

# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH XIV**

## **TEMA SEMINAR**

Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif,  
Handal, berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan  
Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa



**05 Oktober 2016**

Gedung IASTH Universitas Indonesia  
Salemba – Jakarta

**Penyelenggara**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN  
Dan  
Program Studi Ilmu Lingkungan - UI

**Diterbitkan Desember 2016**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dapat diterbitkan. Seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN dengan Program Studi Ilmu Lingkungan – Universitas Indonesia. Seminar dengan tema “Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif, Handal, Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa” telah dilaksanakan pada tanggal 5 Oktober 2016 di Gedung IASTH It.3 Universitas Indonesia, Salemba.

Seminar diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian dan pengembangan di bidang limbah radioaktif dan non radioaktif. Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dijadikan sebagai media tukar menukar informasi dan pengalaman, ajang diskusi ilmiah, peningkatan kemitraan di antara peneliti, akademisi, dan praktisi industri, mempertajam visi pembuat kebijakan dan pengambil keputusan, serta peningkatan kesadaran kolektif terhadap pentingnya pengelolaan limbah yang inovatif, handal, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Prosiding ini memuat karya tulis dari berbagai hasil penelitian mengenai pengelolaan limbah radioaktif, industri dan lingkungan. Makalah telah melalui proses evaluasi dari tim editor. Makalah dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu kelompok pengelolaan limbah, disposal, lingkungan, dan perundang-undangan. Makalah-makalah tersebut berasal dari para peneliti di lingkungan BATAN, BAPETEN dan BPPT serta dosen dan mahasiswa di lingkungan UI, UNDIP, dan UNS.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian dimasa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam kegiatan pengelolaan limbah. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, Desember 2016

Kepala  
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif  
Badan Tenaga Nuklir Nasional

Ir. Suryantoro, MT

## **SUSUNAN TIM EDITOR**

Ketua	: Dr. Budi Setiawan	- BATAN
Anggota	: 1. Dr. Sigit Santoso	- BATAN
	2. Dr. Heny Suseno	- BATAN
	3. Drs. Gunandjar, SU	- BATAN
	4. Ir. Aisyah, MT	- BATAN
	5. Dr. Djoko Hari Nugroho	- BAPETEN
	6. Dr. Ir. Mohammad Hasroel Thayib, APU	- UI
	7. Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA	- UI

## SUSUNAN PANITIA

<b>Pengarah</b>	:	1. Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	- BATAN
		2. Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan UI	- UI
<b>Penanggung Jawab</b>	:	Ir. Suryantoro, MT	- BATAN
<b>Penyelenggara</b>			
Ketua	:	Budiyono, ST	- BATAN
Wakil Ketua	:	Moch. Romli, S.ST, MKKK	- BATAN
Sekretaris	:	1. Enggartati Budhy Hendarti, A.Md	- BATAN
		2. Pricillia Azhani, STP., M.Si.	- UI
		3. Titik Sundari, A.Md	- BATAN
Anggota	:	1. Widya Handayani, SE	- BATAN
		2. Sugianto, ST	- BATAN
		3. Wezia Berkademi, SE, M.Si	- UI
		4. M. Nurhasim, S.ST	- BATAN
		5. Eri Iswayanti, A.Md	- BATAN
		6. Agustinus Muryama, ST	- BATAN
		7. Budi Arisanto, A.Md	- BATAN
		8. Azhar Firdaus, S.Sos.I, M.Si	- UI
		9. Risdiyana, A.Md	- BATAN
		10. Adi Wijayanto, ST	- BATAN
		11. Arifin Istavara, S.ST	- BATAN
		12. CH. Susiana Atmaja, A.Md	- BATAN
		13. Imam Sasmito	- BATAN
		14. Moh. Cecep Cepi H., S.ST	- UI
		15. Parjono, ST	- BATAN
		16. Siswanto	- BATAN
		17. Sariyadi	- BATAN
		18. Maulana	- BAPETEN
		19. Drs. Hendro	- BATAN
		20. Sunardi, ST	- BATAN
		21. Gatot Sumartono, ST	- BATAN
		22. Ir. Eko Madi Parmanto	- BATAN
		23. Alphana Fridia Cessna, ST., M.Si	- UI
		24. Rukiaty	- BATAN
		25. Ade Rustiadam, S.ST	- BATAN
		26. Ajrieh Setiawan, S.ST	- BATAN
		27. Suparno, A.Md	- BATAN
		28. Suhartono, A.Md	- BATAN

