



Organize by:



Prosiding

SEMINAR NASIONAL DAN PAMERAN KONSTRUKSI

HIMPUNAN AHLI KONSTRUKSI INDONESIA
KOMDA SUMUT 2015

**"Rekayasa Sistem Konstruksi dalam Pembangunan
Infrastruktur Sumatera Utara yang Berkelanjutan"**

Editor:
Rahmi Karolina, ST., MT.
Yetti Saragi, ST., MT.
Ernie S.Y. Sitanggang, ST., MT., IP-Md.
Irwan S. Sembiring, ST., MT., IP-Md.

Tiara Convention Centre (Balai Raya)
Sabtu, 5 - 6 Juni 2015

Prosiding

SEMINAR HAKI
Medan, 5 – 6 Juni 2015

**“Rekayasa Sistem Konstruksi dalam Pembangunan
Infrastruktur Sumatera Utara yang Berkelanjutan”**

Editor :

Rahmi Karolina, ST., MT.

Yetti Saragi, ST., MT.

Ernie S.Y. Sitanggang, ST., MT., IP-Md.

Irwan S. Sembiring, ST., MT., IP-Md.

THE
Character Building
UNIVERSITY

 USU_{press}

2015

USU Press

Art Design, Publishing & Printing

Gedung F, Pusat Sistem Informasi (PSI) Kampus USU

Jl. Universitas No. 9

Medan 20155, Indonesia

Telp. 061-8213737; Fax 061-8213737

usupress.usu.ac.id

© USU Press 2015

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang; dilarang memperbanyak menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN 979 458 800 8

Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Prosiding Seminar HAKI: Rekayasa Sistem Konstruksi dalam Pembangunan Infrastruktur Sumatera Utara yang Berkelanjutan / Editor: Rahmi Karolina, [et.al.] – Medan: USU Press, 2015.

iv, 83 p.: illus.; 29 cm

ISBN: 979-458-800-8

1. Konstruksi
 2. Pembangunan Infrastruktur
- I. Judul

THE
Character Building
UNIVERSITY

Dicetak di Medan, Indonesia

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| | |
| KEMAJUAN PERANCANGAN STRUKTUR TAHAN GEMPA DI INDONESIA Ir. Davy Sukanta, Ketua HAKI | 1 |
| STUDI PEMANFAATAN GELOMBANG PASANG SURUT SEBAGAI ENERGI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF Adlin Firmansyah Bangun, Ahmad Perwira Mulia Tarigan..... | 2 |
| DAMPAK BINDER PADA TINGKAT KONTAMINASI LOGAM BERAT DARI LIMBAH HASIL PEKERJAAN Pengerukan Sedimen Pelabuhan Ernesto Silitonga, Nono Sebayang, Syafiatun Siregar, Rahmat Taufik..... | 16 |
| APLIKASI GIS UNTUK ANALISA POTENSI EROSI PADA DAS DELI Faiz Isma, A. Perwira Mulia Tarigan, dan Rudi Iskandar..... | 24 |
| ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI KELOMPOK TIANG TEKAN HIDROLIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN KONDOMINIUM NORTHCOTE GRAHA METROPOLITAN, HELVETIA, MEDAN Ika Puji Hastuty, Roesyanto dan M. Ibnu Santoso | 36 |
| ANALISIS PONDASI TIANG RAKIT DENGAN METODE ELEMEN HINGGA Kataresada Ketaren, Albertus Simbolon | 43 |
| PENGARUH SIFAT MEKANIK BETON PADA PENAMBAHAN MASTER GLENIUM SKY 8316 Nursyamsi, Rahmadsyah Rangkuti | 53 |
| PENGARUH SUBSTITUSI TEMPURUNG KELAPA (ENDOCARP) PADA CAMPURAN BETON SEBAGAI MATERIALL SERAT PEREDAM SUARA Rahmi Karolina dan Dedial Eka Putra J..... | 58 |
| TANAH MERAH SEBAGAI MATERIAL TIMBUNAN PEMBANGUNAN DEPO KONTAINER SELUAS 3.5 HA DI JALAN PULAU NIAS SELATAN DI KAWASAN INDUSTRI MEDAN (KIM) TAHAP II Johan Oberlyn Simanjuntak, Diana Suita | 64 |

