



# Plagiarism Checker X Originality Report

**Similarity Found: 14%**

Date: Wednesday, May 23, 2018

Statistics: 706 words Plagiarized / 5387 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

---

JURNAL EDUCATION BUILDING Volume 2, Nomor 2, Desember 2016: 50-58, ISSN : 2477-4898 STABILISASI DAN IDENTIFIKASI SEDIMEN HASIL PEKERJAAN Pengerukan Ernesto Silitonga Dosen Pengajar Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik UNIMED (ernestosilitonga@yahoo.fr) ABSTRAK Penelitian ini direalisasikan dengan tujuan untuk mengumpulkan data sedimen hasil pekerjaan pengerukan yang merupakan salah satu langkah yang diperlukan untuk mencegah pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan ke tengah laut seperti yang telah dilakukan selama ini.

Sediment yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimen Pelabuhan Belawan, Sumatera Utara. Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi karakteristik fisik dan kimia dari sedimen hasil pekerjaan pengerukan yang kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi kadar polusi yang terkandung dari bahan penelitian.

Tahap berikutnya yang direalisasikan adalah menganalisa reaksi yang dimunculkan dari bahan penelitian apabila sedimen dicampur dengan bahan pengikat umum (semen, kapur). Hasil TCLP, memperlihatkan beragam tingkat polusi dari sedimen, tingkat polusi tergantung pada lokasi dimana sedimen tersebut dikeruk, sedimen Pelabuhan Belawan dapat dikategorikan sebagai limbah berbahaya dengan kadar Copper (Cu) dan Cadmium (Cd) yang cukup tinggi.

Penggunaan bahan pengikat (semen dan kapur) dalam campuran, menunjukkan berbagai ragam peningkatan performa dari sedimen, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar polusi berpengaruh negatif terhadap peningkatan performa yang dihasilkan. Kata Kunci : karakteristik mekanik, karakteristik kimia, Sedimen hasil pengerukan, TCLP ABSTRACT This research was realized with the aim to collect sediment

data handiwork gerukan pen which is one of the necessary steps to prevent the dumping of sediment dredging work results into the sea as it has done over the years.

Sediment used in this study is a sedimentary port of Belawan, North Sumatra. The initial phase in this research is to identify the physical and chemical characteristics of the sediment dredging kmudian the work continued by identifying pollution levels contained on the materials research.

The next stage is to analyze the reaction realized that emerged from the study if sedimentary material is mixed with a binder general (cement, lime). TCLP results, show varying levels of pollution from sediments, pollution levels depending on the location where the dredged sediment, sediment Belawan Port can be categorized as hazardous waste with levels of Copper (Cu) and Cadmium (Cd) is quite high.

The use of a binder (cement and lime) in the mix, imenunjukkan a wide variety of performance improvements of sediment, penelitian results showed that the levels of pollution negatively affects the resulting performance improvement. Keywords: chemical characteristics, mechanical characteristics, sediment dredging, TCLP 50



Ernesto Silitonga 1.

Pendahuluan pembuangan material hasil pekerjaan Masalah utama yang selalui dijumpai dalam pengerukan di tengah laut. Setelah aktivitas pelabuhan adalah masalah diadakannya **Konfensi ini maka seluruh Negara** pendangkalan yang disebabkan oleh anggota bersepakat bahwa negara-negara sedimentasi.. Pendangkalan ini dapat eropah **memulai membuka lahan depot untuk** mengganggu alur pelayaran.

