

**DIKTAT MATA KULIAH**

**TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH  
(TKK 213218)**



**OLEH**

**MUHAMMAD RENDANA, B.Sc., M.Sc., Ph.D**

**TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

## **KATA PENGANTAR**

Rasa syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kesempatan bagi saya untuk menyelesaikan Diktat Mata Kuliah Teknik Pengolahan Limbah (TKK 213218) yang diajarkan pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Diktat Mata Kuliah Teknik Pengolahan Limbah ini merupakan salah satu mata kuliah yang diwajibkan untuk diikuti oleh mahasiswa S1 Jurusan Teknik Kimia dengan jumlah SKS sebesar 2 SKS. Pembuatan diktat ini dimaksudkan sebagai pelengkap materi kuliah sehingga dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi perkuliahan yang diberikan sehingga proses pembelajaran menjadi lebih lancar.

Isi dari diktat ini meliputi bab 1-5 yang mencakup pertemuan pertama hingga kelima seperti yang dijelaskan dalam RPS. Materi yang disampaikan dalam diktat ini antara lain: jenis dan karakteristik limbah, analisis timbunan sampah, dasar-dasar pengolahan limbah, undang-undang dan peraturan dalam pengelolaan limbah, dan teknik-teknik yang digunakan dalam pengolahan limbah. Semoga diktat ini bisa memberi manfaat bagi mahasiswa.

Palembang, Oktober 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

Cover.....	i
Kata pengantar.....	ii
Lembar pengesahan.....	iii
Daftar isi.....	iv
Bab I Pendahuluan.....	1
1.1 Deskripsi mata kuliah.....	1
1.2 Tujuan dan manfaat diktat.....	1
Bab II Definisi, sumber, dan karakteristik limbah.....	3
2.1 Definisi limbah.....	3
2.2 Sumber dan karakteristik limbah.....	6
2.3 Klasifikasi limbah cair.....	8
Bab III Analisis parameter dan perhitungan timbulan limbah padat.....	10
3.1 Pengertian sampah.....	10
3.2 Timbulan Sampah.....	10
Bab IV Dasar-dasar pengolahan limbah industri.....	16
4.1 Pengolahan air limbah.....	16
4.2 Pengolahan berdasarkan tingkat perlakuan.....	16

4.3 Pengolahan limbah berdasarkan karakteristik.....	18
Bab V Undang-undang dan peraturan pengelolaan lingkungan hidup.....	21
5.1 Dasar pengelolaan lingkungan hidup.....	21
5.2 Pengertian pencemaran lingkungan.....	25
5.3 Pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun.....	29
5.4 Pengawasan dan sanksi administrasi.....	31
Bab VI Pengendalian dan teknik pengolahan limbah/pencemaran.....	32
6.1 Pengelolaan limbah cair.....	32
6.2 Pemilihan teknologi pengolahan limbah cair.....	37
6.3 Sistem pengolahan limbah cair.....	38
Daftar Pustaka.....	47

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Deskripsi Mata Kuliah**

Mata kuliah teknik pengolahan limbah merupakan mata kuliah tentang mengenal, mengidentifikasi dan mengolah limbah yang dihasilkan dari kegiatan pabrik kimia. Materi yang dipelajari pada mata kuliah ini meliputi: Sumber dan karakteristik limbah; Metoda analisis parameter; Perhitungan timbulan limbah, Dasar pengolahan limbah industri secara fisika; kimia dan biologi; Undang-undang dan peraturan pengolahan lingkungan hidup; Pengolahan limbah padat; Pengolahan Limbah cair; Pengolahan kebisingan dan getaran; Pengelolaan emisi gas; Pengendalian pencemaran udara; air dan tanah; Pengenalan peralatan pengendalian pencemaran udara, air dan tanah. Pra-rancangan bioreaktor pengendalian.

### **1.2 Tujuan dan manfaat diktat**

1. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi, sumber dan karakteristik limbah cair, padat, dan gas.
2. Mahasiswa mampu melakukan analisis parameter dan menghitung timbulan limbah.

3. Mahasiswa mampu menjelaskan tentang dasar-dasar pengolahan limbah industri dan metode pengolahan limbah secara fisika, kimia, dan biologi.
4. Mahasiswa mampu menjelaskan kembali tentang Undang-undang dan peraturan pengelolaan lingkungan hidup;

## **BAB II**

### **DEFINISI, SUMBER, DAN KARAKTERISTIK LIMBAH**

#### **2.1. Definisi Limbah**

Limbah ialah sisa buangan dari suatu usaha atau aktivitas yang mempunyai kandungan material berbahaya, toksik, dan disebabkan oleh jumlah dan sifatnya yang bisa memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (Hayati dkk., 2021). Beberapa senyawa yang banyak didapatkan dalam limbah seperti senyawa organik, logam berat, material tersuspensi, nutrien, mikroba, dan parasit (Indrayani, 2018). Berdasarkan fasa limbah yang dihasilkan, limbah dibagikan kepada tiga jenis antara lain:

##### **1. Limbah cair**

Limbah cair ialah limbah yang berwujud cair. Limbah ini bersifat dinamis dalam suatu ekosistem bisa berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya mengikuti aliran air (sungai, parit, dan lain-lain). Contoh limbah cair misalnya, air cucian piring, air cuci pakaian yang dikategorikan sebagai limbah domestik. Sedangkan limbah cair industri

adalah limbah cair yang dihasilkan oleh industri daripada proses produksi (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Limbah cair. Sumber:

<https://grinvirobiotekno.com/>

## 2. Limbah padat

Limbah padat ialah limbah yang berwujud padat dan umumnya tidak bisa berpindah dengan sendirinya. Limbah padat bisa dihasilkan dari sisa-sisa makanan, sayuran di pasar, potongan kayu, material konstruksi, hasil industri dan pabrik (Gambar 2.2).





