

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah**

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang berasal dari rumah tangga, industri ataupun tempat-tempat umum lainnya, serta pada umumnya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia, mempengaruhi aktivitas makhluk hidup lain, dan dapat merusak lingkungan hidup (Notoatmojo, 2011).

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena memiliki nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B-3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relative sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya (Kristanto, 2002).

Limbah adalah bahan yang tidak diinginkan atau tidak barang yang tidak digunakan, yang berasal dari pembuangan setelah proses primer dari industri tersebut. Limbah juga tidak dapat dihindarkan dari produk yang digunakan oleh manusia (Solid Waste Management, 2005). Sedangkan menurut undang-undang Republik Indonesia limbah diartikan sisa suatu usaha dan / atau kegiatan. Dalam salah satu buku menyatakan bahwa limbah adalah suatu konsekuensi dari adanya aktivitas hidup manusia, karena dalam setiap melakukan aktivitas dari barang yang digunakan ataupun yang diolah dalam tubuh manusia akan menghasilkan residu. Limbah telah menjadi masalah lingkungan yang sangat krusial, karena jika limbah mengandung kontaminan yang berbahaya maka lingkungan akan lebih lama dalam melakukan self purification. Maka dari itu, semakin bertambahnya penduduk akan menjadi semakin banyak limbah yang dikeluarkan dan akan semakin berat kandungan di dalam limbah tersebut.

## 2.2 Minyak Bumi (crude oil)

Minyak bumi adalah suatu senyawa yang di dalamnya sangat kompleks, yang terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon. Hidrokarbon sendiri adalah senyawa-senyawa organik dimana molekulnya hanya mempunyai unsur karbon dan hidrogen saja. Kandungan air dan garam hampir selalu ada pada minyak bumi dalam keadaan terdispersi (Hardjono, 2000). Menurut Mangkoediharjo (2005) minyak mentah dan juga minyak olahan adalah senyawa hidrokarbon yang kompleks, mempunyai ribuan versi senyawa didalamnya.

Senyawa hidrokarbon minyak bumi yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme secara garis besar dapat digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu hidrokarbon parafin, naftena, dan aromatik (Udiharto, 1999).

- Senyawa parafin, merupakan senyawa hidrokarbon jenuh yang terdiri dari normal parafin berupa rantai karbon bercabang. Isoparafin banyak didominasi oleh yang bercabang satu sedangkan normal parafin banyak yang terdiri dari fraksi ringan. Alkana mempunyai rumus  $C_nH_{2n+2}$  dan tidak memiliki ikatan rangkap antar karbon penyusunnya. Senyawa ini merupakan fraksi terbesar yang ada di dalam minyak bumi.
- Naftena memiliki ciri-ciri dengan adanya struktur cincin tertutup yang sederhana dari atom karbon penyusunnya, naftena memiliki rumus  $C_nH_{2n}$  dan tidak mempunyai ikatan rangkap atom karbon. Senyawa ini tidak larut dalam air dan merupakan fraksi kedua terbesar yang ada dalam minyak bumi.
- Senyawa aromatik yang memiliki ciri-ciri mengandung adanya cincin yang mengandung enam atom karbon. Benzen adalah senyawa

aromatik yang paling sederhana. Pada umumnya senyawa aromatik terbuat dari senyawa benzen.

## **2.3 Identifikasi Sumber Limbah**

### **2.3.1 Limbah Gas**

#### **2.3.1.1. Proses Absorpsi**

Merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan tersebut, atau dapat juga diartikan sebagai akibat medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul-molekul gas atau cair (adsorbat) (Greg dan Sing, 1967 dalam Basuki, 2007). Absorpsi adalah suatu teknik pemisahan gas dengan cara mengontakkan campuran gas dengan suatu cairan non volatile sehingga terjadi proses perpindahan komponen gas dari lapisan film gas melewati interface gas cair dan masuk ke dalam lapisan cairan (Kohl & Nielsen, 1997). Dari berbagai metode pemisahan CO<sub>2</sub> hanya chemical absorption yang efektif digunakan untuk pabrik kimia (Wu, dkk., 2014).