Pekerjaan tempat penimbunan sedimen-sedimen hasil pengerukan merupakan salah satu pekerjaan pengerukan ini. Akan tetapi dikarenakan oleh yang **sangat penting untuk kelangsungan** volume dari sedimen hasil pengerukan ini operasi pelabuhan dan kegiatan ini dilakukan semakin lama semakin meningkat, sehingga secara kontiniu untuk mencegah pendangkalan diperlukan tempat yang lebih luas untuk sehingga masalah ini tidak akan mengganggu tempat **penampungan (Detzner, H. D., A. berjalannya kegiatan di pelabuhan. Problem Netzband, et al. 2004 dan Heise, S., E. Claus, et al.**

pendangkalan pada pelabuhan ini merupakan (2005). Setelah itu maka para ahli menyatakan masalah rutin dalam pelaksanaan aktivitas bahwa solusi lahan depot untuk pelabuhan. Masalah sedimentasi atau penampungan penimbunan sedimen hasil pendangkalan ini menimbulkan masalah pengerukan ini tidak efisien dan disamping itu lingkungan lainnya, dimana limbah industri mengeluarkan dana yang sangat tinggi untuk dan domestik ikut terbawa oleh sedimen yang tempat penyediaan lokasi penimbunan. Solusi berasal **dari sungai-sungai yang bermuara di** berikutnya dalam menanggulangi sedimen pelabuhan.

Sungai sungai ini dimanfaatkan hasilpengerukaniniadalahdengan untuk **berbagai keperluan untuk kesejahteraan** menemukan **pendayagunaan yang tepat, baik** manusia sekitarnya. Namun, seiring dengan dari segi ekonomi dan lingkungan. Akan tetapi waktu, pertumbuhan industri dan jumlah **pendayagunaan ulang sedimen** hasil penduduk, sehingga meningkatkan beban pengerukan ini tergantung oleh karakteristik limbah industri dan domestik disungai-sungai dan kadar polusi material tersebut sesuai dan menyebabkan sungai ini tercemar.

Limbah dengan hasil syarat yang butuhkan. domestik sebagai penyumbang terbesar Dalam upaya menemukan pencemaran kedua sungai ini adalah timbunan **pendayagunaan sedimen hasil pekerjaan sampah.**

Akibatnya seluruh limbah tersebut pengerukan ini para peneliti masih terus akan ikut

terbawa oleh transportasi sedimen berupaya melakukan penelitian-penelitian yang bermuara di pelabuhan. Secara otomatis, terkait seperti contoh : Silitonga, berusaha pembuangan sedimen ke tengah laut pada melakukan solusi dengan meneliti sedimen akhir dari proses pengerukan, dapat dianggap hasil pengerukan pelabuhan Cherbourg-Basse sebagai penyebaran limbah secara tidak Normandie, Prancis (Silitonga E. et al.,

2008\*1). langsung. Tindakan pencegahan penyebaran Penelitian ini disponsori oleh Pelabuhan limbah secara tidak langsung ini telah Cherbourg-Basse Normandie, Prancis. diterapkan semenjak tahun 1998 di berbagai Penelitian ini direalisasikan dengan Negara maju baik di Benua Eropah maupun menggunakan limbah industri lainnya, yaitu Amerika (Colin 2003 dan Behmanesh 2008) Abu terbang, yang berasal dari Pertambangan dimana dalam penerapannya, semua material Batubara di Lorraine Prancis.

Perusahaan (sedimen) hasil proses pengerukan langsung di pertambangan batubara Lorraine berusaha test untuk mendapatkan kadar polusi dan memberdayakan limbah mereka (abu berdasarkan tingkat polusi ini, dapat terbang), dikarenakan volume penimbunan ditentukan apakah sedimen dapat dibuang limbah ini setiap tahunnya semakin meningkat.

kembali ke laut atau harus ditempatkan pada Selain mengidentifikasi karakteristik origin dari suatu daerah tertentu, dan dilakukan sedimen hasil pengerukan, penelitian ini juga penstabilisasian, sehingga dapat mengidentifikasi pengaruh dua tipe kapur diberdayakan sebagai material baru yang berbeda yang digunakan dalam (Silitonga E. 2009\*1 dan Zhibo 2008). Konfesi « percobaan ini..

