



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
2017

Udayana University Press 2017
ISBN 978-602-294-220-7

PROSIDING

SeNaTS 2

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

**MENUJU PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR
YANG BERKELANJUTAN**



Editor:

Prof. Putu Alit Suthanaya, ST, M.EngSc, Ph.D

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST., MA.Sc., Ph.D

Dr. A.A. Gde Agung Yana, ST., MT.

Dewa Made Priyantha Wedagama, ST, MT., M.Sc, Ph.D

Sanur-Bali, 8 Juli 2017



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
2017

Udayana University Press 2017
ISBN 978-602-294-220-7

PROSIDING

SeNaTS 2

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL



Editor:

Prof. Putu Alit Suthanaya, ST, M.EngSc, Ph.D

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST., MA.Sc., Ph.D

Dr. A.A. Gde Agung Yana, ST., MT.

Dewa Made Priyantha Wedagama, ST, MT., M.Sc, Ph.D

Sanur-Bali, 8 Juli 2017

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	iii
KOMITE ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vii
KEYNOTE SPEAKER	
SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS ADALAH KEBUTUHAN.....	KS-1
PERAN ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA.....	KS-11
BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL	
PEMANFAATAN <i>STEEL SLAG</i> SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON NORMAL	SM-1
PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN MENGGUNAKAN SUPERPLASTICIZER SULPHONAT DAN PENAMBAHAN FLY ASH	SM-9
ANALISIS STRUKTUR BETON BERTULANG SRPMK TERHADAP BEBAN GEMPA STATIK DAN DINAMIK DENGAN PERATURAN SNI 1726 2012	SM-19
EVALUASI SIMPANGAN STRUKTUR AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK RESPONSE SPECTRUM (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNTIRTA)	SM-27
PENGARUH PENGURANGAN PENAMPANG TERHADAP KERUSAKAN RANGKA BAJA.....	SM-35
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MOMENT RESISTING FRAME DAN ECCENTRICALLY BRACED FRAME PADA GEDUNG CDAST	SM-43
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT DRAMIX DAN PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK DAN BIAYA BETON	SM-49
PENINGKATAN KINERJA BETON <i>HIGH VOLUME FLY ASH</i> DENGAN VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT KASAR	SM-55
KEKUATAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MENGGUNAKAN SERBUK BATU BATA SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN SEMEN	SM-63
STUDI PEMASANGAN PANEL BETON PRACETAK <i>CORRUGATED</i> SEBAGAI BADAN REL-KERETA API: KASUS JALUR PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG	SM-71
ANALISIS PEMBEBANAN SEISMIC STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN DAN TANPA INTERAKSI TANAH-STRUKTUR (KASUS GEDUNG 5 LANTAI DENGAN PONDASI TIANG).....	SM-87
STUDI PERBANDINGAN PERILAKU SEISMIC STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PEMODELAN PONDASI KAKU DAN FLEKSIBEL	SM-101

STUDI PERBANDINGAN PERILAKU DAN KINERJA STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN KOLOM KOMPOSIT <i>CONCRETE ENCASED</i> DAN <i>CONCRETE FILLED TUBE</i> , SERTA NON KOMPOSIT.....	SM-113
EVALUASI POTENSI ABU TERBANG SISA PEMBAKARAN ASPALT MIXING PLAN (AMP) PT.HARAPAN JAYA BETON BALI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PORTLAND	SM-125
STUDI PEMASANGAN PANEL BETON PRACETAK <i>CORRUGATED</i> SEBAGAI BADAN REL-KERETA API: KASUS JALUR PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG.....	SM-135
ANALISIS PERILAKU HUBUNGAN PELAT-KOLOM TEPI STRUKTUR PELAT DATAR DENGAN <i>CONCRETE DAMAGE PLASTICITY (CDP)</i> DARI ABAQUS.....	SM-151
PENGARUH VARIASI CAMPURAN DAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR DENGAN AGREGAT GRANIT PULAU BANGKA	SM-161
ANALISIS PERILAKU STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG TIDAK BERATURAN DENGAN PENAMBAHAN TINGKAT MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA.....	SM-169
PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR RANGKA BREISING KONSENTRIK (SRBK) TIPE X-2 LANTAI DENGAN STRUKTUR RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB).....	SM-179

BIDANG GEOTEKNIK

ANALISIS KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN METODE PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)	GT-1
ANALISIS WAKTU PENURUNAN KONSOLIDASI PADA KASUS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN STONE COLUMN.....	GT-11
ANALISIS PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP TANAH LEMPUNG YANG DICAMPUR DENGAN ASPAL EMULSI.....	GT-25
PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK.....	GT-41
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI AKIBAT PERBEDAAN METODE KONSTRUKSI PONDASI DALAM.....	GT-55
KAJIAN EFEK PENGEMBANGAN TERHADAP KUAT GESER DAN PERUBAHAN VOLUME TANAH LEMPUNG BOBONARO.....	GT-63
PENGARUH KONSOLIDASI TERHADAP DEFORMASI DAN FAKTOR KEAMANAN DENGAN MODEL MATERIAL TANAH LUNAK.....	GT-75
DAYA LAYAN PILE SLAB BETON BERTULAN SEBAGAI STRUKTUR PERKERASAN JALAN PADA TANAH LUNAK.....	GT-83