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Susunan Tim Editor .....	ii
Susunan Panitia .....	iii
Daftar Isi .....	iv
1 Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif Pra-Disposal : Imobilisasi Limbah Radioaktif Uranium Menggunakan Abu Batubara Sebagai Bahan Matriks <i>Synroc</i> .. <b>Gunandjar dan Yuli Purwanto</b>	1
2 Pengelolaan Limbah Cair Dengan Pendekatan Konsep Eko-Efisiensi: Analisis Hubungan Antara Penerapan Program <i>Cleaner Production</i> Di Area Produksi Dengan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) .....	14
<b>Wahyu Wikandari, Roekmijati Widaningroem Soemantojo, Tri Edhi Budhi Soesilo</b>	
3 Pengolahan Limbah <i>Methylen Blue</i> Secara Fotokatalisis Dengan TiO <sub>2</sub> Dimodifikasi Fe Dan Zeolit .....	29
<b>Agus Salim Afrozi, Rahmat Salam, Auring R, Asep Nana S</b>	
4. Kinerja Konsorsium Bakteri Dari Sungai Opak Yogyakarta Dalam Reduksi Nitrat Dengan Sumber Karbon Yang Berbeda .....	37
<b>Hanies Ambarsari, Miswanto</b>	
5. Pengelolaan Limbah Radioaktif Hasil Dekontaminasi Di Instalasi Produksi Radioisotop Paska Berhenti Operasi .....	45
<b>Suhaedi Muhammad, Nazaroh, Rr.Djarwanti,RPS</b>	
6. Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pembantu Peledakan (ANFO) Pada Kegiatan Pertambangan Batubara (Kasus Pemanfaatan Limbah Oli Bekas di PT. JMB Group) .....	52
<b>Danang Widiyanto</b>	
7. Sistem Pemurnian Helium Pada Reaktor Daya Experimental (RDE) Tipe HTR-10.....	60
<b>Aisyah, Yuli Purwanto</b>	
8. Pengolahan Limbah Daun Jati Kering Dari Desa Leyangan, Ungaran Menjadi Pulp Kering Dengan Proses Soda .....	68
<b>Linda Kusumaningrum, Heny Kusumayanti</b>	
9 Pembuatan Zat Warna Alami Dari Buah Mangrove <i>Spesies Rhizophora Stylosa</i> Sebagai Pewarna Batik Ramah Lingkungan Dalam Skala Pilot Plan .....	76
<b>Paryanto, Wusana Agung Wibowo, Moch Helmy Aditya</b>	
10 Konsentrasi Faktor Pada Bioakumulasi Plutonium Oleh Siput Macan ( <i>Babylonia Spirata L.</i> ) Di Perairan Teluk Jakarta .....	82
<b>Murdahayu Makmur , Muhammad Qowi Fikri, Defri Yona, Syarifah Hikmah JS</b>	
11. Pengaruh Koefisien Distribusi <sup>137</sup> Cs Pada Keselamatan Calon Tapak Fasilitas Disposasi Limbah Radioaktif .....	93
<b>Budi Setiawan, Dadang Suganda</b>	
12. Kajian Pengolahan Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Beberapa Adsorben .....	105
<b>Mirawaty, Gustri Nurliati</b>	

13	Studi Eksperimen Difusi Boron Dalam Bentonit Terkompaksi Dalam Kondisi Reduksi Oleh Fe .....	113
	<b>Mas Udi, Noria Ohkubo</b>	
14	Pengolahan Limbah Uranium Cair Dengan Resin Anion Amberlite IRA-400 Cl Dan Imobilisasi Resin Jenuh Menggunakan Polimer .....	118
	<b>Dwi Luhur Ibnu Saputra, Wati, Nurhayati</b>	
15	Studi Pemanfaatan Zeolit Sebagai Bahan Penopang Asam Oksalat Untuk Dekontaminasi Permukaan Aluminium .....	124
	<b>Sutoto</b>	
16	Karakteristik Limbah Radioaktif Tingkat Rendah Dan Sedang Reaktor Daya Eksperimental HTR-10 .....	129
	<b>Kuat Heriyanto</b>	
17	Pengembangan Penerapan Sistem Pengawasan Dalam Rangka Pencegahan Masuknya <i>Scrap Metal</i> Terkontaminasi Zat Radioaktif ke Dalam Wilayah Hukum Republik Indonesia .....	136
	<b>Nanang Triagung Edi Hermawan</b>	
18	Pengawasan Zirkon Di Indonesia .....	145
	<b>Moekhamad Alfiyan</b>	
19	Polimorfisme XPD23 Pada Pekerja Radiasi Medik .....	151
	<b>Wiwin Mailana, dan Yanti Lusiyantri</b>	
20	Pengukuran Radiasi Dan Konsentrasi <i>Naturally Occuring Radioactive Materials</i> (NORM) Pada Lahan Calon Tapak PLTU Batubara Kramatwatu Serang Banten .....	155
	<b>Sucipta, Risdiana S., Arimuladi SP.</b>	
21	Perhitungan Jumlah Limbah Paska Dekomisioning Reaktor Triga Mark II Bandung .....	165
	<b>Sutoto, Kuat Heriyanto, Mulyono Daryoko</b>	
22	Fenomena Distribusi Radionuklida Kontaminan Pada Air Kanal Fasilitas KH-IPSB3 Pasca Perbaikan Filter <i>Skimer</i> .....	173
	<b>Titik Sundari, Darmawan Aji, Arifin</b>	
23	Difusi Radiocesium Oleh Tanah Urugan Sebagai Bahan Penutup Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong : Karakterisasi <i>Dry Density</i> Tanah Permukaan di Lokasi Fasilitas Disposal Demo .....	179
	<b>Nurul Efri Ekaningrum, Budi Setiawan</b>	
24	Uji Integritas Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Bekas Reaktor Dengan Metode Uji Cicip ..	186
	<b>Dyah Sulistyani Rahayu, Darmawan Aji</b>	
25	Verifikasi Penggunaan Library Origen 2.1 Untuk Perhitungan Inventori Teras Reaktor Tipe HTGR 10 MWth .....	194
	<b>Anis Rohanda, Jupiter S. Pane, Amir Hamzah</b>	
26	Penentuan Densitas Boron Karbida (B <sub>4</sub> C) Menggunakan Autopiknometer Dan Secara Metrologi .....	199
	<b>Torowati, Mu`nisatun, S., Yatno Dwi Agus</b>	
27	Evaluasi Pengukuran Tingkat Kontaminasi Permukaan Material Terkontaminasi Untuk Tujuan Klierens (Studi Kasus : Limbah Pelat Logam Hasil Dekomisioning Fasilitas Pemurnian Fosfat Pt. Petrokimia Gresik) .....	205
	<b>Moch Romli, Mas'udi , Sugeng Purnomo, M. Nurhasyim, T. Sulistiyo H.N., Suhartono, Imam Sasmito, L. Kwin P</b>	