Penelitian lainnya dari Silitonga Convention pour la protection du milieu marin (Silitonga E. et al., 2008\*2) memperlihatkan de l'Atlantique du Nord-Est» pada tahun 1998 bahwa, penggunaan abu terbang dalam Konfesi ini dihadiri oleh Negara Jerman, Belgia, campuran sangat berdampak positif untuk Denmark, Finlandia, Prancis, Inggris Irlandia meningkatkan ketahanan daya tekan pada Utara dan Swiss.

dimana disepakati bahwa sampel yang dicampur dengan abu terbang. diperlukan tindakan pencegahan untuk Dimana peningkatan terhadap daya tekan Educational Building, Vol. 2. No.2

Stabilisasi dan Identifikasi Sedimen Hasil Pekerjaan Pengerukan berbanding lurus terhadap peningkatan. Metode Penelitian persentase campuran abu terbang di dalam Metode penelitian yang diadaskan digunakan sampel. Abu terbang juga terbukti terdiri langkah-langkah dibawah ini : meningkatkan ketahanan sampel pada 1) Identifikasi masalah pergantian kondisi lingkungan yang ekstrim.

Dalam tahap ini, masalah-masalah yang Melalui percobaan Freeze-Thaw test, dengan timbul dan terkait mengenai penggunaan pergantian suhu dari 10°C ke -10°C setiap 8 ulang sedimen hasil pengerukan akan jam, sampel dengan campuran Abu Terbang dibuat hipotesis yang akan ditindak lanjuti menunjukkan kinerja yang ketahanan yang oleh penelitian dan ujicoba untuk sangat tinggi akan kondisi udara yang ekstrim. mengklarifikasi hipotesis tersebut.

Selain ini kepekaan sampel terhadap air 2) Pengumpulan data dan sumber pendukung. meningkat drastis. Hal ini dapat diperhatikan Penelitian penelitian ilmiah yang telah melalui percobaan Dry-Wet test. Dari hasil dilakukan di dalam ataupun diluar negeri percobaan ini, dapat kita perhatikan bahwa yang bersangkutan dengan pendayagunaan ukuran abu terbang yang tergolong sangat kecil sedimen hasil pengerukan akan (0,5 sampai 200 µm).

Kelebihan abu terbang dikumpulkan dan lalu didaftarkan sebagai inilah yang bertanggung jawab atas peningkatan kekuatan sampel akan pergantian 3) Pengambilan Sampel suhu ekstrim. Kecilnya ukuran abu terbang, Tahap ketiga dari percobaan ini adalah memberikan peluang kepada material ini untuk pengambilan sample (sedimen hasil dapat mengisi celah-celah atau ruang kosong pekerjaan pengerukan) penempatan titik dalam matrix sampel.

Dengan terisinya celah-tempat pengambilan sample sangatlah celah ini, maka matrix benar-benar solid penting untuk mendapatkan hasil yang sehingga tidak ada celah untuk air dapat diharapkan. Untuk menentukan titik masuk untuk mengisi ruang-ruang kosong pengambilan sample, sebelumnya harus Beberapa faktor yang dapat memberi mendapat gambaran letak strategis dampak negatif pada sampel dalam penimbunan sedimen yang berasal dari memperoleh performa yang diharapkan.

sungai Belawan dan sungai Deli. Hal ini Berdasarkan Penelitian yang dilakukan oleh berguna untuk mendapatkan sample yang Silitonga. (Silitonga E. et al., 2009)\*1 yang mewakili sedimen terpolusi dari dua daerah bertujuan untuk menstabilisasi

sedimen hasil \_ yang berbeda. \_ \_ \_ \_ \_ pengerukan di pelabuhan Cherbourg-Basse  
\_4) \_Identifikasi \_ tipe \_ penyimpanan \_ dan \_ Normandie, **Prancis, dengan**  
**menggunakan abu** \_ \_ pengerukan \_ \_ \_ \_ \_ terbang sebagai binder Pengikat.