BIDANG MANAJEMEN PROYEK DAN REKAYASA KONSTRUKSI

KENDALA DALAM PENERAPAN METODE TERINTEGRASI PADA PROYEK KONSTRUKSI.....	MK-1
---	------

STUDI KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PENUNJANG SOSIAL EKONOMI DAN LINGKUNGAN DI BALI	MK-9
STANDAR GREEN BUILDING INDONESIA: STUDI KOMPARASI	MK-17
ANALISIS PENGARUH PENERAPAN TQM (<i>TOTAL QUALITY MANAGEMENT</i>) DAN KOMPENSASI TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA KONSTRUKSI (STUDI KASUS: PROYEK KONSTRUKSI DI PROVINSI BANTEN DAN DKI JAKARTA)	MK-23
PERAN TEKNOLOGI INFORMASI (TI) TERHADAP <i>TOTAL QUALITY MANAGEMENT</i> (TQM) DAN <i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i> (SCM) PADA INDUSTRI KONSTRUKSI (STUDI KASUS PADA KONTRAKTOR DI DAERAH DKI JAKARTA)	MK-31
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS FAKTOR <i>COST OVERRUN</i> DALAM MENINGKATKAN KINERJA BIAYA KONSTRUKSI DI PERUSAHAAN "X"	MK-39
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS FAKTOR PENYEBAB <i>REWORK</i> PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG APARTEMEN DI PERUSAHAAN X.....	MK-47
IDENTIFIKASI FAKTOR – FAKTOR RISIKO PENTING PERUSAHAAN KONSTRUKSI "X" DALAM PROYEK KERJA SAMA OPERASI DENGAN PERUSAHAAN ASING DI INDONESIA	MK-57
PENGARUH TINGKAT KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PELAKSANAAN REHABILITASI REKONSTRUKSI DALAM RANGKA PERBAIKAN RUMAH TINGGAL DI KOTA PADANG PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009 (STUDI KASUS: KOTO TANGAH DAN KURANJI)	MK-65
EVALUASI TEKNIS DAN SISTEM PEMELIHARAAN GEDUNG KANTOR PELAYANAN PUBLIK "GRAHA SEWAKA DHARMA" PEMERINTAH KOTA DENPASAR.....	MK-77
FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESUKSESAN PELAYANAN IZIN MENDIRIKAN BANGUNAN DI KOTA DENPASAR.....	MK-89
EFEKTIVITAS IMPLEMENTASI REGULASI IZIN MENDIRIKAN BANGUNAN DALAM PENATAAN PEMBANGUNAN DI KOTA DENPASAR.....	MK-95
ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KLAIM KONTRAK DAN PENYELESAIANNYA PADA PROYEK KONSTRUKSI.....	MK-105
PERSPEKTIF PEMILIK PROYEK TERHADAP PERMASALAHAN DALAM MANAJEMEN KLAIM KONSTRUKSI.....	MK-113
PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) MENGGUNAKAN OHSAS PADA PROYEK PEMBANGUNAN FAVE HOTEL KARTIKA PLAZA KUTA.....	MK-121
FAKTOR PENUNJANG MANAJEMEN MUTU TERPADU UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KONTRAKTOR KECIL DI KOTA DENPASAR.....	MK-129
 BIDANG TRANSPORTASI	
JALAN LAYANG SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF PRASARANA TRANSPORTASI RAMAH LINGKUNGAN.....	TRANS-1
SKENARIO PENGEMBANGAN SISTEM ANGKUTAN UMUM DI KOTA PALANGKA RAYA BERBASIS SISTEM TRANSPORTASI BERKELANJUTAN.....	TRANS-9

POLA PERGERAKAN PEJALAN KAKI ANAK SEKOLAH PADA JALUR PEDESTRIAN.....	TRANS-19
ANALISIS KARAKTERISTIK DAN BIAYA KECELAKAAN DI JALAN TOL TANGERANG – MERAK (KM 31 – KM 72).....	TRANS-29
EVALUASI KINERJA ANGKUTAN UMUM DI KOTA SALATIGA	TRANS-45
MODEL PENGARUH HAMBATAN SAMPING TERHADAP NILAI KAPASITAS JALAN DAN BIAYA OPERASI KENDARAAN PADA RUAS JALAN JAWA KABUPATEN JEMBER.....	TRANS-57
KARAKTERISTIK BANGKITAN PERJALANAN BERBAGAI ODTW DI BALI.....	TRANS-65
ANALISIS KORBAN DAN KECELAKAAN LALU LINTAS FATAL DI KABUPATEN TABANAN.....	TRANS-73
KARAKTERISTIK <i>VISCO ELASTIC</i> ASPAL AKIBAT PENUAAN DITINJAU DARI NILAI SUDUT PHASE.....	TRANS-81
DESAIN JALAN REL UNTUK TRANSPORTASI BATU BARA RANGKAIAN PANJANG (STUDI KASUS: SUMATERA SELATAN).....	TRANS-89
KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC MODIFIKASI JENIS BNA BLEND PADA NILAI ABRASI AGREGAT KASAR YANG BERBEDA YANG TERSEDIA DI BALI.....	TRANS-97
EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) UNTUK MENUNJANG PRIORITAS PENANGANAN PERBAIKAN JALAN DI BEBERAPA RUAS JALAN KOTA SAMARINDA.....	TRANS-107
KAJIAN EFEKTIVITAS PENGELOLAAN SIMPANG DENGAN UNDERPASS (STUDI KASUS SIMPANG TUGU NGURAH RAI DI PROVINSI BALI).....	TRANS-113
ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KEBUTUHAN PARKIR DI BANDARA INTERNASIONAL GUSTI NGURAH RAI-BALI.....	TRANS-121
ANALISIS PERILAKU PEMILIHAN RUTE BERDASARKAN SISTEM INFORMASI LALU LINTAS <i>REAL TIME</i> (STUDI KASUS: PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI WAZE).....	TRANS-131
ANALISIS MANAJEMEN PENGANGKUTAN SAMPAH KABUPATEN TABANAN (STUDI KASUS : KECAMATAN TABANAN DAN KECAMATAN KEDIRI).....	TRANS-141
KAPASITAS LINGKUNGAN JALAN SEBAGAI PENDUKUNG REKOMENDASI ANDALALIN PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT METRO MEDIKA MATARAM.....	TRANS-149
PENANGANAN JALAN DAN PEMASANGAN UTILITAS DI WILAYAH KOTA DENPASAR: KONDISI DAN KENDALA.....	TRANS-159
ANALISIS FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMILIHAN RUTE JALAN TOL BALI MANDARA.....	TRANS-167
KAJIAN EMISI GAS RUMAH KACA AKIBAT SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA CILEGON.....	TRANS-179
ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN (CAED) DENGAN <i>EPOXY</i> SEBAGAI BAHAN TAMBAH.....	TRANS-189

