

DIKTAT KULIAH TL-3104

PENGELOLAAN SAMPAH



Disiapkan oleh

Prof. Enri Damanhuri

Dr. Tri Padmi



**Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

Edisi Semester I - 2010/2011

Kata Pengantar

Diktat ini pertama kali disusun sebagai bahan kuliah bagi Mahasiswa Program Sarjana, Program Studi Teknik Lingkungan ITB yang mengambil mata kuliah *Pengelolaan Sampah* pada Semester Ganjil Kurikulum ITB 2003. Edisi pertama diktat ini dikeluarkan pada Semester I - 2004/2005. Sedangkan diktat ini merupakan edisi ke-empat yang merupakan revisi (perbaikan) dari edisi pertama dan diterbitkan pada Semester I - 2010/2011. Bahan kuliah ini merupakan ringkasan dari Buku Ajar yang sedang dalam persiapan dengan judul yang sama, yang merupakan materi wajib bagi mahasiswa peserta Program Sarjana Teknik Lingkungan.

Bahan yang terdapat dalam diktat ini merupakan kumpulan pengalaman dan informasi dalam pengelolaan sampah di Indonesia, dilengkapi dengan bahan-bahan yang berasal dari literatur-literatur terkait, serta dari makalah-makalah Penyusun dalam masalah Persampahan di Indonesia. Daftar referensi yang digunakan disusun berdasarkan urutan nomor pengutipannya. Dalam beberapa hal diupayakan agar materi kuliah ini mengacu pada kondisi nyata yang ada di Indonesia, dan mahasiswa dapat membandingkan dengan kondisi yang ada di negara maju melalui referensi yang umumnya berbahasa Inggris. Bahan yang terdapat dalam diktat ini mungkin dapat pula digunakan oleh praktisi dalam pengelolaan persampahan di Indonesia.

Penyusun mengucapkan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang memungkinkan terbitnya diktat ini, khususnya kepada Saudara Ir. I Made Wahyu Widyarsana, MT. yang telah berkontribusi dalam penyiapan diktat ini.

Semoga diktat ini bermanfaat bagi yang menggunakan.

Bandung, 30 Agustus 2010

Penyusun
Enri Damanhuri dan Tri Padmi

DAFTAR ISI

halaman

KATA PENGANTAR 2
DAFTAR ISI 3

BAGIAN 1 PENDAHULUAN 5

- 1.1 Terminologi Umum 5
- 1.2 Terbentuknya Limbah Secara Umum 6
- 1.3 Penggolongan Jenis Sampah 7
- 1.4 Permasalahan Persampahan di Indonesia 8

BAGIAN 2 SUMBER, KARAKTERISTIK, DAN TIMBULAN SAMPAH 13

- 2.1 Sumber dan Timbulan Sampah 13
- 2.2 Komposisi Sampah 15
- 2.3 Karakteristik Sampah 17
- 2.4 Metode Pengukuran 18
- 2.5 Sampah Berbahaya dari Rumah Tangga 20

BAGIAN 3 PENGELOLAAN SAMPAH MELALUI PENGURANGAN 22

- 3.1 Konsep Minimasi Limbah 22
- 3.2 Konsep Pengurangan 23
- 3.3 Pembatasan Timbulan sampah 25
- 3.4 Guna-Ulang dan Daur-ulang Sampah 28

BAGIAN 4 DAUR ULANG SAMPAH 31

- 4.1 Alasan Daur-Ulang 31
- 4.2 Daur-Ulang Limbah Secara Umum 31
- 4.3 Potensi Daur Ulang Sampah 32
- 4.4 Daur Ulang Sampah di Indonesia 34
- 4.5 Peran Sektor Informal 37

BAGIAN 5 PENANGANAN SAMPAH 41

- 5.1 Pendahuluan 41
- 5.2 *Stakeholders* Pengelola Sampah Kota 41
- 5.3 Tingkat Pengelolaan 41
- 5.4 Daerah Pelayanan 42
- 5.5 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah 45
- 5.6 Pengelolaan Sampah Terpadu 46
- 5.7 Pengelolaan Sampah Regional 49

BAGIAN 6 PEWADAHAN, PENGUMPULAN DAN TRANSFER 51

- 6.1 Pewadahan Sampah 51
- 6.2 Pengumpulan Sampah 52
- 6.3 Beberapa Kriteria yang Berlaku di Indonesia 56
- 6.4 Pemindahan Sampah 57
- 6.5 Pengumpulan Sampah di Negara Maju 58

BAGIAN VII PENGANGKUTAN SAMPAH 59

- 7.1 Pengangkutan Sampah secara Umum 59
- 7.2 Metode Pengangkutan Sampah 61
- 7.3 Operasional Pengangkutan Sampah 63
- 7.4 Pola Pengangkutan Sampah 63

BAGIAN VIII PENGOLAHAN SAMPAH 66

- 8.1 Pengolahan Sampah Secara Umum 66
- 8.2 Pengomposan (*Composting*) 66

- 8.3 Insinerator 67
- 8.4 Instalasi *Waste-to-energy* di Negara Industri 72
- 8.5 Pirolisis dan Gasifikasi 72
- 8.6 Proses Termal dengan Gasifikasi Plasma 79

BAGIAN IX PENGURUGAN (*LANDFILLING*) SAMPAH 80

- 9.1 Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Secara Umum 80
- 9.2 Perkembangan *Landfilling* 80
- 9.3 Jenis *Landfill* 82
- 9.4 Aplikasi *landfill* 87
- 9.5 Langkah Kerekayasaan dalam Aplikasi Pengurugan 88
- 9.6 Penyiapan Sarana dan Prasarana 90
- 9.7 Pengoperasian *landfill* di TPA 92
- 9.8 Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota di Indonesia 93

DAFTAR REFERENSI 95

BAGIAN 1 PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan terminologi yang terkait dengan limbah, bagaimana limbah terbentuk dari sebuah proses produksi, penggolongan sampah serta permasalahan sampah dan kondisi pengelolaannya di Indonesia secara umum

1.1 Terminologi Umum

Limbah [1]:

Semua buangan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan hewan yang berbentuk padat, lumpur (*sludge*), cair maupun gas yang dibuang karena tidak dibutuhkan atau tidak diinginkan lagi. Walaupun dianggap sudah tidak berguna dan tidak dikehendaki, namun bahan tersebut kadang-kadang masih dapat dimanfaatkan kembali dan dijadikan bahan baku .

Pembagian limbah: antara lain dibagi berdasarkan sumbernya, seperti :

- Limbah kegiatan kota (masyarakat)
- Limbah industri
- Limbah pertambangan
- Limbah pertanian.

Berdasarkan fasanya/bentuknya:

- Limbah padat
- Limbah berlumpur (*sludge*)
- Limbah cair
- Limbah padat.

Berdasarkan sifat bahayanya:

- Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)
- Limbah domestik : dihasilkan dari aktivitas primer manusia.

Limbah domestik:

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan rutin (sehari-hari) manusia, umumnya dalam bentuk:

- Cair: dari kegiatan mencuci pakaian dan makanan, mandi, kakus (tinja dan air seni), menyiram, dan kegiatan lain yang menggunakan air di rumah
- Padat: dikenal sebagai sampah (domestik).

Pengelolaan limbah:

Penanganan limbah secara keseluruhan agar limbah tersebut tidak mengganggu kesehatan, estetika, dan lingkungan. Penanganan tersebut mencakup cara memindahkan dari sumbernya, mengolah, dan mendaur-ulang kembali.

Sampah (UU-18/2008):

Definisi sampah menurut UU-18/2008 tentang Pengelolaan Sampah [68] adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.

Pengelolaan sampah (UU-18/2008):

Adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah.

Catatan: pengertian pengelolaan bukan hanya menyangkut aspek teknis, tetapi mencakup juga aspek non teknis, seperti bagaimana mengorganisir, bagaimana membiayai dan bagaimana melibatkan masyarakat penghasil limbah agar ikut berpartisipasi secara aktif atau pasif dalam aktivitas penanganan tersebut.

Penghasil sampah (UU-18/2008):

Setiap orang atau kelompok orang atau badan hukum yang menghasilkan timbulan sampah.

Sampah yang diatur dalam UU-18/2008

- Sampah rumah tangga
- Sampah sejenis sampah rumah tangga
- Sampah spesifik

Sampah rumah tangga (UU-18/2008):

Sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik.

Sampah sejenis sampah rumah tangga (UU-18/2008):

Sampah yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya

Sampah spesifik (UU-18/2008):

- Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun;
- Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun;
- Sampah yang timbul akibat bencana;
- Puing bongkaran bangunan
- Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah; dan/atau
- Sampah yang timbul secara tidak periodik

Timbulan sampah [1]:

Banyaknya sampah dalam :

- Satuan berat: kilogram per orang perhari (Kg/o/h) atau kilogram per meter-persegi bangunan perhari (Kg/m²/h) atau kilogram per tempat tidur perhari (Kg/bed/h), dsb
- Satuan volume: liter/orang/hari (L/o/h), liter per meter-persegi bangunan per hari (L/m²/h), liter per tempat tidur perhari (L/bed/h), dsb. Kota-kota di Indonesia umumnya menggunakan satuan volume.

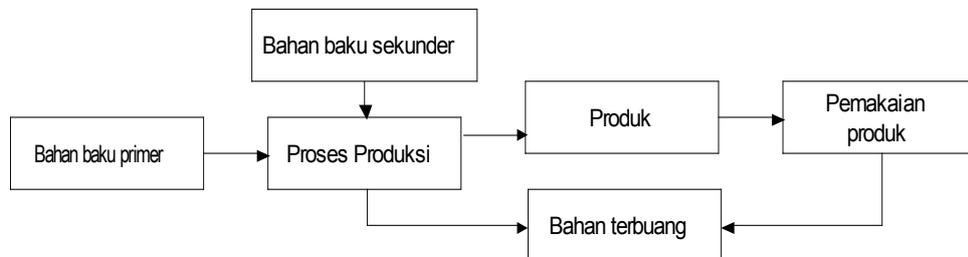
Sumber sampah [1]:

- Berasal dari kegiatan penghasil sampah seperti pasar, rumah tangga, pertokoan (kegiatan komersial/perdagangan), penyapuan jalan, taman, atau tempat umum lainnya, dan kegiatan lain seperti dari industri dengan limbah yang sejenis sampah
- Sampah yang dihasilkan manusia sehari-hari kemungkinan mengandung limbah berbahaya, seperti sisa baterai, sisa oli/minyak rem mobil, sisa bekas pemusnah nyamuk, sisa biosida tanaman, dsb.

1.2 Terbentuknya Limbah Secara Umum

Terdapat keterkaitan antara bahan baku, energi, produk yang dihasilkan dan limbah dari sebuah proses industri, maupun aktivitas manusia sehari-hari. Bahan terbuang (limbah) dapat berasal dari proses produksi atau dari pemakaian barang-barang yang dikonsumsi, yang dapat digambarkan sebagai berikut (Gambar 1.1). Dengan mengenal keterkaitan tersebut, maka akan lebih mudah mengenal bagaimana limbah terbentuk dan bagaimana usaha penanggulangannya.

Banyak cara untuk mengidentifikasi limbah dengan tujuan utama untuk mengevaluasi resiko yang mungkin ditimbulkan dan untuk mengevaluasi cara penanganannya. Setidaknya ada 5 (lima) kelompok bagaimana limbah terbentuk [3]:



Gambar 1.1 : Proses pembentukan buangan [3]

1. Limbah yang berasal dari bahan baku yang tidak mengalami perubahan komposisi baik secara kimia maupun biologis. Mekanisme transformasi yang terjadi hanya bersifat fisis semata seperti pemotongan, penggergajian, dan sebagainya. Limbah kategori ini sangat cocok untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku. Sampah kota banyak termasuk dalam kategori ini
2. Limbah yang terbentuk akibat hasil samping dari sebuah proses kimia, fisika, dan biologis, atau karena kesalahan ataupun ketidak-optimuman proses yang berlangsung. Limbah yang dihasilkan mempunyai sifat yang berbeda dari bahan baku semula. Limbah ini ada yang dapat menjadi bahan baku bagi industri lain atau sama sekali tidak dapat dimanfaatkan. Usaha modifikasi proses akan mengurangi terbentuknya limbah jenis ini
3. Limbah yang terbentuk akibat penggunaan bahan baku sekunder, misalnya pelarut atau pelumas. Bahan baku sekunder ini tidak ikut dalam reaksi proses pembentukan produk. Limbah ini kadangkala sangat berarti dari sudut kuantitas dan merupakan sumber utama dari *industrial waste water*. Teknik daur ulang ataupun penghematan penggunaan bahan baku sekunder banyak diterapkan dalam menanggulangnya
4. Limbah yang berasal dari hasil samping proses pengolahan limbah. Pada dasarnya semua pengolahan limbah tidak dapat mentransfer limbah menjadi 100% non limbah. Ada produk samping yang harus

- ditangani lebih lanjut, baik berupa partikulat, gas, dan abu (dari insinerator), lumpur (misalnya dari unit pengolahan limbah cair) atau bahkan limbah cair (misalnya dari lindi sebuah lahan urug)
5. Limbah yang berasal dari bahan samping pemasaran produk industri, misalnya kertas, plastik, kayu, logam, drum, kontainer, tabung kosong, dan sebagainya. Limbah jenis ini dapat dimanfaatkan kembali sesuai fungsinya semula atau diolah terlebih dahulu agar menjadi produk baru. Sampah kota banyak terdapat dalam kategori ini.

1.3 Penggolongan Jenis Sampah

Di negara industri, jenis sampah atau yang dianggap sejenis sampah, dikelompokkan berdasarkan sumbernya seperti [4]:

- Pemukiman: biasanya berupa rumah atau apartemen. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, logam, barang bekas rumah tangga, limbah berbahaya dan sebagainya
- Daerah komersial: yang meliputi pertokoan, rumah makan, pasar, perkantoran, hotel, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain kertas, kardus, plastik, kayu, sisa makanan, kaca, logam, limbah berbahaya dan beracun, dan sebagainya
- Institusi: yaitu sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan sama dengan jenis sampah pada daerah komersial
- Konstruksi dan pembongkaran bangunan: meliputi pembuatan konstruksi baru, perbaikan jalan, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain kayu, baja, beton, debu, dan lain-lain
- Fasilitas umum: seperti penyapuan jalan, taman, pantai, tempat rekreasi, dan lain-lain. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain *rubbish*, sampah taman, ranting, daun, dan sebagainya
- Pengolah limbah domestik seperti Instalasi pengolahan air minum, Instalasi pengolahan air buangan, dan insinerator. Jenis sampah yang ditimbulkan antara lain lumpur hasil pengolahan, debu, dan sebagainya
- Kawasan Industri: jenis sampah yang ditimbulkan antara lain sisa proses produksi, buangan non industri, dan sebagainya
- Pertanian: jenis sampah yang dihasilkan antara lain sisa makanan busuk, sisa pertanian.

