

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Permasalahan K3 di dunia *industry* yaitu meningkatnya angka kecelakaan dan meningkatnya potensi bahaya dalam produksi sehingga menjadi suatu keharusan bagi perusahaan untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, sejahtera, dan produktif melalui upaya peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja di dalam dan sekitar perusahaan (Tarwaka, 2014).

2.1.1 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja dimaksudkan untuk memberikan perlindungan kepada tenaga kerja, yang menyangkut aspek keselamatan, kesehatan, pemeliharaan moral kerja, perlakuan sesuai martabat manusia dan moral agama (Tarwaka, 2012).

Hal tersebut dimaksudkan agar para tenaga kerja secara aman dapat melakukan pekerjaannya guna meningkatkan hasil dan produktifitas kerja. Dengan demikian para tenaga kerja harus memperoleh jaminan perlindungan keselamatan dan kesehatan didalam pelaksanaan pekerjaannya ditempat kerja (Tarwaka, 2012).

Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja adalah sebagai berikut:

- a. Melindungi tenaga kerja atas hak dan keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktifitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja.
- c. Sumber produksi dipelihara dan dipergunakan secara umum dan efisien

2.1.2 Kesehatan Kerja

Produktifitas kerja dapat terwujud apabila Pekerja berada dalam kondisi sehat dan bugar untuk bekerja serta merasa aman dan terlindungi sebelum, saat, dan setelah bekerja. Oleh karena itu, dalam rangka

memberikan perlindungan kepada Pekerja dan setiap orang selain Pekerja yang berada di Tempat Kerja, Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, dan masyarakat bertanggung jawab dalam penvelenggaraan Kesehatan Kerja melalui upaya pencegahan penyakit, peningkatan kesehatan, penanganan penyakit, dan pemulihan kesehatan, yang dilaksanakan sesuai dengan standar Kesehatan Kerja (PP No. 88 Tahun 2019).

2.1.3 Kecelakaan Kerja

Masalah Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada saat ini sudah dianggap perlu ditangani secara tersendiri. Hal ini disebabkan karena setiap kecelakaan adalah kerugian, dan kerugian ini besamya biaya kecelakaan serta hilangnya waktu kerja. Dimana saat terjadi kecelakaan operasi perusahaan terhenti karena para pekerja lainnya menolong atau tertarik melihat peristiwa kecelakaan tersebut (Tarwaka, 2014).

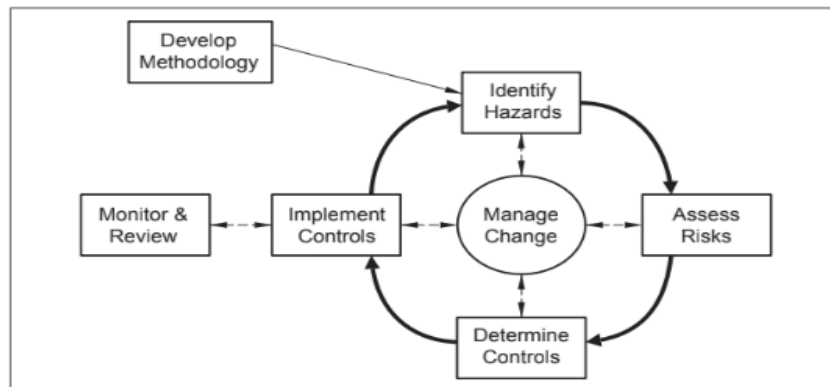
2.2 HIRADC (Hazard Identification Risk Assesment and Determining Control)

Bahaya yang muncul berpotensi menyebabkan cedera atau gangguan kesehatan, dampak lingkungan atau kerugian financial dari proses bisnis yang terhenti, HIRADC merupakan bagian teknik pengendalian resiko suatu kegiatan atau aktivitas, bertujuan untuk mendukung terciptanya Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada lingkungan produksi maupun non produksi.

HIRADC merupakan proses identifikasi bahaya, mengukur dan mengevaluasi resiko yang muncul dari suatu bahaya, lalu menghitung kecukupan apakah resiko yang ada dapat diterima atau tidak. HIRADC merupakan bagian dari standar persyaratan dalam penerapan OHSAS 18001:2007.