Gambar 2.2 Limbah padat. Sumber:

<https://kumparan.com/>

### 3. Limbah gas

Limbah gas ialah limbah yang mempunyai wujud gas. Limbah ini karena berfase gas akan mudah bergerak dan berpindah dengan bantuan angin sehingga penyebarannya akan menjadi lebih luas. Contoh dari limbah gas ialah gas emisi kendaraan dan buangan gas dari industri (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Limbah gas. Sumber:

<https://www.gramedia.com/>

## **2.2. Sumber dan karakteristik limbah**

Limbah cair ialah campuran daripada air serta material pencemar yang terkandung dalam air, bisa dalam bentuk terlarut dan tersuspensi yang dihasilkan dari tempat/area domestik seperti kantor, rumah, pasar, industri. Limbah cair juga bisa tercampur dengan air bawah tanah maupun air di permukaan, atau air hujan (Hastuti dan Nuraeni, 2017). Berdasarkan karakteristik umum, limbah cair bisa dibagikan kepada tiga jenis:

1. Limbah industri (Industrial waste)
2. Limbah buangan manusia (human excreta seperti feces dan urin).
3. Air limbah (Sewage)

Limbah cair bisa berasal dari berbagai kegiatan manusia (anthropogenic source) ataupun dari proses alam (natural source). Beberapa contoh kegiatan manusia yang mengeluarkan limbah cair seperti kegiatan rumah tangga, perdagangan, perkantoran, perindustrian, pelayanan umum, dan pertanian.

Jika limbah-limbah ini tidak dilakukan proses pengolahan yang benar, pastinya akan dapat menyebabkan efek buruk terhadap kualitas lingkungan, antara lain:

1. Pencemaran air permukaan dan air bawah tanah
2. Merusak kehidupan ekosistem air dan biodiversitas
3. Menyebabkan bau yang tidak sedap
4. Adanya lumpur yang menyebabkan pendangkalan terhadap air sungai atau parit sehingga beresiko kepada bencana banjir.

### **2.3. Klasifikasi limbah cair**

Klasifikasi limbah menurut wujudnya bisa dibagikan kepada empat jenis, yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan limbah suara. Limbah cair dikelompokkan menjadi empat jenis lagi yaitu:

1. Limbah domestik, menerangkan limbah cair dari sisa buangan rumah tangga, pembangunan, pasar, dan kantor. Misalnya air sabun, detergen dan feses.
2. Limbah industri, adalah limbah cair hasil sisa industri. Misalnya, sisa buangan air zat warna kain dari industri tekstil, air dari produksi olahan makanan, dan lain sebagainya.
3. Luapan atau rembesan, ialah limbah cair dari berbagai sumber yang terdapat dalam saluran pembuangan air limbah, yang merembes melalui tanah atau luapan dari permukaan. Air limbah bisa masuk ke dalam saluran pembuangan dengan melewati pipa yang telah rusak, sementara luapan bisa melewati bagian saluran yang terbuka atau terhubung ke permukaan. Misalnya, air buangan dari saluran atap, dari air conditioner (AC), bangunan pasar dan industri, serta area pertanian.
4. Air hujan (storm water), limbah cair yang dihasilkan dari aliran air hujan di permukaan tanah

(runoff). Aliran ini bisa membawa material-material sisa buangan lainnya sehingga disebut dengan limbah cair.

## **BAB III**

### **ANALISIS PARAMETER DAN PERHITUNGAN TIMBULAN LIMBAH PADAT**

#### **3.1. Pengertian sampah**

Sampah adalah sisa buangan daripada aktivitas rumah tangga, perdagangan, perindustrian, dan kegiatan manusia lainnya. Sampah dikenali sebagai sesuatu yang tidak bernilai guna (ekonomis) yang tidak terpakai lagi (Defriatno dan Krisdhianto, 2022). Amelia (2004) menyatakan sampah merupakan bahan yang tidak diinginkan lagi oleh penggunaannya dan berwujud padat. Sampah bisa dikategorikan menjadi dua yaitu sampah yang mudah membusuk dan sampah yang tidak membusuk. Sampah organik seperti sayur, sisa makanan, daun merupakan contoh sampah yang mudah membusuk. Sementara itu, contoh sampah yang tidak mudah membusuk misalnya plastik, karet, logam dan lain-lain.

#### **3.2. Timbulan Sampah**

Timbulan sampah ialah berat atau volume sampah yang dihasilkan dari berbagai jenis sumber sampah pada suatu daerah tertentu menurut waktu (Azkha, 2006). Timbulan

sampah menjadi sangat penting dalam menganalisis dan menetapkan desain alat yang digunakan sewaktu pemindahan sampah, fasilitas recycle bahan, serta fasilitas tempat pembuangan akhir sampah (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Contoh timbulan sampah.  
Sumber: <https://mediaindonesia.com/>

Untuk menghitung besaran sistem, bisa digunakan angka timbulan sampah seperti contoh berikut ini:

1. Satuan timbulan sampah kota sedang berkisar 2,75-3,25 L/orang/hari atau 0,070-0,080 kg/orang/hari.

2. Satuan timbulan sampah kota kecil berkisar 2,5-2,75 L/orang/hari atau 0,625-0,70 kg/orang/hari

Nilai di atas rujukan untuk kota sedang dengan jumlah penduduknya  $100.000 < p < 100.000$ . Estimasi timbulan sampah pada masa kini dan mendatang adalah dasar perencanaan atau langkah awal dalam sistem pengelolaan sampah. Satuan yang digunakan untuk timbulan sampah umumnya ditulis sebagai satuan skala kuantitas perorang atau perunit tempat dan lain-lain.