Penggolongan tersebut di atas lebih lanjut dapat dikelompokkan berdasarkan cara penanganan dan pengolahannya, yaitu [5]:

- Komponen mudah membusuk (*putrescible*): sampah rumah tangga, sayuran, buah-buahan, kotoran binatang, bangkai, dan lain-lain
- Komponen bervolume besar dan mudah terbakar (*bulky combustible*): kayu, kertas, kain plastik, karet, kulit dan lain-lain
- Komponen bervolume besar dan sulit terbakar (*bulky noncombustible*): logam, mineral, dan lain-lain
- Komponen bervolume kecil dan mudah terbakar (*small combustible*)
- Komponen bervolume kecil dan sulit terbakar (*small noncombustible*)
- Wadah bekas: botol, drum dan lain-lain
- Tabung bertekanan/gas
- Serbuk dan abu: organik (misal pestisida), logam metalik, non metalik, bahan amunisi dsb
- Lumpur, baik organik maupun non organik
- Puing bangunan
- Kendaraan tak terpakai
- Sampah radioaktif.

Pembagian yang lain sampah dari negara industri antara lain berupa [6]:

- Sampah organik mudah busuk (*garbage*): sampah sisa dapur, sisa makanan, sampah sisa sayur, dan kulit buah-buahan
- Sampah organik tak membusuk (*rubbish*): mudah terbakar (*combustible*) seperti kertas, karton, plastik, dsb dan tidak mudah terbakar (*non-combustible*) seperti logam, kaleng, gelas
- Sampah sisa abu pembakaran penghangat rumah (*ashes*)
- Sampah bangkai binatang (*dead animal*): bangkai tikus, ikan, anjing, dan binatang ternak
- Sampah sapuan jalan (*street sweeping*): sisa-sisa pembungkus dan sisa makanan, kertas, daun
- Sampah buangan sisa konstruksi (*demolition waste*), dsb

Sampah yang berasal dari pemukiman/tempat tinggal dan daerah komersial, selain terdiri atas sampah organik dan anorganik, juga dapat berkategori B3. Sampah organik bersifat *biodegradable* sehingga mudah terdekomposisi, sedangkan sampah anorganik bersifat *non-biodegradable* sehingga sulit terdekomposisi. Bagian organik sebagian besar terdiri atas sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, karet, kulit, kayu, dan sampah kebun. Bagian anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam, dan debu. Sampah yang mudah terdekomposisi, terutama dalam cuaca yang panas, biasanya dalam proses dekomposisinya akan menimbulkan bau dan mendatangkan lalat.

Pada suatu kegiatan dapat dihasilkan jenis sampah yang sama, sehingga komponen penyusunnya juga akan sama. Misalnya sampah yang hanya terdiri atas kertas, logam, atau daun-daunan saja. Apabila tidak tercampur dengan bahan-bahan lain, maka sebagian besar komponennya adalah seragam. Karena itu berdasarkan komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua macam :

- Sampah yang seragam. Sampah dari kegiatan industri pada umumnya termasuk dalam golongan ini. Sampah dari kantor sering hanya terdiri atas kertas, karton dan masih dapat digolongkan dalam golongan sampah yang seragam
- Sampah yang tidak seragam (campuran), misalnya sampah yang berasal dari pasar atau sampah dari tempat-tempat umum.

Bila dilihat dari status permukiman, sampah biasanya dapat dibedakan menjadi:

- Sampah kota (*municipal solid waste*), yaitu sampah yang terkumpul di perkotaan
- Sampah perdesaan (*rural waste*), yaitu sampah yang dihasilkan di perdesaan.

Di Indonesia, penggolongan sampah yang sering digunakan adalah sebagai (a) sampah organik, atau sampah basah, yang terdiri atas daun-daunan, kayu, kertas, karton, tulang, sisa-sisa makanan ternak, sayur, buah, dan lain-lain, dan sebagai (b) sampah anorganik, atau sampah kering yang terdiri atas kaleng, plastik, besi dan logam-logam lainnya, gelas dan mika. Kadang kertas dimasukkan dalam kelompok ini. Sedangkan bila dilihat dari sumbernya, sampah perkotaan yang dikelola oleh Pemerintah Kota di Indonesia sering dikategorikan dalam beberapa kelompok, yaitu [7]:

Sampah dari rumah tinggal: merupakan sampah yang dihasilkan dari kegiatan atau lingkungan rumah tangga atau sering disebut dengan istilah sampah domestik. Dari kelompok sumber ini umumnya dihasilkan sampah berupa sisa makanan, plastik, kertas, karton / dos, kain, kayu, kaca, daun, logam, dan kadang-kadang sampah berukuran besar seperti dahan pohon. Praktis tidak terdapat sampah yang biasa dijumpai di negara industri, seperti mebel, TV bekas, kasur dll. Kelompok ini dapat meliputi rumah tinggal yang ditempati oleh sebuah keluarga, atau sekelompok rumah yang berada dalam suatu kawasan permukiman, maupun unit rumah tinggal yang berupa rumah susun. Dari rumah tinggal juga dapat dihasilkan sampah golongan B3 (bahan berbahaya dan beracun), seperti misalnya baterai, lampu TL, sisa obat-obatan, oli bekas, dll.

Sampah dari daerah komersial: sumber sampah dari kelompok ini berasal dari pertokoan, pusat perdagangan, pasar, hotel, perkantoran, dll. Dari sumber ini umumnya dihasilkan sampah berupa kertas, plastik, kayu, kaca, logam, dan juga sisa makanan. Khusus dari pasar tradisional, banyak dihasilkan sisa sayur, buah, makanan yang mudah membusuk. Secara umum sampah dari sumber ini adalah mirip dengan sampah domestik tetapi dengan komposisi yang berbeda.

Sampah dari perkantoran / institusi: sumber sampah dari kelompok ini meliputi perkantoran, sekolah, rumah sakit, lembaga pemasyarakatan, dll. Dari sumber ini potensial dihasilkan sampah seperti halnya dari daerah komersial non pasar.

Sampah dari jalan / taman dan tempat umum: sumber sampah dari kelompok ini dapat berupa jalan kota, taman, tempat parkir, tempat rekreasi, saluran darinnase kota, dll. Dari daerah ini umumnya dihasilkan sampah berupa daun / dahan pohon, pasir / lumpur, sampah umum seperti plastik, kertas, dll.

Sampah dari industri dan rumah sakit yang sejenis sampah kota: kegiatan umum dalam lingkungan industri dan rumah sakit tetap menghasilkan sampah sejenis sampah domestik, seperti sisa makanan, kertas, plastik, dll. Yang perlu mendapat perhatian adalah, bagaimana agar sampah yang tidak sejenis sampah kota tersebut tidak masuk dalam sistem pengelolaan sampah kota.

1.4 Permasalahan Persampahan di Indonesia

Besarnya penduduk dan keragaman aktivitas di kota-kota metropolitan di Indonesia seperti Jakarta, mengakibatkan munculnya persoalan dalam pelayanan prasarana perkotaan, seperti masalah sampah. Diperkirakan hanya sekitar 60 % sampah di kota-kota besar di Indonesia yang dapat terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), yang operasi utamanya adalah pengurugan (*landfilling*). Banyaknya sampah yang tidak terangkut kemungkinan besar tidak terdata secara sistematis, karena biasanya dihitung berdasarkan ritasi truk menuju TPA. Jarang diperhitungkan sampah yang ditangani masyarakat secara swadaya, ataupun sampah yang tercecer dan secara sistematis dibuang ke badan air [9]. Tabel 1.1 merupakan proporsi penduduk yang dilayani oleh Dinas Kebersihan setempat.

Sampai saat ini paradigma pengelolaan sampah yang digunakan adalah: KUMPUL – ANGKUT dan BUANG [10], dan andalan utama sebuah kota dalam menyelesaikan masalah sampahnya adalah pemusnahan dengan *landfilling* pada sebuah TPA. Pengelola kota cenderung kurang memberikan perhatian yang serius pada TPA tersebut, sehingga muncullah kasus-kasus kegagalan TPA. Pengelola kota tampaknya beranggapan bahwa TPA yang dipunyainya dapat menyelesaikan semua persoalan sampah, tanpa harus memberikan perhatian yang proporsional terhadap sarana tersebut. TPA dapat

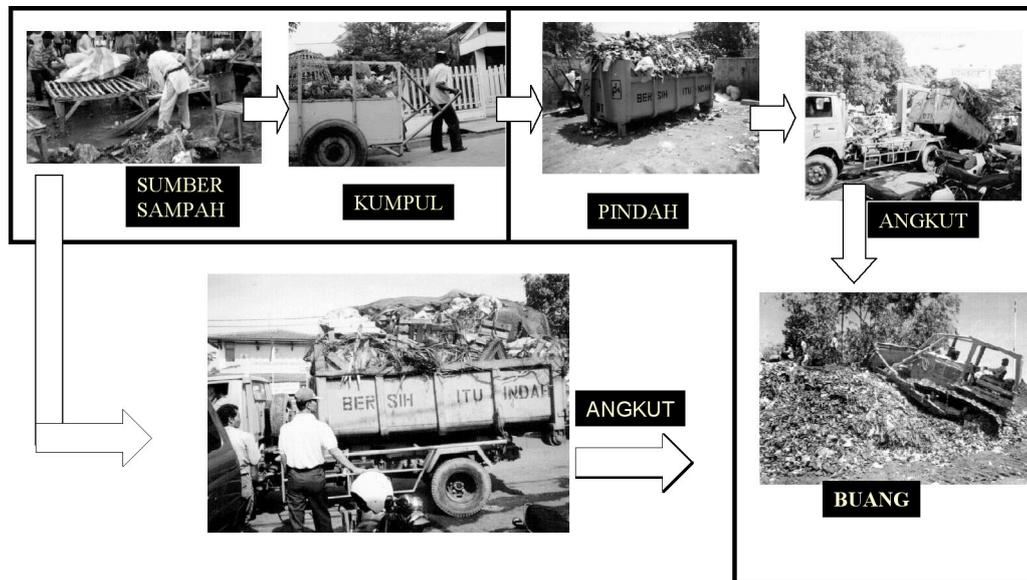
menjadi bom waktu bagi pengelola kota [11]. Gambar 1.2 berikut merupakan skema pengelolaan sampah secara umum di Indonesia.

Tabel 1.1 Proporsi pelayanan sampah di Indonesia [8]

Pulau	Penduduk (juta-j jiwa)	Penduduk dilayani (juta-j jiwa)	% penduduk dilayani
Sumatera	49,3	23,5	48
Jawa	137,2	80,8	59
Bali dan Nusa Tenggara	12,6	6,0	47
Kalimantan	12,9	6,0	46
Sulawesi, Maluku dan Papua	20,8	14,2	68
Total	232,7	130,3	56

Penyingkiran dan pemusnahan sampah atau limbah padat lainnya ke dalam tanah merupakan cara yang selalu digunakan, karena alternatif pengolahan lain belum dapat menuntaskan permasalahan yang ada. Cara ini mempunyai banyak resiko, terutama akibat kemungkinan pencemaran air tanah. Di negara majupun cara ini masih tetap digunakan walaupun porsinya tambah lama tambah menurun. Cara penyingkiran limbah ke dalam tanah yang dikenal sebagai *landfilling* merupakan cara yang sampai saat ini paling banyak digunakan, karena biayanya relatif murah, pengoperasiannya mudah dan luwes dalam menerima limbah. Namun fasilitas ini berpotensi mendatangkan masalah pada lingkungan, terutama dari lindi (*leachate*) yang dapat mencemari air tanah serta timbulnya bau dan lalat yang mengganggu, karena biasanya sarana ini tidak disiapkan dan tidak dioperasikan dengan baik [10].

Dilihat dari komposisi sampah, maka sebagian besar sampah kota di Indonesia adalah tergolong sampah hayati, atau secara umum dikenal sebagai sampah organik. Sampah yang tergolong hayati ini untuk kota-kota besar bisa mencapai 70 % dari total sampah, dan sekitar 28 % adalah sampah non-hayati yang menjadi obyek aktivitas pemulung yang cukup potensial, mulai dari sumber sampah (dari rumah-rumah) sampai ke TPA. Sisanya (sekitar 2%) tergolong B3 yang perlu dikelola tersendiri [12].



Gambar 1.2 : Pengelolaan sampah kumpul – angkut – buang [9]

Berdasarkan hal itulah di sekitar tahun 1980-an Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) ITB memperkenalkan konsep *Kawasan Industri Sampah* (KIS) pada tingkat kawasan dengan sasaran meminimalkan sampah yang akan diangkut ke TPA sebanyak mungkin dengan melibatkan swadaya masyarakat dalam daur-ulang sampah [13]. Konsep ini sempat diuji coba di beberapa kota termasuk di Jakarta. Konsep sejenis sudah dikembangkan di Jakarta yaitu Usaha Daur-ulang dan Produksi Kompos (UDPK) yang dimulai sekitar tahun 1991. Tetapi konsep ini tidak berjalan lancar karena membutuhkan kesiapan semua pihak untuk merubah cara fikir dan cara pandang dalam penanganan sampah, termasuk cara pandang Pengelola Kota setempat. Konsep yang sejenis diperkenalkan oleh BPPT dengan *zero-waste* nya. Secara teknis keberhasilan cara ini banyak tergantung pada bagaimana memilah dan memisahkan sampah sedini mungkin, yaitu dimulai dari sampah di rumah yang telah dipisah, gerobak

sampah yang terdiri dari beberapa kompartemen serta truk sampah yang akan mengangkut sampah sejenis menuju pemrosesan [11].

Berdasarkan data tahun 2008, jenis penanganan sampah yang berlangsung di Indonesia adalah sebagai berikut [8]:

- Pengurugan:	68,86%
- Pengomposan:	7,19%
- Open burning:	4,79%
- Dibuang ke sungai:	2,99%
- Insinerator skala kecil:	6,59%
- Non-pengurugan:	9,58%

Sampah yang dibuang ke lingkungan akan menimbulkan masalah bagi kehidupan dan kesehatan lingkungan, terutama kehidupan manusia. Masalah tersebut dewasa ini menjadi isu yang hangat dan banyak disoroti karena memerlukan penanganan yang serius. Beberapa permasalahan yang berkaitan dengan keberadaan sampah, di antaranya [4, 11]:

- Masalah estetika (keindahan) dan kenyamanan yang merupakan gangguan bagi pandangan mata. Adanya sampah yang berserakan dan kotor, atau adanya tumpukan sampah yang terbengkelai adalah pemandangan yang tidak disukai oleh sebagian besar masyarakat.
- Sampah yang terdiri atas berbagai bahan organik dan anorganik apabila telah terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar, merupakan sarang atau tempat berkumpulnya berbagai binatang yang dapat menjadi vektor penyakit, seperti lalat, tikus, kecoa, kucing, anjing liar, dan sebagainya. Juga merupakan sumber dari berbagai organisme patogen, sehingga akumulasi sampah merupakan sumber penyakit yang akan membahayakan kesehatan masyarakat, terutama yang bertempat tinggal dekat dengan lokasi pembuangan sampah.
- Sampah yang berbentuk debu atau bahan membusuk dapat mencemari udara. Bau yang timbul akibat adanya dekomposisi materi organik dan debu yang beterbangan akan mengganggu saluran pernafasan, serta penyakit lainnya.
- Timbulan lindi (*leachate*), sebagai efek dekomposisi biologis dari sampah memiliki potensi yang besar dalam mencemari badan air sekelilingnya, terutama air tanah di bawahnya. Pencemaran air tanah oleh lindi merupakan masalah terberat yang mungkin dihadapi dalam pengelolaan sampah.
- Sampah yang kering akan mudah beterbangan dan mudah terbakar. Misalnya tumpukan sampah kertas kering akan mudah terbakar hanya karena puntung rokok yang masih membara. Kondisi seperti ini akan menimbulkan bahaya kebakaran.
- Sampah yang dibuang sembarangan dapat menyumbat saluran-saluran air buangan dan drainase. Kondisi seperti ini dapat menimbulkan bahaya banjir akibat terhambatnya pengaliran air buangan dan air hujan.
- Beberapa sifat dasar dari sampah seperti kemampuan termampatkan yang terbatas, keanekaragaman komposisi, waktu untuk terdekomposisi sempurna yang cukup lama, dan sebagainya, dapat menimbulkan beberapa kesulitan dalam pengelolaannya. Misalnya, diperlukan lahan yang cukup luas dan terletak agak jauh dari pemukiman penduduk, sebagai lokasi pembuangan akhir sampah. Volume sampah yang besar merupakan masalah tersendiri dalam pengangkutannya, begitu juga dengan masalah pemisahan komponen-komponen tertentu sebelum proses pengolahan.
- Di negara-negara berkembang, seperti Indonesia, kurangnya kemampuan pendanaan, skala prioritas yang rendah, kurangnya kesadaran penghasil sampah merupakan masalah tersendiri dalam pengelolaan sampah, khususnya di kota-kota besar.