DAMPAK BINDER PADA TINGKAT KONTAMINASI LOGAM BERAT DARI LIMBAH HASIL PEKERJAAN Pengerukan SEDIMEN PELABUHAN

Ernesto Silitonga⁽¹⁾, Nono Sebayang⁽²⁾, Syafiatun Siregar⁽³⁾, Rahmat Taufik⁽⁴⁾

Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Medan,
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Medan Indonesia
email: ernestusilitonga@yahoo.fr⁽¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini direalisasikan dalam upaya mendapatkan hasil yang lebih memuaskan dan mewakili kondisi lapangan sebenarnya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah, menemukan jenis bahan pengikat dan formulasi campuran yang tepat dan sesuai sehingga pendayagunaan sedimen dari hasil pekerjaan pengerukan dapat dilaksanakan dengan memenuhi syarat yang diperlukan. Penelitian ini direalisasikan dengan tujuan utama untuk mengidentifikasi efek positif dari binder yang akan digunakan dalam upaya untuk meningkatkan performa sampel dalam mengurangi kadar polusi dari sedimen. Dalam upaya menemukan jenis, formulasi yang tepat dari binder yang akan digunakan tentunya harus mempertimbangkan dari sisi ekonomis, sehingga reutilisasi sedimen hasil pengerukan ini tidak hanya bertujuan menjaga lingkungan akan tetapi juga mengutamakan secara ekonomi, sehingga proses ini 'sustainable'. Binder yang akan digunakan sebagai bahan pengikat adalah beberapa material seperti abu terbang, material ini merupakan salah satu limbah yang cukup mengkhawatirkan melihat jumlah material ini yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hasil percobaan TCLP memperlihatkan adanya efek positif dari penambahan binder terhadap tingkat kontaminasi logam berat dari sedimen hasil pekerjaan pengerukan.

Kata Kunci. Sedimen hasil pengerukan, tingkat kontaminasi logam berat, TCLP.

PENDAHULUAN

Masalah utama yang ingin disampaikan dalam penelitian ini adalah pekerjaan pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan ke tengah laut yang merupakan tindakan yang sangat berdampak negatif terhadap lingkungan disekitar daerah pelabuhan. Dalam rangka memperkuat argumentasi untuk tidak membuang sedimen hasil pengerukan ke dalam laut. Penelitian ini memberikan pilihan untuk memperlihatkan bahwa sedimen hasil pekerjaan pengerukan dapat digunakan kembali sebagai material baru. Penggunaan kembali dari sedimen hasil pekerjaan pengerukan ini sangat diperlukan karena apabila tidak maka jumlah sedimen yang ditimbun setiap tahun akan terus meningkat. Pekerjaan pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan ke tengah laut merupakan tindakan yang sangat berdampak negatif terhadap lingkungan disekitar daerah tersebut, oleh karena hal tersebut dalam rangka mencegah pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan, maka penimbunan sedimen di tanah merupakan tahap awal dari pekerjaan tersebut. Akan tetapi dengan meningkatnya jumlah sedimen yang ditimbun setiap tahun maka pendayagunaan dari sedimen ini harus segera dilakukan. Penggunaan binder selain Hydraulic binder seperti contohnya semen dan kapur merupakan hal yang sangat lazim dalam pekerjaan pembangunan jalan. Masalah yang ditimbulkan dalam penggunaan binder jenis ini adalah selain mahal juga meningkatkan kadar polusi. Salah satu upaya dalam mengurangi biaya dan untuk menjaga lingkungan hidup maka penggunaan binder pozzolanic mulai dilakukan semenjak tahun 90. Salah satu binder yang memiliki reaksi pozzolanic adalah abu terbang. Material ini mulai sering digunakan dalam pekerjaan pembangunan bangunan. Penelitian yang dilakukan oleh Silitonga (Silitonga E, et al., 2008^(*)) berusaha untuk menemukan alternatif melalui binder pozzolanic. Penelitian yang dilakukan oleh Silitonga, berusaha melakukan solusi dengan meneliti sedimen hasil pengerukan pelabuhan Cherbourg-Dasse Normandie, Prancis. Penelitian ini disponsori oleh Pelabuhan Cherbourg-Basse Normandie, Prancis. Penelitian ini direalisasikan dengan menggunakan limbah industri lainnya, yaitu Abu terbang. Penelitian ini menunjukkan hasil dari test unconfined strength dimana sampel yang menggunakan abu terbang sebagai binder menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dimana penambahan nilai daya tekan terus meningkat naik setelah 28