Untuk menghitung timbulan sampah, kita perlu mengumpulkan beberapa data primer seperti timbulan, komposisi, karakteristik kimia dan fisik, dan potensi daur ulang sampah. Data-data tersebut bisa dikumpulkan melalui pengambilan sampel sampah secara langsung di lapangan yang kemudian sampel sampah dianalisis di laboratorium untuk menentukan karakteristik fisik dan kimia yang terkandung di dalamnya.

Umumnya, perhitungan timbulan dibuat berdasarkan SNI 19-3964-1994 yaitu pengukuran timbulan berat serta volume sampah dari setiap sampel berdasarkan sumbernya. Perlu diingat bahwa satuan untuk besaran timbulan volume dan besaran timbulan berat adalah berbeda. Untuk satuan besaran timbulan volume adalah



L/orang/hari, L/tempattidur/hari, atau L/m<sup>2</sup>/hari. Sedangkan untuk satuan besaran timbulan berat adalah kg/orang/hari, kg/tempattidur/hari, atau kg/m<sup>2</sup>/hari.

Timbulan sampah ini selanjutnya dibagikan mengikuti luas area, total jiwa, dan total tempat tidur. Sarana yang dihitung mengikut total jiwa ialah sarana perkantoran, pendidikan, dan perniagaan. Sarana hotel pula menggunakan faktor pembagi mengikuti total tempat tidur. Sementara, sarana non domestik lainnya menggunakan luas areal sebagai faktor pembagi.

Volume sampah dapat ditentukan dengan memindahkan sampah dari kantong plastik ke alat kompaktor sambil menghitung tinggi sampah sebelum dan setelah dilakukan proses pemadatan. Pemadatan dilakukan dengan menghujam kompaktor sekitar tiga kali ke tanah dengan mengangkatnya sekitar 20 cm tinggi. Volume yang dipakai untuk mengukur besaran timbulan ialah volume setelah dilakukan pemadatan. Perhitungan berat sampah dengan menimbang sampah dari setiap sampel menggunakan timbangan.

Rumus timbulan per hari:

$$= \frac{\text{Volume sampah (L)}}{\text{Jumlah unit penghasil sampah} \left( \frac{\frac{m^2}{orang}}{tempattidur} \right)}$$

$$= \frac{\text{Berat sampah (kg)}}{\text{Jumlah unit penghasil sampah} \left( \frac{\frac{m^2}{orang}}{tempattidur} \right)}$$

Perhitungan komposisi sampah mengikut SNI 19-3964-1994, ialah penyeleksian sampah berdasarkan jenis sampah organik dan sampah bukan organik dari setiap sampel.

Perhitungan berat sampah setiap komponen dilakukan dengan menimbang berat masing-masing komponen. Kemudia persentase kandungan yang diperoleh dari persentase berat setiap komponen dibagi dengan berat keseluruhan sampah.

$$\text{Rumus komposisi persen berat (\%)} = \frac{\text{Berat komponen sampah (kg)}}{\text{Berat total sampah yang diukur (kg)}}$$

Perhitungan potensi daur ulang sampah dilakukan dengan penyeleksian sampah yang bisa didaur ulang daripada sampah-sampah yang telah dipilah berdasarkan komposisinya dan ditimbang berat sampah.

Rumus potensi daur ulang sampah per sumber (%) =

$$\frac{\text{Berat komponen dapat didaur ulang}}{\text{Berat total sampah dari sumber}} \times 100\%$$

Rumus potensi daur ulang sampah per komponen =

$$\frac{\text{Berat komponen dapat didaur ulang}}{\text{Berat total komponen sampah}} \times 100\%$$

Sampel sampah perlu dibawa ke laboratorium untuk analisis karakteristik kimia. Beberapa parameter yang perlu dianalisis seperti rasion C/N, kadar air, volatile, fixed carbon, dan kadar abu.

## **BAB IV**

### **DASAR-DASAR PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI**

#### **4.1. Pengolahan air limbah**

Pengolahan air limbah bertujuan untuk menguraikan konsentrasi material pencemar dalam air seperti zat organik, zat padat tersuspensi, bakteri, serta senyawa yang tidak bisa diuraikan oleh mikroba yang ada di alam.

#### **4.2. Pengolahan berdasarkan tingkat perlakuan**

Berdasarkan tahap proses, pengolahan limbah bisa dibagikan kepada lima tahap. Tapi, bukan bermaksud semua tahap wajib dilewati karena pemilihan tahapan proses akan bergantung dengan keadaan limbah dari hasil analisis laboratorium. Ketika analis menerima hasil parameter limbah maka dapat ditentukan jenis alat atau teknik yang diperlukan.

Beberapa tahap pengolahan limbah berdasarkan perlakukannya.