Pada proses perhitungan pada absorpsi gas cair yang akan diikuti dengan reaksi kimia didasarkan oleh kecepatan transfer massa dan panas antara gas dan cairan di sepanjang kolom absorpsi. Neraca massa dan panas diturunkan menggunakan persamaan kecepatan transfer melewati interface berdasarkan dua teori dua lapisan film (two-film theory) dengan pendekatan overall rate transfer (Norouzbahari, dkk., 2015). Pada interface gas-cair diasumsikan terjadi kesetimbangan termodinamika, sedangkan dalam lapisan cairan terjadi kesetimbangan kimia (Bolhar-Nordenkampf, dkk., 2004).

#### **2.3.1.2. Reaksi Kimia**

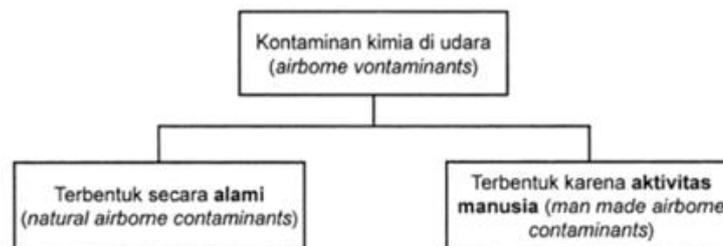
Secara umum, Kontaminan di udara pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Gas dan Uap

Gas adalah fluida tak berbentuk yang dapat menyebar dan memenuhi ruang yang ditempatinya. Contohnya adalah gas oksigen (CO<sub>2</sub>), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan Karbon monoksida (CO) (Leidel et al., 1997). Uap Dihasilkan bila cairan atau padatan dikonversikan dengan pemanasan menjadi wujud gas melalui proses penguapan atau sublimasi. Contoh cairan yang dapat melepaskan uap adalah pelarut yang memiliki titik didih rendah seperti benzena, toluena, formaldehida (Leidel et., 1997).

## 2. Partikulat di udara atau aerosol.

Partikulat di udara (aerosol) dapat diklarifikasikan menjadi partikulat padatan (Solid aerosol) atau droplet cairan (Liquid aerosol) yang terdispresi diudara. Aerosol padat terdiri atas debu (dust), fiber, fume dan asap (smoke). Sedangkan aerosol cair terdiri atas fog dan mist.



**Gambar 2.1 klasifikasi kontaminan kimia di udara berdasarkan proses pembentukannya.**

### 2.3.1.3. Insinerasi

Insenerasi adalah metode pengolahan sampah dengan cara membakar sampah pada suatu tungku pembakaran. Insinerasi merupakan proses pengolahan limbah padat dengan cara pembakaran pada temperatur lebih dari 800oC untuk mereduksi sampah mudah terbakar yang sudah tidak dapat didaur ulang lagi,

membunuh bakteri, virus, dan kimia toksik (Agustiar et al., 2019). Di beberapa negara maju, teknologi insinerasi sudah diterapkan dengan kapasitas besar (skala kota) (damanhuri dan padmi, 2008). Teknologi incinerator skala besar terus berkembang, khususnya dengan banyaknya penolakan akan teknologi ini yang dianggap bermasalah dalam sudut pencemaran udara. Salah satu kelebihan yang dikembangkan terus dalam teknologi terbaru dari insinerator ini adalah pemanfaatan energi, sehingga nama incinerator cenderung berubah seperti waste-to-energy, thermal converter. Pada incinerator terdapat 2 ruang bakar, yaitu adalah primary chamber dan secondary chamber (Gunadi Priyamba, 2013).