Pertambahan penduduk yang demikian pesat di daerah perkotaan (urban) telah mengakibatkan meningkatnya jumlah timbulan sampah. Dari studi dan evaluasi yang telah dilaksanakan di kota-kota di Indonesia, dapat diidentifikasi masalah-masalah pokok dalam pengelolaan persampahan kota, diantaranya [11]:

- Bertambah kompleksnya masalah persampahan sebagai konsekuensi logis dari pertambahan penduduk kota.
- Peningkatan kepadatan penduduk menuntut pula peningkatan metode/pola pengelolaan sampah yang lebih baik.
- Keheterogenan tingkat sosial budaya penduduk kota menambah kompleksnya permasalahan.
- Situasi dana serta prioritas penanganan yang relatif rendah dari pemerintah daerah merupakan masalah umum dalam skala nasional.
- Pergeseran teknik penanganan makanan, misalnya menuju ke pengemas yang tidak dapat terurai seperti plastik.
- Keterbatasan sumber daya manusia yang sesuai yang tersedia di daerah untuk menangani masalah sampah.
- Pengembangan perancangan peralatan persampahan yang bergerak sangat lambat.
- Partisipasi masyarakat yang pada umumnya masih kurang terarah dan terorganisir secara baik.
- Konsep pengelolaan persampahan yang kadangkala tidak cocok untuk diterapkan, serta kurang terbukanya kemungkinan modifikasi konsep tersebut di lapangan.

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan aktivitas penduduk yang berarti juga peningkatan jumlah timbulan sampah. Masalah pengelolaan sampah perkotaan antara lain adalah keterbatasan peralatan, lahan, dan sumber daya manusia. Masalah ini timbul di kota-kota besar ataupun kota-kota kecil, seperti telah dijelaskan sebelumnya. Pengelolaan persampahan mempunyai beberapa tujuan yang sangat mendasar yang meliputi [6]:

- Meningkatkan kesehatan lingkungan dan masyarakat
- Melindungi sumber daya alam (air)
- Melindungi fasilitas sosial ekonomi
- Menunjang pembangunan sektor strategis.

Pengelolaan persampahan di negara industri sering didefinisikan sebagai kontrol terhadap timbulan sampah, mulai dari pewadahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, proses, dan pembuangan akhir sampah, dengan prinsip-prinsip terbaik untuk kesehatan, ekonomi, keteknikan/*engineering*, konservasi, estetika, lingkungan, dan juga terhadap sikap masyarakat [4]. Keberhasilan pengelolaan, bukan hanya tergantung aspek teknis semata, tetapi mencakup juga aspek non teknis, seperti bagaimana mengatur sistem agar dapat berfungsi, bagaimana lembaga atau organisasi yang sebaiknya mengelola, bagaimana membiayai sistem tersebut dan yang tak kalah pentingnya adalah bagaimana melibatkan masyarakat penghasil sampah dalam aktivitas penanganan sampah. Untuk menjalankan sistem tersebut, harus melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti perencanaan kota, geografi, ekonomi, kesehatan masyarakat, sosiologi, demografi, komunikasi, konservasi, dan ilmu bahan. Sebelum UU-18/2008 dikeluarkan, kebijakan pengelolaan sampah perkotaan (yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum) di Indonesia memposisikan bahwa pengelolaan sampah perkotaan merupakan sebuah sistem yang terdiri dari 5 komponen sub sistem, yaitu [14]:

- Peraturan / hukum
- Kelembagaan dan organisasi
- Teknik operasional
- Pembiayaan
- Peran serta masyarakat.

Namun bila diperhatikan, konsep ini sebetulnya berlaku tidak hanya untuk pendekatan pemecahan masalah persampahan, tetapi untuk sektor lain yang umumnya terkait dengan pelayanan masyarakat. Oleh karenanya kelima komponen tsb lebih tepat disebut sebagai aspek-aspek penting yang mempengaruhi manajemen persampahan.

Peraturan/hukum:

Aspek pengaturan didasarkan atas kenyataan bahwa negara Indonesia adalah negara hukum, dimana sendi-sendi kehidupan bertumpu pada hukum yang berlaku. Manajemen persampahan kota di Indonesia membutuhkan kekuatan dan dasar hukum, seperti dalam pembentukan organisasi, pemungutan retribusi, ketertiban masyarakat, dan sebagainya. Peraturan yang diperlukan dalam penyelenggaraan sistem pengelolaan sampah di perkotaan antara lain adalah yang mengatur tentang:

- Ketertiban umum yang terkait dengan penanganan sampah
- Rencana induk pengelolaan sampah kota
- Bentuk lembaga dan organisasi pengelola
- Tata-cara penyelenggaraan pengelolaan
- Besaran tarif jasa pelayanan atau retribusi
- Kerjasama dengan berbagai pihak terkait, diantaranya kerjasama antar daerah, atau kerjasama dengan pihak swasta.

Kelembagaan dan organisasi:

Aspek organisasi dan manajemen merupakan suatu kegiatan yang multi disiplin yang bertumpu pada prinsip teknik dan manajemen yang menyangkut aspek-aspek ekonomi, sosial, budaya, dan kondisi fisik wilayah kota, dan memperhatikan pihak yang dilayani yaitu masyarakat kota. Perancangan dan pemilihan bentuk organisasi disesuaikan dengan:

- Peraturan pemerintah yang membinanya
- Pola sistem operasional yang diterapkan
- Kapasitas kerja sistem
- Lingkup pekerjaan dan tugas yang harus ditangani.

Kebijakan yang diterapkan di Indonesia dalam mengelola sampah kota secara formal adalah seperti yang diarahkan oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai departemen teknis yang membina pengelola persampahan perkotaan di Indonesia. Bentuk institusi pengelolaan persampahan kota yang dianut di Indonesia:

- Seksi Kebersihan di bawah satu dinas, misalnya Dinas Pekerjaan Umum (PU) terutama apabila masalah kebersihan kota masih bisa ditanggulangi oleh suatu seksi di bawah dinas tersebut
- Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) di bawah suatu dinas, misalnya Dinas PU terutama apabila dalam struktur organisasi belum ada seksi khusus di bawah dinas yang mengelola kebersihan,

sehingga lebih memberikan tekanan pada masalah operasional, dan lebih mempunyai otonomi daripada seksi

- Dinas Kebersihan akan memberikan percepatan dan pelayanan pada masyarakat dan bersifat nir-laba. Dinas ini perlu dibentuk karena aktivitas dan volume pekerjaan yang sudah meningkat
- Perusahaan Daerah (PD) Kebersihan, merupakan organisasi pengelola yang dibentuk bila permasalahan di kota tersebut sudah cukup luas dan kompleks. Pada prinsipnya perusahaan daerah ini tidak lagi disubsidi oleh pemerintah daerah (pemda), sehingga efektivitas penarikan retribusi akan lebih menentukan. Bentuk ini sesuai untuk kota metropolitan.

Teknik operasional:

Teknik operasional pengelolaan sampah kota meliputi dasar-dasar perencanaan untuk kegiatan:

- Pewadahan sampah
- Pengumpulan sampah
- Pemandahan sampah
- Pengangkutan sampah
- Pengolahan sampah
- Pembuangan (sekarang: pemrosesan) akhir sampah.

Kegiatan pemilahan dan daur ulang semaksimal mungkin dilakukan sejak dari pewadahan sampah sampai dengan pembuangan akhir sampah. Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan yang terdiri atas kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya. Pengelolaan sampah B3 rumah tangga dikelola secara khusus sesuai aturan yang berlaku. Kegiatan pemilahan dapat pula dilakukan pada kegiatan pengumpulan pemindahan. Kegiatan pemilahan dan daur ulang diutamakan di sumber.

Pembiayaan / retribusi:

Sebagaimana kegiatan yang lain, maka komponen pembiayaan sistem pengelolaan sampah kota secara ideal dihitung berdasarkan:

- Biaya investasi
- Biaya operasi dan pemeliharaan
- Biaya manajemen
- Biaya untuk pengembangan
- Biaya penyuluhan dan pembinaan masyarakat.

Aspek pembiayaan merupakan sumber daya penggerak agar roda sistem pengelolaan persampahan di kota tersebut dapat bergerak dengan lancar. Diharapkan bahwa sistem pengelolaan persampahan di Indonesia akan menuju pada 'pembiayaan sendiri', termasuk disini dengan pembentukan perusahaan daerah. Sektor pembiayaan ini menyangkut beberapa aspek, seperti:

- Proporsi APBN/APBD pengelolaan sampah, antara retribusi dan biaya pengelolaan sampah
- Proporsi komponen biaya tersebut untuk gaji, transportasi, pemeliharaan, pendidikan dan pengembangan serta administrasi
- Proporsi antara retribusi dengan pendapatan masyarakat
- Struktur dan penarikan retribusi yang berlaku.

Retribusi persampahan merupakan bentuk konkrit partisipasi masyarakat dalam membiayai program pengelolaan persampahan. Bentuk penarikan retribusi dibenarkan bila pelaksanaannya adalah badan formal yang diberi kewenangan oleh pemerintah.

Peran serta masyarakat:

Tanpa adanya partisipasi masyarakat penghasil sampah, semua program pengelolaan sampah yang direncanakan akan sia-sia. Salah satu pendekatan kepada masyarakat untuk dapat membantu program pemerintah dalam kebersihan adalah bagaimana membiasakan masyarakat kepada tingkah laku yang sesuai dengan tujuan program itu. Hal ini antara lain menyangkut:

- Bagaimana merubah persepsi masyarakat terhadap pengelolaan sampah yang tertib dan teratur
- Faktor-faktor sosial, struktur, dan budaya setempat
- Kebiasaan dalam pengelolaan sampah selama ini.

Permasalahan yang terjadi berkaitan dengan peran serta masyarakat dalam pengelolaan persampahan, yaitu di antaranya:

- Tingkat penyebaran penduduk yang tidak merata
- Belum melembaganya keinginan dalam masyarakat untuk menjaga lingkungan
- Belum ada pola baku bagi pembinaan masyarakat yang dapat dijadikan pedoman pelaksanaan
- Masih banyak pengelola kebersihan yang belum mencantumkan penyuluhan dalam programnya
- Kehawatiran pengelola bahwa inisiatif masyarakat tidak akan sesuai dengan konsep pengelolaan yang ada.

BAGIAN 2

SUMBER, KARAKTERISTIK, DAN TIMBULAN SAMPAH

Bagian ini menjelaskan sumber, timbulan, komposisi dan karakteristik sampah. Dijelaskan bagaimana metode sampling dan pengukuran timbulan sampah. Dijelaskan pula secara umum jenis sampah yang berkategori berbahaya yang dihasilkan oleh rumah tangga. Guna lebih memahami, mahasiswa diminta mengamati selama seminggu jumlah timbulan sampah di tempat tinggal masing-masing, beserta komposisinya.

2.1 Sumber dan Timbulan Sampah

Secara praktis sumber sampah dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu:

- a. Sampah dari permukiman, atau sampah rumah tangga
- b. Sampah dari non-permukiman yang sejenis sampah rumah tangga, seperti dari pasar, daerah komersial dsb.

Sampah dari kedua jenis sumber ini (a dan b) dikenal sebagai **sampah domestik**. Sedang **sampah non-domestik** adalah sampah atau limbah yang bukan sejenis sampah rumah tangga, misalnya limbah dari proses industri. Bila sampah domestik ini berasal dari lingkungan perkotaan, dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *municipal solid waste (MSW)*.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dalam pengelolaan sampah kota di Indonesia, sumber sampah kota dibagi berdasarkan [14]:

- a. Permukiman atau rumah tangga dan sejenisnya
- b. Pasar
- c. Kegiatan komersial seperti pertokoan
- d. Kegiatan perkantoran
- e. Hotel dan restoran
- f. Kegiatan dari institusi seperti industri, rumah sakit, untuk sampah yang sejenis sampah permukiman
- g. Penyapuan jalan
- h. Taman-taman.

Kadang dimasukkan pula sampah dari sungai atau drainase air hujan, yang cukup banyak dijumpai. Sampah dari masing-masing sumber tersebut dapat dikatakan mempunyai karakteristik yang khas sesuai dengan besaran dan variasi aktivitasnya. Demikian juga timbulan (*generation*) sampah masing-masing sumber tersebut bervariasi satu dengan yang lain, seperti terlihat dalam standar pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Besarnya timbulan sampah berdasarkan sumbernya [15, 16]

No.	Komponen sumber sampah	Satuan	Volume (Liter)	Berat (kg)
1.	Rumah permanen	/orang/hari	2,25 - 2,50	0,350 - 0,400
2.	Rumah semi permanen	/orang/hari	2,00 - 2,25	0,300 - 0,350
3.	Rumah non-permanen	/orang/hari	1,75 - 2,00	0,250 - 0,300
4.	Kantor	/pegawai/hari	0,50 - 0,75	0,025 - 0,100
5.	Toko/ruko	/petugas/hari	2,50 - 3,00	0,150 - 0,350
6.	Sekolah	/murid/hari	0,10 - 0,15	0,010 - 0,020
7.	Jalan arteri sekunder	/m/hari	0,10 - 0,15	0,020 - 0,100
8.	Jalan kolektor sekunder	/m/hari	0,10 - 0,15	0,010 - 0,050
9.	Jalan lokal	/m/hari	0,05 - 0,10	0,005 - 0,025
10.	Pasar	/m ² /hari	0,20 - 0,60	0,100 - 0,300

Data mengenai timbulan, komposisi, dan karakteristik sampah merupakan hal yang sangat menunjang dalam menyusun sistem pengelolaan persampahan di suatu wilayah. Data tersebut harus tersedia agar dapat disusun suatu alternatif sistem pengelolaan sampah yang baik. Jumlah timbulan sampah ini biasanya akan berhubungan dengan elemen-elemen pengelolaan sampah antara lain [15]:

- Pemilihan peralatan, misalnya wadah, alat pengumpulan, dan pengangkutan
- Perencanaan rute pengangkutan
- Fasilitas untuk daur ulang
- Luas dan jenis TPA.