Hasil \_ \_ Setelah tahap pengambilan sample, tahap \_ \_ Penelitian ini menunjukkan bahwa  
persentase \_ \_ berikutnya adalah menemukan sistem yang \_ \_ kadar \_ polusi \_ dalam  
\_ sedimen \_ dapat \_ \_ memadai dan efisien dalam upaya untuk \_ \_ memperlambat atau  
proses reaksi kimia yang \_ \_ mengurangi kadar air dari sediment. Seperti \_ \_ terjadi dalam  
matrik untuk mendapatkan \_ \_ yang kita ketahui bersama, kadar air origin \_ \_ kekuatan  
dan kepadatan (solid).

\_ \_ Sebaliknya \_ \_ dari sedimen hasil pengerukan sangatlah \_ \_ dalam penelitian ini juga  
dibuktikan bahwa \_ \_ tinggi, **sehingga tidak memungkinkan untuk** \_ \_ dengan  
\_ ditambahkan \_ binder \_ pozzolanic \_ \_ digunakan dalam campuran. Berbagai jenis \_  
\_ (abu terbang) dalam campuran sampel, selain \_ \_ sistem 'Dewatering' telah dilaksanakan  
di \_ \_ meningkatkan \_ performa \_ mekanik \_ juga \_ \_ berbagai Negara (Mehta, ...). Pemilihan  
\_ \_ menurunkan **kadar polusi pada sedimen.** \_ \_ system \_ 'Dewatering' \_ ditentukan \_ oleh \_  
\_ Penelitian **oleh Silitonga (Ernesto SILITONGA).**

\_ \_ beberapa faktor, yaitu: kuantitas material/ \_ \_ et al., 2010) bertujuan untuk  
menemukan \_ \_ sediment **yang dikeruk setiap tahunnya,** \_ \_ pendayagunaan sediment  
\_ hasil \_ pengerukan \_ dana \_ yang tersedia dan \_ \_ Jeniis \_ \_ dari **Pelabuhan Port En**  
**Bessin, Prancis dengan** \_ \_ pendayagunaan \_ ulang \_ dari \_ material/ \_ \_ pertimbangan  
\_ lingkungan, \_ aman dan \_ sedimen. \_ \_ \_ \_ \_ ekonomis.

\_ Hasil \_ pengukuran \_ distribusi \_5) \_Identifikasi \_ karakteristik \_ material \_ dan \_  
\_ granulometri dari sediment ini menggunakan \_ \_ binder yang akan digunakan. \_ \_ \_ \_  
\_ alat **pengukuran granulometri laser, dikarenakan** \_ \_ a. Tahap pertama terdiri dari  
**percobaan** \_ \_ ukuran **dari sedimen ini sangat kecil (< 200?m).** \_ \_ ini adalah,  
mengidentifikasi \_ karakteristik/ \_ \_ Pengukuran **granulometri laser (foto 5) diambil** \_  
\_ propoerti mekanik, mineralogi dan kimia, \_ \_ dari **4 titik yang berbeda disekitar**  
Pelabuhan.. \_ \_ dari **material yang digunakan, dalam hal ini** \_ \_ \_ \_ \_  
\_ \_ Educational **Building, Vol. 2. No.2**

Ernesto Silitonga



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Sedimen hasil pengerukan dari Pelabuhan Belawan. Identifikasi properti fisik / mekanik dari material ini dilakukan dengan melakukan percobaan- percobaan yang umumnya dilakukan dalam pekerjaan teknik sipil, contohnya: identifikasi distribusi granulometri, identifikasi kadar material organik, identifikasi batas plastisitas dan likuiditas dengan metode Atterberg, percobaan bleu de methylene untuk mengetahui perilaku tanah liat yang terkandung dalam material, percobaan Proctor, California Bearing Ratio (CBR) dan lain-lain.

Leaching test diperlukan untuk menentukan properti kimia dan kadar polusi dalam material. Tahap ketiga dari percobaan ini 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. Penentuan formulasi dari campuran. Setelah mengidentifikasi kinerja binder kemudian tahap berikutnya direalisasikan dengan mencampur sedimen dengan binder (bahan pengikat) campuran (binder) yang umum digunakan dalam pekerjaan bangunan, seperti semen dan kapur. Binder ini diharapkan dapat mengurangi kadar polusi dari material/ sedimen yang digunakan..