28	Evaluasi Tahanan Pembumian Instalasi Penyalur Petir Pada Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong .....	212
	<b>Adi Wijayanto, Arief Yuniarto, Budihari</b>	
29	Evaluasi Pengendalian Dosis Radiasi Pada Kegiatan <i>Dismantling</i> Dan Pengondisian Zat Radioaktif Terbungkus Yang Tidak Digunakan .....	217
	<b>Suhartono, Moch Romli, Arie Budianti, Adi Wijayanto, Mahmudin</b>	
30	Penerimaan Dosis Radiasi Sebagai Indikator Keselamatan Dalam Proses Pengolahan Limbah Radioaktif Tahun 2015 .....	224
	<b>L.Kwin Pudjiastuti, Hendro, Suhartono, Arie Budianti</b>	
31	Penerapan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Badan Air di Kawasan Nuklir Serpong ..	230
	<b>Arif Yuniarto, Aepah Nurbiyanti, Ambar Winansi, Ritayanti</b>	
32	Analisis Kegagalan Proses Pembangkit Uap Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair .....	241
	<b>Budiyono, Sugianto</b>	
33	Jaminan Mutu Layanan Evaluasi Dosis Perorangan Dengan <i>TLD Barc</i> di PTKMR-Batan ..	250
	<b>Nazaroh, Rofiq Syaifudin, Sri Subandini Lolaningrum, dan Nina Herlina</b>	
34	Perancangan Sistem Kendali <i>VAC Off-Gas</i> Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif berbasis Programable Logic Control .....	260
	<b>Sugianto, Budiyono, Arifin Istavara</b>	
35	Uji Kelayakan Operasi Genset BRV20 RSG-Gas Setelah Dilakukan Perbaikan .....	268
	<b>Teguh Sulisty</b>	
36	Analisis Sistem Ventilasi Fasilitas Produksi 131I di PTRR-BATAN.....	278
	<b>Mulyono, Hermanto, Sofyan Sori, Sriyono</b>	
37	Aplikasi <i>Scada</i> Dengan Media Komunikasi Nirkabel 2.4 Ghz Untuk Pengendali Operasi Fasilitas Kanal Hubung Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas (KHIPSB3)	283
	<b>Parjono , Budiyono</b>	
38	Pembuatan Dan Pengujian <i>Burner</i> Pada Tungku Peleburan Timbal Untuk Fabrikasi <i>Shielding</i> Sumber Radioaktif Bekas Terbungkus .....	292
	<b>Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto</b>	
39	Aplikasi Reaktor Pada <i>Capacitor Bank</i> Sebagai Peredam Harmonik Catu Daya Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif .....	299
	<b>Jonner Sitompul, Sugianto</b>	

**DIFUSI RADIOCESIUM OLEH TANAH URUGAN  
SEBAGAI BAHAN PENUTUP FASILITAS DISPOSAL DEMO  
DI KAWASAN NUKLIR SERPONG :  
KARAKTERISASI *DRY DENSITY* TANAH PERMUKAAN  
DI LOKASI FASILITAS DISPOSAL DEMO**

**Nurul Efri Ekaningrum, Budi Setiawan**

*Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Kawasan Puspipstek Serpong Gedung 50, Tangerang Selatan, Banten 15310  
Email: efrisoul@batan.go.id*