BIDANG SUMBER DAYA AIR

KURVA IDF DESAIN KOLAM RETENSI DAN DETENSI SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH.....	SDA-1
ANALISA INDEKS DAN SEBARAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN METODE <i>STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI)</i> DAN <i>GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)</i> UNTUK PULAU LOMBOK.....	SDA-9
WATER ALLOCATION AND DISTRIBUTION IN JATILUHUR IRRIGATION AREA INDONESIA : EVALUATION AND CHALLENGES.....	SDA-17
IMPLEMENTASI <i>TRI HITA KARANA</i> PADA SUBAK PULAGAN SEBAGAI WARISAN BUDAYA DUNIA DI KECAMATAN TAMPAKSIRING, KABUPATEN GIANYAR.....	SDA-29
SIMULASI OKSIGEN TERLARUT (DO) AKIBAT POLUSI DI ANAK SUNGAI CITARUM MENGGUNAKAN HEC-RAS.....	SDA-41
PEMODELAN BAK PENGENDAP (SETTLING BASIN) UNTUK MEREDUKSI PENGARUH SEDIMENTASI SALURAN IRIGASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (STUDI KASUS PADA SALURAN IRIGASI PROVINSI GORONTALO).....	SDA-49
EFEKTIVITAS LUBANG RESAPAN BIOPORI DALAM PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA DENPASAR.....	SDA-57
ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA BENDUNGAN PANDANDURI KABUPATEN LOMBOK TIMUR UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR BAGIAN SELATAN.....	SDA-69
UNJUK KERJA BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG AMBANG RENDAH BLOK BETON BERKAIT.....	SDA-79
MANAJEMEN RISIKO PELAKSANAAN UJI MODEL FISIK DI LABORATORIUM PANTAI BALAI LITBANG TEKNOLOGI PANTAI.....	SDA-89
PERAN MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN KAWASAN PANTAI DI PANTAI SANUR.....	SDA-95

BIDANG LINGKUNGAN

PERANAN BAMBURU DALAM MENDUKUNG PEMBANGUNAN WILAYAH YANG BERKELANJUTAN.....	LK-1
PENGARUH TANAMAN RAMBAT TERHADAP SUHU RUANG BAWAH ATAP TRANSPARAN POLIKARBONAT.....	LK-9
ANALISIS TIMBULAN DAN KOMPOSISI LIMBAH PADAT BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DARI SUMBER KOMERSIL DI KOTA PADANG.....	LK-15
PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR HIJAU DALAM MENGURANGI GENANGAN DI KOTA GORONTALO.....	LK-23
BUCKET SYSTEM AS ALTERNATIVE OF URBAN GROWTH SIMULATION USING AGENT BASED MODEL.....	LK-29

ANALISIS TIMBULAN DAN KOMPOSISI LIMBAH PADAT BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DARI SUMBER KOMERSIL DI KOTA PADANG

Yenni Ruslinda¹, Slamet Raharjo², Yommi Dewilda³, Sidra Fimeyilia⁴

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
E-mail: yenni@ft.unand.ac.id

²Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
E-mail: sraharjo@ft.unand.ac.id

³Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
E-mail: yommi_tl@ft.unand.ac.id

⁴Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
E-mail: sidrafimeyilia@ymail.com

ABSTRAK

Limbah padat B3 atau yang sering disebut sampah B3 merupakan limbah padat yang dapat menimbulkan bahaya dalam waktu singkat atau setelah jangka waktu tertentu pada manusia, hewan, tumbuhan maupun lingkungan. Sampah ini biasanya ditemukan pada kemasan suatu produk yang memiliki sifat mudah meledak, mudah terbakar, beracun atau toksik yang merupakan karakteristik dari sampah B3. Sarana komersil seperti pasar, toko, hotel, rumah makan, bengkel dan salon, adalah salah satu sumber penghasil sampah B3. Penelitian ini bertujuan menganalisis timbulan dan komposisi sampah B3 dari sumber komersil, serta menghitung persentase sampah B3 dalam total sampah komersil di Kota Padang. Pengukuran timbulan dilakukan dalam satuan berat dan satuan volume, sedangkan pengukuran komposisi dilakukan berdasarkan jenis penggunaan dan karakteristik sampah B3. Pengukuran ini dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994. Hasil analisis menunjukkan timbulan rata-rata sampah B3 komersil di Kota Padang dalam satuan berat 0,0022 kg/m²/h atau dalam satuan volume 0,0727 l/m²/h. Persentase timbulan sampah B3 dalam total sampah komersil di Kota Padang sebesar 2,58%. Komposisi sampah B3 berdasarkan jenis penggunaannya terdiri dari produk pembersih 47%, perawatan badan 20%, produk otomotif 14%, cat dan sejenisnya 5%, pestisida, insektisida dan herbisida 5% serta produk lainnya 9%. Berdasarkan karakteristiknya, komposisi sampah B3 komersil di Kota Padang bersifat korosif 39%, toksik 25%, korosif dan toksik 16%, mudah terbakar 10%, toksik dan mudah terbakar 8% serta korosif dan mudah terbakar 2%.