Bagi negara berkembang dan beriklim tropis seperti Indonesia, faktor musim sangat besar pengaruhnya terhadap berat sampah. Dalam hal ini, musim bisa terkait musim hujan dan kemarau, tetapi dapat juga berarti musim buah-buahan tertentu. Di samping itu, berat sampah juga sangat dipengaruhi oleh faktor sosial budaya lainnya. Oleh karenanya, sebaiknya evaluasi timbulan sampah dilakukan beberapa kali

dalam satu tahun. Timbulan sampah dapat diperoleh dengan sampling (estimasi) berdasarkan standar yang sudah tersedia. Timbulan sampah ini dinyatakan sebagai [15]:

- Satuan berat: kg/o/hari, kg/m²/hari, kg/bed/hari dan sebagainya
- Satuan volume: L/o/hari, L/m²/hari, L/bed/hari dan sebagainya.

Di Indonesia umumnya menerapkan satuan volume. Penggunaan satuan volume dapat menimbulkan kesalahan dalam interpretasi karena terdapat faktor kompaksi yang harus diperhitungkan. Sebagai ilustrasi, 10 unit wadah yang berisi air masing-masing 100 liter, bila air tersebut disatukan dalam wadah yang besar, maka akan tetap berisi 1000 liter air. Namun 10 unit wadah yang berisi sampah 100 liter, bila sampah tersebut disatukan dalam sebuah wadah, maka volume sampah akan berkurang karena mengalami kompaksi. Berat sampah akan tetap. Terdapat faktor kompaksi yaitu **densitas**.

Prakiraan timbulan sampah baik untuk saat sekarang maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan, dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Prakiraan rerata timbulan sampah akan merupakan langkah awal yang biasa dilakukan dalam pengelolaan persampahan. Satuan timbulan sampah ini biasanya dinyatakan sebagai satuan skala kuantitas per orang atau per unit bangunan dan sebagainya. Bagi kota-kota di negara berkembang, dalam hal mengkaji besaran timbulan sampah, agaknya perlu diperhitungkan adanya faktor pendaurulangan sampah mulai dari sumbernya sampai di TPA.

Rata-rata timbulan sampah biasanya akan bervariasi dari hari ke hari, antara satu daerah dengan daerah lainnya, dan antara satu negara dengan negara lainnya. Variasi ini terutama disebabkan oleh perbedaan, antara lain [17]:

- Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya
- Tingkat hidup: makin tinggi tingkat hidup masyarakat, makin besar timbulan sampahnya
- Musim: di negara Barat, timbulan sampah akan mencapai angka minimum pada musim panas
- Cara hidup dan mobilitas penduduk
- Iklim: di negara Barat, debu hasil pembakaran alat pemanas akan bertambah pada musim dingin
- Cara penanganan makanannya.

Contoh timbulan sampah adalah seperti tercantum dalam Tabel 2.2 yang berasal dari kota Bandung pada tahun 1994. Beberapa studi memberikan angka timbulan sampah kota di Indonesia berkisar antara 2-3 liter/orang/hari dengan densitas 200-300 kg/m³ dan komposisi sampah organik 70-80%. Untuk memberikan gambaran tentang timbulan sampah ini, beberapa angka tentang timbulan sampah diberikan dalam Tabel 2.3 (Jakarta tahun 2000 dan 2005), 2.4 dan 2.5 di bawah ini, yang merupakan rangkuman dari beberapa laporan hasil penelitian sebagai gambaran.

Tabel 2.2: Timbulan sampah kota Bandung, 1994 [18]

No.	Sumber sampah	Timbulan	Satuan
Pemukiman:			
1.	Rumah: Permanen	2,04 l/o/h	L/o/h
	Semi permanen	1,77 l/o/h	L/o/h
	Non permanen	2,14 l/o/h	L/o/h
	Rerata	1,98 l/o/h	L/o/h
Non pemukiman:			
2.	Pasar	5,35	L/m ² /h
3.	Jalan	516,94	L/km/h
4.	Toko	24,0	L/unit/h
5.	Kantor	85,5	L/unit/hari
6.	Rumah makan	356,3	L/unit/h
7.	Hotel	2,5	L/bed/h
8.	Industri	0,54	L/pegawai/h
9.	Rumah sakit	7,86	L/bed/h

Tabel 2.3: Jumlah sampah di Jakarta [19]

Sources	2000		2005	
	(Ton/hari)	(%)	(Ton/hari)	(%)
Rumah tangga	4169	65	3067	51
Pasar			280	5
Sekolah			308	5
Komersial	963	15	1583	26
Industri/institusi	641	10	516	9
Jalan, saluran dll	640	10	246	4
Total	6413	100	6000	100

Tabel 2.4: Timbulan Sampah di Beberapa Negara [20]

Kota	Timbulan (kg/orang/hari)
Paris	1,100
Damaskus	0,635
Fes	0,625
Rabat	0,550
Konakry	0,440
Karachi	0,550
Singapura	0,870
Manila	0,550
Jakarta	0,650

Tabel 2.5: Jumlah sampah di Indonesia 2008 [19]

Pulau	Jumlah sampah kota (ribu ton)
Sumatera	8,7
Jawa	21,2
Bali dan pulau-pulau Nusa Tenggara	1,3
Kalimantan	2,3
Sulawesi, Maluku dan Papua	5,0
Total	38,5

Menurut SNI 19-3964-1995 [21], bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

- Satuan timbulan sampah kota besar = 2 – 2,5 L/orang/hari, atau = 0,4 – 0,5 kg/orang/hari
- Satuan timbulan sampah kota sedang/kecil = 1,5 – 2 L/orang/hari, atau = 0,3 – 0,4 kg/orang/hari

Karena timbulan sampah dari sebuah kota sebagian besar berasal dari rumah tangga, maka untuk perhitungan secara cepat satuan timbulan sampah tersebut dapat dianggap sudah meliputi sampah yang ditimbulkan oleh setiap orang dalam berbagai kegiatan dan berbagai lokasi, baik saat di rumah, jalan, pasar, hotel, taman, kantor dsb. Namun tambah besar sebuah kota, maka tambah mengecil porsi sampah dari permukiman, dan tambah membesar porsi sampah non-permukiman, sehingga asumsi tersebut di atas perlu penyesuaian, seperti contoh di bawah ini.

Contoh :

Jumlah penduduk sebuah kota = 1 juta orang. Bila satuan timbulan sampah = 2,5 L/orang/hari atau 0,5 kg/orang/hari, maka jumlah sampah dari permukiman adalah = $2,5 \times 1.000.000 / 1000 \text{ m}^3/\text{hari} = 2500 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau setara dengan 500 ton/hari. Bila jumlah sampah dari sektor non-permukiman diasumsi berkontribusi 35% dari total sampah di kota tersebut, maka total sampah yang dihasilkan dari kota tersebut = $2500/0,65 = 3846 \text{ m}^3/\text{hari}$, atau = 769 ton/hari. Bila dikonversi terhadap total penduduk, maka kota tersebut dapat dinyatakan menghasilkan timbulan sampah sebesar $3846 \text{ m}^3/\text{har}/1 \text{ juta orang/hari}$, atau = 3,85 L/orang/hari, yang merupakan satuan timbulan ekivalensi penduduk.

2.2 Komposisi Sampah

Pengelompokan berikutnya yang juga sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) atau % volume (basah) dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan lain-lain. Tabel 2.6 menggambarkan tipikal komposisi sampah permukiman di kota di negara maju. Sedang Tabel 2.7 menggambarkan contoh komposisi sampah kota di beberapa tempat di dunia. Komposisi dan sifat-sifat sampah menggambarkan keanekaragaman aktivitas manusia.

Tabel 2.6: Komposisi sampah domestik [22]

Kategori sampah	% Berat	% Volume
Kertas dan bahan-bahan kertas	32,98	62,61
Kayu/produk dari kayu	0,38	0,15
Plastik, kulit, dan produk karet	6,84	9,06
Kain dan produk tekstil	6,36	5,1
Gelas	16,06	5,31
Logam	10,74	9,12
Bahan batu, pasir	0,26	0,07
Sampah organik	26,38	8,58

Tabel 2.7: Komposisi sampah di beberapa kota (% berat basah) [17]

Komponen	London	Singapura	Hongkong	Jakarta	Bandung
Organik	28	4,6	9,4	74	73,4
Kertas	37	43,1	32,5	8	9,7
Logam	9	3	2,2	2	0,5
Kaca	9	1,3	9,7	2	0,4
Tekstil	3	9,3	9,6	-	1,3
Plastik/Karet	3	6,1	6,2	6	8,6
Lain-lain	11	32,6	29,4	8	6,1

Pengertian sampah organik seperti tercantum dalam Tabel di atas lebih bersifat untuk mempermudah pengertian umum, untuk menggambarkan komponen sampah yang cepat terdegradasi (cepat membusuk), terutama yang berasal dari sisa makanan. Sampah yang membusuk (*garbage*) adalah sampah yang dengan mudah terdekomposisi karena aktivitas mikroorganismenya. Dengan demikian pengelolaannya menghendaki kecepatan, baik dalam pengumpulan, pembuangan, maupun pengangkutannya. Pembusukan sampah ini dapat menghasilkan bau tidak enak, seperti amoniak dan asam-asam volatil lainnya. Selain itu, dihasilkan pula gas-gas hasil dekomposisi, seperti gas metan dan sejenisnya, yang dapat membahayakan keselamatan bila tidak ditangani secara baik. Penumpukan sampah yang cepat membusuk perlu dihindari. Sampah kelompok ini kadang dikenal sebagai sampah basah, atau juga dikenal sebagai sampah organik. Kelompok inilah yang berpotensi untuk diproses dengan bantuan mikroorganismenya, misalnya dalam pengomposan atau gasifikasi.

Sampah yang tidak membusuk atau *refuse* pada umumnya terdiri atas bahan-bahan kertas, logam, plastik, gelas, kaca, dan lain-lain. Sampah kering (*refuse*) sebaiknya didaur ulang, apabila tidak maka diperlukan proses lain untuk memusnahkannya, seperti pembakaran. Namun pembakaran *refuse* ini juga memerlukan penanganan lebih lanjut, dan berpotensi sebagai sumber pencemaran udara yang bermasalah, khususnya bila mengandung plastik PVC. Kelompok sampah ini dikenal pula sebagai sampah kering, atau sering pula disebut sebagai sampah anorganik.

Di negara beriklim dingin, sampah berupa debu dan abu banyak dihasilkan sebagai produk hasil pembakaran, baik pembakaran bahan bakar untuk pemanas ruangan, maupun abu hasil pembakaran sampah dari insinerator. Abu debu di negara tropis seperti Indonesia, banyak berasal dari penyapuan jalan-jalan umum. Selama tidak mengandung zat beracun, abu tidak terlalu berbahaya terhadap lingkungan dan masyarakat. Namun, abu yang berukuran $<10 \mu\text{m}$ dapat memasuki saluran pernafasan dan menyebabkan penyakit *pneumoconiosis*.

Sampah berbahaya adalah semua sampah yang mengandung bahan beracun bagi manusia, flora, dan fauna. Sampah ini pada umumnya terdiri atas zat kimia organik maupun anorganik serta logam-logam berat, yang kebanyakan merupakan buangan industri. Sampah jenis ini sebaiknya dikelola oleh suatu badan yang berwenang dan dikeluarkan ke lingkungan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Sampah jenis ini tidak dapat dicampurkan dengan sampah kota biasa. Lihat uraian butir 2.5.

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Cuaca: di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi
- Frekuensi pengumpulan: semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah kering lainnya yang sulit terdegradasi
- Musim: jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung
- Tingkat sosial ekonomi: Daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas, dan sebagainya
- Pendapatan per kapita: masyarakat dari tingkat ekonomi rendah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen dibanding tingkat ekonomi lebih tinggi.
- Kemasan produk: kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi. Negara maju cenderung tambah banyak yang menggunakan kertas sebagai pengemas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia banyak menggunakan plastik sebagai pengemas.

Dengan mengetahui komposisi sampah dapat ditentukan cara pengolahan yang tepat dan yang paling efisien sehingga dapat diterapkan proses pengolahannya. Tipikal komposisi sampah didasarkan atas tingkat pendapatan digambarkan pada Tabel 2.8 di bawah ini. Tambah sederhana pola hidup masyarakatnya, tambah banyak komponen sampah organik (sisa makanan, dsb). Suatu penelitian (1989) yang dilakukan di beberapa kota di Jawa Barat menggambarkan hal tersebut dalam skala kota, seperti tampak dalam Tabel 2.9 berikut ini. Tambah besar dan beraneka ragam aktivitas sebuah kota, maka tambah kecil proporsi sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, yang umumnya

didominasi sampah organik. Tabel 2.10 menggambarkan contoh komposisi sampah berdasarkan sumbernya. Berdasarkan tabel tersebut tampak bahwa pemukiman merupakan sumber sampah terbesar dengan komposisi sampah basah atau sampah organik sebesar 73-78%. Dengan kondisi seperti itu disertai kelembaban sampah yang tinggi, maka sampah akan sangat cepat membusuk.

Tabel 2.8: Tipikal komposisi sampah pemukiman (% berat basah) [20]

Komposisi	Pemukiman <i>low income</i>	Pemukiman <i>middle income</i>	Pemukiman <i>high income</i>
Kertas	1-10	15-40	15-40
Kaca, keramik	1-10	1-10	4-10
Logam	1-5	1-5	3-13
Plastik	1-5	2-6	2-10
Kulit, karet	1-5	-	-
Kayu	1-5	-	-
Tekstil	1-5	2-10	2-10
Sisa makanan	40-85	20-65	20-50
Lain-lain	1-40	1-30	1-20

Tabel 2.9: Tendensi komposisi sampah di Jawa Barat (%berat basah) [15]

Sumber sampah	Jakarta	Bandung	Cirebon	Pelab.Ratu
Rumah tangga	49,3	53,1	73,4	77,0
Pasar	16,4	16,9	2,8	14,5
Komersial	17,4	17,4	4,5	1,0
Industri	15,8	-	-	-
Jalan	1,1	7,6	0,8	1,2
Sekolah	-	-	1,9	1,2
Kantor	-	-	3,6	-
Lain-lain	-	5,0	5,0	5,0

Tabel 2.10: Komposisi sampah kota Bandung berdasarkan sumber (% berat basah) 1988 [23]

Komposisi	Permukiman dengan pendapatan			Pasar	Pertokoan	Sapuan	TPS	TPA
	Rendah	Sedang	Tinggi					
Sampah basah	78,72	75,95	73,41	86,36	67,03	42,23	82,76	87,78
Daun-daun	1,70	2,14	3,51	1,25	0,05	29,30	3,76	-
Kertas	6,10	7,68	9,32	5,77	0,05	18,16	4,94	4,60
Tekstil	1,94	0,53	1,69	0,45	17,38	0,19	1,03	0,76
Karet	1,80	0,17	0,19	0,14	2,89	-	0,07	0,35
Plastik	6,31	7,91	9,15	5,67	-	8,16	4,85	4,71
Kulit	0,85	2,13	0,52	-	11,96	-	0,06	0,10
Kayu	0,77	0,59	0,55	-	0,29	-	0,43	1,13
Kaca	0,51	0,48	0,80	0,19	0,29	-	0,28	0,10
Logam	0,79	0,72	1,18	0,09	0,10	-	0,19	0,12
Lain-lain	0,51	1,81	0,69	0,08	0,01	1,96	1,16	1,35

2.3 Karakteristik Sampah

Selain komposisi, maka karakteristik lain yang biasa ditampilkan dalam penanganan sampah adalah karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik tersebut sangat bervariasi, tergantung pada komponen-komponen sampah. Kekhasan sampah dari berbagai tempat/daerah serta jenisnya yang berbeda-beda memungkinkan sifat-sifat yang berbeda pula. Sampah kota di negara-negara yang sedang berkembang akan berbeda susunannya dengan sampah kota di negara-negara maju.

