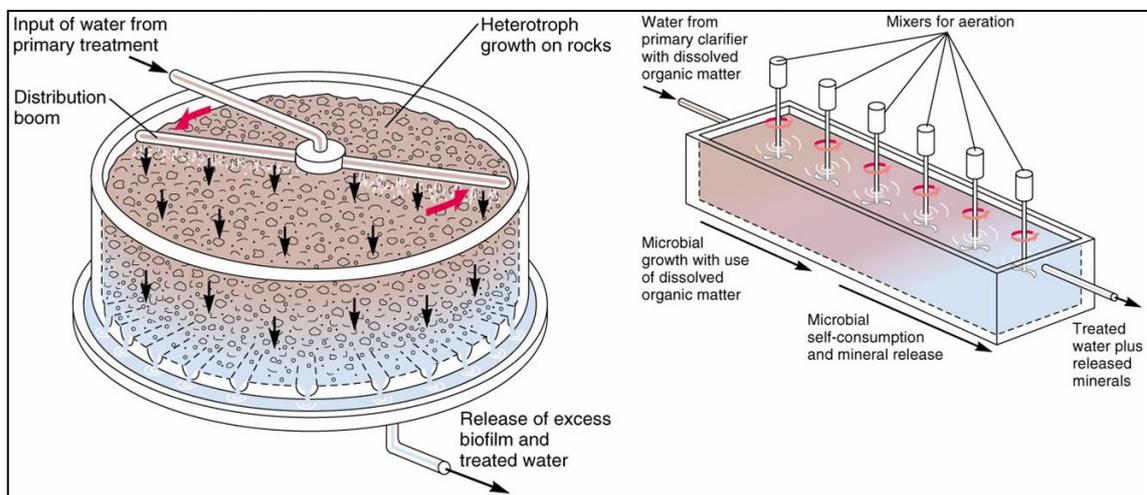


Gambar 6.2. Pengolahan Limbah Sekunder Aerobic – Activated sludge dan Trickling filter.

Extended Aeration Method

Pada teknik ini akan menghasilkan lebih sedikit lumpur (*sludge*). Mikroorganisme tumbuh pada bahan organik terlarut dan biomassa mikroba yang baru terbentuk akhirnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi pemeliharaan. Pada teknik ini membutuhkan kolam (*basin*) aerasi yang besar dan menambah waktu aerasi.

Pada Gambar 6.3 dapat dilihat *Extended Aeration Process*.



Gambar 6.3. Extended Aeration Process

Anaerobic Digestion

Teknik ini digunakan untuk mengurangi sebagian besar lumpur limbah atau biomassa mikroba yang terbentuk dalam sistem pengolahan aerobik. Lumpur dari pengolahan limbah anaerobik bersama-sama dengan bahan yang ditetapkan di luar dalam perawatan primer, lebih lanjut diolah pada pencernaan anaerobik (*anaerobic digestion*).

Pencernaan anaerobik (*anaerobic digesters*) adalah tangki fermentasi besar yang dirancang untuk beroperasi secara anaerob (*anaerobically*) dengan masukan terus menerus dari limbah yang tidak diolah dan penghapusan produk lumpur akhir yang distabilkan.

Pada teknik ini melibatkan 3 langkah, antara lain:

- 1) Fermentasi komponen lumpur untuk membentuk asam organik (*organic acids*), termasuk asetat (*acetate*).
- 2) Memproduksi substrat metanogen (*methanogenic substrates*):
 - a. Asetat
 - b. CO₂, dan
 - c. Hidrogen
- 3) Proses pembentukan gas metan (*methanogenesis*) oleh penghasil metana (*methane*). Metana yang dihasilkan dihilangkan oleh ventilasi di bagian atas tangki.

Adapun keuntungan dari teknik *anaerobic digestion*, antara lain:

- 1) Sebagian besar biomassa mikroba menghasilkan pertumbuhan aerobik yang digunakan untuk produksi metana.
- 2) Lumpur menempati lebih sedikit volume dan dapat dikeringkan dengan mudah.