Klausal 4.3.1 OHSAS 18001:2007 menjelaskan bahwa setiap organisasi atau perusahaan harus menerapkan, menetapkan dan memelihara prosedur untuk mengidentifikasi bahaya yang sedang berlangsung (*Hazard*

Identification), penilaian risiko (*Risk Assesment*), dan penentuan pengendalian yang diperlukan (*Determining Control*).



Gambar 2.1 *Overview of the hazard identification and risk assessment process*
Sumber : OHSAS 18001:2007

2.2.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi bahaya dari suatu bahan, alat, atau sistem. Identifikasi bahaya merupakan upaya sistematis untuk mengetahui adanya bahaya dalam aktivitas organisasi, tanpa melakukan sebuah identifikasi bahaya maka pengelolaan risiko tidak mungkin dapat dijalankan dengan baik.

Identifikasi bahaya merupakan landasan dari program pencegahan kecelakaan atau pengendalian risiko. Tanpa mengenal bahaya, maka risiko tidak dapat ditentukan, sehingga upaya pencegahan dan pengendalian risiko tidak dapat dijalankan (Ramli, 2010).

Identifikasi bahaya memberikan manfaat antara lain :

- a. Mengurangi peluang kecelakaan. Identifikasi bahaya dapat mengurangi peluang terjadinya kecelakaan, karena identifikasi bahaya berkaitan dengan faktor penyebab kecelakaan.

- b. Untuk memberikan pemahaman bagi semua pihak mengenai potensi bahaya dari aktivitas perusahaan sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan dalam menjalankan operasi perusahaan.
- c. Sebagai landasan sekaligus masukan untuk menentukan strategi pencegahan dan pengamanan yang tepat dan efektif. Dengan mengenal bahaya yang ada, manajemen dapat menentukan prioritas penanganannya sesuai dengan tingkat risikonya sehingga diharapkan hasilnya akan lebih efektif.
- d. Memberikan informasi yang terdokumentasi mengenai sumber bahaya dalam perusahaan kepada semua pihak khususnya pemangku kepentingan. Dengan demikian mereka dapat memperoleh gambaran mengenai risiko suatu usaha yang akan dilakukan.

2.2.2 Penilaian Resiko (*Risk Assesment*)

Melalui identifikasi dan penilaian risiko tersebut dapat diketahui berbagai macam risiko suatu pekerjaan yang kemudian dapat dilakukan berbagai upaya pengendalian untuk mengurangi risiko tersebut agar tidak sampai terjadi kecelakaan (Ambarani, 2016).

Risiko (*risk*) memperlihatkan kemungkinan munculnya suatu kecelakaan pada siklus operasi atau periode waktu tertentu. Penilaian risiko merupakan proses penilaian dari kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan pengidentifikasian bahaya sebelumnya. Penilaian risiko berarti memberikan nilai terhadap tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan (*severity*), Dampak dari berbagai aspek yang dapat terjadi (*consequence*) dan peryebab potensi bahaya tersebut seberapa seringnya terjadi (*likelihood*). Dalam penetapan nilai-nilai yang sama dan tepat untuk semua proses kerja, dibuat suatu definisi tentang skala yang telah ditetapkan (Tarwaka, 2014).

Tabel 2.1 Tabel Kemungkinan (*Likelihood*)

Nilai	Kriteria	Deskripsi	Perkiraan untuk terjadi	Persentase
1	Sangat Jarang (<i>rare</i>)	Diketahui pernah terjadi dan kemungkinan terjadi kembali pada pekerjaan ini tidak dapat diprediksi	> 10 Tahun	< 5 %
2	Jarang (<i>unlikely</i>)	Pernah terjadi lebih dari satu kali dan kemungkinan pengulangan kejadian jarang	Tiap 10 Tahun	5 % - 20 %
3	Mungkin (<i>moderate</i>)	Pernah terjadi sesekali dan kemungkinan pengulangan kejadian dapat terjadi jika ada faktor lain atau faktor penyebab muncul	Tiap 5 Tahunan	20 % - 49 %
4	Mungkin Sekali (<i>Likely</i>)	Diketahui terjadi secara reguler dalam industri dan kemungkinan pengulangan kejadian dapat diperkirakan terjadi	Tahunan	50 % - 80 %
5	Hampir Pasti (<i>certain</i>)	Kemungkinan skenario terjadinya risiko sangat tinggi dalam pekerjaan kecuali diadakan perubahan	Tahunan	> 80%