Kata kunci: karakteristik, komposisi, sampah B3, sumber komersil, timbulan

ABSTRACT

B3 Solid waste, or often called B3 waste, is solid waste that may pose a hazard in a short time or after a certain period of time, to humans, animals, plants, and the environment. This kind of garbage is usually found on the packaging of a product that has the properties of explosive, flammable, poisonous or toxic substances, which are the characteristics of B3 waste. Commercial areas such as markets, shops, hotels, restaurants, workshops, and salons, are examples of the B3 waste generating sources. This study aimed to analyze the generation and composition of B3 waste from commercial sources, and calculate the percentage of B3 waste in commercial areas at Padang city. Waste generations are measured in weight and volume units, whereas the compositions are based on type of use and characteristics of the B3 waste. These measurements are conducted based on SNI 19-3964-1994. The analysis showed that the average of B3 waste generations from commercial areas in the Padang city is 0.0022 kg/ m²/h in weight units or 0.0727 l/m²/h in volume units. Percentage of B3 waste generation in total commercial wastes is 2.58%. Based on type of the use, composition of B3 solid waste consists of cleaning products 47%, body care 20%, automotive products 14%, paints and the like 5%, pesticides, insecticides and herbicides 5%, and

9% of other products. Based on its characteristics, properties of B3 waste from commercial areas in Padang are corrosive 39%, toxic 25%, corrosive and toxic 16%, flammable 10%, toxic and flammable 8%, and corrosive and flammable 2%.

Keywords: *B3 waste, characteristics, commercial resources, composition, generation*

1. PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, yang dimaksud dengan Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3. Limbah ini dapat berbentuk cair, padat dan gas. Limbah padat B3 disebut juga dengan istilah sampah B3.

Limbah padat atau sampah B3 merupakan salah satu bahaya yang dapat menjadi ancaman bagi makhluk hidup dan lingkungannya, biasanya sampah ini ditemukan pada kemasan suatu produk yang memiliki sifat mudah meledak, mudah terbakar, beracun atau toksik yang merupakan karakteristik dari sampah B3. Jika pengelolaannya tidak dilaksanakan secara benar, sampah tersebut akan menimbulkan berbagai masalah bagi lingkungan bahkan lebih membahayakan dari sampah biasa seperti menyebar lewat tanah, air dan udara, serta rantai makanan, menyusupi tubuh manusia dan hewan berkulit, pernafasan dan pencernaan sehingga mengganggu organ ginjal, mata, saluran pernafasan, paru-paru, otak, sistem syaraf, dan hati (Harry J. E., 2010). Bahan berbahaya tidak akan menimbulkan bahaya jika pemakaian, penyimpanan dan pengelolaannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pencampuran dua atau lebih bahan tersebut 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 (R.J Slack, *et al.*, 2009).

Kota Padang merupakan salah satu kota berkembang di Indonesia dengan jumlah penduduk yang semakin bertambah tiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan dan kemajuan ekonomi. Kota Padang sejak tahun 1985 sudah melaksanakan pengelolaan sampah kota yang melibatkan masyarakat dan instansi seperti Dinas Lingkungan Hidup serta instansi lainnya, namun pengelolaan sampah B3 belum dilakukan secara khusus. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang menganalisis timbulan dan komposisi sampah B3 di Kota Padang agar nantinya data tersebut dapat dimanfaatkan dalam perencanaan pengelolaan sampah B3 di Kota Padang. Penelitian yang telah dilakukan terkait sampah B3 di Kota Padang, baru hanya untuk sumber rumah tangga (domestik). Untuk mendapatkan data timbulan dan komposisi sampah B3 dari sumber lainnya di Kota Padang, dilakukan penelitian ini. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah B3 dilakukan di kawasan komersil Kota Padang yang meliputi pasar, toko, hotel, rumah makan, bengkel dan salon.

Tujuan penelitian ini adalah menghitung dan menganalisis satuan timbulan dan komposisi sampah B3 dari sumber komersil, serta menghitung persentase sampah B3 dalam total sampah komersil di Kota Padang. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini nantinya dapat melengkapi data tambahan tentang timbulan dan komposisi sampah B3 di Kota Padang yang diperlukan sebagai data acuan dalam perencanaan sistem pengelolaan sampah B3 di Kota Padang.

2. LIMBAH PADAT (SAMPAH) B3

Sampah yang berasal dari aktifitas sehari-hari, dan mengandung bahan dan atau bekas kemasan suatu jenis bahan berbahaya dan atau beracun, karena sifat atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan atau mencemarkan lingkungan hidup dan atau membahayakan kesehatan manusia disebut sampah B3. Jenis sampah ini walaupun dalam kuantitas atau konsentrasi yang sangat kecil akan tetapi mengandung bahan berbahaya dan beracun (PP no. 101 tahun 2014). Sampah B3 tidak hanya dihasilkan dari kegiatan industri tetapi juga dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, komersil dan institusi. Sampah sejenis barang bekas B3 tersebut banyak dihasilkan dari aktivitas rumah tangga dan umumnya bersatu dengan sampah perkotaan lainnya (H. Lakshmi Kantha and N. Lakshminarasimaiah, 2007).