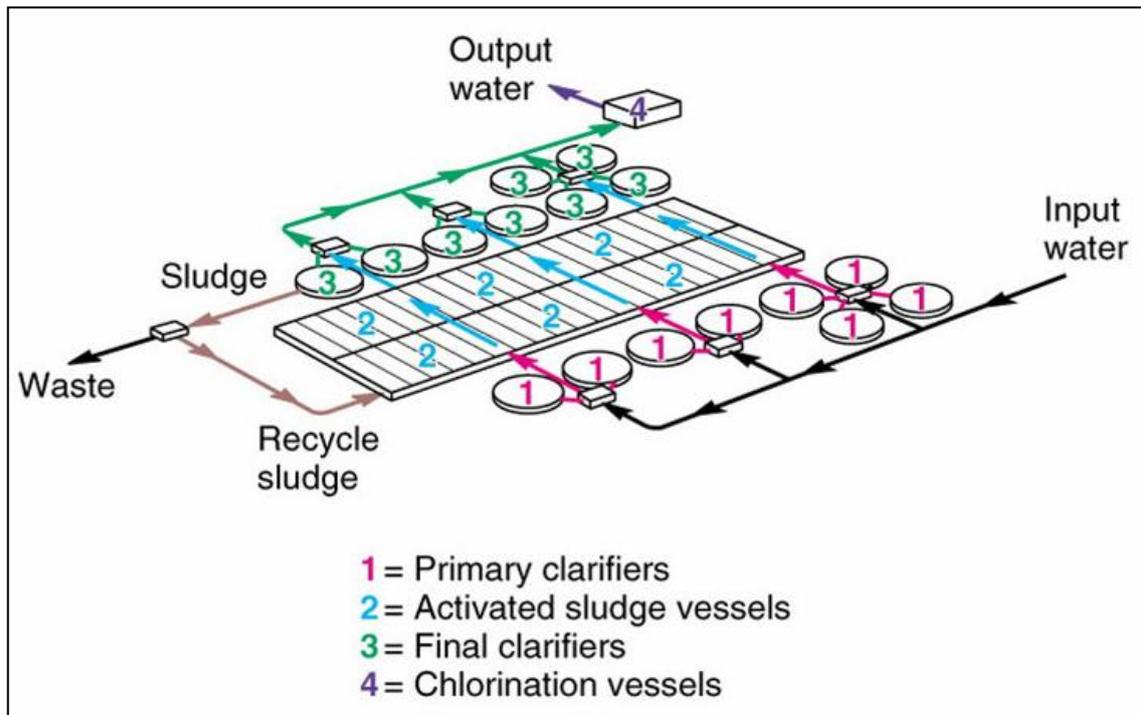
Sedangkan kerugian dari teknik *anaerobic digestion*, yaitu: akumulasi logam berat dan kontaminan lingkungan lainnya dalam lumpur.

Pada Gambar 6.4 merupakan tampak udara pabrik limbah konvensional modern.



Gambar 6.4. Tampak Udara Pabrik Limbah Konvensional Modern

Sedangkan untuk gambar teknik dari pabrik limbah konvensional modern dapat dilihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5. Gambar Teknik Pabrik Limbah Konvensional Modern

Pengolahan Tersier (*Tertiary Treatment*)

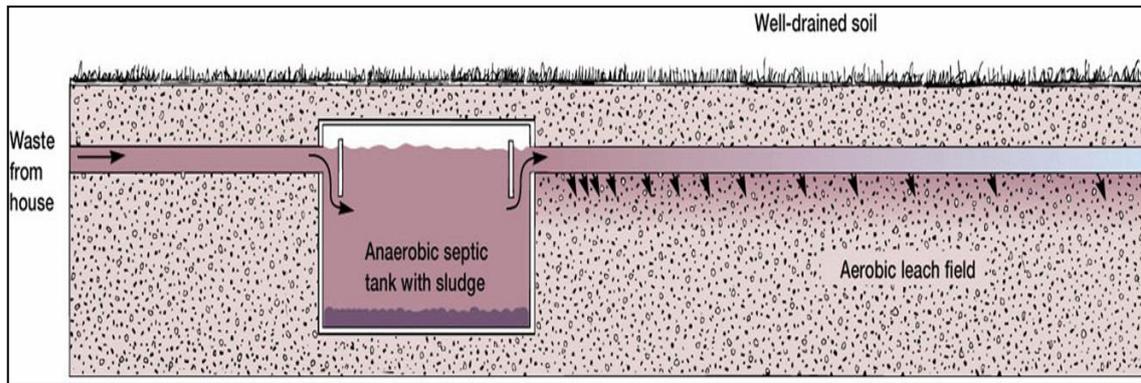
Pengolahan tersier (*tertiary treatment*) merupakan metode yang paling lengkap dalam pengolahan limbah, tetapi tidak banyak diadopsi, dikarenakan mahal. Pada pengolahan tersier (*tertiary treatment*), nutrisi air limbah dihilangkan seluruhnya sehingga tidak dapat mendukung pertumbuhan.