#### 1. Primary Chamber

Fungsi dari primary chamber adalah sebagai tempat pembakaran, dimana di tempat ini dirancang dengan jumlah udara untuk reaksi pembakaran kurang dari semestinya, yang nantinya akan terjadi reaksi pirolisa. Pada reaksi pirolisa material organik akan terdegradasi menjadi karbon monoksida dan metana. Temperatur dalam primary chamber diatur pada rentang 600°C-800°C dan untuk mencapai temperatur tersebut, pemanasan dalam primary chamber dibantu oleh energi dari burner dan energi pembakaran yang timbul dari limbah itu sendiri. Udara akan disuplai dari blower dalam jumlah yang terkontrol. Padatan sisa pembakaran dapat berupa padatan yang tidak dapat dibakar dan arang. Arang dapat dapat diminimalisasi dengan pemberian suplai oksigen secara continue selama pembakaran berlangsung.

#### 2. Secondary Chamber.

Hasil pembakaran dari primary chamber perlu dibakar lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Pembakaran tersebut dilakukan dengan cara pencampuran yang tepat antara oksigen dengan gas hasil pirolisa, serta ditunjang oleh waktu tinggal (retention time) yang cukup. Gas yang sudah bercampur dengan oksigen dengan sempurna oleh burner didalam secondary chamber dalam temperatur tinggi yaitu sekitar 800oC-1000oC. Sehingga gas-gas hasil pirolisa akan terurai menjadi gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

## **2.3.2 Limbah Padat**

### **2.3.2.1. Sludge Oil**

Limbah lumpur minyak bumi (oil sludge) merupakan kotoran minyak yang terbentuk dari proses pengumpulan dan pengendapan kontaminan minyak yang tidak dapat digunakan kembali dalam proses produksi. Kandungan terbesar dalam limbah lumpur berminyak adalah petroleum hidrokarbon (PT Pertamina, 2001) dan logam berat (Prasetya, dkk., 2006; Budiarjo, 2007). Limbah lumpur minyak merupakan suatu limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan dan pengilangan minyak bumi. Menurut L. Kurniasari (2005) limbah ini mempunyai tiga komponen utama yaitu :

1. Air : 20 – 95 %
2. Minyak : 5 – 70 %
3. Padatan : 5-10% (berupa lilin, lumpur, karat besi, tar, resin, bahan biologis, logam dan lain-lain).

### **2.3.2.2. Spent Catalyst (katalis bekas)**

Katalis sendiri mempunyai arti suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tetapi tidak mengalami perubahan dan pengurangan jumlah. Produk ini juga dapat berfungsi mempercepat reaksi perengkahan minyak mentah yang memiliki fraksi berat. Spent adalah katalis bekas hasil pemrosesan di dalam reaktor (tempat pemrosesan dengan minyak mentah). Perengkahan sendiri adalah proses pemecahan molekul hidrokarbon besar menjadi molekul hidrokarbon yang lebih kecil sehingga memiliki titik didih yang lebih rendah dan juga stabil. Dalam pemrosesan spent catalyst menghasilkan produk sampingan yang mengandung logam nikel antara 14720-14800 mg/kg dan termasuk kategori limbah B3.

Penggunaan katalis dalam waktu tertentu akan menyebabkan penurunan aktivitas. Penurunan aktivitas katalis terjadi karena katalis mengalami deaktivasi. Deaktivasi ini diakibatkan oleh pengotor (fouling), yaitu pembentukan karbon atau kokas dalam proses perengkahan (Trisunaryanti dkk., 2002). Katalis yang

telah terpakai beberapa lama, maka aktivitasnya akan berkurang, hal ini berarti bahwa kemampuan untuk mempercepat reaksi tertentu telah berkurang (Van Bergeyk, 1981). Gejala ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: sintering, poisoning, coking (fouling), penumpukan kotoran pada permukaan, katalisator bereaksi dengan produk reaksi atau dengan pengotor yang terdapat dalam bahan dasar sehingga aktivitas katalis berkurang.

### **2.3.2.3. Spent Adsorbent**

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (Saragih, 2008)

Aktivasi adsorben dapat dilakukan dengan aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO<sub>2</sub> (Sembiring, dkk, 2003). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor yang ada pada adsorben. Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran 450°C-700°C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari adsorben (Raharjo, 1997).