Salah satu barang-barang komersil yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yaitu alat-alat elektronik seperti komputer, *handphone*, televisi baterai bekas, kemasan cat, kosmetik atau pelumas kendaraan yang umumnya mengandung bahan-bahan yang menyebabkan iritasi atau gangguan kesehatan lainnya seperti logam merkuri yang terkandung di dalam baterai, selain itu di dalam barang-barang tersebut terdapat beribu komponen yang sebagian besar mengandung B3, seperti *klor*, *bromide*, logam beracun, dan plastik yang tidak

dapat melebur dengan tanah saat dibuang, sehingga akan mengakibatkan terganggunya ekosistem lingkungan (Huabo. et.al, 2008).

Timbulan sampah merupakan volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan di suatu wilayah tertentu per satuan waktu (Damanhuri, 2010). Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa timbulan sampah B3 merupakan volume atau berat sampah B3 yang dihasilkan di wilayah tertentu per satuan waktu. Prakiraan timbulan sampah baik untuk saat sekarang maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Penentuan timbulan sampah kota di Indonesia didasarkan pada SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Jumlah sampel untuk sumber sampah non domestik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S = C_d \sqrt{T_s} \quad (1)$$

dimana : S = jumlah sampel masing-masing jenis bangunan non domestik

C_d = koefisien bangunan non domestik = 1

T_s = jumlah bangunan non domestik

Komposisi sampah merupakan penggambaran dari masing-masing komponen yang terdapat pada buangan padat tersebut dan distribusinya, yang dinyatakan dalam persentase berat (Damanhuri, 2010). Penentuan komposisi sampah berdasarkan SNI 19-3964-1994 menggunakan persamaan:

$$\% \text{ komposisi sampah} = \frac{\text{Berat komponen sampah (kg)}}{\text{Berat total sampah yang diukur (kg)}} \times 100\% \quad (2)$$

Metode pengambilan dan pengukuran timbulan dan komposisi sampah non domestik berdasarkan SNI-3964-1994 ini bisa menjadi acuan untuk metode dalam pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah B3 komersil. Berdasarkan beberapa literatur, komposisi sampah B3 dapat dibedakan terhadap jenis penggunaannya dan karakteristik sampah B3.

Klasifikasi jenis sampah B3 berdasarkan jenis penggunaannya sebagai berikut (Damanhuri, 2010):

1. Produk pembersih, terdiri dari bubuk penggosok abrasif, pembersih mengandung senyawa amonium dan turunannya, pengelantang, pembersih saluran air, pengkilap mebel, pembersih kaca, pembersih oven, semir sepatu, pengkilap logam, penghilang bintik noda, pembersih toilet dan lantai, dan pembersih karpet/kain.
2. Perawatan badan, terdiri dari shampoo, penghilang cat kuku, minyak wangi, kosmetik, dan obat-obatan.
3. Produk otomotif, terdiri dari cairan anti beku, oli dan tempatnya, aki mobil, bensin dan minyak tanah.
4. Produk lainnya, terdiri dari cat, dempul, pernis, plamur, pelitur, pelarut/thinner, baterai, khlorin kolam renang, biosida antiinsek, aerosol, herbisida, dan pupuk.

Klasifikasi sampah B3 berdasarkan karakteristiknya menurut PP No. 101 Tahun 2014 adalah:

1. Mudah meledak
Sampah yang pada suhu dan tekanan standar (25⁰ Celcius, 760 mmHg) dapat meledak atau melalui reaksi kimia dan atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya.
2. Mudah terbakar
Sampah yang memiliki sifat pada temperatur dan tekanan standar dapat dengan mudah menyebabkan kebakaran melalui gesekan, penyerapan uap air atau perubahan kimia dan apabila terbakar dapat menyebabkan kebakaran yang terus menerus.
3. Bersifat reaktif
Sampah yang mudah meledak atau bereaksi pada suhu dan tekanan standar. Pada keadaan normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan dan apabila bercampur air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.
4. Beracun
Sampah yang mengandung pencemar yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, kulit atau mulut.
5. Infeksius
Sampah laboratorium medis, rumah sakit atau limbah lainnya yang terinfeksi kuman penyakit yang dapat menular. Sampah ini berbahaya karena mengandung kuman penyakit seperti hepatitis dan kolera yang dapat ditularkan pada pekerja, pembersih jalan dan masyarakat disekitar lokasi pembuangan sampah.
6. Bersifat korosif
Sampah memiliki sifat yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, menyebabkan proses pengkaratan pada lempeng baja dengan laju korosi lebih besar dari 6,35 mm/ tahun dengan temperatur 55⁰ C, mempunyai pH

sama atau kurang dari 2 untuk B3 bersifat asam dan sama dengan atau lebih besar dari 12,5 untuk yang bersifat basa.