**ABSTRAK**

**DIFUSI RADIOCESIUM OLEH TANAH URUGAN SEBAGAI BAHAN PENUTUP FASILITAS DISPOSAL DEMO DI KAWASAN NUKLIR SERPONG : KARAKTERISASI *DRY DENSITY* TANAH PERMUKAAN DI LOKASI FASILITAS DISPOSAL DEMO.** Penyiapan Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong telah dilakukan oleh Pusat Teknologi Limbah Radioaktif sejak Tahun 2010 untuk mendukung program pembangunan dan pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) di Indonesia yang akan datang. Oleh karena itu, dibutuhkan pengkajian keselamatan untuk memenuhi persyaratan pembangunan Fasilitas Disposal Demo. Salah satu bagian dalam pengkajian keselamatan adalah diperlukannya input data besaran kimia yaitu difusi radiocesium oleh tanah urugan sebagai bahan penutup fasilitas disposal demo yang pada tahun pertama ini akan diukur *dry density* tanah urugan terlebih dahulu sebagai batasan penelitian. Maka penelitian difusi radiocesium oleh tanah urugan perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi karakter spesifiknya sebagai bahan penutup fasilitas disposal demo. Dalam penelitian difusi ini didapatkan data besaran *dry density* tanah urugan atau tanah permukaan di lokasi fasilitas disposal demo sebesar  $1,41 \text{ g/cm}^3$ . Berdasarkan penelitian Hillel 1980b menunjukkan bahwa karakteristik bahan penutup fasilitas disposal demo termasuk tipe *Sandy loam* atau lempung berpasir.

Kata Kunci : *dry density*, difusi, urugan.

**ABSTRACT**

**RADIOCESIUM DIFFUSION BY LAND MATERIALS AS FINAL DEMO DISPOSAL FACILITY COVER IN THE SERPONG NUCLEAR AREA : CHARACTERIZATION OF *DRY DENSITY* SOIL SURFACE ON DEMO DISPOSAL FACILITY LOCATION.** Preparation Disposal Facility Demo in Serpong Nuclear Zone has been done by the Radioactive Waste Technology Center since 2010 to support the construction and operation of the Nuclear Power Plant (NPP) in Indonesia in the future. Therefore, the safety assessments needed to meet development requirements of Demo Disposal Facility. One part of the safety assessment is the need for massive chemical data input, namely radiocesium diffusion by soil as cover material on demo disposal facility that in the first year will be measured *dry density* of soil cover beforehand as a limitation of the study. Then the radiocesium diffusion research by soil needs to be done to obtain information specific character as cover material for demo disposal facility. In this diffusion research data obtained amount of *dry density* of soil surface on disposal facility at the site demo is about  $1.41 \text{ g/cm}^3$ . Based on research Hillel 1980b showed that the characteristics of the cover material disposal facilities demo includes the type *sandy loam*.

Keywords : *dry density*, diffusion, cover.

**PENDAHULUAN**

Penyiapan Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong telah dilakukan oleh Pusat Teknologi Limbah Radioaktif sejak Tahun 2010 untuk melengkapi fasilitas pengelolaan limbah radioaktif di Kawasan Nuklir Serpong. Oleh karena itu, dibutuhkan pengkajian keselamatan untuk memenuhi persyaratan pembangunan Fasilitas Disposal Demo.

Salah satu bagian dalam pengkajian keselamatan adalah diperlukannya input data besaran kimia fisika seperti difusi radiocesium oleh tanah urugan di SP 4 sebagai bahan penutup

fasilitas disposal demo yang pada tahun pertama ini akan diukur *dry density* tanah urugan terlebih dahulu sebagai batasan penelitian. Maka penelitian difusi radiocesium oleh tanah urugan perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi karakter spesifiknya sebagai bahan penutup fasilitas disposal demo pada penelitian mendatang.

Pengukuran *dry density* tanah di lokasi SP 4 bertujuan untuk mengetahui *range* densitas yang akan digunakan dalam penelitian difusi selanjutnya. Setelah mendapatkan besaran *dry density* tanah urugan di lokasi SP 4, akan dievaluasi dan dikarakterisasi jenis tanah urugan



tersebut menggunakan Tabel *Dry Density* beberapa jenis tanah. Maka akan diketahui termasuk jenis tanah apakah tanah yang akan digunakan sebagai bahan urugan fasilitas Disposal Demo di SP4 tersebut. Setelah mendapatkan besaran *dry density* akan digunakan untuk mengolah data difusi bahan sistem penutup fasilitas disposal demo sebagai data spesifik input *software* PRESTO.

## TEORI

Densitas, sebagaimana diterapkan pada segala jenis bahan homogen atau monofase M (massa) dan V (volume), dinyatakan sebagai rasio M:V. Dalam kondisi tertentu, definisi ini mengarah pada nilai-nilai unik material tertentu. Untuk bahan heterogen dan multifase, namun medianya berpori, penerapan definisi densitas dapat menyebabkan hasil yang berbeda [1].

Tanah adalah bahan multifase atau heterogen dengan sistem berpori yang khas. Dalam bentuk umum, berisi tiga fase alami: (1)

fase padat atau matriks tanah (yang dibentuk oleh partikel mineral dan bahan organik padat); (2) fase cair, yang sering diwakili oleh air dan yang bisa lebih tepat disebut larutan tanah; dan (3) fase gas, yang berisi udara dan gas-gas lainnya. Dalam tiga fase tanah ini, densitas tanah rata-rata dapat digunakan untuk menentukan kepadatan berikut: (1) kepadatan padatan atau kepadatan partikel tanah, (s); (2) massal atau kepadatan kering, (b); dan (3) jumlah atau kepadatan basah,(t) [1].