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Tabel 2.2 Tabel Dampak Manusia (*Consequence*)

Nilai	Kriteria	Dampak yang potensial	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada cedera	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada dampak terhadap kemampuan kerja atau kinerja individu. • Tidak berbahaya terhadap kesehatan.
2	<i>Minor</i>	Gangguan kesehatan ringan	<ul style="list-style-type: none"> • Kecelakaan ringan yang membutuhkan pertolongan. • Menyebabkan akibat terbatas pada kesehatan ringan.
3	<i>Moderate</i>	Gangguan kesehatan akut	<ul style="list-style-type: none"> • Kecelakaan yang menyebabkan pekerja memerlukan perawatan medis dan atau menyebabkan pekerja bisa masuk kembali namun dengan pembatasan aktivitas. • Menyebabkan dampak kesehatan akut atau cedera permanen ringan seperti korosif.
4	<i>Major</i>	Gangguan kesehatan kronis	<ul style="list-style-type: none"> • Kecelakaan yang menyebabkan cedera pada pekerja sehingga pekerja tidak mampu masuk kerja selama 2 hari atau 2 shift berikutnya secara berturut-turut. • Menyebabkan dampak kesehatan kronis atau cacat pada sebagian tubuh.

Nilai	Kriteria	Dampak yang potensial	Definisi
5	<i>Catastrophic</i>	Cacat total tetap akibat PAK	<ul style="list-style-type: none"> • Potensi menyebabkan korban meninggal • Menyebabkan adanya korban cacat total tetap akibat PAK

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Tabel 2.3 Tabel Dampak Aset (*Consequence*)

Nilai	Kriteria	Dampak yang potensial	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Tidak signifikan (< 10 jt)	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada gangguan pada operasi. • Kerugian total < Rp. 10 juta.
2	<i>Minor</i>	Kerusakan Kecil (10 jt – 100 jt)	<ul style="list-style-type: none"> • Ada gangguan ringan pada proses. • Kerugian total Rp. 10 juta – Rp. 100 juta.
3	<i>Moderate</i>	Kerusakan Sedang (100 jt – 1 M)	<ul style="list-style-type: none"> • Plant shut down sebagian / unit. • Proses bisa dilakukan kembali, kerugian total Rp. 100 juta – Rp. 1 M.
4	<i>Major</i>	Kerusakan Besar (1 M – 20 M)	<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan sebagian dari plant. • Plant shut down paling lama 2 minggu dan atau kerugian total Rp. 1 M – Rp. 20 M.
5	<i>Catastrophic</i>	Kerusakan Parah (> 20 M)	<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan plant secara total.

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Tabel 2.4 Tabel Dampak Lingkungan (*Consequence*)

Nilai	Kriteria	Dampak yang potensial	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada paparan	<ul style="list-style-type: none"> • Dampak lingkungan yang bisa diabaikan. • Perbaikan selesai segera.
2	<i>Minor</i>	Paparan Skala Kecil	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko kecil terhadap lingkungan (paparan internal). • Tidak ada dampak permanen terhadap lingkungan.
3	<i>Moderate</i>	Paparan Skala Menengah	<ul style="list-style-type: none"> • Kerugian terbatas akibat bocornya bahan beracun. • Melanggar sedikit batas hukum atau nilai yang sudah ditentukan.
4	<i>Major</i>	Paparan Skala Besar	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan lingkungan yang parah. • Melanggar lebih luas melampaui batas hukum atau limitasi yang telah ditentukan.
5	<i>Catastrophic</i>	Paparan Skala Bencana	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan lingkungan yang parah dan terus-menerus. • Pelanggaran yang terus-menerus terhadap batas hukum atau limitasi yang telah ditentukan.