### **2.3.3 Limbah B3**

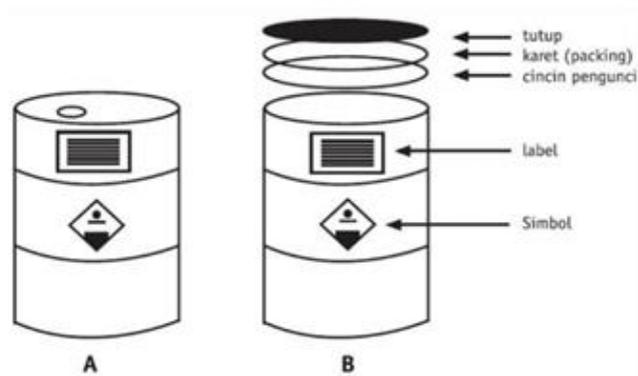
Limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014 tentang Pengolahan Limbah

Bahan Berbahaya dan Beracun mendefinisikan bahwa Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun disingkat Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain.

- **Identifikasi** limbah bahan berbahaya dan beracun. Limbah B3 harus diidentifikasi apakah termasuk ke dalam limbah B3 atau limbah non-B3, agar dapat disesuaikan pengelolaannya. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014, limbah B3 dapat diidentifikasi menurut sumber, uji karakteristik, dan uji toksikologi. Tata cara identifikasi limbah bahan berbahaya dan beracun. Menurut Suwargana (2015) Tata cara mengidentifikasi limbah B3 dengan tahapan:
  1. Mencocokkan jenis limbah dengan daftar jenis limbah B3 berdasarkan Lampiran I (Tabel 1, 2, dan 3) PP 101/2014, apabila cocok dengan daftar jenis limbah B3 tersebut, maka limbah tersebut termasuk limbah B3.
  2. Apabila tidak cocok dengan daftar jenis limbah B3 sebagaimana Lampiran I, maka diperiksa apakah limbah memiliki karakteristik: mudah meledak dan/atau mudah terbakar dan/atau beracun dan/atau bersifat reaktif dan/atau menyebabkan infeksi dan/atau bersifat korosif.
  3. Apabila kedua tahapan tersebut telah dilakukan dan tidak memenuhi ketentuan limbah B3, maka dilakukan uji toksikologi sifat akut dan kronis.
- **Pengemasan Limbah B3.** Di Indonesia ketentuan tentang pengemasan dan pewadahan limbah B3 diatur dalam Kep – 01/Bapedal/09/1995. Bentuk, ukuran dan bahan kemasan limbah B3 disesuaikan karakteristik limbah B3 yang akan akan dikemas nya dengan mempertimbangkan segi

keamanan dan kemudahan dalam penanganannya. Pengisian limbah dalam satu kemasan harus mempertimbangkan karakteristik dan jenis limbah, pengaruh pemuaian, pembentukan gas dan kenaikan tekanan selama penyimpanannya. Kemasan dapat terbuat dari plastik ( HDPE, PP atau PVC) atau bahan logam ( Teflon, Baja, Karbon, SS304, SS316, atau SS440) dengan syarat bahan kemasan yang dipergunakan tersebut tidak bereaksi dengan limbah B3 yang disimpannya (Santoso 2017). Kemasan yang telah diisi atau terisi penuh dengan limbah B3 harus ditandai dengan simbol dan label yang sesuai dengan ketentuan mengenai penandaan pada kemasan limbah B3.

1. Tata cara pengemasan / pewadahan limbah B3  
Persyaratan pengemasan limbah B3 berdasarkan lampiran keputusan Kepala Bapedal No. 01 tahun 1995 adalah sebagai berikut :
  - a. Kemasan (drum, tong atau bak kontainer) yang digunakan harus:
    - Dalam kondisi baik, tidak bocor, berkarat atau rusak. 14
    - Terbuat dari bahan yang cocok dengan karakteristik limbah B3 yang akan disimpan.
    - Mampu mengamankan limbah yang disimpan didalamnya.
    - Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan.