##### **1. Pra-pengolahan (pre-treatment)**

Tahap ini bertujuan untuk memproteksi alat atau komponen yang terdapat dalam instalasi pengolahan limbah. Beberapa proses seperti penyaringan, penghancuran, pemisahan air dari bahan-bahan yang berpotensi merusak alat pengolahan air limbah misalnya, plastik, kayu, pasir, sampah, dan lain sebagainya.

## 2. Pengolahan primer (primary treatment)

Tahap ini dilakukan proses penyaringan bagi material halus ataupun zat warna yang terlarut dan tersuspensi yang tidak tersaring pada penyaringan tahap pra-pengolahan. Pengolahan primer ini terdiri dari dua jenis metode yaitu pengolahan secara fisika dan kimia.

## 3. Pengolahan sekunder (secondary treatment)

Pada tahap ini menggunakan pengolahan secara biologis dengan tujuan supaya menurunkan kandungan bahan organik melalui oksidasi biokimia. Beberapa contoh pengolahan biologis yaitu menggunakan lumpur aktif dan trickling filter.

## 4. Pengolahan tersier (tertiary treatment)

Tahap ini sering disebut dengan pengolahan tingkat lanjutan yang bertujuan untuk membuang zat organik dan non organik. Beberapa proses dalam tahap ini seperti

proses destilasi, filtrasi, pengapungan, karbon aktif, pengendapan kimia, elektrokimia, pertukaran ion, reduksi, oksidasi, dan proses biologi menggunakan mikroba atau bakteri.

#### 5. Pengolahan Lanjutan (Advanced Treatment)

Pengolahan tahap ini dibutuhkan untuk menghasilkan kandungan air limbah sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Contohnya, jika mau menetralkan konsentrasi fosfor atau amonia dalam air limbah.

### **4.3. Pengolahan limbah berdasarkan karakteristik**

Pengolahan limbah mengikut ciri air limbah bisa dilakukan dengan beberapa metode berikut ini (Tabel 4.1):

1. Pengolahan secara fisik seperti penghancuran, perataan air, sedimentasi, pengapungan, filtrasi
2. Pengolahan secara kimia seperti pengendapan dengan bahan kimia, pengolahan dengan lagoon atau kolam, netralisasi, penggumpalan atau koagulasi, sedimentasi, oksidasi, reduksi, klorinasi, penghilangan klor, pembuangan fenol dan sulfur.

3. Pengolahan secara biologi seperti kolam oksidasi, lumpur aktif (mixed liquid suspensid solid, MLSS, trickling filter, lagoon, fakultatif.
4. Pengolahan secara fisika kimia biologi.
5. Pengolahan tingkat lanjut.

Tabel 4.1. Tahap-tahap dan metode pengolahan limbah.

No.	Tahap	Jenis	Tujuan	Metode
1	Pra-pengolahan	Fisika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuang material-material besar dan kasar</li> <li>• Membuang pasir</li> <li>• Membuang lemak dan minyak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grift chamber</li> <li>• Bar screen</li> <li>• Oil trap</li> <li>• Tangki sedimen</li> </ul>
2	Primer	Fisika, kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netralisasi</li> <li>• Mebuang koloid menjadi lumpur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penambahan zat kimia (jika diperlukan)</li> </ul>
3	Sekunder	Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menurunkan kandungan bahan organik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lumpur aktif</li> <li>• Trickling filter</li> <li>• Kolam oksidasi dan stabilisasi</li> </ul>
4	Tersier	Fisika, kimia, biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menurunkan kadar fosfat, nitrat</li> <li>• Menghilangkan bau dan bakteri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedimentasi</li> <li>• Koagulasi</li> <li>• Adsorbsi</li> <li>• Ion exchange</li> <li>• klorinasi</li> </ul>



**BAB V**  
**UNDANG-UNDANG DAN PERATURAN**  
**PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP**

**5.1. Dasar pengelolaan lingkungan hidup**

Lingkungan hidup ialah keadaan keseluruhan alam dan isinya yang saling mempengaruhi. UU PPLH No. 32/2009, menjelaskan pengertian lingkungan hidup yaitu ruang seluruh isinya termasuklah, benda, daya, dan makhluk hidup seperti manusia serta perilakunya yang saling mempengaruhi satu sama lain.

Berdasarkan UU PPLH No. 32/2009, berbunyi 101: “lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.”

Amandemen hukum lingkungan akan bisa mengaplikasikan pemikiran baru kepada setiap unsur yang ada pada masyarakat dalam membuat suatu kebijakan yang lebih efektif supaya bisa mencapai pembangunan

lingkungan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Oleh sebab itu, penerapan undang-undang lingkungan hidup berguna untuk meningkatkan kualitas lingkungan dalam suatu negara. Seperti contoh di Kanada, untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup di sana telah diterapkan beberapa cara misalnya menerapkan undang-undang lingkungan yang dikenali dengan *traditional regulatory approach* dan kaedah baru dengan menggunakan program instrumen ekonomi dan penghargaan. Kaedah baru ini terbukti memberikan hasil yang positif dalam mendorong kesadaran untuk melakukan penjagaan lingkungan hidup. Dalam penerapan undang-undang lingkungan hidup yang telah hadir secara universal, bermacam isu lingkungan sudah bisa diselesaikan di pengadilan. Umumnya masalah lingkungan yang diadili di pengadilan melibatkan masyarakat dan pemilik industri atau pabrik. Oleh sebab itu, kepentingan lingkungan hidup ini perlu dipertimbangkan untuk menjaga keseimbangan masyarakat dalam skala lokal maupun global.