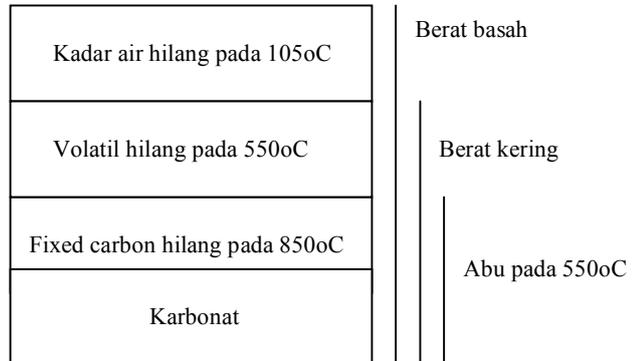
Karakteristik sampah dapat dikelompokkan menurut sifat-sifatnya, seperti:

- Karakteristik fisika: yang paling penting adalah densitas, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor, distribusi ukuran (Gambar 2.1 merupakan skematis berat bahan)
- Karakteristik kimia: khususnya yang menggambarkan susunan kimia sampah tersebut yang terdiri dari unsur C, N, O, P, H, S, dsb.

Menurut pengamatan di lapangan, maka densitas sampah akan tergantung pada sarana pengumpul dan pengangkut yang digunakan, biasanya untuk kebutuhan desain digunakan angka [24] :

- Sampah di wadah sampah rumah: 0,01 – 0,20 ton/m³
- Sampah di gerobak sampah: 0,20 – 0,25 ton/m³

- Sampah di truk terbuka: 0,30 – 0,40 ton/m³
 - Sampah di TPA dengan pemataran konvensional = 0,50 – 0,60 ton/m³.
- Tabel 2.11 merupakan contoh karakteristik sampah yang sering dimunculkan di Indonesia. Tabel 2.12 merupakan contoh karakteristik di kota sebuah TPS di kota Bandung pada tahun 2007.



Gambar 2.1: Posisi bahan pada temperatur pembakaran

Tabel 2.11: Karakteristik sampah kota Bandung 1988 [25]

Parameter	Persentase
Kadar air (% berat basah)	64,27
pH	6,27
Materi organik (% berat basah)	44,70
Karbon (% berat kering)	44,70
Nitrogen (% berat kering)	1,56
Posfor (% berat kering)	0,241
Kadar abu (% berat kering)	23,09
Nilai kalor (kkal/kg)	1197

Tabel 2.12 Contoh karakteristik sampah

Komponen	Kadar air (% berat basah)	Kadar volatil (% berat kering)	Kadar abu (% berat kering)
Sisa makanan	88,33	88,09	11,91
Kertas-tissu	5,03	99,69	0,31
Daun	34,62	96,92	3,08
Botol kaca	1,30	0,52	99,48
Botol/cup plastik	2,57	88,48	11,52
Karton	6,57	94,45	5,55
Kertas putih	50,65	80,00	20,00
Tekstil	3,41	86,32	13,68
Plastik macam-macam	68,45	98,21	1,79

Informasi mengenai komposisi dan karakteristik sampah diperlukan untuk memilih dan menentukan cara pengoperasian setiap peralatan dan fasilitas-fasilitas lainnya dan untuk memperkirakan kelayakan pemanfaatan kembali sumberdaya dan energi dalam sampah, serta untuk perencanaan fasilitas pembuangan akhir.

2.4 Metode Pengukuran [15, 21]

Timbulan sampah yang dihasilkan dari sebuah kota dapat diperoleh dengan survey pengukuran atau analisa langsung di lapangan, yaitu:

- Mengukur langsung satuan timbulan sampah dari sejumlah sampel (rumah tangga dan non-rumah tangga) yang ditentukan secara random-proporsional di sumber selama 8 hari berturut-turut (SNI 19-3964-1995 dan SNI M 36-1991-03)
- Load-count analysis*: Mengukur jumlah (berat dan/atau volume) sampah yang masuk ke TPS, misalnya diangkut dengan gerobak, selama 8 hari berturut-turut. Dengan melacak jumlah dan jenis penghasil sampah yang dilayani oleh gerobak yang mengumpulkan sampah tersebut, sehingga akan diperoleh satuan timbulan sampah per-ekivalensi penduduk
- Weigh-volume analysis*: bila tersedia jembatan timbang, maka jumlah sampah yang masuk ke fasilitas penerima sampah akan dapat diketahui dengan mudah dari waktu ke waktu. Jumlah sampah harian kemudian digabung dengan perkiraan area yang layanan, dimana data

penduduk dan sarana umum terlayani dapat dicari, maka akan diperoleh satuan timbulan sampah per-ekuivalensi penduduk

- d. *Material balance analysis*: merupakan analisa yang lebih mendasar, dengan menganalisa secara cermat aliran bahan masuk, aliran bahan yang hilang dalam system, dan aliran bahan yang menjadi sampah dari sebuah sistem yang ditentukan batas-batasnya (*system boundary*)

Dalam survey, frekuensi pengambilan sampel sebaiknya dilakukan selama 8 (delapan) hari berturut-turut guna menggambarkan fluktuasi harian yang ada. Dilanjutkan dengan kegiatan bulanan guna menggambarkan fluktuasi dalam satu tahun. Penerapan yang dilaksanakan di Indonesia biasanya telah disederhanakan, seperti:

- Hanya dilakukan 1 hari saja
- Dilakukan dalam seminggu, tetapi pengambilan sampel setiap 2 atau 3 hari
- Dilakukan dalam 8 hari berturut-turut.

Metode yang umum digunakan untuk menentukan kuantitas total sampah yang akan dikumpulkan dan diangkut ke TPA adalah sebagai berikut:

- Rata-rata angkutan per hari dikalikan volume rata-rata pengangkutan dan dikonversikan ke satuan berat dengan menggunakan densitas rata-rata yang diperoleh melalui sampling
- Mengukur berat sampel di dalam kendaraan angkut dengan menggunakan jembatan timbang, kemudian rata-ratanya dikalikan dengan total angkutan per hari
- Mengukur berat setiap angkutan di jembatan timbang di TPA.

Jumlah sampah yang sampai di TPA sulit untuk dijadikan indikasi yang akurat mengenai timbulan sampah yang sebenarnya di sumber. Hal ini disebabkan oleh terjadinya kehilangan sampah di setiap tahapan proses operasional pengelolaan sampah tersebut, terutama karena adanya aktivitas pemulungan atau pemilahan sampah.

Untuk keperluan tertentu, misalnya menentukan volume yang dibutuhkan untuk pewadahan sampah atau menentukan potensi daur ulang, perlu diupayakan untuk mengukur jumlah sampah di sumber. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan sampling sampah langsung di sumbernya. Karena aktivitas domestik bervariasi dari hari ke hari dengan siklus mingguan, sampling sampah di sumber harus dilaksanakan selama satu minggu (umumnya 8 hari berturut-turut).

Penentuan jumlah sampel yang biasa digunakan dalam analisis timbulan sampah adalah dengan pendekatan statistika, yaitu:

- a. Metode *stratified random sampling*: yang biasanya didasarkan pada komposisi pendapatan penduduk setempat, dengan anggapan bahwa kuantitas dan kualitas sampah dipengaruhi oleh tingkat kehidupan masyarakat.
- b. Jumlah sampel minimum: ditaksir berdasarkan berapa perbedaan yang bisa diterima antara yang ditaksir dengan penaksir, berapa derajat kepercayaan yang diinginkan, dan berapa derajat kepercayaan yang bisa diterima.
- c. Pendekatan praktis: dapat dilakukan dengan pengambilan sampel sampah berdasarkan atas jumlah minimum sampel yang dibutuhkan untuk penentuan komposisi sampah, yaitu minimum 500 liter atau sekitar 200 kg. Biasanya sampling dilakukan di TPS atau pada gerobak yang diketahui sumber sampahnya.

Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah di Indonesia biasanya dilaksanakan berdasarkan SNI M 36-1991-03 [21]. Penentuan jumlah sampel sampah yang akan diambil dapat menggunakan formula berikut:

- a. Bila jumlah penduduk $\leq 10^6$ jiwa

$$P = Cd \cdot \sqrt{Ps} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:
 Ps= jumlah penduduk bila $\leq 10^6$ jiwa
 Cd = koefisien
 Cd = 1 bila kepadatan penduduk normal.
 Cd < 1 bila kepadatan penduduk jarang.
 Cd > 1 bila kepadatan penduduk padat.

- b. Bila jumlah penduduk $> 10^6$ jiwa

$$P = Cd \cdot Cj \cdot \sqrt{Ps} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$Cj = \frac{\sum \text{penduduk}}{10^6}$$

Contoh :
 - Jumlah penduduk = 900.000 jiwa.
 - Cd = 1.

Penyelesaian :

$$P = 1 \times \sqrt{900.000} = 9,5.10^2 \text{ jiwa} = 950 \text{ jiwa.}$$

Setiap 1 rumah diasumsikan terdiri atas 6 jiwa

$$\text{Jumlah rumah} = \frac{950}{6} = \pm 160 \text{ rumah}$$

Jumlah sampel yang harus diambil dari masing-masing strata pendapatan, yaitu :

$$\text{High income} = X \rightarrow \frac{X}{(X+Y+Z)} \times 160$$

$$\text{Medium income} = Y \rightarrow \frac{Y}{(X+Y+Z)} \times 160$$

$$\text{Low income} = Z \rightarrow \frac{Z}{(X+Y+Z)} \times 160$$

Untuk memprediksi timbulan sampah dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_n = Q_t(1+Cs)^n \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{dengan } Cs = \frac{[1+(Ci+Cp+Cqn)/3]}{[1+p]} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

- Qn: timbulan sampah pada n tahun mendatang.
- Qt: timbulan sampah pada tahun awal perhitungan.
- Cs: peningkatan/pertumbuhan kota.
- Ci: laju pertumbuhan sektor industri.
- Cp: laju pertumbuhan sektor pertanian.
- Cqn: laju peningkatan pendapatan per kapita.
- P: laju pertumbuhan penduduk.

Contoh:

- Timbulan sampah suatu kota saat ini (tahun 2004) = 2,32 l/o/hari.
- Ci = 9,37%; Cqn = 3,49%; Cp = 0,82%.
- P = 1,88%

Berapa besar timbulan sampah pada tahun 2005, 2010, 2020?

Penyelesaian :

$$Cs = \frac{[1+(9,37\%+0,82\%+3,49\%)/3]}{[1+1,88\%]} = 1,03\%$$

Jadi:

$$Q_{(2005)} = 2,32.(1+0,0103)^1 = 2,34 \text{ l/o/hari.}$$

$$Q_{(2010)} = 2,32.(1+0,0103)^6 = 2,47 \text{ l/o/hari.}$$

$$Q_{(2020)} = 2,32.(1+0,0103)^{16} = 2,73 \text{ l/o/hari.}$$

2.5 Sampah Berbahaya dari Rumah Tangga [27]

Bahan sehari-hari yang digunakan di rumah tangga dewasa ini, khususnya di kota, tidak terlepas dari penggunaan bahan berbahaya. Bila bahan tersebut tidak lagi digunakan, maka bahan tersebut akan menjadi limbah, yang kemungkinannya besar tetap berkategori berbahaya, termasuk pula bekas pewartannya seperti bekas cat, tabung bekas pewangi ruangan. Bahan-bahan tersebut digunakan dalam hampir seluruh kegiatan di rumah tangga, yaitu:

- di dapur, seperti pembersih saluran air, soda kaustik, semir, gas elpiji, minyak tanah, asam cuka, kaporit atau desinfektan, spiritus / alkohol
- di kamar mandi dan cuci, seperti cairan setelah mencukur, obat-obatan, shampo anti ketombe, pembersih toilet, pembunuh kecoa
- di kamar tidur, seperti parfum, kosmetik, kamfer, obat-obatan, *hairspray*, *air freshener*, pembunuh nyamuk
- di ruang keluarga, seperti korek api, alkohol, batere, cairan pembersih,
- di garasi/taman, seperti pestisida dan insektisida, pupuk, cat dan solven pengencer, perekat, oli mobil, aki bekas

Di lingkungan pedesaan serta di lingkungan yang terlihat asri, penggunaan bahan berbahaya agaknya juga sulit dihindari, seperti penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian, yang dampaknya disamping akan menghasilkan residu yang terbuang pada badan penerima alamiah, namun dapat pula masih tersisa pada makanan yang dikonsumsi sehari-hari seperti dalam sayur mayur dan buah-buahan. Kegiatan agrowisata, seperti adanya lapangan golf dan sebagainya menambah intensifnya penggunaan bahan biosida yang umumnya resistan dan bersifat biokumulasi serta mendatangkan dampak negatif dalam jangka panjang bagi manusia yang terpaparnya.

Pada dasarnya bahan berbahaya tidak akan menimbulkan bahaya jika pemakaian, penyimpanan dan pengelolannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pencampuran dua atau lebih dapat pula menimbulkan masalah. Efek pada kesehatan manusia yang paling ringan umumnya akan terasa langsung karena bersifat akut, seperti kesulitan bernafas, kepala pusing, lamban, iritasi mata atau kulit. Oleh karenanya, pada kemasan bahan-bahan tersebut biasanya tertera aturan penyimpanan, misalnya tidak terpapar pada temperatur atau diletakkan agar tidak terjangkau oleh anak-anak.

Survei yang dilakukan di Amerika Serikat menggambarkan porsi limbah berbahaya pada sampah kota yang berasal dari bahan yang biasa digunakan di rumah di Amerika Serikat, seperti tertera dalam Tabel 2.13 di bawah ini.