*Dry density* merupakan indikator pemadatan tanah dan kondisi tanah. Ini mempengaruhi infiltrasi, kedalaman / pembatasan, kapasitas air yang tersedia, porositas tanah, ketersediaan unsur hara, dan aktivitas mikroorganisme tanah, yang mempengaruhi proses tanah dan produktivitas. [2].

*Dry density* tanah ( $\rho_b$ ), adalah rasio massa fase padat dari tanah (yaitu, tanah kering) dengan volume total (volume dari padat dan berpori), didefinisikan sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t} = \frac{M_s}{V_s + V_l + V_g}$$

*Bulk (dry) density*,  $\rho_b$ , berkaitan dengan kepadatan partikel tanah, ( $\rho_s$ ), dengan total porositas tanah ( $p_t$ ), dengan persamaan berikut:

$$\rho_b = (1 - p_t)\rho_s$$

Dimana  $1 - p_t$  adalah rasio volume padatan terhadap volume total ( $V_s + V_l + V_g$ ) [1].

*Dry density* sebagian besar tanah bervariasi dalam kisaran 1,1-1,6 g/cm<sup>3</sup>. Di tanah berpasir, kepadatan kering dapat setinggi 1,6 g/cm<sup>3</sup>; di tanah liat dan tanah liat agregat, bernilai 1,1 g/cm<sup>3</sup> (Hillel 1980b). Karena tingkat agregasinya yang tinggi (yaitu, nilai porositas totalnya kecil),

maka beton secara umum memiliki kepadatan kering lebih tinggi dari tanah. Nilai-nilai khas *dry density* dari berbagai jenis tanah dan beton ditunjukkan pada Tabel 1. *Dry density* tergantung pada struktur matriks tanah (atau derajat pemadatan atau kelonggaran) dan karakteristik pembengkakan atau penyusutan tanah matriks ini [1].

**Tabel 1.** Nilai *Dry Density* Berbagai Jenis Tanah dan Beton .

Tipe Tanah	<i>Dry Density</i> , g/cm <sup>3</sup>
Sand (Pasir)	1,52
Sandy loam (Lempung berpasir)	1,44
Loam (Lempung)	1,36
Silt loam (Lanau lempung)	1,28
Clay Loam (Lempung liat)	1,28
Clay (Lempung)	1,20
Concrete (Beton)	2,40

Sumber : Hillel 1980b [3] , Linsley et al. (1982) [4]; Poffijn (1988) [5].

## METODOLOGI

Metode pengukuran dry density ini sudah banyak digunakan dalam penelitian di perguruan tinggi dan lembaga penelitian yang berhubungan dengan ilmu teknik atau ilmu geologi. Maka cara-cara bagaimana data dikumpulkan, dan cara menganalisis datanya dengan jelas dapat diulang oleh peneliti lainnya dengan mengacu pada publikasi-publikasi sebelumnya. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini :

- Penyiapan sampel tanah.  
Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan *Core Cutter* , semacam silinder berlubang yang ditancapkan ke tanah untuk mengambil sampel sehingga berbentuk seperti lontong tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

- Penimbangan sampel tanah basah sebanyak 3 kali pengulangan.
- Penimbangan sampel tanah kering (dioven selama 24 jam) sebanyak 3 kali pengulangan.
- Tempatkan sampel tanah yang telah dikeluarkan dari oven ke desikator hingga mencapai suhu ruangan.
- Pengukuran *dry density* tanah dengan mengikuti Metode Perhitungan *Core Cutter* yang telah banyak digunakan di Perguruan Tinggi akan dilampirkan Tabel Perhitungannya dibawah ini.
- Analisis dan evaluasi.

Penelitian ini menggunakan bahan dan peralatan sebagai berikut : timbangan, oven, alat-alat gelas, cawan porselen, 1 set alat sampling tanah, dan desikator. Dari penelitian yang telah dilakukan berikut Tabel hasil perhitungannya.

**Tabel 2.** Laporan Pengukuran *Water Content*

<b>Job :</b> Pengukuran <i>Water Content</i> Tanah SP4 dengan Metode <i>Core Cutter</i>		<b>Tested by :</b> Nurul Efri Ekaningrum, S.ST		
<b>Location :</b> SP4 Calon Tapak Demo Disposal		<b>Date :</b> 30 Oktober 2015		
<b>Sampel Detail :</b>				
Location SP4		Depth below ± 130 mm		
Type : Tanah Permukaan		Description		
No	Determination no.	1	2	3
	Containers no.	I	II	III
1	Weight of containers ( $W_1$ ), g	56,256	55,932	56,197
2	Weight of containers + Wet Soil ( $W_2$ ), g	105,65	106,66	105,99
3	Weight of containers + Dry Soil ( $W_3$ ), g	103,37	104,45	103,42
4	Weight of Moisture ( $W_2 - W_3$ ), g	2,28	2,21	2,57
5	Weight of Dry Soil ( $W_3 - W_1$ ), g	47,114	48,52	47,22
6	Water Content (W) $W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$	4,84	4,55	5,44
7	Average Water Content (W) 4,94 %			