Pada dasarnya ada 3 (tiga) prinsip yang menjadi landasan untuk pengembangan Undang-Undang Lingkungan Hidup yaitu 17 prinsip yang berhubungan dengan institusi

nasional dan 21 prinsip yang merujuk kepada Piagam Persatuan Bangsa-Bangsa dan asas-asas hukum Internasional. Berikutnya 2 prinsip yang secara jelas memberikan arah kepada pengembangan Undang-Undang Lingkungan Hidup. Didalam rumusan itu pada prinsipnya “Negara harus bekerja sama membuat undang-undang internasional menyangkut tanggungjawab dan bayaran ganti rugi terhadap korban polusi dan kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh aktivitas dan perselisihan.

Pengawasan dan pengelolaan lingkungan hidup yang diuraikan dan ditafsirkan di dalam Undang-Undang lingkungan hidup bermaksud agar dapat dijalankan secara sistematis, terorganisasi dan ditaati oleh seluruh masyarakat. Oleh karena itu, Undang-Undang lingkungan hidup berorientasi kepada pola undang-undang yang jelas, teratur, efektif dan efisien.

Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 pasal 44 dijelaskan setiap penyusunan peraturan perundang-undangan pada tingkat nasional dan daerah wajib memperhatikan perlindungan fungsi lingkungan hidup dan prinsip perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam undang-undang ini. Pengelolaan lingkungan hidup haruslah

didasari dengan beberapa asas yang penting antara lain sebagai berikut.

1. asas tanggung jawab negara
2. asas kelestarian dan keberlanjutan
3. asas keserasian dan keseimbangan
4. asas keterpaduan
5. asas manfaat
6. asas kehati-hatian
7. asas keadilan
8. asas ekoregion
9. asas keanekaragaman hayati
10. asas pencemar membayar
11. asas partisipatif
12. asas kearifan lokal
13. asas tata kelola pemerintah yang baik
14. asas otonomi daerah.

## **5.2. Pengertian Pencemaran Lingkungan**

Berdasarkan undang-undang No. 32 tahun 2009 menyebutkan bahwa pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai aktivitas industri dan aktivitas manusia maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan. Baku mutu lingkungan adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Kegiatan manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan, misalnya membuang limbah (limbah rumah tangga, industri, pertanian) secara sembarangan, menebang hutan sembarangan. Faktor alam yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan antara lain gunung meletus, gempa bumi, tsunami, angin topan, kebakaran hutan, dan banjir. Pencemaran lingkungan dapat dikategorikan menjadi:

### 1) Pencemaran udara :

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber- sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi, atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Pencemaran udara di kawasan Jakarta (8/10/2019). Sumber: <https://www.republika.co.id/>

## 2) Pencemaran air :

Air merupakan sumber kehidupan manusia. Ketergantungan manusia pada air sangat tinggi, air dibutuhkan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Air juga dijadikan sebagai sumber mata pencarian seperti menangkap ikan, membudidayakan ikan, dan lain-lain (Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Pencemaran air di Sungai Ciliwung. Sumber:

<https://www.pikiran-rakyat.com/>

Mengingat pentingnya air bagi kehidupan manusia, Pemerintah mengeluarkan peraturan pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan

pengendalian pencemaran air, tujuan pengelolaan kualitas air adalah untuk menjamin kualitas air yang diinginkan sesuai dengan peruntukannya, sedangkan tujuan pengendalian air adalah untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air melalui upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air.

### 3) Pencemaran tanah :

Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, masuknya air permukaan tanah tercemar kedalam lapisan sub-permukaan, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping). Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk kedalam tanah. Pencemaran yang masuk kedalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun dit tanah (Gambar 5.3).





Gambar 5.3 Contoh pencemaran tanah. Sumber:

<https://www.99.co/>

### **5.3. Pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun**

Limbah berbahaya dan beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3.

Dijelaskan dalam Pasal 58 ayat 1 “setiap orang yang memasukkan kedalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, menghasilkan, mengangkut, mengedarkan, menyimpan, memanfaatkan, membuang, mengolah, dan/atau menimbun B3 wajib melakukan pengelolaan B3.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Pasal 99 ayat (1) dijelaskan “Pengolahan limbah B3 wajib dilaksanakan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3”. Pasal 100 ayat (1) Pengolahan limbah B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 99 ayat (1) dilakukan dengan cara :

- a. Termal
- b. Stabilisasi dan solidifikasi
- c. Cara lain sesuai perkembangan teknologi

ayat (2) : Pengolahan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan mempertimbangkan :

- a. Ketersediaan teknologi
- b. Standar lingkungan hidup atau baku mutu lingkungan hidup.

#### **5.4. Pengawasan dan sanksi administrasi**

Pengawasan dijelaskan dalam Pasal 71 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup :

Ayat (1) : Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya wajib melakukan pengawasan terhadap ketaatan penanggung jawab usaha atau kegiatan atas ketentuan yang ditetapkan dalam peraturan prundang-undangan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Ayat (2) : Menteri, gubernur, atau bupati/walikota dapat mendelegasikan kewenangannya dalam melakukan pengawasan kepada pejabat/instansi teknis yang bertanggung jawab di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Ayat (3) : dalam melaksanakan pengawasan, Menteri, gubernur, bupati/walikota menetapkan pejabat pengawas lingkungan hidup yang merupakan pejabat fungsional.