hari. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa peran dari kapur dalam meningkatkan pH yang berguna untuk menambah kinerja reaksi pozzolanic dari abu terbang. Dari foto hasil daya tekan ini dapat kita saksikan bahwa seluruh sampel dengan campuran abu terbang sebagai binder memperlihatkan peningkatan nilai daya tekan sedikit demi sedikit setelah 28 hari. Sementara Sampel yang hanya menggunakan semen sebagai binder menunjukkan peningkatan nilai daya tekan dari awal hingga 60 hari, namun setelah itu peningkatan dari nilai daya tekan tersebut tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Penelitian yang dilakukan Silitonga pada tahun 2009 terhadap sedimen Port en Bessin (*ErnestoSilitonga E. et al., 2008²⁾*) memperlihatkan hasil penelitian dimana pengaruh faktor kimia, mineralogi dan ukuran granulometri dari dua jenis abu terbang terhadap perannya dalam proses penstabilisasian sedimen hasil pengerukan dari Pelabuhan Cherbourg-Basse Normandie, Prancis. kadar SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 dalam abu terbang sama pentingnya terhadap kadar SO_2 , Total CaO dan Free CaO dalam penggunaannya sebagai binder. Akan tetapi dari hasil percobaan ini dapat dipastikan bahwa peranan SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 lebih berdampak positif karena abu terbang yang memiliki SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 memberikan hasil yang lebih memuaskan dibanding ng lain. Percobaan CBR pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai IPI dari sampel yang menggunakan abu terbang dan silica fume sebagai binder pengikat memperlihatkan nilai yang sangat tinggi dibanding sampel yang tidak menggunakan binder ataupun sampel yang hanya menggunakan binder hydraulic (semen atau kapur). Hasil percobaan Test ini memperlihatkan bahwa seluruh sampel yang menggunakan abu terbang dan silica fume sebagai binder Pozzolan memperlihatkan nilai IPI yang cukup untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan awal dalam pekerjaan pembungunan jalan. Penelitian lain memperlihatkan efek binder terhadap sedimen Port en Bessin (*ErnestoSilitonga E. et al., 2009⁴⁾*) dimana pengaruh faktor kimia, mineralogi dan ukuran granulometri dari dua jenis abu terbang terhadap perannya dalam proses penstabilisasian sedimen hasil pengerukan dari Pelabuhan Cherbourg-Basse Normandie, Prancis. kadar SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 dalam abu terbang sama pentingnya terhadap kadar SO_2 , Total CaO dan Free CaO dalam penggunaannya sebagai binder. Akan tetapi dari hasil percobaan ini dapat dipastikan bahwa peranan SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 lebih berdampak positif karena abu terbang yang memiliki SiO_2 , Fe_2O_3 dan Al_2O_3 memberikan hasil yang lebih memuaskan dibanding ng lain. Berdasarkan hasil percobaan CBR, menunjukkan bahwa nilai IPI dari sampel yang menggunakan abu terbang dan silica fume sebagai binder pengikat memperlihatkan nilai yang sangat tinggi dibanding sampel yang tidak menggunakan binder ataupun sampel yang hanya menggunakan binder hydraulic (semen atau kapur). Hasil percobaan Test ini memperlihatkan bahwa seluruh sampel yang menggunakan abu terbang dan silica fume sebagai binder Pozzolan memperlihatkan nilai IPI yang cukup untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan awal dalam pekerjaan pembangunan jalan. Penelitian- penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, seluruhnya hanya direalisasikan di luar negeri, sementara itu masalah yang menyangkut limbah pelabuhan ini belum dianggap serius di Indonesia, sementara penimbunan dan kadar limbah pada sedimen hasil pengerukan ini akan terus meningkat sesuai dengan aktivitas industry dan masyarakat di sekitar sungai/ pelabuhan. Penelitian oleh Ernesto memperlihatkan hasil dari Percobaan Leaching yang memperlihatkan beberapa faktor yang dapat memberi dampak negatif pada sampel dalam memperoleh performa yang diharapkan. Penelitian yang dilakukan direalisasikan pada tahun 2009 oleh Silitonga (*Silitonga E. et al., 2009²⁾*) yang bertujuan untuk menstabilisasi sedimen hasil pengerukan di pelabuhan Cherbourg-Basse Normandie, Prancis, dengan menggunakan abu terbang sebagai binder Pengikat. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa persentase kadar polusi dalam sedimen dapat memperlambat atau proses reaksi kimia yang terjadi dalam matrik untuk mendapatkan kekuatan dan kepadatan (solid). Sebaliknya dalam penelitian ini juga dibuktikan bahwa dengan ditamhalkannya binder pozzolanic (abu terbang) dalam campuran sampel, selain meningkatkan performa mekanik juga menurunkan kadar polusi pada sedimen.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diadakan digunakan terdiri langkah-langkah dibawah ini :