Pada Gambar 6.6 dapat dilihat teknik pengolahan tambahan.



Gambar 6.6. Teknik Pengolahan Tambahan

Sedangkan pada Gambar 6.6 merupakan sistem pengolahan *septic tank* rumah.



Gambar 6.6. Sistem Pengolahan *Septic Tank* Rumah

Forum

Tuliskan judul jurnal yang terdapat pada link di pertemuan ini. Selain itu jika terdapat pertanyaan atau apapun yang terkait dengan materi ke-6 serta tugas pertemuan #6 (online #5) dapat juga dituliskan pada Forum ini.

Link Jurnal

Untuk memahami materi ke-6 ini, silahkan baca jurnal yang terkait dengan pembahasan materi ke-6 yang dapat dilihat pada link berikut.

<http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/169/70>

Kuis

Jawab pertanyaan berikut dengan memilih jawaban yang paling sesuai.

1. Yang termasuk organisme yang terdapat pada teknik *trickling filters*, **yaitu**:
 - a. Ganggang
 - b. Amoebae
 - c. Bakteri
 - d. Protozoa

2. Yang termasuk proses limbah pada pengolahan pertama (*primary treatment*), **kecuali**:
 - a. Penyaringan (*screening*)
 - b. Pencernaan anaerobik (*anaerobic digesters*)
 - c. Penambahan bahan pembekuan (*coagulation*)
 - d. Penambahan tawas (*alum*)

3. Yang merupakan pembagian unit proses pengolahan air secara umum, **kecuali**:
 - a. Unit Penampungan Awal (*Intake*)
 - b. Unit Pencucian (*Disinfection*)
 - c. Unit Pengolahan (*Water Treatment*)
 - d. Unit Penampung Akhir (*Reservoir*)

4. Yang merupakan proses tambahan pada tahap penyaringan (*filtration*), **yaitu**:
 - a. Proses Pencucian (*Disinfection*)
 - b. Proses Pertukaran Ion (*Ion Exchange*)
 - c. Proses Pengendapan (*Sedimentation*)
 - d. Proses Penggumpalan (*Flocculation*)

5. Pada tahap penguraian (*Clarification*) terdapat material yang ditambahkan, **yaitu**:
 - a. Tawas
 - b. Soda abu
 - c. Besi sulfat
 - d. Besi klorida

Tugas

Jawablah pertanyaan dibawah ini yang bersumber dari modul dan jurnal yang saudara baca sebelumnya:

1. Latar belakang dari penelitian tersebut.
2. Tujuan dari penelitian tersebut.
3. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut.
4. Hasil dari penelitian tersebut.
5. Manfaat dari hasil penelitian tersebut.

Daftar Pustaka

Noe, Cheng San. 2010. Ilmu Pengetahuan Lingkungan.

Darsono, Valentinus. 1995. Pengantar Ilmu Lingkungan. Yogyakarta. Penerbitan Universitas Atma Jaya

Miller. G. Tyler. Jr., 1993, Environmental Science, Sustaining the Earth, Wadsworth Publishing Company, Belmont - California, fourth edition

Santosa, Kuku. 2006. Pengantar Ilmu Lingkungan. Semarang. Unnes Press

Soerjani, M. 2009. Pendidikan Lingkungan, Sebagai Dasar Kearifan Sikap Bagi Kelangsungan Kehidupan Menuju Pembangunan Berkelanjutan. Yayasan Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan. Jakarta

Tandjung, Shalihuddin Djalal. Tt. Ekologi Dan Pengantar Ilmu Lingkungan. Yogyakarta. Program Studi Ilmu Lingkungan. Program Pasca Sarjana, UGM

Tim MKU PLH. 2014. Pendidikan Lingkungan Hidup. Buku Ajar MKU. PUSBANG MKU/MKDK. Universitas Negeri Semarang