**Tabel 3.** Laporan Pengukuran Dry Density

<b>Job :</b> Pengukuran <i>Dry Density</i> Tanah SP4 dengan Metode <i>Core Cutter</i>		<b>Tested by :</b> Nurul Efri Ekaningrum, S.ST		
<b>Location :</b> SP4 Calon Tapak Demo Disposal		<b>Date :</b> 30 Oktober 2015		
<b>Sampel Detail :</b>				
Location SP4		Depth below ± 130 mm		
Type : Tanah Permukaan		Description		
No	Observation and Calculation	Determination		
		1	2	3
1	Volume of core cutter (V Cylinder), cm <sup>3</sup> $= \frac{\pi}{4} \times 8,592^2 \times 11,652$	675,86 cm <sup>3</sup>	675,86 cm <sup>3</sup>	675,86 cm <sup>3</sup>
2	Weight of core cutter (Wc), g	86,4	86,4	86,4
3	Weight of core cutter + wet soil (Ws), g	1087,3	1107,1	1071

4	Weight of wet soil ( $W_s - W_c$ ), g	1000,9	1020,7	984,6
5	Bulk Density $Y_b = \left( \frac{W_s - W_c}{V_c} \right)$ , g/cm <sup>3</sup>	1,48	1,51	1,46
6	Water Content (W), %	4,84	4,55	5,44
7	Dry Density $Y_d = \left( \frac{Y_b}{1+W} \right)$ , g/cm <sup>3</sup>	= 1,48/1,0484 = 1,41	= 1,51/1,0455 = 1,44	= 1,46/1,0544 = 1,38
8	Average dry density = 1,41 g/cm <sup>3</sup>			

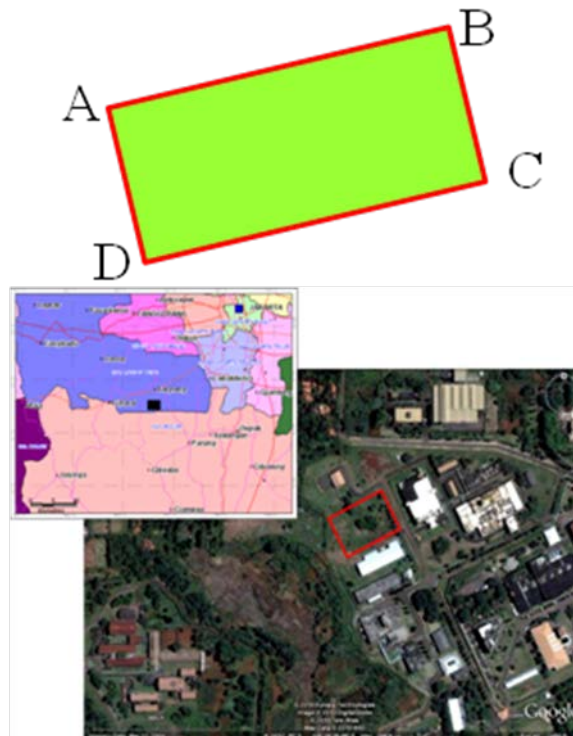
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Dry density* merupakan indikator pemadatan tanah dan kondisi tanah. Ini mempengaruhi infiltrasi, kedalaman /

pembatasan, kapasitas air yang tersedia, porositas tanah, ketersediaan unsur hara, dan aktivitas mikroorganisme tanah, yang mempengaruhi proses tanah dan produktivitas [2].