1. Identifikasi dan klarifikasi masalah

Masalah-masalah yang mungkin akan timbul mengenai penggunaan ulang sedimen hasil pengerukan akan dibuat hipotesis yang akan ditindak lanjuti oleh penelitian dan ujicoba untuk mengklarifikasi hipotesis tersebut.

2. Pengumpulan data.

Pengumpulan data merupakan pencarian data mengenai penelitian penelitian ilmiah yang telah dilakukan di dalam ataupun diluar negeri yang bersangkutan dengan pendayagunaan sedimen hasil pengerukan akan dikumpulkan dan lalu didaftarkan sebagai referensi untuk penelitian ini.

3. Pengambilan Sampel

Tahap berikutnya pengambilan sample (sedimen hasil pekerjaan pengerukan) penempatan titik tempat pengambilan sample sangatlah penting untuk mendapatkan hasil yang diharapkan dan berguna untuk mendapatkan sample yang mewakili sedimen terpolusi dari daerah yang berbeda.

4. Identifikasi karakteristik material dan binder.

Pada tahap ini identifikasi dimulai dengan melakukan identifikasi dari binder (bahan pengikat) yang akan digunakan dalam penelitian ini (semen, kapur ataupun binder pozzolonic). Hal ini diperlukan untuk mengetahui kelas atau kinerja dari binder yang digunakan, dan agar nantinya dapat dibandingkan dengan hasil percobaan setelah binder tersebut dicampur dengan sedimen hasil pekerjaan pengerukan.

5. Penentuan formulasi dari campuran.

Formulasi dari binder diharapkan dapat mengurangi kadar polusi dari material/ sedimen yang digunakan. Percobaan kimia (TCLP) untuk mengidentifikasi kadar polusi yang ada disetiap campuran yang akan direalisasikan. Setelah percobaan diatas dilakukan, tentunya seluruh hasil percobaan dikumpulkan dan di dianalisa, dan dengan pertimbangan dari segi ekonomis maka campuran dengan kadar polusi terkecil akan dipilih menjadi campuran yang memiliki komposisi yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengambilan dan pembuatan sampel