**BAB VI**  
**PENGENDALIAN DAN TEKNIK PENGOLAHAN**  
**LIMBAH/PENCEMARAN**

**6.1. Pengelolaan limbah cair**

Air limbah sebelum dilepas ke pembuangan akhir harus menjalani pengolahan terlebih dahulu. Untuk dapat melaksanakan pengolahan air limbah yang efektif diperlukan rencana pengelolaan yang baik. Adapun tujuan dari pengelolaan air limbah itu sendiri, antara lain (Rahmawati dan Jaji Abdurrosyid, 2014):

1. Mencegah pencemaran pada sumber air rumah tangga.
2. Melindungi hewan dan tanaman yang hidup di dalam air.
3. Menghindari pencemaran tanah permukaan.
4. Menghilangkan tempat berkembangbiaknya bibit dan vektor penyakit.

Sementara itu, sistem pengelolaan air limbah yang diterapkan harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber-sumber air minum.
2. Tidak mengakibatkan pencemaran air permukaan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran pada flora dan fauna yang hidup di air di dalam penggunaannya sehari-hari.
4. Tidak dihindangi oleh vektor atau serangga yang menyebabkan penyakit.
5. Tidak terbuka dan harus tertutup.
6. Tidak menimbulkan bau atau aroma tidak sedap.

Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

a) Secara Alami

Pengolahan air limbah secara alamiah dapat dilakukan dengan pembuatan kolam stabilisasi. Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralkan zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai. Kolam stabilisasi yang umum digunakan adalah kolam anaerobik, kolam fakultatif (pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik pekat), dan kolam maturasi (pemusnahan mikroorganisme

patogen). Karena biaya yang dibutuhkan murah, cara ini direkomendasikan untuk daerah tropis dan sedang berkembang.

#### b) Secara Buatan

Pengolahan air limbah dengan buantan alat dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu primary treatment (pengolahan pertama), secondary treatment (pengolahan kedua), dan tertiary treatment (pengolahan lanjutan).

- Primary treatment merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi. Beberapa alat yang digunakan adalah saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, saringan multimedia, percoal filter, mikrostaining, dan vacuum filter.
- Secondary treatment merupakan pengolahan kedua, bertujuan untuk mengkoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah. Pengolahan limbah rumah tangga bertujuan untuk mengurangi kandungan bahan organik, nutrisi nitrogen, dan fosfor. Penguraian bahan organik ini dilakukan oleh

makhluk hidup secara aerobik (menggunakan oksigen) dan anaerobik (tanpa oksigen). Secara aerobik, penguraian bahan organik dilakukan mikroorganisme dengan bantuan oksigen sebagai electron acceptor dalam air limbah. Selain itu, aktivitas aerobik ini dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (activated sludge) yang banyak mengandung bakteri pengurai. Hasil akhir aktivitas aerobik sempurna adalah CO<sub>2</sub>, uap air, dan excess sludge. Secara anaerobik, penguraian bahan organik dilakukan tanpa menggunakan oksigen. Hasil akhir aktivitas anaerobik adalah biogas, uap air, dan excess sludge.

- Tertiary treatment merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan posfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen. Dalam pengolahan air limbah dapat dilakukan secara alami atau secara buatan, perlu dilakukan berbagai cara pengendalian antara lain menggunakan teknologi pengolahan limbah cair, teknologi proses produksi, daur ulang, reuse, recovery dan juga penghematan bahan baku dan energi agar dapat memenuhi baku

mutu, industri harus menerapkan prinsip pengendalian limbah secara cermat dan terpadu baik di dalam proses produksi (in-pipe pollution prevention) dan setelah proses produksi (end-pipe pollution prevention). Pengendalian dalam proses produksi bertujuan untuk meminimalkan volume limbah yang ditimbulkan, juga konsentrasi dan toksisitas kontaminannya. Sedangkan pengendalian setelah proses produksi dimaksudkan untuk menurunkan kadar bahan pencemar sehingga pada akhirnya air tersebut memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan (Tabel 6.1)



Tabel 6.1. Baku mutu air limbah industri (Kepmen LH No. KEP-51/MENLH/10/1995).

Parameter	Konsentrasi
COD (mg/L)	100-300
BOD (mg/L)	50-150
Minyak nabati (mg/L)	5-10
Minyak mineral (mg/L)	10-50
Zat padat tersuspensi (mg/L)	200-400
pH	6.0-9.0
Temperatur (°C)	38-40
Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/L)	1.0-5.0
Nitrat (mg/L)	20-30
Senyawa aktif biru metilen (mg/L)	5-10
Sulfida (mg/L)	0.05-0.1
Fenol (mg/L)	0.5-1.0
Sianida (mg/L)	0.05-0.5

## 6.2. Pemilihan teknologi pengolahan limbah cair

Pemilihan proses yang tepat didahului dengan mengelompokkan karakteristik kontaminan dalam air limbah dengan menggunakan indikator parameter air