**Gambar 1.** Lokasi titik pengambilan sampel tanah sekitar DH-3 SP 4 Fasilitas Demo Disposol.



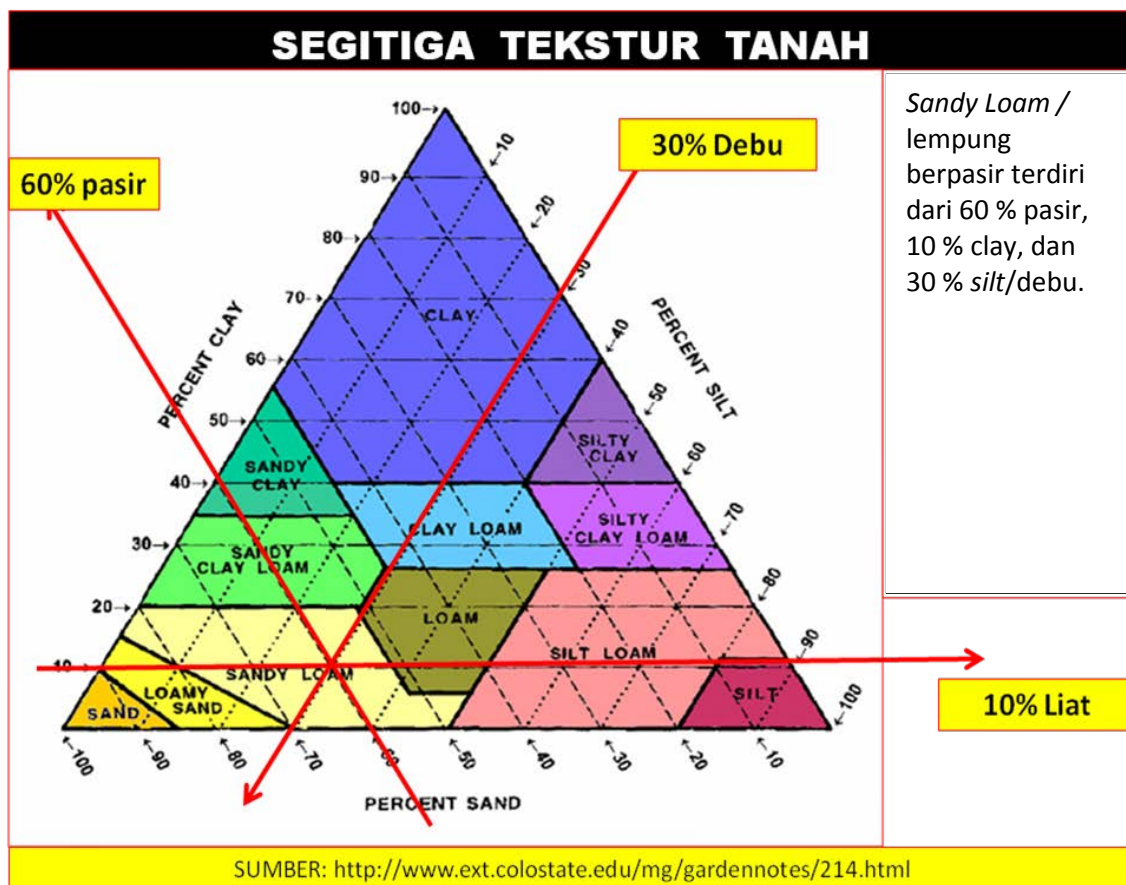
**Gambar 2.** Lokasi Fasilitas Demo Disposol.

Lokasi penelitian *dry density* berada di SP4 Calon Tapak Demo Disposasi, Kawasan Nuklir Serpong, PUSPIPTEK, Tangerang Selatan, Banten. Tanah yang diteliti nantinya akan digunakan sebagai bahan penutup Fasilitas Demo Disposasi. Pengambilan sampel tanah pada kedalaman tidak lebih dari 25 cm. Fasilitas Demo Disposasi merupakan wilayah berbentuk persegi panjang ukuran 85 m x 50 m; Koordinat lokasi : (A. 6°20'55,42" LS/106°39'40,05" BT), (B. 6°20'54,31" LS/106°39'42,62" BT), (C. 6°20'56,15" LS/106°35'43,61" BT), (D. 6°20'57,49" LS/106°39'40,06" BT).

Menurut Hardjowigeno (1992) tekstur tanah menunjukkan kasar halusnya tanah. Tekstur tanah merupakan perbandingan antara butir-butir pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah dikelompokkan menjadi 12 kelas tekstur. Kedua belas tekstur dibedakan berdasarkan prosentase kandungan pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah di lapangan dapat dibedakan dengan cara manual yaitu dengan memijit tanah basah di antara jari jempol dengan jari telunjuk, sambil dirasakan halus kasarnya yang meliputi rasa keberadaan butir-butir pasir, debu, dan liat [6]. Karakterisasi tanah DH-3 dinilai dengan cara kualitatif biasa

digunakan *surveyor* tanah dalam menetapkan kelas tekstur tanah di lapangan. Tekstur tanah lokasi DH-3 memiliki rasa kasar agak jelas, agak melekat, dan dapat dibuat bola tetapi mudah hancur, maka tanah tersebut tergolong bertekstur Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) [6]. Tanah ini mengalir air dengan cepat, tetapi masih mampu menyimpan sejumlah air tanah. Partikel-partikel tanah lempung berpasir nyaris tidak saling menempel. Jenis tanah ini mempunyai masalah kesuburan dan harus diperbaiki dengan menambahkan sejumlah bahan organik.

Mengingat terdapat beberapa sistem pengelompokan fraksi ukuran butir tanah, maka penyajian hasil analisis ini digunakan sistem USDA [7]. Tanah dengan berbagai perbandingan pasir, debu, dan liat dikelompokkan atas berbagai kelas tekstur seperti digambarkan pada Segitiga Tekstur Tanah (Gambar 3). Dari Gambar 3, dapat diketahui tipe tanah urugan atau bahan penutup fasilitas disposasi demo termasuk tipe *Sandy loam* atau lempung berpasir dengan komposisi 60 % pasir dan 10 % liat, dan 30 % debu / silt [8].