**Gambar 2.2** Penyimpanan Limbah B3 cair (A) dalam Limbah *Sludge* (B)

- b. Kemasan yang digunakan untuk pengemasan limbah dapat berupa drum/tong dengan volume 50 liter, 100 liter atau 200 liter, atau dapat pula berupa bak kontainer berpenutup dengan kapasitas 2M<sup>3</sup>, 4M<sup>3</sup> atau 8M<sup>3</sup>.
  - c. Limbah B3 yang disimpan bersama-sama dengan limbah lain yang memiliki karakteristik yang sama, atau dengan limbah lain yang karakteristiknya saling cocok.
  - d. Untuk mempermudah pengisian limbah ke dalam kemasan, serta agar lebih aman, limbah B3 dapat terlebih dahulu dikemas dalam kantong kemasan yang tahan terhadap sifat limbah sebelum kemudian dikemas dalam kemasan.
  - e. Pengisian limbah B3 dalam satu kemasan harus dengan mempertimbangkan karakteristik dan jenis limbah, pengaruh pemuaihan limbah, pembentukan gas dan kenaikan tekanan selama penyimpanan.
- **Pemberian Label B3** dan simbol sangatlah penting. Hal ini diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 14 tahun 2013 tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Dengan adanya informasi Simbol dan Label Limbah B3 ini diharapkan masyarakat, pekerja atau pihak-pihak terkait dapat dengan mudah mengenali informasi dasar tentang jenis dan karakteristik limbah tersebut. Terdapat 9 jenis simbol limbah B3 untuk penandaan karakteristik limbah B3 menurut Permen LH RI No.14 Tahun 2013 yaitu:

1. Mudah meledak merupakan limbah yang dapat menimbulkan reaksi ledakan.
2. Reaktif diperuntukkan untuk limbah yang apabila bercampur dengan bahan lain akan membentuk zat/gas/senyawa baru yang berbahaya.
3. Cairan mudah menyala diperuntukkan untuk limbah yang bila terjadi kontak dengan bahan lain, panas atau sumber api akan menimbulkan kebakaran
4. Padatan mudah menyala merupakan limbah yang bila terjadi kontak dengan bahan lain, panas atau sumber api dapat menimbulkan kebakaran.
5. Infeksius merupakan limbah medis atau limbah terinfeksi yang mengandung bakteri, virus atau zat lain yang dapat menularkan penyakit.
6. Beracun merupakan limbah yang dapat meracuni langsung makhluk hidup apabila tertelan, terhirup dan tersentuh.
7. Korosif merupakan limbah yang jika tersentuh dapat menyebabkan tangan gatal, terbakar pada kulit, mata serta mampu menyebabkan karat.
8. Simbol limbah berbahaya terhadap lingkungan untuk limbah yang secara langsung dapat mencemari lingkungan dan tidak mudah terurai dengan proses alam.
9. Simbol limbah campuran diperuntukkan untuk limbah yang berisi campuran zat atau senyawa yang terdiri dari beberapa jenis dan berbahaya.



**Gambar 2.3** Simbol limbah B3

## 2.4 Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dapat terjadi dalam perusahaan, termasuk perusahaan yang paling menyadari Keselamatan dan Kesehatan Kerja sekalipun. Kecelakaan kerja biasanya disebabkan oleh manusianya sendiri, misalnya karena tidak berpengalaman, kurangnya pengetahuan, kurangnya pengawasan keteledoran dan faktor lainnya yang berhubungan dengan program kerja.