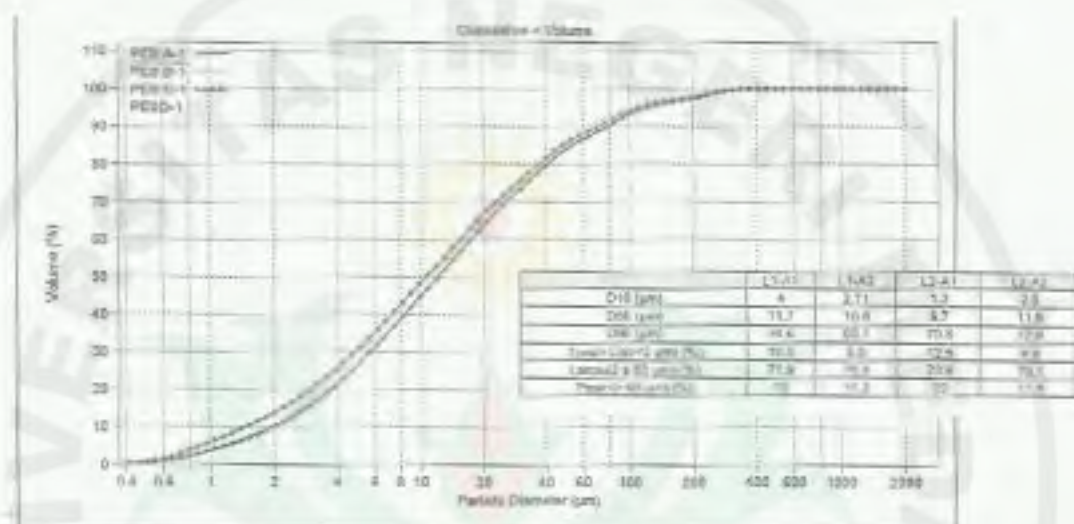
Pemilihan lokasi pengambilan sampel direalisasikan berdasarkan kondisi lokasi yang diharapkan dapat mewakili kondisi yang diperlukan dalam mendapatkan sampel sesuai dengan perkiraan. Lokasi tersebut adalah : lokasi Alur Kolam Citra Pelabuhan (L1) dan lokasi depot perbaikan kapal (L2).



Gambar 1 : Pengeringan dan pembuatan sampel

Kedua tempat pengambilan ini berada di area Pelabuhan Belawan, Sumatera Utara. Namun sangat disayangkan untuk mendapatkan izin dalam mengambil sampel ini tidak mudah, untuk itu peneliti berusaha untuk mendapatkan sampel dari lokasi-lokasi lain disekitar Pelabuhan Belawan yang diperkirakan dapat mewakili kondisi seperti yang dimiliki lokasi Alur Pelayaran dan Lokasi Alur Kolam Citra. Pemilihan lokasi ini berdasarkan kondisi lokasi yang diharapkan dapat mewakili kondisi yang diperlukan dalam mendapatkan sampel sesuai dengan perkiraan. Namun sangat disayangkan untuk mendapatkan izin dalam mengambil sampel ini tidak mudah, oleh sebab itu peneliti berusaha

untuk mendapatkan sampel dari lokasi-lokasi lain disekitar Pelabuhan Belawan yang diperkirakan dapat mewakili kondisi seperti yang dimiliki lokasi Alur Pelayaran dan Lokasi Alur Kolam Citra. Pembuatan sampel dimulai dari tahap pengeringan, dimana setelah pengeringan alami dengan sinar matahari, (foto 1.a) kemudian dilakukan pengeringan melalui mesin pengeringan (dengan suhu sekitar 60°C) lihat foto 1.b, setelah sampel mengering (foto 1.c dan 1.d.) maka dilakukan penghancuran dengan bantuan martil.



Gambar 2. Distribusi granulometri sedimen hasil pekerjaan pengerukan

Salah satu Lokasi tempat Hasil pengukuran distribusi granulometri dari sediment ini menggunakan alat pengukuran granulometri laser, hal ini dikarenakan ukuran dari sediment ini sangat kecil (<200µm). sehingga pengukuran ukuran material dengan menggunakan metode manual tidak akan memberikan hasil yang diharapkan. Pengukuran granulometri laser (Gambar 2) diambil dari 2 lokasi yang berbeda (L.1 dan L.2) dimana masing-masing diwakili oleh 4 sampel yang diperoleh dari 4 titik yang berbeda. Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa sediment hasil bahan pengerukan dari pelabuhan Belawan ini terdiri dari 90% dari butir sediment ini berukuran antara 66-78 µm. Hasil ini memperlihatkan bahwa ukuran dari sediment ini dapat dikategorikan sangat kecil. Selain itu, dengan memperhatikan gambar 2 maka dapat kita simpulkan bahwa ukuran dari sediment yang diambil dari 2 lokasi berbeda tergolong dalam kelas yang sama (66-78 µm) terlihat tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sampel yang diperoleh, dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa sediment ini tergolong homogeny. Pengambilan sampel yang direalisasikan adalah : Lokasi tempat penyimpanan atau perbaikan kapal yang berada sekitar 6-8 kilometer dari Terminal Penumpang. Hasil dari pengambilan sampel dapat kita perhatikan bahwa sampel yang didapat berupa sediment dengan ukuran yg relatif sangat halus, berdasarkan pengalaman dan pengamatan visual sampel ini berukuran tanah liat.