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Tabel 2.5 Tabel Dampak Reputasi (*Consequence*)

Nilai	Kriteria	Dampak yang potensial	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Tidak Signifikan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada kepedulian masyarakat dan media.
2	<i>Minor</i>	Lokal	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikit kepedulian masyarakat. • Sedikit perhatian dari media setempat dan atau polisi.
3	<i>Moderate</i>	Skala Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Perhatian masyarakat daerah. • Tanggapan negatif yang luas dari media setempat. • Tanggapan ringan dari media nasional. • Tanggapan politisi lokal / regional atau pemerintah daerah.
4	<i>Major</i>	Skala Nasional	<ul style="list-style-type: none"> • Perhatian masyarakat nasional. • Tanggapan negatif yang luas dari media nasional. • Terdapat aksi dari NGO, LSM. • Dampak terhadap pemberian izin.
5	<i>Catastrophic</i>	Skala Internasional	<ul style="list-style-type: none"> • Perhatian masyarakat internasional. • Tanggapan negatif yang luas dari media internasional. • Terdapat aksi dari NGO, LSM berskala internasional. • Tanggapan negatif dengan potensi dampak yang parah pada pemberian lisensi ijin.

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Tabel 2.6 Risk Matrix

		Dampak (<i>Consequence</i>)				
		Tidak Signifikan (<i>Insignificant</i>)	Kecil (<i>minor</i>)	Sedang (<i>moderate</i>)	Besar (<i>major</i>)	Bencana (<i>catastr-ophic</i>)
Kemungkinan (<i>Likelihood</i>)	Hampir Pasti (<i>certain</i>)	M	H	H	E	E
	Mungkin Sekali (<i>likely</i>)	L	M	H	H	E
	Mungkin (<i>moderate</i>)	L	M	M	H	H
	Jarang (<i>unlikely</i>)	L	L	M	M	H
	Sangat Jarang (<i>rare</i>)	L	L	L	L	M

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik

Keterangan :

E (<i>Extreme</i>)
H (<i>High</i>)
M (<i>Medium</i>)
L (<i>Low</i>)

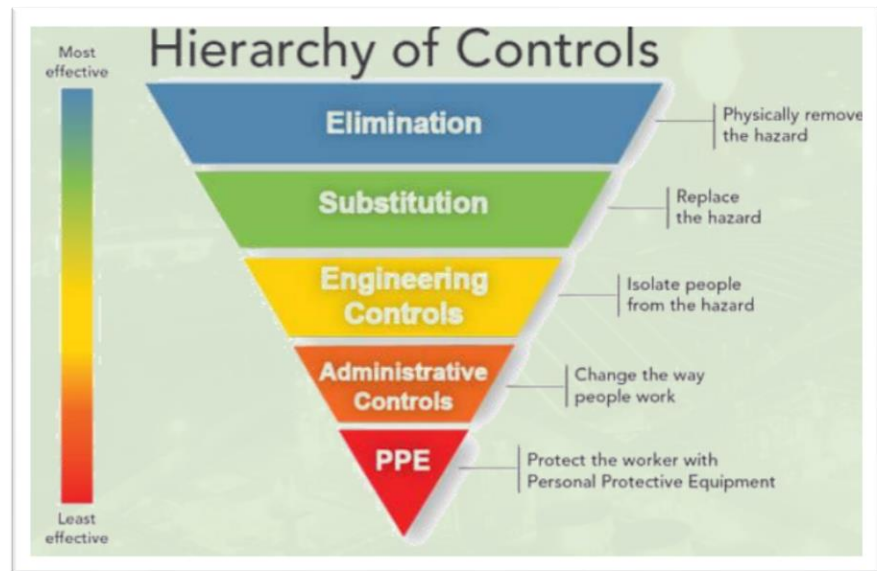
Penilaian Risiko merupakan hasil dari :

Risk Rating = Dampak dari berbagai aspek yang dapat terjadi (*consequence*) X
Kemungkinan penyebab potensi bahaya tersebut seberapa seringnya terjadi (*likelihood*)

2.2.3 Pengendalian Risiko (*Determining Control*)

Upaya pengendalian risiko berperan untuk mengontrol potensi risiko yang muncul sehingga bahaya tersebut sanggup untuk dihilangkan atau diminimalisir hingga ambang batas yang diterima. Pengendalian risiko haruslah mengacu pada Pendekatan Hirarki Pengendalian (*Hierarchy of Control*). Hirarki ini menjadi acuan tahapan dan langkah-langkah dalam mencegah dan mengendalikan risiko yang ada dan akan timbul.