Tabel 1 menampilkan penggambaran karakteristik B3 dari jenis penggunaan sampah B3 tersebut:

Tabel 1 Jenis Penggunaan dan Karakteristik Sampah B3

Jenis Penggunaan	Karakteristik
Produk Pembersih	
Bubuk penggosok abrasif, pembersih mengandung senyawa amonium dan turunannya, pembersih saluran air, pembersih oven, pembersih toilet dan lantai	korosif
Pengelantang	toksik, korosif
Pengkilap mebel, semir sepatu, penghilang bintik noda	mudah terbakar
Pembersih kaca	korosif, iritan
Pembersih karpet/ kain	korosif, mudah terbakar
Perawatan badan	
Shampo, kosmetik, obat-obatan	toksik
Penghilang cat kuku	toksik, mudah terbakar
Minyak wangi	mudah terbakar
Produk otomotif	
Cairan anti beku	toksik
Oli dan tempatnya	mudah terbakar
Aki mobil	korosif
Bensin dan minyak tanah	toksik, mudah terbakar
Produk lainnya	
Pelarut/ thinner, Aerosol	mudah terbakar, toksik
Baterai	mudah terbakar
Khlorin kolam renang, biosida anti insek	korosif, toksik
Herbisida, pupuk	mudah terbakar, mudah meledak

Sumber : Damanhuri (2010), Tchobanoglous and Frank (2002)

3. METODE

Tahapan penelitian analisis timbulan dan komposisi sampah B3 dari sumber komersil di Kota Padang terdiri atas:

1. Studi literatur
Studi literatur mencakup studi untuk memperdalam dan mempertajam teori dasar yang berhubungan dengan timbulan dan komposisi sampah B3 yang diperoleh dari buku-buku referensi, jurnal, dan penelitian sebelumnya.
2. Pengumpulan data
Pengumpulan data terdiri dari pengumpulan data sekunder dan pengambilan data primer. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, seperti BPS kota Padang dan Badan Penanaman Modal Perizinan dan Pelayanan Terpadu (BMP2T). Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah gambaran umum Kota Padang, jumlah sarana komersil di Kota Padang yang digunakan sebagai acuan dalam penentuan jumlah sampel dan pemilihan lokasi sampling. Data primer berupa sampel sampah B3 diperoleh dari pengambilan langsung ke sumber komersil di Kota Padang. Penentuan jumlah sampel sampah B3 berdasarkan SNI 19-3964-1994, sesuai hitungan dengan persamaan 1. Dari hasil perhitungan SNI tersebut didapatkan jumlah sampel untuk sumber komersil di Kota Padang dalam penelitian ini adalah 42 sampel, dengan tingkat kepercayaan sebesar 97,03%. Penentuan lokasi yang dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel dari masing-masing sumber komersil didasarkan pada hasil penyebaran kuisioner dan survei ke lapangan. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 (delapan) kali berturut-turut untuk sumber pasar, hotel, bengkel dan salon yang dilakukan setiap hari, sedangkan untuk toko dan rumah makan dilakukan tiga hari sekali. Jumlah sampel dan frekuensi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Sampel dan Frekuensi Pengambilan Sampel

Jenis Komersil	Jumlah Sampel (unit)	Frekuensi Pengambilan
Pasar	3	1 x sehari
Toko	10	1 x 3 hari
Hotel		1 x sehari
- Hotel berbintang >3	2	
- Hotel berbintang <3	7	
Rumah Makan		1 x 3 hari
- Rumah makan kecil	4	
- Rumah makan menengah	4	
- Rumah makan besar	4	
Bengkel		
- Bengkel kecil	2	1 x sehari
- Bengkel besar	2	
Salon		1 x sehari
- Salon kecil	1	
- Salon menengah	1	
- Salon besar	2	
Total	42	

3. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah B3 komersil
Pengukuran timbulan dilakukan berdasarkan satuan berat dan satuan volume. Pengukuran dengan satuan berat dilakukan dengan menimbang sampah B3 yang dihasilkan masing-masing sumber komersil, sedangkan pengukuran dengan satuan volume dilakukan dengan memasukkan sampah yang dihasilkan masing-masing sumber komersil ke dalam wadah yang telah ditentukan dan dihitung volumenya. Pengukuran komposisi sampah B3 komersil dilakukan dengan cara pemilahan sampah berdasarkan jenis penggunaannya dan berdasarkan karakteristik sampah B3 mengacu pada literatur Tchobanoglous and Frank (2002) dan Damanhuri (2010).

4. Pengolahan dan analisis data
Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mendapatkan data satuan timbulan, komposisi sampah B3 berdasarkan jenis penggunaan dan karakteristiknya, serta perhitungan persentase sampah B3 dalam total sampah komersil di Kota Padang.

Satuan timbulan

Satuan timbulan sampah B3 diperoleh dari hasil rata-rata debit timbulan sampah B3 yang dihasilkan dari sumber sampah B3 komersil setiap harinya dibagi dengan luas bangunan sumber sampah tersebut. Satuan timbulan sampah B3 dinyatakan dalam satuan berat ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$) atau dalam satuan volume ($\text{liter}/\text{m}^2/\text{h}$). Perhitungan satuan timbulan sampah B3 dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{satuan timbulan } (q) = \frac{\text{Debit timbulan } (Q)}{\text{luas bangunan}} \quad (3)$$

Persentase sampah B3 dalam total sampah komersil

Perhitungan persentase sampah B3 dalam total sampah komersil Kota Padang didasarkan pada hasil penelitian sampah dari sumber komersil oleh Ruslinda, Abuzar, dan Aziz (2010), menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ sampah B3} = \frac{\text{timbulan total sampah B3}}{\text{timbulan total sampah komersil}} \times 100\% \quad (4)$$