2. Identifikasi karakteristik sampel

Formulasi yang dircafasiskan terdiri dari campuran binder semen dan kapur dengan persentase setiada 3,5,7 dan 10% sementara persentase kapur 3% dan 5%

Tabel 1. IPI dan Kadar air optimal dari formulasi sampel yang direalisasikan

| No | Form | IPI (%) | Kadar Air (%) |
|----|----------------|---------|---------------|
| 1 | C10M-C1M3 (L1) | 12 | 27 |
| 2 | C10M-C1M3 (L2) | 13,6 | 28,7 |
| 3 | C10M-C1M3 (L3) | 14,8 | 29,84 |
| 4 | C10M-C1M3 (L1) | 16,2 | 30,7 |
| 5 | C10M-C1M3 (L2) | 17,5 | 31,58 |
| 6 | C10M-C1M3 (L3) | 17,9 | 31,84 |
| 7 | C10M-C1M3 (L1) | 19,33 | 32,98 |
| 8 | C10M-C1M3 (L2) | 19,7 | 33,9 |
| 9 | C10M-C1M3 (L3) | 19,9 | 34,1 |
| 10 | C10M-C1M3 (L1) | 19,7 | 34,8 |
| 11 | C10M-C1M3 (L2) | 19,84 | 35,1 |
| 12 | C10M-C1M3 (L3) | 19,89 | 35,82 |

Berdasarkan tabel 1 dapat kita simak bahwa peningkatan nilai IPI (Index Portance immediate) sesuai dengan penambahan persentase semen, begitu pula peningkatan kadar air optimal sesuai dengan penambahan persentase semen dalam campuran. Hal yang sama terjadi apabila persentase kapur meningkat maka nilai IPI (Index Portance immediate) meningkat pula, begitu pula dengan kadar air optimal, peningkatan persentase kapur dari 3% menjadi 5% memperlihatkan peningkatan kadar air optimal.

3. TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure)

Percobaan kimia pada penelitian ini dilakukan dengan metode Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP). TCLP adalah suatu metode untuk menguji potensi toksik terhadap suatu material. Metode ini juga dapat digunakan untuk menguji apakah material ini akan dikategorikan dalam limbah berbahaya (B3), hal ini diatur dalam PP no 85 tahun 1999 (Ernesto Silitonga, 2010) Hasil dari percobaan ini sangat menentukan sebagai referensi agar tindakan pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan tidak lagi dibuang ke tengah laut seperti yang biasa dilakukan dalam praktek pengerukan di Indonesia. Percobaan ini dilakukan dengan metode analisis EPA SW 846, jenis metode tergantung atas elemen yang diuji, contohnya untuk Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Barium (Ba), Chromium (Cr), Silver (Ag), Cobalt (Co) digunakan metode EPA SW 846-AAS dan untuk Selenium (Se) EPA SW 7741-AAS. Waktu yang diperlukan dari mulai persiapan sampel hingga hasil untuk menyelesaikan percobaan TCLP ini adalah 7 hari. Hasil percobaan direalisasikan pada sedimen hasil pekerjaan pengerukan pada dua lokasi yang berbeda (L1 dan L2), setiap lokasi diwakili dengan tiga sampel untuk mendapatkan variasi setiap sedimen di lokasi pengambilan.