Secara berurutan, tingkatannya yaitu Eliminasi (*Elimination*), Substitusi (*Substitution*), Rekayasa (*Engineering*), Administrasi (*Administrative*), dan Alat Pelindung Diri (APD/PPE). (Tarwaka, 2014).



Gambar 2.2 *Hierarchy of Controls*

Sumber : Dokumen PT Petrokimia Gresik 2021

Hirarki pengendalian risiko, diawali oleh :

1. Eliminasi

Eliminasi adalah menghilangkan pekerjaan yang berbahaya yaitu berupa alat, proses, mesin atau zat dengan tujuan melindungi pekerja.

2. Substitusi

Substitusi bertujuan untuk mengganti bahan, proses, operasi, ataupun peralatan dari yang berbahaya menjadi lebih tidak berbahaya.

3. Engineering

Tipe pengendalian ini merupakan yang paling umum digunakan karena memiliki kemampuan untuk merubah jalur tranmsisi bahaya atau mengisolasi pekerja dari bahaya.

4. Administratif

Pengendalian bahaya dengan melakukan modifikasi pada interaksi pekerja dengan lingkungan kerja, seperti rotasi kerja, pelatihan, pengembangan standart kerja (SOP), *Shift* kerja dan *housekeeping*.

5. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri dirancang untuk melindungi diri dari bahaya di lingkungan kerja, serta zat pencemar, agar tetap selalu aman dan sehat.

2.3 Definisi Limbah Cair

Hampir seluruh kegiatan manusia menghasilkan limbah suatu bahan atau sisa yang akan dibuang. Limbah adalah semua buangan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan hewan yang berbentuk padat, lumpur, cair maupun gas yang dibuang karena tidak dibutuhkan atau tidak diinginkan lagi. Walaupun dianggap sudah tidak berguna dan tidak dikehendaki, namun bahan tersebut terkadang masih dapat dimanfaatkan kembali dan dijadikan bahan baku (Mardana, 2007).

Beberapa limbah yang dihasilkan mengandung bahan berbahaya bagi manusia dan lingkungan disekitar pembuangan limbah. Pada kasus ini akan dibahas lebih dalam lagi mengenai limbah cair yang dihasilkan karena kegiatan manusia.

Berdasarkan sifat fisiknya limbah dapat dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu (Mardana, 2007) :

1. Limbah padat
2. Limbah gas
3. Limbah cair

Limbah cair adalah bahan-bahan pencemar berbentuk cair. Air limbah adalah limbah dalam bentuk cair yang dihasilkan oleh usaha dan/atau kegiatan di bidang minyak dan gas serta panas bumi yang dibuang ke lingkungan. Keberadaan limbah cair tidak diharapkan di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Pengolahan yang tepat bagi limbah cair sangat diutamakan agar tidak mencemari lingkungan (Mardana, 2007).

2.4 Baku Mutu Limbah Cair

Baku mutu air limbah kegiatan industri pupuk yang harus dipenuhi berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.175/Menlhk/Setjen/PKL.1/4/2017 tentang Izin Pembuangan Air Limbah ke Laut oleh PT. Petrokimia Gresik

Tabel 2.8 Baku Mutu Limbah Cair PT Petrokimia Gresik

No.	Parameter	Satuan	Beban Pencemaran Paling Tinggi
1	COD	kg/ton produk	0,2
2	TSS	kg/ton produk	0,2
3	Minyak dan Lemak	kg/ton produk	0,02
4	Amoniak Total	kg/ton produk	1
5	TKN	kg/ton produk	1,3
6	Flour	kg/ton produk	0,05
7	pH		6-9
8	Debit paling tinggi	m ³ /ton	1

Sumber : SK MENLHK Nomor 175 Tahun 2017

2.5 Karakteristik Limbah Cair

2.5.1 Karakteristik Fisik

Limbah cair menjadi permasalahan utama dalam pengendalian dampak lingkungan industri karena memberikan dampak yang paling luas, disebabkan oleh karakteristik fisik yaitu (Eddy, 1991) :

a. Suhu

Suhu mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di dalam air dan kecepatan reaksi kimia. Air yang beik memiliki temperatur normal 8°C dari suhu kamar 27°C. semakin tinggi temperatur air maka kandungan oksigen dalam air berkurang atau sebaliknya.