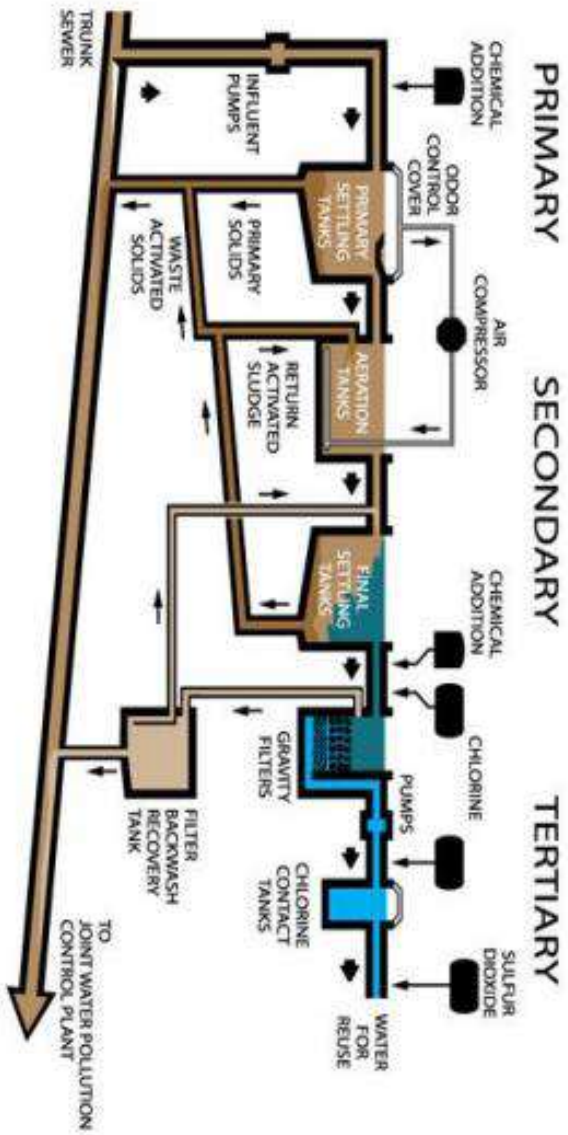
limbah. Setelah kontaminan dikarakterisasikan, diadakan pertimbangan secara detail mengenai aspek ekonomi, aspek teknis, keamanan, kehandalan, dan kemudahan peoperasian. Pada akhirnya, teknologi yang dipilih haruslah teknologi yang tepat guna sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah. Setelah pertimbangan-pertimbangan detail, perlu juga dilakukan studi kelayakan atau bahkan percobaan skala laboratorium yang bertujuan untuk :

1. Memastikan bahwa teknologi yang dipilih terdiri dari proses-proses yang sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah.
2. Mengembangkan dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk menentukan efisiensi pengolahan yang diharapkan.
3. Menyediakan informasi teknik dan ekonomi yang diperlukan untuk penerapan skala sebenarnya.

### **6.3. Sistem pengolahan limbah cair**

Tujuan utama pengolahan air limbah ialah untuk mengurai kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh

mikroorganisme yang terdapat di alam. Bila dilihat dari tingkat perlakuan pengolahan air limbah maka sistem pengolahan limbah cair diklasifikasikan menjadi; Primary Treatment System, Secondary Treatment System, Tertiary Treatment System (lihat gambar 6.1).



Gambar 6.1. Sistem pengolahan limbah cair

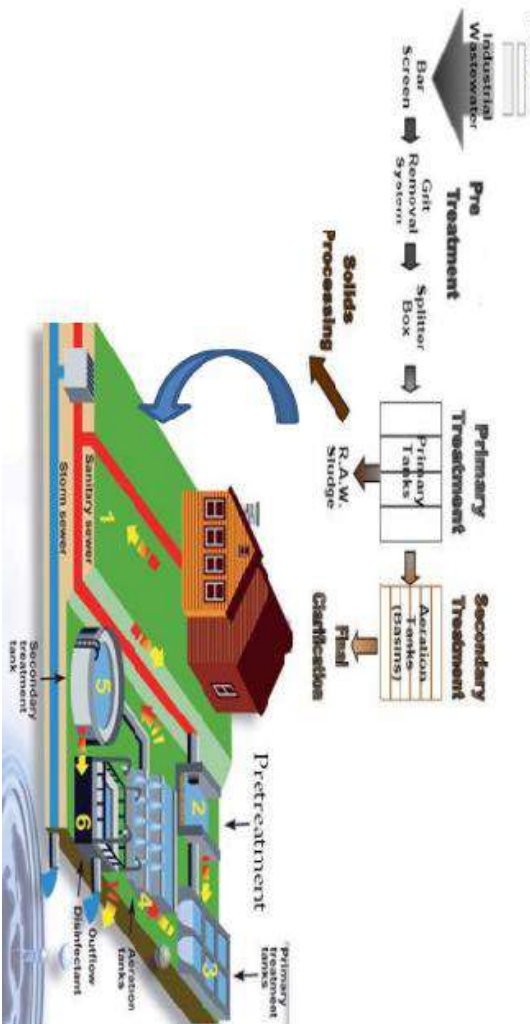
(Cok, 2016)

Setiap tingkatan treatment terdiri pula atas sub- sub treatment yang satu dengan lainnya berbeda, tergantung pada jenis parameter pencemar didalam limbah cair, volume limbah cair, dan kondisi fisik lingkungan. Ada beberapa proses yang dilalui air limbah agar limbah ini benar-benar bebas dari unsur pencemaran. Pada mulanya air limbah harus dibebaskan dari benda terapung atau padatan melayang. Untuk itu diperlukan treatment pendahuluan (pretreatment). Pengolahan selanjutnya adalah mengendapkan partikel-partikel halus kemudian lagi menetralsasinya. Demikian tingkatan ini dilaksanakan sampai seluruh parameter pencemar dalam air buangan dapat dihilangkan.