Pada tahun 2009 pemerintah Perancis mengeluarkan peraturan menyangkut ambang batas polusi dari sedimen hasil pekerjaan pengerukan. Dengan alasan absennya peraturan mengenai batas kadar polusi di Indonesia maka peneliti melakukan pertimbangan dengan menggunakan batas kadar polusi sedimen yang diterapkan oleh pemerintah Perancis. Berdasarkan Ambang batas dari elemen polusi pemerintah Perancis, dapat kita kategorikan dalam 3 golongan. Peneliti menggunakan ambang batas ini hanya untuk referensi dikarenakan belum adanya peraturan mengenai ambang batas polusi mengenai sedimen hasil pekerjaan pemerintah di Indonesia. Berdasarkan Ambang batas yang digunakan di Perancis, dapat kita simak bahwa dengan kandungan mereka yang tinggi dalam sampel maka elemen kandungan Cadmium dan Tembaga tergolong dalam kategori limbah berbahaya, dan elemen Zinc termasuk dalam kategori golongan limbah tidak berbahaya. Cadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) merupakan elemen yang terlihat menunjukkan kuantitas cukup tinggi dalam sedimen Pelabuhan Belawan. Selain Cd dan Cu, kita dapat memperhatikan juga nilai Zinc (Zn) yang diatas rata-rata nilai rata-rata. Elemen-elemen tersebut apabila mencapai kadar yang tinggi dapat menimbulkan bahaya bahaya (lihat resiko kematian) apabila bersentuhan dengan manusia. Hal ini tentunya dapat memberikan referensi kepada pemerintah daerah atau instansi terkait agar tidak membuang sedimen hasil pekerjaan pengerukan ke tengah laut, (yang masih dilakukan sampai sekarang) Karena hal tersebut dapat mengakibatkan penyebaran sedimen terpolusi dari pelabuhan Belawan ke daerah-daerah sekitarnya. Berdasarkan hasil TCLP ini diharapkan kegiatan pembuangan sedimen ke tengah laut dihentikan.

Peneliti merealisasikan percobaan kimia yang dilakukan dengan metode Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) terhadap beberapa formulasi ternama pada Zinc (Zn),



pada L1 juga memperlihatkan tendensi yang tidak wajar, pada gambar 24 dapat kita saksikan bahwa pada sedimen L1 dengan persentase kapur 5% , sampel dengan persentase 3% dan 10% (CEM5-LIM5 dan CEM10-LIM5) memperlihatkan kadar Zinc yg cukup tinggi, sementara sampel dengan persentase 5% dan 7% memperlihatkan kadar Zinc yg cukup rendah, menurut teori seharusnya dengan penambahan persentase semen maka dengan otomatis kadar Zinc juga menurun, hal ini terlihat sampai pada sampel dengan semen 7% akan tetapi dengan meningkatnya persentase semen menjadi 10% meningkat pula kadar Zinc yang ada pada sedimen. Hal ini diduga disebabkan oleh variasi kadar zinc dalam sedimen sehingga kemungkinan besar pengambilan sedimen untuk sampel CEM10-LIM5 mengandung Zinc yg cukup tinggi dibanding lainnya.

Pada percobaan dengan metode Characteristic Leaching Procedure (TCLP) untuk Cadmium (Cd) memperlihatkan hasil yang sangat memuaskan, dapat kita perhatikan seperti pada Zinc, hasil TCLP untuk Cadmium juga memperlihatkan hasil bahwa kadar Cadmium untuk semua sampel dengan formulasi yg bervariasi berada pada kategori limbah tidak terpolusi (lihat gambar 3). Hasil ini sangat memuaskan mengingat pada percobaan Characteristic Leaching Procedure (TCLP) pada tahun 2013 memperlihatkan hasil dimana pada Cadmium pada sedimen L1 3.02-5.19 dan untuk L2 0.15-0.9, berdasarkan ambang batas yang digunakan oleh pemerintah Perancis sedimen L1 berdasarkan kadar Cadmium dikategorikan dalam limbah berbahaya sementara sedimen L2 termasuk dalam kategori limbah terpolusi tidak berbahaya. Setelah melalui proses stabilisasi dengan menggunakan agen pengikat semen dan kapur kadar Cadmium pada sampel menurun dengan drastis terutama pada sampel dengan sedimen L1. Pada Gambar 3 dapat kita perhatikan bahwa sampel sedimen L1 dengan persentase semen 5% dan kapur 3% memperlihatkan kadar Cadmium tertinggi dibanding sampel lainnya. Sementara peningkatan semen dari 3%, 5%, 7% hingga 10% tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan, hal ini dapat dilihat dari sampel CEM3-LIM5, CEM5-LIM5, CEM7-LIM5 dan CEM10-LIM5 , dimana kadar Cadmium pada sampel yang disebutkan hampir memperlihatkan nilai yang sama.