b. Bau

Bau pada air limbah memberikan gambaran keadaan apakah suatu air limbah masih baru atau telah membusuk. Bau busuk yang timbul merupakan gas hasil dekomposisi bahan organik dari air limbah atau karena penambahan suatu substrat ke air limbah

c. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan karena adanya zat-zat padat tersuspensi, baik bersifat organik maupun anorganik yang terapung serta terurai secara halus dalam air. Kekeruhan merupakan ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai. Kekeruhan diukur dengan perbandingan antara intensitas cahaya yang dipendarkan oleh sampel air limbah dengan cahaya yang dipendarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama.

d. Warna

Air limbah yang berwarna banyak menyerap oksigen dalam air, sehingga dalam waktu lama akan membuat air berwarna hitam dan berbau. Warna air dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Warna sejati (*true color*) yang diakibatkan oleh bahan-bahan terlarut

2. Warna semu (*apparent color*) yang selain disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, juga karena bahan-bahan tersuspensi, termasuk diantaranya yang bersifat koloid.

e. Densitas

Densitas merupakan perbandingan antara massa dengan volume yang dinyatakan sebagai slug/ft³ (kg/m³)

f. Zat Padat Terlarut (*Total Solid*)

Total solid adalah semua materi yang tersisa setelah proses evaporasi pada suhu 103°C-105°C. Total solid dapat menyebabkan bangunan penuh dengan *sludge* dan kondisi dapat tercipta sehingga dapat tercipta tanpa mengganggu proses pengolahan.

2.5.2 Karakteristik Kimia

Berbagai penelitian kimiawi air limbah dilakukan untuk menentukan kekuatan atau konsentrasi air limbah dan tingkat pembusukan yang telah tercapai. (Eddy, 1991).

a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat anorganik pada kondisi standard. *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan nilai yang mendeskripsikan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Eddy, 1991).

b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD ditentukan dengan mengukur ekivalen oksigen dan zat-zat organik dalam sampel dengan oksidator kimia yang kuat.

c. *Dissolved Oxygen* (DO)

Dissolved Oxygen (DO) merupakan Kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi mikroorganisme secara aerob. DO di dalam air sangat bergantung pada temperature dan salinitas. Keadaan DO berlawanan dengan keadaan BOD.

d. Derajat keasaman (pH)

Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi-rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi.

e. Logam berat

Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan, terutama Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni), maka diperlukan pengolahan khusus untuk mengolah logam berat.

f. Kandungan minyak

Keberadaan minyak dalam suatu badan air akan menghambat pelarutan oksigen dari udara ke dalam badan air.

g. Senyawa Fenol

Senyawa-senyawa fenol dan organik lainnya menyebabkan kualitas organik di air menurun seperti aroma dan bau yang tidak enak ketika diminum. Kandungan senyawa fenol yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme karena bersifat bakteriosida.

h. *Hidrogen Sulfida* (H₂S)

Gas hidrogen sulfida terbentuk karena penguraian senyawa organik yang mengandung sulfur atau dari reduksi mineral sulfat dan sulfidat. Pembentukan H₂S akan terhambat jika terdapat kelebihan konsentrasi oksigen terlarut di dalam air.

2.5.3 Karakteristik Biologis

Pengolahan air limbah bertujuan untuk mengurangi partikel-partikel, BOD, membunuh organisme patogen, menghilangkan nutrisi, mengurangi komponen beracun, mengurangi bahan-bahan yang tidak dapat didegradasi agar konsentrasinya menjadi lebih rendah (Sugiarto, 1987).

2.5.4 Pengolahan Air Limbah

Terdapat beberapa tahap pengolahan air limbah, yaitu:

a. Pengolahan pendahuluan (*pre-treatment*)

Tahap awal dengan pengambilan benda yang terapung dan benda mengendap seperti pasir. Berbagai macam *bar screen* serta *grit chamber* dibutuhkan dalam tahap ini. *Bar Screen* atau saringan sampah merupakan unit pengolahan berupa bar yang digunakan untuk menghalangi material atau padatan besar yang terbawa air limbah. Pada unit *bar screen* biasanya terdiri dari pintu air untuk mengatur aliran air limbah yang masuk, *screen*, dan tempat penampungan sampah untuk menampung padatan yang tersisihkan. *Grit Chamber* merupakan unit pengolahan penyisihan padatan berupa pasir untuk melindungi operasional peralatan mekanik, mencegah terjadinya penyumbatan pada pipa, penumpukan endapan di saluran, dan mencegah efek penyemenan (Kementerian PUPR, 2018).