Komposisi sampah B3

Perhitungan komposisi sampah B3 komersil berdasarkan jenis penggunaan dan karakteristik menggunakan persamaan 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

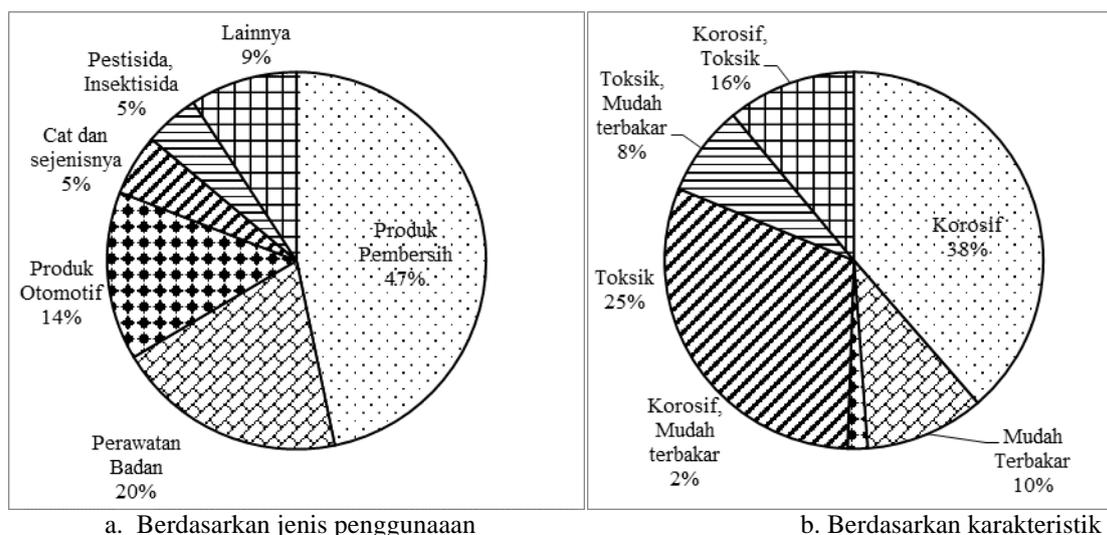
4.1 Timbulan Sampah B3 Komersil di Kota Padang

Dari hasil pengolahan data penelitian ini, diperoleh satuan timbulan rata-rata sampah B3 komersil di Kota Padang sebesar $0,0022 \text{ kg}/\text{m}^2/\text{hari}$ dalam satuan berat atau dalam satuan volume sebesar $0,0727 \text{ l}/\text{m}^2/\text{hari}$. Tabel 3 dan Gambar 1 memperlihatkan data satuan timbulan sampah B3 komersil Kota Padang.

sumber lainnya di Kota Padang, persentase sampah B3 dari sumber komersil lebih besar dari persentase sampah B3 dari sumber domestik sebesar 1,88% (Ruslinda dan Yustisia, 2013). Penyebab besarnya nilai ini dikarenakan beberapa sumber komersil seperti bengkel dan salon memiliki potensi menghasilkan sampah B3 dalam jumlah yang lebih besar.

4.2 Komposisi Sampah B3 Komersil Kota Padang

Komposisi sampah B3 rata-rata dari sumber komersil Kota Padang berdasarkan jenis penggunaannya terdiri dari produk pembersih sebesar 47%, perawatan badan 20%, produk otomotif 14%, cat dan sejenisnya 5%, pestisida dan insektisida 5% dan produk lainnya sebesar 9%. Komposisi sampah B3 komersil Kota Padang berdasarkan karakteristiknya terdiri dari karakteristik korosif sebesar 39%, toksik 25%, korosif dan toksik 16%, mudah terbakar 10%, toksik dan mudah terbakar 8% serta korosif dan mudah terbakar 2%. Rata-rata komposisi sampah B3 komersil di Kota Padang lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Sampah B3 Komersil Kota Padang

Berdasarkan jenis penggunaannya, produk pembersih paling banyak ditemui pada sumber rumah makan dengan nilai mencapai 99%, sedangkan produk pembersih pada sumber pasar, toko, hotel, bengkel dan salon memiliki komposisi yang hampir sama berkisar 22%-44%. Hal ini dikarenakan pada sumber rumah makan, sampah B3 yang paling banyak ditemukan adalah produk pembersih seperti pembersih lantai, toilet, kaca dan sejenisnya. Sampah B3 jenis produk perawatan badan paling banyak ditemukan di sumber salon dan hotel, seperti kemasan sabun mandi, kemasan shampo dan sejenisnya. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas kedua sumber tersebut yang umumnya berupa perawatan badan.

Perbedaan yang sangat signifikan terlihat pada komposisi sampah B3 jenis produk otomotif yang memiliki nilai sebesar 67% pada sumber bengkel, sedangkan pada sumber lainnya hanya berkisar 6-14%. Produk cat dan sejenisnya paling banyak ditemukan pada sumber toko yaitu sebesar 19%. Hal ini dikarenakan salah satu sampel sampah B3 yang diambil dalam penelitian ini adalah toko bangunan. Komposisi jenis penggunaan lainnya paling banyak ditemukan di sumber pasar sebesar 20% dan toko sebesar 22%. Sampah B3 jenis produk lainnya pada kedua sumber ini seperti baterai dan bola lampu.