Pada Gambar 3 memperlihatkan hasil percobaan kimia dengan metode Characteristic Leaching Procedure (TCLP) terhadap Tembaga (Cu). Percobaan ini juga memperlihatkan hasil yang sangat memuaskan dimana seluruh sampel dengan formula yang bervariasi berada dalam kategori limbah tidak terpolusi berdasarkan Aturan ambang sedimen hasil pengerukan yang diterapkan oleh pemerintah Perancis. Pada percobaan kimia dengan metode Characteristic Leaching Procedure (TCLP) pada tahun pertama (2013) dimana sedimen L1 memperlihatkan kadar Tembaga (Cu) 2.03-3.7 dimana termasuk dalam kategori limbah terpolusi berbahaya. Setelah proses stabilisasi kadar Tembaga (Cu) menurun dengan drastis hingga dikategorikan dalam limbah tidak terpolusi. Pada gambar 26 hasil memperlihatkan sampel sedimen L1 dengan semen 3% dan kapur 3% memperlihatkan kadar Tembaga (Cu) yang tertinggi dibanding sampel yang lain. Seperti pada Cadmium, pada Tembaga (Cu) peningkatan persentase semen tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Pada Gambar 3 dapat kita perhatikan bahwa sampel sedimen L1 dengan persentase semen 5% dan kapur 3% memperlihatkan kadar Cadmium tertinggi dibanding sampel lainnya. Sementara peningkatan semen dari 3%, 5%, 7% hingga 10% tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan, hal ini dapat dilihat dari sampel CEM3-LIM5, CEM5-LIM5, CEM7-LIM5 dan CEM10-LIM5 , dimana kadar Cadmium pada sampel yang disebutkan hampir memperlihatkan nilai yang sama. Hasil percobaan kimia dengan metode Characteristic Leaching Procedure (TCLP) terhadap Cadmium (Cd), Zinc (Zn) dan Tembaga (Cu) ini memperlihatkan bahwa stabilisasi sedimen hasil pekerjaan pengerukan dapat dilakukan sangat berhasil, karena kadar polusi yang terkandung dalam sedimen sebelum stabilisasi berada pada kategori limbah berbahaya atau limbah terpolusi tidak berbahaya kemudian menurun menjadi dalam kategori limbah tidak terpolusi. Berdasarkan hasil percobaan kimia dengan metode Characteristic Leaching Procedure (TCLP) maka dapat sedimen hasil pekerjaan pengerukan dapat digunakan dan aman bagi lingkungan setelah proses stabilisasi oleh semen dan kapur

DAFTAR PUSTAKA

- Duan ZHIBO (2008) *Caractérisation, stabilisation et solidification de sédiment marin*, Tesis Doktor, Université de Caen, 245 halaman
- Silitonga E., Shrivastava A., Levacher D. (2008) *Influence of fly ash addition on the mechanical properties of treated dredged material*. Proceeding of International Symposium on Sediment Management, Lille, France, 9-11 Juillet 2009

- Silitonga E., Mezazigh S., Levacher D. (2008) *Investigating the influence of dredged material stabilized by pozzolanic binders on geotechnical properties*. Proceeding of Xèmes Journées Nationales Génie Côtier-Génie Civil, Sophia Antipolis, France, 14-18 Octobre 2008.
- Silitonga E., Levacher D., Mezazigh S., (2009) *Effects of the use of fly ash as a binder on the mechanical behaviour of treated dredged sediments*; Environmental Technology, Volume 3
Published by Taylor and Francis Group
- Silitonga E., Levacher D., Mezazigh S., (2009) *Effects of the use of fly ash as a binder on the mechanical behaviour of treated dredged sediments*; Environmental Technology, Volume 3
Published by Taylor and Francis Group.
- Ernesto SILITONGA (2010) *Valorisation des sédiments marins contaminés par solidification/stabilisation à base de liants hydrauliques et de fumée de silice* » Tesis Doktor, Université de Caen, 267 hal