**Gambar 3.** Bagan Triangle Tekstural, Metode U.S. Department of Agriculture dalam Penamaan Tanah (Sumber : Brady 1984[7]) [9]

Setelah dilakukan analisis kualitatif, kita menuju analisis kuantitatif. Dari perhitungan kuantitatif yang dilakukan dengan Metode *Core Cutter* didapatkan rata-rata *dry density* tanah urugan sebesar 1,41 g/cm<sup>3</sup> (Tabel 2 dan

Tabel 3). Dari Tabel 1, Penelitian Hillel 1980b, maka tipe tanah urugan atau bahan penutup fasilitas disposal demo di SP4 termasuk tipe *Sandy loam* atau lempung berpasir.

**Tabel 3.** Nilai *Dry Density* Berbagai Jenis Tanah dan Beton .

Tipe Tanah	<i>Dry Density</i> , g/cm <sup>3</sup>
Sand (Pasir)	1,52
Sandy loam (Lempung berpasir)	<b>1,44</b>
Loam (Lempung)	1,36
Silt loam (Lanau lempung)	1,28
Clay Loam (Lempung liat)	1,28
Clay (Lempung)	1,20
Concrete (Beton)	2,40
Sumber : Hillel 1980b, Linsley et al. (1982); Poffijn (1988).	

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis kualitatif didapatkan bahwa tipe tanah di Lokasi SP4 merupakan jenis Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) karena rasa kasar agak jelas, agak melekat, dan dapat dibuat bola tetapi mudah hancur .

Dari hasil analisis kuantitatif didapatkan rata-rata *Dry Density* tanah urugan sebesar 1,41 g/cm<sup>3</sup>. Dari Tabel 1, Penelitian Hillel 1980b, maka tipe tanah urugan atau bahan penutup Fasilitas Disposal Demo di SP4 termasuk tipe *Sandy loam* atau lempung berpasir.

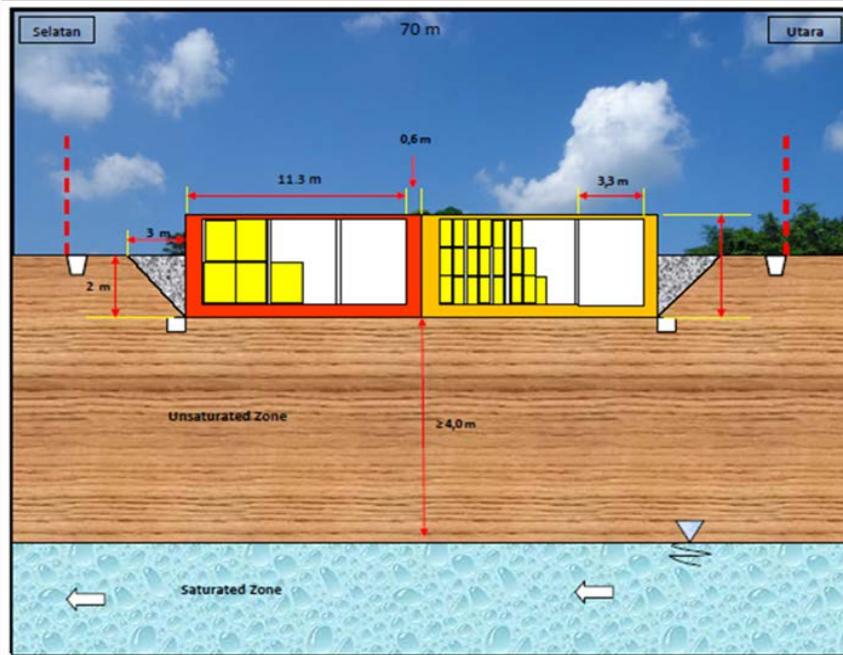
## UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada DR. Budi Setiawan dan Yuli Purwanto, A.Md, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan dan kerja samanya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. C. Yu, C. Loureiro, J. J. Cheng, L. G. Jones, Y. . Wang, Y. P. Chia, and E. Faillace, "Data collection handbook to support modeling impacts of radioactive material in soil," no. April, p. 158, 1993.
2. C. M. Lewandowski, N. Co-investigator, and C. M. Lewandowski, "Soil Bulk Density/Moisture/Aeration," *The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference*, 2015. [Online]. Available: <http://web.ead.anl.gov/resrad/datacoll/soil dens.htm>.
3. Daniel Hillel, *Fundamentals of Soil Physics*.
4. M. A. K. [and] J. L. H. P. Ray K. Linsley, *Hydrology for engineers*.
5. V. H. and W. P. Poffijn A., Charlet J.M., Cottens E., Hallez S., "No Title Biotechnology for Waste Management and Site Restoration: Technological."
6. H. 1992, *Ilmu Tanah*, Ketiga. Jakarta: PT. Mediatama Sarana Perkasa, 1992.
7. W. W. Brady, *Technologies to Benefit Agriculture and Wildlife*. Diane Publishing.
8. Iradatullah Rahim, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, 2000.
9. "Physical Properties Of Soils." [Online]. Available: <http://docslide.us/documents/physical-properties-of-soils-ges175-science-of-soils.html>. [Accessed: 21-Jan-2016].

## Konsep *Disposal* Yang Direkomendasikan



**Gambar 4. Penampang Melintang Penempatan Disposal Demo pada Tapak SP-4 Kawasan Nuklir Serpong**