Dibandingkan dengan literatur Tchobanoglous and Frank (2002) tentang komposisi sampah B3 berdasarkan jenis penggunaannya untuk sumber domestik atau komersil di negara Amerika Serikat, diperoleh hasil komposisi produk pembersih, perawatan badan, produk otomotif, cat dan sejenisnya, pestisida, insektisida dan herbisida menunjukkan nilai komposisi yang hampir sama dengan hasil penelitian ini. Perbedaan yang signifikan dapat dilihat pada komposisi produk otomotif dan penggunaan lainnya. Komposisi produk otomotif sampah B3 komersil dalam penelitian Tchobanoglous and Frank (2002) sebesar 30,1%. Nilai ini lebih besar dua kalinya dibandingkan komposisi produk otomotif pada penelitian sampah B3 komersil di Kota Padang. Perbedaan ini dipengaruhi oleh aktivitas yang ada di bengkel negara maju lebih lengkap dibandingkan bengkel yang ada di negara berkembang. Selain itu hal ini disebabkan kebiasaan masyarakat negara maju yang cenderung memilih membuang barang ketika rusak dan mengganti dengan barang baru daripada memperbaikinya. Sebaliknya untuk jenis penggunaan lainnya sampah B3 komersil di Kota Padang diperoleh tiga kali lebih besar dibandingkan sampah B3 komersil pada penelitian Tchobanoglous and Frank (2002). Hal ini dipengaruhi oleh pengetahuan dan sosialisasi tentang sampah B3 untuk jenis penggunaan lainnya seperti baterai di negara maju sudah lebih

baik dibandingkan di negara berkembang. Pada negara maju sampah B3 jenis ini sudah dapat dilakukan daur ulang, sedangkan di negara berkembang hal ini belum dilakukan.

Berdasarkan jenis penggunaannya, komposisi sampah B3 yang lebih dominan pada sumber komersil dan sumber domestik di Kota Padang relatif sama yaitu produk pembersih dan perawatan badan. Komposisi sampah B3 domestik untuk perawatan badan sebesar 51% dan produk pembersih 31% (Ruslinda dan Yustisia, 2013).

5. KESIMPULAN

Satuan timbulan rata-rata sampah B3 dari sumber komersil di kota Padang dalam satuan berat sebesar 0,0022 kg/m²/h, sedangkan dalam satuan volume sebesar 0,0727 l/m²/h dengan hasil satuan timbulan masing-masing sumber komersil dalam satuan berat dan satuan volume terdiri dari pasar 0,00006 kg/m²/h (0,00076 l/m²/h), toko 0,0014 kg/m²/h (0,0272 l/m²/h), hotel 0,0005 kg/m²/h (0,0078 l/m²/h), rumah makan 0,0006 kg/m²/h (0,0075 l/m²/h), bengkel 0,0048 kg/m²/h (0,2721 l/m²/h), salon 0,0056 kg/m²/h (0,1207 l/m²/h). Satuan timbulan yang terbesar dihasilkan dari sumber bengkel dan salon. Persentase sampah B3 dalam sampah komersil Kota Padang adalah 0,26% dalam satuan berat atau 2,58% dalam satuan volume .

Komposisi sampah B3 komersil berdasarkan jenis penggunaannya terdiri dari produk pembersih sebesar 47%, perawatan badan 20%, produk otomotif 14%, cat dan sejenisnya 5%, pestisida dan insektisida 5% dan produk lainnya sebesar 9%. Komposisi sampah B3 komersil Kota Padang berdasarkan karakteristiknya yaitu 39% bersifat korosif, 25% toksik, korosif toksik 16%, mudah terbakar 10%, toksik, mudah terbakar 8% dan korosif mudah terbakar 2%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi yang telah membantu mendanai kegiatan penelitian ini dalam skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2017 serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Andalas yang telah memfasilitasi kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanhuri, E. (2010) *Diktat Pengelolaan Sampah*. Teknik Lingkungan ITB.
- Harry J. E. (2010) When household hazardous waste is too hazardous: A case study. *Journal Chemical Health and Safety*. Vol. 17, pp. 12-15.
- H. Lakshminantha and N. Lakshminarasimaiah. (2007) Household Hazardous Waste Generation-Management *Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management*, 5 - 7 September 2007, Chennai, India. pp.163-168.
- Huabo D. et al. (2008) Hazardous Waste Generation and Management in China: a Review. *Journal of Hazardous Material*. Vol. 158, pp. 221-227.
- Juanda, M. (2012) Sumber, Karakteristik dan Timbulan Sampah B3 Kota Bandung. Tugas akhir. ITB Bandung
- Malik, K. (2012) *Management of Hotel Waste*. Maharshi Dayanand University Rohtak
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 74 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Bahan Berbahaya Beracun*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 101 Tahun 2014 tentang *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun*
- R.J Slack, J.R Gronow, N. Voulvoulos. (2009) The management of household hazardous waste in the United Kingdom. *Journal of Environmental Management* Vol. 90, pp 36-42.
- Ruslinda, Y. dan Yustisia, D. (2013) Analisis Timbulan dan Komposisi Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Rumah Tangga Di Kota Padang Berdasarkan Tingkat Pendapatan. *Jurnal Lingkungan Tropis* Vol. 7 no. 1 hal. 21-30
- Ruslinda Y., Aziz R., Abuzar S. (2010) Timbulan, Komposisi dan Potensi Daur Ulang Sampah dari Berbagai Sumber di Kota Padang. *Jurnal Purifikasi* Vol. 11 no.2 hal. 95-108
- SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan
- Tchobanoglous, G. and Frank K. (2002) *Handbook of Solid Waste Management*, 2nd ed. Mc Graw Hill Inc. New York, USA.