Tabel 2.13: Limbah berbahaya dari rumah tangga [4]

Komponen	Persen
Penggunaan untuk pembersih	40,0
Penggunaan untuk perawatan badan	16,4
Produk untuk otomotif	30,1
Cat dan sejenisnya	7,5
Penggunaan rumah tangga lain	6,0

Contoh di bawah ini lebih lanjut menggambarkan karakteristik bahaya dari bahan yang biasa digunakan di rumah tangga tersebut di atas:

- a. Produk pembersih:
 - bubuk penggosok abrasif: korosif
 - pembersih mengandung senyawa amonium dan turunannya : korosif
 - pengelantang: toksik, korosif
 - pembersih saluran air: korosif
 - pengkilap mebel: mudah terbakar
 - pembersih kaca: Korosif (iritasi)
 - pembersih oven: korosif
 - semir sepatu: mudah terbakar
 - pengkilap logam (perak): mudah terbakar
 - penghilang bintik noda: mudah terbakar
 - pembersih toilet dan lantai: korosif
 - pembersih karpet/kain: korosif, mudah terbakar
- b. Perawatan badan:
 - shampo (anti ketombe): toksik
 - penghilang cat kuku: toksik, mudah terbakar
 - minyak wangi: mudah terbakar
 - kosmetika: toksik
 - obat-obatan: toksik
- c. Produk otomotif:
 - cairan anti beku: toksik
 - oli: mudah terbakar
 - aki mobil: korosif
 - bensin, minyak tanah: mudah terbakar, toksik
- d. Produk rumah tangga lain:
 - cat: mudah terbakar, toksik
 - pelarut / tiner: mudah terbakar
 - baterai: korosif dan toksik
 - khlorin kolam renang: korosif dan toksik
 - biosida anti insek: toksik, mudah terbakar
 - herbisida, pupuk: toksik
 - aerosol: mudah terbakar, mudah meledak

Bahan tersebut dapat pula menimbulkan bahaya lain bila bercampur satu dengan yang lain, seperti timbulnya gas toksik bila pembersih mengandung senyawa amonia bercampur dengan pengelantang yang mengandung khlor, atau menimbulkan ledakan bila tabung sisa aerosol terbakar di bak sampah.

BAGIAN 3

PENGELOLAAN SAMPAH MELALUI PENGURANGAN

Bagian ini menjelaskan konsep utama pengelolaan sampah yang bertumpu pada pengurangan (minimasi) sejak sebelum sampah itu terbentuk. Dijelaskan bahwa 3R (*reduce, reuse* dan *recycle*) merupakan dasar penanganan sampah menurut UU-18/2008. Pengelolaan sampah hendaknya bersifat terpadu sesuai dengan karakteristik sampah itu sendiri.

3.1 Konsep Minimasi Limbah

Dilihat dari keterkaitan terbentuknya limbah, khususnya limbah padat, ada 2 (dua) pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengendalikan akibat adanya limbah, yaitu:

- a. Pendekatan proaktif: yaitu upaya agar dalam proses penggunaan bahan akan dihasilkan limbah yang seminimal mungkin, dengan tingkat bahaya yang serendah mungkin.
- b. Pendekatan reaktif: yaitu penanganan limbah yang dilakukan setelah limbah tersebut terbentuk

Pendekatan **proaktif** merupakan strategi yang diperkenalkan pada akhir tahun 1970-an dalam dunia industri, dikenal sebagai **proses bersih** atau **teknologi bersih** yang berfokus pada pengendalian atau reduksi terjadinya limbah melalui penggunaan teknologi yang lebih bersih dan yang akrab lingkungan. Konsep ini secara sederhana meliputi:

- Pengaturan yang lebih baik dalam manajemen penggunaan bahan dan energi serta limbahnya melalui *good house keeping*
- Penghematan bahan baku, fluida dan energi yang digunakan
- Pemakaian kembali bahan baku tercecer yang masih bisa dimanfaatkan
- Penggantian bahan baku, fluida dan energi
- Pemodivikasi proses bahkan kalau perlu penggantian proses dan teknologi yang digunakan agar emisi atau limbah yang dihasilkan seminimal mungkin dan dengan tingkat bahaya yang serendah mungkin
- Pemisahan limbah yang terbentuk berdasarkan jenisnya agar lebih mudah penanganannya

Pendekatan **reaktif**, yaitu konsep yang dianggap perlu diperbaiki, adalah konsep dengan upaya pengendalian yang dilakukan setelah limbah terbentuk, dikenal sebagai pendekatan **end-of-pipe**. Konsep ini mengandalkan pada teknologi pengolahan dan pengurangan limbah, agar emisi dan residu yang dihasilkan aman dilepas kembali ke lingkungan. Konsep pengendalian limbah secara reaktif tersebut kemudian diperbaiki melalui kegiatan pemanfaatan kembali residu atau limbah secara langsung (**reuse**), dan/atau melalui sebuah proses terlebih dahulu sebelum dilakukan pemanfaatan (**recycle**) terhadap limbah tersebut.

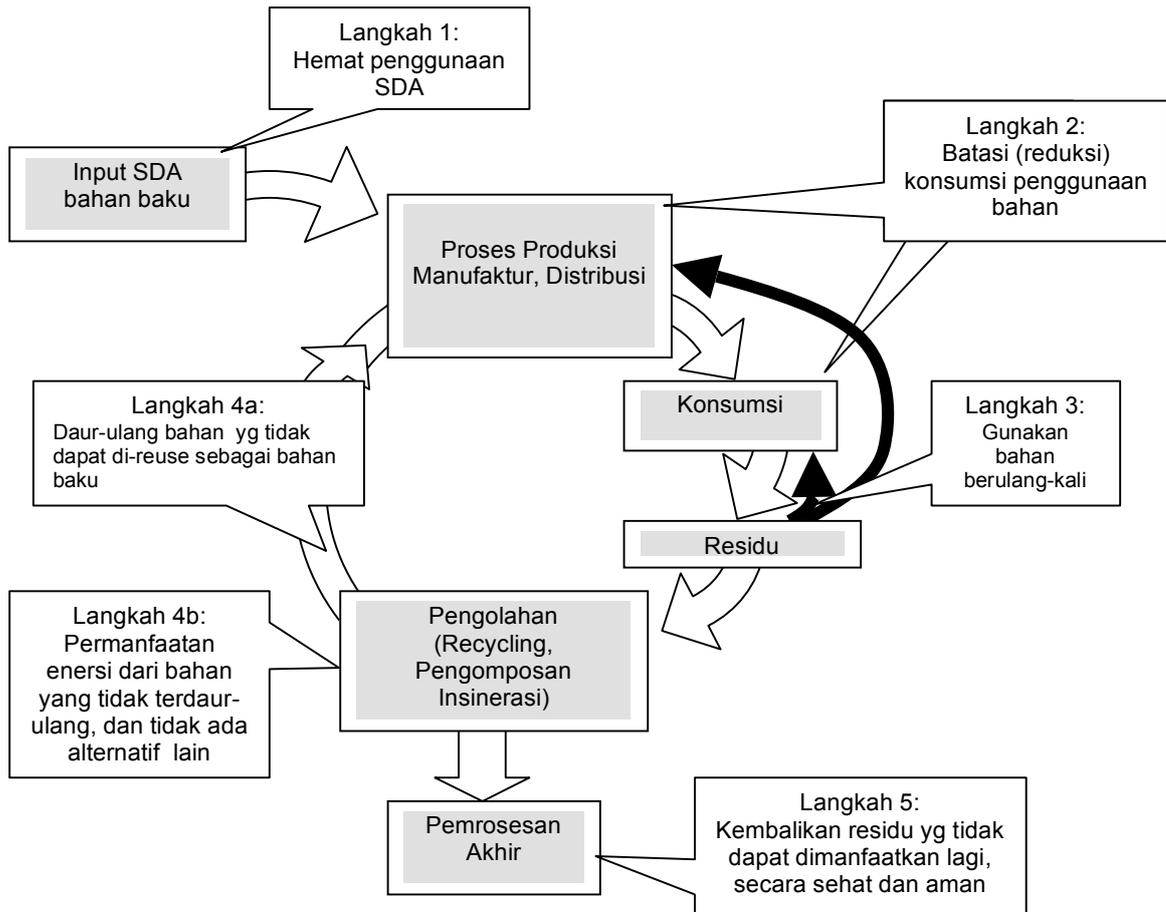
Secara ideal kemudian pendekatan proses bersih tersebut dikembangkan menjadi konsep hierarki urutan prioritas penanganan limbah secara umum, yaitu [28]:

- a. Langkah 1 **Reduce** (pembatasan): mengupayakan agar limbah yang dihasilkan sesedikit mungkin
- b. Langkah 2 **Reuse** (guna-ulang): bila limbah akhirnya terbentuk, maka upayakan memanfaatkan limbah tersebut secara langsung
- c. Langkah 3 **Recycle** (daur-ulang): residu atau limbah yang tersisa atau tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, kemudian diproses atau diolah untuk dapat dimanfaatkan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi
- d. Langkah 4 **Treatment** (olah): residu yang dihasilkan atau yang tidak dapat dimanfaatkan kemudian diolah, agar memudahkan penanganan berikutnya, atau agar dapat secara aman dilepas ke lingkungan
- e. Langkah 5 **Dispose** (singkir): residu/limbah yang tidak dapat diolah perlu dilepas ke lingkungan secara aman, yaitu melalui rekayasa yang baik dan aman seperti menyingkirkan pada sebuah lahan-urug (*landfill*) yang dirancang dan disiapkan secara baik
- f. Langkah 6 **Remediasi**: media lingkungan (khususnya media air dan tanah) yang sudah tercemar akibat limbah yang tidak dikelola secara baik, perlu direhabilitasi atau diperbaiki melalui upaya rekayasa yang sesuai, seperti *bioremediasi dan sebagainya*.

Konsep proses bersih di atas kemudian diterapkan lebih spesifik dalam pengelolaan sampah, dengan penekanan pada *reduce, reuse* dan *recycle*, yang dikenal sebagai pendekatan 3R. Upaya **R1**, **R2** dan **R3** adalah upaya **minimasi** atau pengurangan sampah yang perlu ditangani. Selanjutnya, usaha pengolahan atau pemusnahan sampah bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan bila residu tersebut dilepas ke lingkungan. Sebagian besar pengolahan dan/atau pemusnahan sampah bersifat transformasi materi yang dianggap berbahaya sehingga dihasilkan materi lain yang tidak mengganggu lingkungan. Sedangkan penyingkiran limbah bertujuan mengurangi volume dan bahayanya

(seperti insinerasi) ataupun pengurugan dalam tanah seperti *landfilling* (lahan-urug). Gambar 3.1 adalah skema umum yang sejenis seperti dibahas di atas melalui pendekatan 3R, yang diperkenalkan di Jepang sebagai Masyarakat Berwawasan Bahan-Daur (*Sound Material Material-Cycle Society*) dengan langkah sebagai berikut [29]:

- Langkah 1: Penghematan penggunaan sumber daya alam
- Langkah 2: Pembatasan konsumsi penggunaan bahan dalam kegiatan sehari-hari, termasuk dalam proses produksi di sebuah industri
- Langkah 3: Penggunaan produk yang dikonsumsi berulang-ulang
- Langkah 4a: Pendaaur-ulangan bahan yang tidak dapat digunakan langsung
- Langkah 4b: Pemanfaatan enersi yang terkandung dalam sampah, yang biasanya dilakukan melalui teknologi insinerasi
- Langkah 5: Pengembalian residu atau limbah yang tidak dapat dimanfaatkan lagi melalui disposal di alam secara aman dan sehat



Gambar 3.1: Konsep sound material-cycle society [modifikasi dari 29]

3.2 Konsep Pengurangan dalam Pengelolaan Sampah menurut UU-18/2008

Menurut UU-18/2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

- Pengurangan sampah (*waste minimization*), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah R1), guna-ulang (R2) dan daur-ulang (R3)
- Penanganan sampah (*waste handling*), yang terdiri dari:
 - Pemilahan: dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah
 - Pengumpulan: dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
 - Pengangkutan: dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir
 - Pengolahan: dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah

- Pemrosesan akhir sampah: dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

UU-18/2008 ini menekankan bahwa prioritas utama yang harus dilakukan oleh semua pihak adalah bagaimana agar mengurangi sampah semaksimal mungkin. Bagian sampah atau residu dari kegiatan pengurangan sampah yang masih tersisa selanjutnya dilakukan pengolahan (*treatment*) maupun pengurangan (*landfilling*). Pengurangan sampah melalui 3R menurut UU-18/2008 meliputi:

- a. Pembatasan (*reduce*): mengupayakan agar limbah yang dihasilkan sesedikit mungkin
- b. Guna-ulang (*reuse*): bila limbah akhirnya terbentuk, maka upayakan memanfaatkan limbah tersebut secara langsung
- c. Daur-ulang (*recycle*): residu atau limbah yang tersisa atau tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, kemudian diproses atau diolah untuk dapat dimanfaatkan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi

Ketiga pendekatan tersebut merupakan dasar utama dalam pengelolaan sampah, yang mempunyai sasaran utama **minimasi** limbah yang harus dikelola dengan berbagai upaya agar limbah yang akan dilepas ke lingkungan, baik melalui tahapan pengolahan maupun melalui tahanan pengurangan terlebih dahulu, akan menjadi sesedikit mungkin dan dengan tingkat bahaya sesedikit mungkin.

Gagasan yang lebih radikal adalah melalui konsep kegiatan tanpa limbah (**zero waste**). Secara teoritis, gagasan ini dapat dilakukan, tetapi secara praktis sampai saat ini belum pernah dapat direalisasikan. Oleh karenanya, gagasan ini lebih ditonjolkan sebagai semangat dalam pengendalian pencemaran limbah, yaitu agar semua kegiatan manusia hendaknya berupaya untuk meminimalkan terbentuknya limbah atau meminimalkan tingkat bahaya dari limbah, bahkan kalau mungkin meniadakan.

Konsep pembatasan (*reduce*) jumlah sampah yang akan terbentuk dapat dilakukan antara lain melalui:

- Efisiensi penggunaan sumber daya alam
- Rancangan produk yang mengarah pada penggunaan bahan atau proses yang lebih sedikit menghasilkan sampah, dan sampahnya mudah untuk diguna-ulang dan didaur-ulang
- Menggunakan bahan yang berasal dari hasil daur-ulang limbah
- Mengurangi penggunaan bahan berbahaya
- Menggunakan eco-labeling

Konsep guna-ulang (*reuse*) mengandung pengertian bukan saja mengupayakan penggunaan residu atau sampah terbentuk secara langsung, tetapi juga upaya yang sebetulnya biasa diterapkan sehari-hari di Indonesia, yaitu memperbaiki barang yang rusak agar dapat dimanfaatkan kembali. Bagi produsen, memproduksi produk yang mempunyai masa-layan panjang sangat diharapkan. Konsep daur-ulang (*recycle*) mengandung pengertian pemanfaatan semaksimal mungkin residu melalui proses, baik sebagai bahan baku untuk produk sejenis seperti asalnya, atau sebagai bahan baku untuk produk yang berbeda, atau memanfaatkan energi yang dihasilkan dari proses recycling tersebut.