Menurut Triwibowo dan dkk (2017: 96-98), faktor-faktor lain yang bisa menimbulkan kecelakaan kerja adalah sebagai berikut:

### 1. Umur

Umur mempunyai pengaruh yang penting terhadap kejadian kecelakaan akibat kerja. Golongan umur tua mempunyai kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengalami kecelakaan akibat kerja dibandingkan dengan golongan umur muda karena umur muda mempunyai reaksi dan kegesitan yang lebih tinggi. Namun unsur muda pun sering pula mengalami kasus kecelakaan akibat kerja, hal ini mungkin karena kecerobohan dan sikap suka tergesa-gesa. Dari hasil penelitian di Amerika Serikat diungkapkan bahwa pekerja muda usia lebih banyak mengalami kecelakaan dibandingkan dengan

pekerja yang lebih tua. Pekerja muda usia biasanya kurang berpengalaman dalam pekerjaannya. Banyak alasan mengapa tenaga kerja golongan umur muda mempunyai kecenderungan untuk menderita kecelakaan akibat kerja lebih tinggi dibandingkan dengan golongan umur yang tua. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya kejadian kecelakaan akibat kerja pada golongan umur muda antara lain karena kurang perhatian, kurang disiplin, ceroboh dan tergesa-gesa.

## 2. Tingkat Pendidikan

Pendidikan seseorang berpengaruh dalam pola pikir seseorang dalam menghadapi pekerjaan yang dipercayakan kepadanya, selain itu pendidikan juga akan mempengaruhi tingkat penyerapan terhadap pelatihan yang diberikan dalam rangka melaksanakan pekerjaan dan keselamatan kerja. Hubungan tingkat pendidikan dan lapangan yang tersedia bahwa pekerja dengan tingkat pendidikan rendah, seperti Sekolah Dasar atau bahkan tidak pernah bersekolah akan bekerja di lapangan yang mengandalkan fisik. Hal ini dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja karena beban fisik yang berat dapat mengakibatkan kelelahan yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan akibat kerja.

## 3. Pengalaman Kerja

Pengalaman kerja merupakan faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan akibat kerja. Berdasarkan berbagai penelitian dengan meningkatnya pengalaman dan keterampilan akan disertai dengan penurunan angka kecelakaan akibat kerja. Kewaspadaan terhadap kecelakaan akibat kerja bertambah baik sejalan dengan penambahan usia dan lamanya kerja di tempat kerja yang bersangkutan. Tenaga kerja baru biasanya belum mengetahui secara mendalam seluk-beluk pekerjaannya. Penelitian dengan studi restropektif di Hongkong dengan 383 kasus membuktikan bahwa kecelakaan akibat kerja karena mesin terutama terjadi pada buruh

yang mempunyai pengalaman kerja di bawah 1 tahun. Menurut Mangkunegara (2017: 162-163), ada lima penyebab kecelakaan dan gangguan kesehatan pegawai yaitu:

- a. Keadaan Tempat Lingkungan Kerja
  - i. Penyusunan dan penyimpanan barang-barang yang berbahaya kurang diperhitungkan keamanannya.
  - ii. Ruang kerja yang terlalu padat dan sesak.
  - iii. Pembuangan kotoran dan limbah yang tidak pada tempatnya.
- b. Pengaturan Udara
  - i. Pergantian udara di ruang kerja yang tidak baik (ruang kerja yang kotor, berdebu, dan berbau tidak enak).
  - ii. Suhu udara yang tidak dikondisikan pengaturannya.
- c. Pengaturan Penerangan
  - i. Pengaturan dan penggunaan sumber cahaya yang tidak tepat.
  - ii. Ruang kerja yang kurang cahaya, remang-remang.
- d. Pemakaian Peralatan Kerja
  - i. Pengaman peralatan kerja yang sudah usang atau rusak.
  - ii. Penggunaan mesin, alat elektronik tanpa pengaman yang baik.
- e. Kondisi Fisik dan Mental Pegawai
  - i. Kerusakan alat indera, stamina pegawai yang tidak stabil.
  - ii. Emosi pegawai yang tidak stabil, kepribadian pegawai yang rapuh, cara berpikir dan kemampuan persepsi yang lemah, motivasi kerja rendah, sikap pegawai yang ceroboh, kurang cermat, dan kurang pengetahuan dalam penggunaan fasilitas kerja terutama fasilitas kerja yang membawa risiko bahaya.