b. Pengolahan pertama (*primary treatment*)

Pada tahap ini, padatan dan pahan organik tersuspensi dipisahkan dari air limbah dengan operasi fisik dan kimia, seperti sedimentasi. Terdapat proses koagulasi- flokulasi untuk mendestabilisasi koloid dengan menambahkan koagulan sehingga pada saat diadakan pengadukan lambat akan membentuk flok-flok yang lebih besar. Koagulasi flokulasi merupakan salah satu metode pengolahan yang ditujukan untuk mengendapkan material tersuspensi, terlarut maupun koloid. Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi partikel koloid tersuspensi dengan bantuan bahan kimia yang disebut sebagai polimer koagulan. Proses pencampuran bahan kimia koagulan dilakukan dengan kondisi aliran turbulen atau menggunakan pengadukan cepat mekanik. Kondisi turbulen akan mempermudah proses pencampuran polimer dan air limbah domestik yang akan diolah. Flokulasi merupakan sebuah proses untuk mendestabilisasi agregat yang memiliki ukuran partikel lebih besar sebagai lanjutan dari proses koagulasi. Destabilisasi

agregat dari proses koagulasi dilakukan untuk meningkatkan ikatan antar partikel sehingga membentuk partikel dengan ukuran dan massa yang lebih besar dan lebih mudah untuk diendapkan secara gravitasi. Flokulasi dilakukan dalam kecepatan aliran yang rendah menggunakan sistem kanal atau saluran terbuka maupun pengadukan mekanik (Kementerian PUPR, 2018).

c. Pengolahan kedua (*secondary treatment*)

Tahap ini diarahkan untuk memisahkan bahan organik dan padatan tersuspensi yang dapat terdegradasi secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme. target utama pengolahan ini untuk menurunkan kandungan BOD atau COD, padatan tersuspensi dan mikroorganisme patogen. Pengolahan tahap kedua dilakukan dengan pengolahan biologis secara aerobik ataupun anaerobik. Pada pengolahan anaerobic dapat digunakan unit kolam anaerobik. *anaerobic baffle reactor*, *anaerobic filter reactor*, dan *upflow anaerobic sludge blanket*. Pada pengolahan aerobik bisa digunakan unit kolam aerasi, lumpur aktif, *rotating biological contactor (RBC)*, *aerob filter*, *trickling filter*, *aerob filter*, dan *moving bed bioreactor (MBBR)* (Kementerian PUPR, 2018).

d. Pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)

Pengolahan lanjutan apabila pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih belum memenuhi baku mutu. Teknologi yang bisa digunakan untuk pengolahan ketiga yaitu *wetland* yang melakukan penyisihan polutan dengan memanfaatkan tanaman. Proses pengolahan pada *wetland* terdiri dari filtasi dan penyisihan kontaminan, pengendapan padatan tersuspensi, presipitasi, adsorpsi, dan penyerapan logam, dekomposisi organik karbon oleh mikroorganisme. (Prasad, 2006)

e. Pembunuhan bakteri (*disinfektan*)

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme patogen yang ada dalam air limbah. Desinfeksi dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu metode fisik dan kimia. Metode fisik

dilakukan dengan memanfaatkan panas dan radiasi sinar ultraviolet sedangkan metode kimia dilakukan menggunakan senyawa kimia seperti agen pengoksidasi klorin (Kementerian PUPR, 2018).

f. Pengolahan lanjutan (*ultimate disposal*)

Ultimate disposal perlu dilakukan untuk pengolahan lumpur yang dihasilkan sehingga dapat dimanfaatkan kembali. Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah berpotensi mengandung mikroorganisme yang dapat membawa bibit penyakit dan bersifat toksik bagi manusia atau lingkungan. Pengolahan lumpur dilakukan dengan pemekatan, stabilisasi lumpur dan pengeringan lumpur (Kementerian PUPR, 2018)