Beberapa hal yang diatur dalam UU-18/2008 terkait dengan upaya minimasi (pembatasan) timbulan sampah adalah [2]:

- a. Pemerintah dan pemerintah daerah wajib melakukan kegiatan:
 - menetapkan target pengurangan sampah secara bertahap dalam jangka waktu tertentu
 - memfasilitasi penerapan teknologi yang ramah lingkungan
 - memfasilitasi penerapan label produk yang ramah lingkungan
 - memfasilitasi kegiatan mengguna ulang dan mendaur ulang
 - memfasilitasi pemasaran produk-produk daur ulang.
- b. Pelaku usaha dalam melaksanakan kegiatan menggunakan bahan produksi yang menimbulkan sampah sesedikit mungkin, dapat diguna ulang, dapat didaur ulang, dan/atau mudah diurai oleh proses alam.
- c. Masyarakat dalam melakukan kegiatan pengurangan sampah menggunakan bahan yang dapat diguna ulang, didaur ulang, dan/atau mudah diurai oleh proses alam
- d. Pemerintah memberikan:
 - insentif kepada setiap orang yang melakukan pengurangan sampah
 - disinsentif kepada setiap orang yang tidak melakukan pengurangan sampah

Ketentuan tersebut di atas masih perlu diatur lebih lanjut dalam bentuk Peraturan Pemerintah agar dapat dilaksanakan secara baik dan tepat sasaran.

Sebagai pembanding, Jepang membagi stakeholders utama dalam pengelolaan sampah yang berbasis 3R dalam 5 kelompok, yang masing-masing mempunyai peran utama dalam membatasi sampah yang akan dihasilkan, yaitu [29]:

- a. Masyarakat penghasil sampah:
 - Memahami dampak akibat sampah yang dihasilkan
 - Mempertimbangkan ulang pola hidupnya

- Memilih barang dan pelayanan yang berwawasan lingkungan
- Berpartisipasi aktif dalam pengelolaan sampah, misalnya pemilahan sampah
- Berpartisipasi dalam pengembangan pengelolaan sampah berbasis 3R
- b. LSM:
 - Mempromosikan kegiatan-kegiatan positif 3R dalam level masyarakat
 - Mempromosikan peningkatan kesadaran
 - Menyiapkan-melakukan training dan sosialisasi
 - Memantau upaya-upaya yang dilakukan oleh kegiatan bisnis dan pemerintah
 - Memberikan masukan kebijakan yang sesuai
- c. Pihak Swasta:
 - Menyiapkan barang dan jasa yang berwawasan lingkungan
 - Melaksanakan kegiatan 'take-back', guna-ulang dan daur-ulang terhadap produk bekas-nya
 - Mengelola limbah secara berwawasan lingkungan
 - Mengembangkan sistem pengelolaan lingkungan
 - Memberi informasi yang jujur kepada konsumen melalui label dan laporan
- d. Pemerintah Daerah:
 - Memastikan diterapkannya peraturan dan panduan
 - Menyiapkan rencana tindak
 - Mendorong 'green purchasing', dan peningkatan pemahaman masyarakat
 - Menjamin masyarakat untuk berpartisipasi dalam proses pengambilan keputusan
 - Bertindak sebagai fasilitator dalam kegiatan 3R dan pihak bisnis
 - Bertindak sebagai koordinator lokal dalam pengembangan masyarakat berwawasan daur-bahan
 - Menyediakan ruang dan kesempatan untuk saling bertukar barang-bekas dan informasi antar stakeholders
 - Promosi kerjasama internasional
- e. Pemerintah Pusat:
 - Mengembangkan sistem, termasuk aspek legal yang dibutuhkan
 - Memberikan subsidi dan pengaturan pajak untuk fasilitas, penelitian dan pengembangan untuk membangun masyarakat yang berwawasan daur-bahan
 - Memberikan dorongan dan informasi bagi warga dan LSM yang akan melaksanakan kegiatan secara sukarela
 - Menyiapkan dasar yang dibutuhkan bagi kegiatan seluruh stakeholders
 - Mempromosikan kerjasama dan dialog internasional terkait dengan kegiatan 3R

3.3 Pembatasan (Reduce) Timbulan Sampah

Di Eropa dan USA, sekitar 30 % sampah kota merupakan bahan pengemas (*packaging*). Diestimasi pula bahwa sepertiga dari seluruh produk plastik adalah untuk penggunaan jangka pendek, yaitu sebagai pengemas produk [2]. Pengemas untuk makanan merupakan residu yang paling banyak dijumpai di tingkat konsumen. Beberapa negara industri telah menerapkan program kemasan yang ramah lingkungan, yang mensyaratkan penggunaan kemasan yang kandungan terdaur-ulangnya maksimum, tidak mengandung bahan berbahaya, serta volume/massanya yang sesedikit mungkin.

Terdapat berbagai tingkat fungsi pengemasan, yaitu [3]:

- Produk yang tanpa pengemas sama sekali
- Pengemas *level-1 (primary packaging)*: pengemas yang kontak langsung dengan produk
- Pengemas *level-2 (secondary packaging)*: pengemas suplementar dari *primary packaging*
- Pengemas *level-3 (tertiary packaging)*: pengemas yang dibutuhkan untuk pengiriman.

Beberapa jenis produk kadang membutuhkan kemasan yang kompleks, terdiri dari beragam komponen dengan pengemasan yang berbeda karena mempunyai fungsi yang berbeda. Dengan mengurangi pengemas ini, maka akan mengurangi sampah yang harus ditangani serta akan mengurangi biaya pengangkutan. Namun demikian, tidak semua pengemas otomatis akan menghasilkan limbah yang harus ditangani, karena beberapa di antaranya berupa kemasan yang dapat dipakai berulang-ulang, seperti botol minuman.

Pengemas yang diinginkan adalah yang mudah dipisahkan satu dengan lain. Pengemas yang sulit dipisah misalnya bahan *polyethylene* yang dilapis karton, disatukan dengan lem secara kuat dan sebagainya, yang sulit untuk dipisahkan satu dengan lainnya. Dengan demikian dalam konsep reduksi sampah, tingkatan pengemas yang diinginkan adalah [3]:

- Tanpa *packaging*
- *Minimal packaging*
- *Consumable, returnable, reusable packaging*
- *Recyclable packaging*

Bahan buangan berbentuk padat, seperti kertas, logam, plastik adalah bahan yang biasa didaur-ulang. Bahan ini bisa saja didaur-pakai secara langsung atau harus mengalami proses terlebih dahulu untuk

menjadi bahan baku baru. Bahan buangan ini banyak dijumpai, biasanya merupakan bahan pengemas produk. Bahan inilah yang pada tingkat konsumen kadang menimbulkan permasalahan, khususnya dalam pengelolaan sampah kota. Di negara industri, pengemas yang mudah didaur-ulang akan menjadi salah satu faktor dalam meningkatkan nilai saing produk tersebut di pasar.

UU-18/2008 menggaris bawahi bahwa pengurangan sampah dilakukan sebelum sampah tersebut terbentuk, misalnya melalui penghematan penggunaan bahan. Kewajiban pengurangan sampah ditujukan bukan saja bagi konsumen, tetapi juga ditujukan pada produsen produk. Di Indonesia, upaya mereduksi sampah masih belum mendapat perhatian yang baik karena dianggap rumit dan tidak menunjukkan hasil yang nyata dalam waktu singkat. Upaya mereduksi sampah sebetulnya akan menimbulkan manfaat jangka panjang seperti:

- Mengurangi biaya pengelolaan dan investasi.
- Mengurangi potensi pencemaran air dan tanah.
- Memperpanjang usia TPA.
- Mengurangi kebutuhan sarana sistem kebersihan.
- Menghemat pemakaian sumber daya alam.

Salah satu upaya sederhana, namun sangat sulit dibiasakan di Indonesia khususnya pada masyarakat urban, adalah pembatasan adanya sampah sebelum barang yang kita gunakan menjadi sampah, melalui penggunaan bahan berulang-ulang, seperti penggunaan kantong plastik yang secara 'manja' disediakan secara berlimpah bila kita berbelanja di toko. Membawa kantong sendiri adalah salah satu upaya yang sangat dianjurkan agar timbulan sampah dapat dikurangi. Di Jepang, terdapat seni membuat kantong dari kain biasa untuk membawa barang keperluan sehari-hari termasuk barang yang dibeli dari toko atau pasar, yaitu *Furoshiki* (Gambar 3.2). Kain tersebut sebelum digunakan, biasanya dilipat secara rapi, dan disimpan dalam tas tangan yang digunakan sehari-hari. Jepang termasuk negara dengan kebijakan Pemerintahnya yang sangat mendorong upaya 3R, termasuk upaya pembatasan limbah, bukan saja terhadap penghasil sampah rumah tangga, juga terhadap kegiatan industri dan pengusaha lainnya.



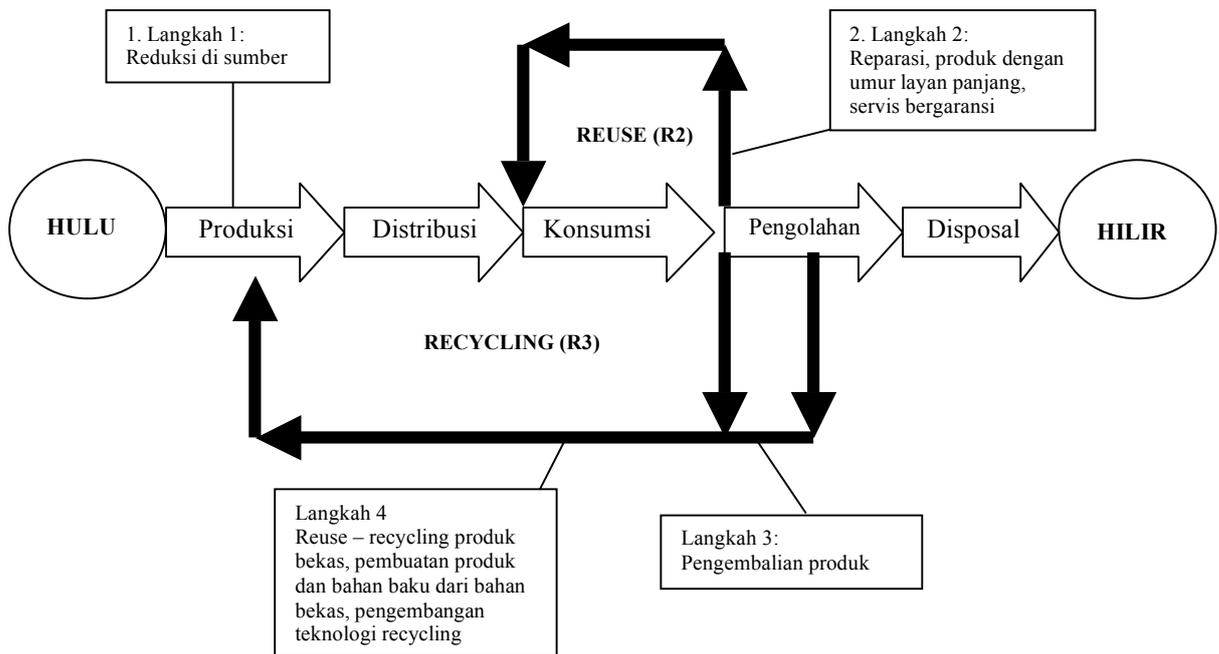
Gambar 3.2: Seni *Furoshiki* dalam pembatasan sampah melalui 3R di Jepang [29]

Terkait dengan pengemas produk yang dibahas di atas, maka peran produsen yang menggunakan pengemas untuk memasarkan produknya menjadi mata rantai awal yang diatur oleh UU tersebut. Dikenal konsep **Extended Producer Responsibility (EPR)**, yaitu strategi yang dirancang dengan menginternalkan biaya lingkungan ke dalam biaya produksi sebuah produk, tidak terbatas pada produk utamanya, tetapi termasuk pula pengemas dari produk utama tersebut. Dengan demikian biaya lingkungan, seperti biaya penanganan residu atau limbah yang muncul akibat penggunaan produk tersebut menjadi bagian dari komponen harga produk yang dipasarkan tersebut. Gambar 3.3 adalah langkah EPR yang diterapkan di Jepang, melalui beberapa langkah:

- Langkah 1: penghematan bahan baku di proses produksi
- Langkah 2: memproduksi barang yang berumur panjang, mendorong reparasi pada barang yang rusak, termasuk servis bergaransi
- Langkah 3: menerima pengembalian produk bekas termasuk pengemas, menggunakan bahan baku atau menghasilkan produk yang berasal dari hasil daur-ulang serta mengupayakan penggunaan dan pengembangan teknologi daur-ulang

Disamping mendorong produsen untuk menerapkan EPR, di beberapa negara maju, peran dan tanggung jawab produsen dimasukkan dalam pengelolaan limbah secara menyeluruh yang dikenal sebagai

internalisasi biaya lingkungan dalam biaya produk. Dengan demikian, biaya penanganan limbah dan dampaknya sudah termasuk di dalamnya.