## **2.5 Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)**

Tujuan dan sasaran SMK3 adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi, dan lingkungan kerja yang terintegrasi dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta

terciptanya tempat kerja yang aman, nyaman, efisien dan produktif. Menurut Triwibowo (2017), hal-hal yang harus diperhatikan dalam penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) yaitu:

### 1. Pembentukan Komitmen

Komitmen merupakan modal utama dalam penerapan K3 secara riil mengenai arti penting Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Pembentukan komitmen tentang arti pentingnya K3 harus dimulai dari level Top Management supaya penerapan sistem K3 berjalan efektif dan optimal. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dijelaskan bahwa unsur pimpinan (direktur) bertanggung jawab untuk melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Unsur pimpinan inilah yang nantinya diharapkan mampu membuat kebijakan-kebijakan yang positif tentang K3 dan mampu menggerakkan aspek-aspek penunjang atau fasilitas sampai dengan karyawan-karyawan level bawah untuk menjalankan fungsi K3 untuk mencapai “*Zero Accident*”.

### 2. Perencanaan

Perencanaan disini dimaksudkan sebagai dasar penerapan program kerja K3 yang nantinya akan dilaksanakan secara menyeluruh oleh seluruh karyawan. Dalam menentukan program kerja K3, idealnya komite K3 melakukan *assessment* di area kerja mengenai masalah-masalah K3 di perusahaan tersebut. Cara mudah biasanya menggunakan teknik berupa HIRARC (*High Identification Risk Assessment & Risk Control*), yaitu suatu cara atau teknik mengidentifikasi potensi-potensi bahaya yang kemungkinan menimbulkan kecelakaan kerja atau penyakit kerja dan melakukan langkah penanggulangan sebagai kontrol.

### 3. Pengorganisasian

Bentuk komitmen dari pimpinan perusahaan selain melalui kebijakan tertulis, dapat juga memfasilitasi pembentukan komite K3 yang khusus menangani permasalahan K3 yang terdiri dari berbagai wakil dari divisi yang terlibat sesuai dengan kompetensinya masing-masing. Selain itu yang paling penting untuk menggerakkan organisasi/komite K3 tersebut

diperlukan seorang ahli K3 yaitu seorang yang berkompeten di bidang K3 yang telah tersertifikasi sebagai ahli K3. Dalam penerapan program kerja serta aktivitas-aktivitas K3 tidak bisa lepas dari visi dan misi ahli K3 tersebut yang mampu menggerakkan jalannya organisasi kerja. Efektivitas komite K3 tentu saja diperhitungkan dari penerapan program-program K3 yang tersistematis dan mendapatkan support dari seluruh level karyawan.

#### 4. Penerapan

Penerapan K3 tentu saja berkaitan dengan pelaksanaan aktivitas program-program kerja K3 secara optimal. Harus disertai evidence serta bukti-bukti lapangan mengenai penerapan program kerja tersebut. Contoh program kerja yang bisa dilakukan yaitu semacam safety campaign, safety sign, safety training, safety talk, safety for visitor, safety for contractor, simulasi dan evakuasi, safety alert, dll.

#### 5. Pelaporan

Setiap pelaporan program-program K3 harus dilakukan pelaporan sebagai bukti evidence sehingga dapat dipertanggungjawabkan dan dapat dilakukan perbaikan secara bertahap. Pelaporan K3 harus disusun secara rapi sebagai penunjang administrasi K3 yang terintegrasi.

#### 6. Evaluasi

Proses evaluasi memang sangat diperlukan sebagai bentuk pengukuran efektivitas program atau penerapan K3 sudah sedemikian efektif atau belum. Secara praktis biasanya dibentuk suatu tim auditor untuk melakukan audit dan verifikasi mengenai penerapan yang dijalankan mengenai sistem manajemen K3.