Gambar 6.2 memperlihatkan proses pengolahan permulaan yang sering pula didahului dengan pengolahan awal (pretreatment) atau pra perlakuan ; yang mana limbah cair dari sumber lewat (1) sanitary sewer, (2) pretreatment,(3) primary treatment tanks, (4) aeration tanks, (5) secondary treatment tank, (6) disinfectant.

# Primary Treatment System

## Flow Proses



Gambar 6.2 (Cok, 2016)

## 1. Pengolahan Awal (Pretreatment)

Tahap pengolahan ini melibatkan proses fisik yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah. Beberapa proses pengolahan yang berlangsung pada tahap ini ialah screen and grit removal, equalization and storage, serta oil separation.

## 2. Pengolahan Tahap Pertama (Primary Treatment)

Pada dasarnya, pengolahan tahap pertama ini masih memiliki tujuan yang sama dengan pengolahan awal. Letak perbedaannya ialah pada proses yang berlangsung. Proses yang terjadi pada pengolahan tahap pertama ialah menghilangkan partikel-partikel padat organik dan organik melalui proses fisika, yakni neutralization, chemical addition and coagulation, flotation, sedimentation, dan filtration. Sehingga partikel padat akan mengendap (disebut sludge) sedangkan partikel lemak dan minyak akan berada di atas/permukaan (disebut grease). Dengan adanya pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada proses pengolahan biologis berikutnya dan pengendapan yang terjadi adalah pengendapan secara gravitasi (Gambar 6.3).



Gambar 6.3 Primary Setting Tank (Cok, 2016)

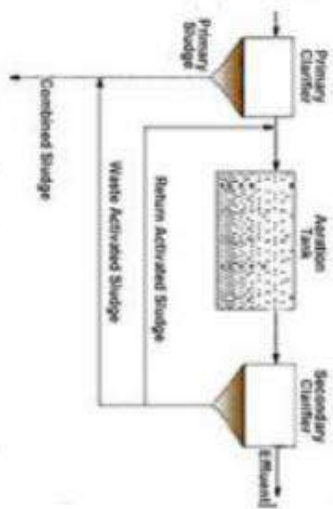
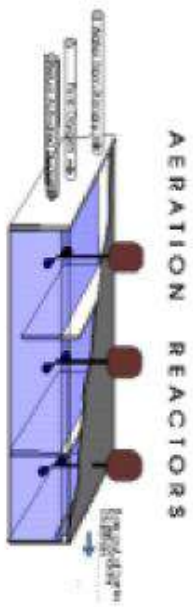


### 3. Aeration

Teknik Pengolahan air limbah banyak ragamnya. Salah satu dari teknik Air limbah adalah proses lumpur aktif dengan aerasi oksigen murni. Pengolahan ini termasuk pengolahan biologi, karena menggunakan bantuan mikroorganisma pada proses pengolahannya. Cara Kerja alat ini adalah sebagai berikut: Air limbah setelah dilakukan penyaringan dan equalisasi dimasukkan kedalam bak pengendap awal untuk menurunkan suspended solid. Air limpasan dari bak pengendap awal dialirkan ke kolam aerasi melalui satu pipa dan dihembus dengan udara sehingga mikroorganisma bekerja menguraikan bahan organik yang ada di air limbah. Dari bak bak aerasi air limbah dialirkan ke bak pengendap akhir, lumpur diendapkan, sebagian lumpur dikembalikan ke kolam aerasi (Gambar 6.4).

Keuntungannya :

- ✓ Daya larut oksigen dalam air limbah lebih besar;
- ✓ Efisiensi proses lebih tinggi;
- ✓ Dan cocok untuk pengolahan air limbah dengan debit kecil untuk polutan organik yang susah terdegradasi.



Gambar 6.4 Aeration tank (Cok. 2016)

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, L. (2004). Pengolahan sampah rumah tangga ditinjau dari segi Ked, dan Islam (Doctoral dissertation, Universitas YARSI).
- Azkha, N. (2006). Analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 1(1), 14-18.
- Cok, I.P.K. 2016. Diktat Mata Kuliah Sistem Pengelolaan Air Limbah. Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Udayana. ([https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pendidikan\\_1\\_dir/5099c1d958ba3deb6270dea7d2bc8bf6.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/5099c1d958ba3deb6270dea7d2bc8bf6.pdf)).
- Defriatno, M. E., & Krisdhianto, A. (2022). Analisis Potensi Nilai Ekonomi Sampah Perumahan Kawasan Kota Kabupaten Jember. *Jurnal Biosense*, 5(01), 91-99.
- Hastuti, E., & Nuraeni, R. (2017). Pendekatan Sanitasi untuk Pemulihan Kondisi Air Tanah di Perkotaan Studi Kasus: Kota Cimahi, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(1), 70-79.
- Hayati, I., Anisya, N. N., & Amsari, S. (2021, November). Peningkatan Pendapatan Rumah Tangga Melalui Daur Ulang Limbah Masyarakat. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 2, No. 1, pp. 1077-1082).

Indrayani, L. (2018). Pengolahan limbah cair industri batik sebagai salah satu percontohan IPAL batik di Yogyakarta. *Ecotrophic*, 12(2), 173-185.

Rahmawati, P., & Jaji Abdurrosyid, S. T. (2014). Pengelolaan Metode IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Dalam Mengatasi Pencemaran Air Tanah dan Air Sungai (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).