Gambar 3.2: Kaitan 3R dengan *extended producer responsibility* (EPR) [29]

Bila di Indonesia baru tersedia sebuah UU yang mengatur pengelolaan sampah, maka di Jepang tersedia paling tidak 9 (sembilan) UU yang terkait dengan sampah, yaitu Undang-undang tentang:

- Masyarakat bebas daur-bahan (material-cycle society)
- Pengelolaan limbah dan kebersihan
- Penggunaan secara efektif sumberdaya
- Recycling wadah dan pengemas
- Recycling peralatan rumah tangga
- Recycling sisa makanan
- Recycling puing bangunan
- Recycling end-of-life Kendaraan
- Promosi produk hijau

60% sampah kota di Jepang merupakan wadah dan pembungkus. Berdasarkan UU-tentang Recycling Wadah dan Pengemas, maka yang diatur untuk didaur-ulang adalah:

- Gelas/botol (tidak berwarna, coklat dan hijau)
- Botol PET (untuk minuman beralkohol dan non alkohol, serta botol saus kedele)
- Wadah dan pembungkus dari kertas
- Wadah dan pembungkus dari plastik

Mekanisme EPR di Jepang untuk wadah dan pengemas adalah sebagai berikut [30]:

- Pemerintah kota bertanggung jawab untuk membiaya pengumpulan, pemilahan dan penyimpanan, sedang pengusaha bertanggung jawab untuk biaya recycling dan pemrosesan
- Pengusaha bertanggung jawab terhadap pengemas atau wadah yang mereka buat atau mereka jual bersama produknya
- Untuk melaksanakan kewajiban tersebut, Pemerintah Jepang menugaskan *Japan Containers and Packaging Recycling Association* (JCPRA) untuk melaksanakan aktivitas daur-ulang atas nama pengusaha yang membayar *recycling-fee* kepada JCPRA

Dalam hal alat-alat elektronik rumah tangga, berdasarkan UU-tentang peralatan rumah tangga, maka setiap pengusaha yang memproduksi atau menjual mempunyai kewajiban untuk mendaur-ulang paling tidak 60% AC, 55% TV set, 50% refrigerataor dan 50% mesin cuci untuk di-reproduksi. Mekanisme yang diterapkan adalah sebagai berikut [30]:

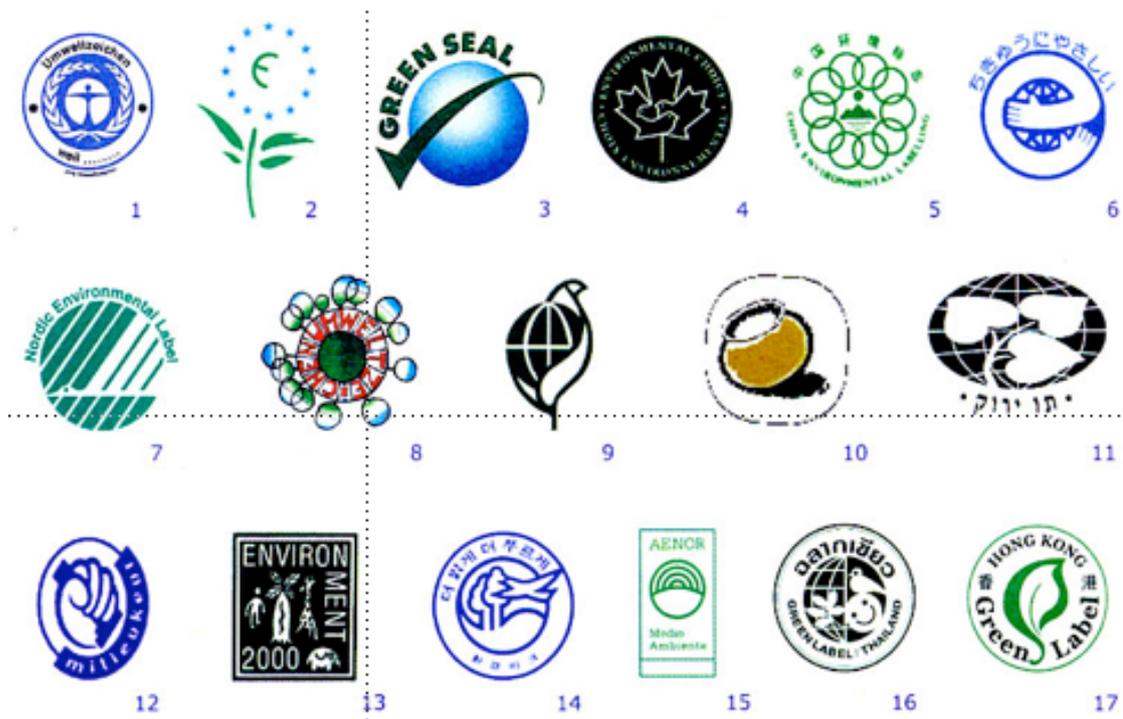
- Konsumen membayar biaya pengumpulan barang bekasnya: TV (2.835 Yen), AC (3.675 Yen), kulkas (4.830 Yen) dan mesin cuci (2.520 Y). Kurs 1 Yen = Rp. 85

- Pengusaha retailer yang menjual barang tersebut sebelumnya bertanggung jawab untuk mengumpulkan dan mengangkut menuju titik pengumpulan yang telah ditentukan
- Pabrik dan importir bertanggung jawab mendaur-ulang barang yang mereka buat atau import yang telah dikumpulkan oleh retailer.

Hal lain yang diatur dalam tanggung jawab EPR antara lain [30]:

- PC yang mempunyai label, maka bila PC tersebut sudah tidak berfungsi akan bebas biaya recycling, sedang yang tidak mempunyai label harus membayar
- Pemilik kendaraan bermotor membayar antara 10.000Y- 65.000Y untuk setiap kendaraan yang 'dibuang' atau yang menurut inspeksi dianggap tidak layak jalan.

Salah satu upaya EPR yang biasa diterapkan terhadap produk yang dipasarkan adalah pencantuman *eco-labeling*, yang menandakan bahwa produk tersebut dibuat dengan memperhatikan aspek lingkungan, seperti tercantum dalam Gambar 3.3 berikut. Sampai saat ini Indonesia belum mempunyai simbol tentang eco-labeling.



Gambar 3.2: Simbol eco-labeling dari beberapa negara [30]

- (1) Blue Angel (Jerman) (2) European Union Ecolabel (3) Green Seal (USA) (4) Terra Choise (Kanada)
 (5) China Environmental Labeling (6) Jepang (7) Nordic White Swan (8) Austria (9) Taiwan (10) India (11) Israel
 (12) Miljeukeur (Belanda) (13) Environment 2000 (Zimbabwe) (14) Korea Selatan (15) Aenor (Spanyol)
 (16) Green Label (Muangthai) (17) Green Label (Hongkong)

3.4 Guna-ulang (Reuse) dan Daur-ulang (Recycle) Sampah

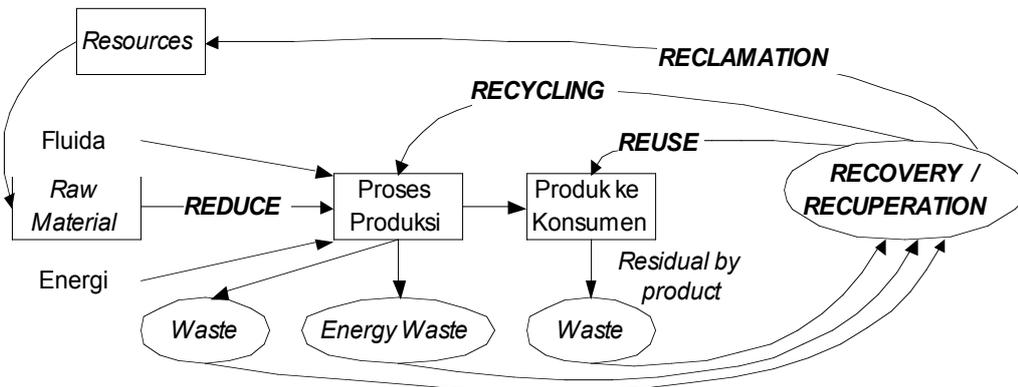
Daur-ulang limbah pada dasarnya telah dimulai sejak lama. Di Indonesiapun, khususnya di daerah pertanian, masyarakat sudah mengenal daur ulang limbah, khususnya limbah yang bersifat hayati, seperti sisa makanan, daun-daunan dsb. Dalam pengelolaan persampahan di Indonesia, upaya daur-ulang memang cukup menonjol, walaupun umumnya baru melibatkan sektor informal, seperti pedagang sampah (tukang loak), tukang servis alat-alat elektronika, petugas sampah, pemulung, bandar/lapak dsb.

Dalam usaha mengelola limbah atau sampah secara baik, ada beberapa pendekatan teknologi, di antaranya penanganan pendahuluan. Penanganan pendahuluan umumnya dilakukan untuk memperoleh hasil pengolahan atau daur-ulang yang lebih baik dan memudahkan penanganan yang akan dilakukan. Penanganan pendahuluan yang umum dilakukan saat ini adalah pengelompokan limbah sesuai jenisnya, pengurangan volume dan pengurangan ukuran. Usaha penanganan pendahuluan ini dilakukan dengan tujuan memudahkan dan mengefektifkan pengolahan sampah selanjutnya, termasuk upaya daur-ulang. Dalam pengelolaan sampah, upaya daur-ulang akan berhasil baik bila dilakukan pemilahan dan pemisahan komponen sampah mulai dari sumber sampah ke proses akhirnya.

Upaya pemilahan sangat dianjurkan dan hendaknya diprioritaskan sehingga termasuk yang paling penting didahulukan. Persoalannya adalah bagaimana meningkatkan keterlibatan masyarakat. Pemilahan yang dianjurkan adalah pola pemilahan yang dilakukan mulai dari level sumber atau asal sampah itu muncul, karena sampah tersebut masih murni dalam pengertian masih memiliki sifat awal yaitu belum tercampur atau terkontaminasi dengan sampah lainnya.

Terminologi daur-ulang di Indonesia sudah cukup lama digunakan, namun selama ini pengertiannya bukan hanya identik dengan *recycle*, tapi digunakan juga untuk menjelaskan aktivitas lain, seperti *reuse* dsb. Jadi terminologi 'daur-ulang' di Indonesia biasanya digunakan untuk seluruh upaya pemanfaatan kembali. Sebelum terminologi 3R menjadi acuan umum dalam penanganan sampah dikenal beragam terminologi yang menggunakan "R", seperti *recovery*, *reduce*, *reuse*, *recycle*, *refurbishment*, *repair*, sampai kepada *rethinking* dan masih banyak lagi. Dari sebuah literatur, masing-masing kosa kata tersebut mempunyai pengertian yang berbeda, seperti yang tercantum dalam Gambar 3.3 berikut ini yang intinya adalah upaya pemanfaatan limbah, dengan penekanan pada [31]:

- **Reduce**: upaya mengurangi terbentuknya limbah, termasuk penghematan atau pemilihan bahan yang dapat mengurangi kuantitas limbah serta sifat bahaya dari limbah
- **Recovery**: upaya untuk memberikan nilai kembali limbah yang terbuang, sehingga bisa dimanfaatkan kembali dalam berbagai bentuk, melalui upaya pengumpulan dan pemisahan yang baik.
- **Reuse**: upaya yang dilakukan bila limbah tersebut dimanfaatkan kembali tanpa mengalami proses atau tanpa transformasi baru, misalnya botol minuman kembali menjadi botol minuman
- **Recycle**: misalnya botol minuman dilebur namun tetap dijadikan produk yang berbasis pada gelas. Bisa saja terjadi bahwa kualitas produk yang baru sudah mengalami penurunan dibanding produk asalnya. Kosa kata inilah yang paling sering digunakan. Mungkin dalam bahasa Indonesia kosa kata yang sepadan adalah daur-ulang.
- **Reclamation**: bila limbah tersebut dikembalikan menjadi bahan baku baru, seolah-olah sumber daya alam yang baru. Limbah tersebut diproses terlebih dahulu, sehingga dapat menjadi input baru dari suatu kegiatan produksi, dan dihasilkan produk yang mungkin berbeda dibanding produk asalnya.



Gambar 3.4 : Konsep daur-ulang sampah [dimodifikasi dari Ref. 31]

Semua pihak di Indonesia sepakat bahwa program 3R dinilai sangat bermanfaat, tetapi sampai saat ini upaya-upaya nyata belum terlihat. Perlu kemauan semua pihak, bukan hanya penghasil sampah, tetapi juga stakeholders lainnya, termasuk pemerintah untuk secara nyata menerapkan konsep ini. Manfaat dari upaya tersebut dalam jangka panjang antara lain adalah [13]:

- Berkurangnya secara drastis ketergantungan terhadap tempat pemrosesan akhir.
- Lebih meningkatkan efisiensi dan efektifitas penggunaan sarana dan prasarana persampahan.
- Terciptanya peluang usaha bagi masyarakat dari pengelolaan sampah (usaha daur ulang dan pengomposan).
- Terciptanya jalinan kerjasama antara pemerintah kabupaten/kota dan antara pemerintah dan masyarakat/swasta dalam rangka menuju terlaksananya pelayanan sampah yang lebih berkualitas.
- Adanya pemisahan dan pemilahan sampah baik di sumber timbulannya maupun di tempat pembuangan akhir dan adanya pemusatan kegiatan pengelolaan akan lebih menjamin terkendalinya dampak lingkungan yang tidak dikehendaki.

Daur-ulang limbah tidak selalu harus diartikan bahwa upaya ini adalah yang paling baik, sehingga harus selalu dilaksanakan. Pilihan daur-ulang hendaknya disertai alasan yang rasional seperti bagaimana aspek biaya, enersi, dan kualitas produk yang dihasilkan. Dari sudut permasalahan sampah di suatu

kota atau daerah, maka harus dilihat bahwa sekian ratus atau ribu ton sampah harus ditangani setiap tahun, sebagian besar penanganannya hanya dengan pengurangan sederhana, dan hanya sebagian kecil saja yang didaur-ulang atau dikompos. Daur-ulang akan merupakan salah satu solusi bersama solusi yang lain yang perlu dipertimbangkan.

Secara sederhana, daur-ulang adalah upaya untuk mendapatkan sesuatu yang berharga dari sampah, seperti kertas koran diproses agar tinta-nya disingkirkan (*deink*), atau *repulping* yang akan dihasilkan bahan kertas baru. Dikenal terminologi lain, seperti *reuse*, *direct recycling*, *indirect recycling*:

- *Reuse*: contoh botol minuman, dipakai ber-ulang dari produsen minuman ke konsumen setelah melalui proses pencucian dan pengisian minuman. *Reuse* adalah opsi yang paling diinginkan, karena enersi dan biaya yang dibutuhkan paling sedikit
- *Direct recycling*: contoh botol minuman, suatu ketika botol tersebut setelah tiba di produsen minuman dianggap kurang layak untuk diteruskan, lalu botol tersebut dikirim ke pabrik pembuat botol untuk dilebur untuk dijadikan bahan pembuat botol baru. Biaya yang dibutuhkan akan lebih tinggi dibandingkan *reuse*. Bila bahan *cullet* (bahan kaca) ini ternyata lebih mahal dibandingkan biaya dari bahan baku murni, misalnya karena adanya biaya pengangkutan, maka opsi ini jelas kurang menguntungkan untuk diteruskan. Bahan yang diproses dengan cara ini kemungkinan mengalami degradasi dari segi kualitas, misalnya kertas atau plastik. Serat kertas yang diproses berulang-ulang akan mengalami penurunan kualitas, ukurannya akan tambah lama tambah memendek. Jadi aspek biaya dan kualitas perlu menjadi perhatian utama pada saat memutuskan apakah perlu dilakukan *direct recycling*.
- *Indirect recycling*: misalnya botol minuman di atas, ternyata dari sudut kualitas bahan kurang baik, sudah pecah dan bercampur dengan gelas warna lain yang, serta pengotor lain. Untuk memisahkan dibutuhkan upaya yang mengakibatkan biayanya menjadi mahal. Maka pemanfaatan lanjut adalah, bahan ini digunakan sebagai campuran bahan pelapis dasar pembuatan jalan. Plastik yang ternyata tidak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan wadah yang baik, akan mengalami penurunan derajat, misalnya digunakan untuk bahan baku barang yang tidak membutuhkan persyaratan estetika (warna, dsb) atau sifat-sifat lain. Atau dimanfaatkan sebagai sumber enersi (a) memproduksi gas bahan bakar dalam priolisis atau (b) bahan bakar langsung dalam pabrik semen dalam *eco-cement*. Proses *indirect recycling* ini dinilai mempunyai level yang terendah, Biasanya, bila sebuah bahan telah mengalami proses *indirect recycling*, akan sulit dan mahal biayanya bila hendak didaur-ulang kembali, apalagi bila hendak dikembalikan pada posisi sebagai *raw-material* aslinya. Penanganan akhir dari bahan yang demikian adalah biasanya *landfilling* atau insinerasi. Jadi sebetulnya *landfilling* atau insinerasi adalah digunakan sebagai upaya menangani limbah yang telah tidak mempunyai nilai lagi untuk didaur-ulang.