Tahap ketiga ini direalisasikan dengan tujuan untuk mengetahui perilaku material/ sedimen terhadap kehadiran binder dalam campuran. Percobaan-percobaan mekanik untuk mengukur ketahanan sebuah material yang akan digunakan dalam pekerjaan bangunan akan direalisasikan. seperti percobaan daya tekan, daya geser, percobaan permeability, dan tentunya akan dilanjutkan dengan percobaan kimia(leaching test) 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 Sampel Pemilihan lokasi ini berdasarkan kondisi lokasi yang diharapkan dapat mewakili kondisi yang diperlukan dalam mendapatkan sampel sesuai dengan perkiraan.

Lokasi tempat pengambilan sampel adalah : lokasi Alur Kolam Citra Pelabuhan (L1) dan lokasi depot perbaikan kapal (L2) 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. 3.2

Karakteristik Origin Distribusi ukuran partikel Hasil pengukuran distribusi granulometri dari sediment ini menggunakan alat pengukuran granulometri laser, hal ini dikarenakan ukuran dari sedimen ini sangat kecil (<200 $\mu$ m). sehingga pengukuran ukuran material dengan menggunakan metode manual tidak akan memberikan hasil yang diharapkan. Pengukuran granulometri laser (Tabel 1) diambil dari 2 lokasi yang berbeda (L1 dan L2) dimana masing-masing diwakili oleh 4 sampel yang diperoleh dari 4 titik yang berbeda.

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa sedimen hasil bahan pengerukan dari pelabuhan Belawan ini terdiri dari 90% dari butir sedimen ini berukuran antara 66-78  $\mu$ m. Hasil ini memperlihatkan bahwa ukuran dari sedimen ini dapat dikategorikan sangat kecil





THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Stabilisasi dan Identifikasi Sedimen Hasil Pekerjaan Pengerukan



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Tabel 1.

Distribusi granulometri	sedimen hasil pekerjaan pengerukan	PEB A-1	PEB B-1	PEB C-1	PEB D-1
D10 ( $\mu\text{m}$ )	2	1.92	1.5	2.2	
D50 ( $\mu\text{m}$ )	12	11.1	10.6	12.5	
D90 ( $\mu\text{m}$ )	78.4	66.7	72	75.6	
Fraction argileuse (<2 $\mu\text{m}$ ) (%)	10.7				
Fraction silteuse (2 - 63 $\mu\text{m}$ )	77.2	78.8	74.8	78.8	
Fraction sableuse (> 63 $\mu\text{m}$ ) (%)	12.6	10.6	11.5	12.2	

Selain itu, dengan memperhatikan gambar 3 maka dapat kita simpulkan bahwa ukuran dari sedimen yang diambil dari 2 lokasi berbeda tergolong dalam kelas yang sama (66-78  $\mu\text{m}$ ) terlihat tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sampel yang diperoleh, dengan demikian dapat kita simpulkan bahwa sedimen ini tergolong homogeny. 3.3

Karakteristik Mekanik Percobaan IPI dan Proctor Percobaan California Bearing Ration (CBR) direalisasikan untuk mengidentifikasi nilai Indeks Portance Immediate (IPI) dengan kondisi kadar air yang maksimal. Nilai IPI sangat menentukan dalam penggunaan material dalam pekerjaan pembangunan jalan. Gambar 1. Hasil percobaan California Bearing Ration Pada gambar 1 hasil percobaan California Bearing Ratio (CBR) memperlihatkan bahwa nilai IPI meningkat sesuai dengan bertambahnya persentase binder yang digunakan.

Hasil percobaan memperlihatkan bahwa nilai IPI yang tertinggi adalah sampel dengan persentase binder 5% semen dan 10% kapur untuk lokasi pengambilan sampe L2, Namun untuk sampel dengan persentase yang sama dengan lokasi yang berbeda (L1). Sampel dengan lokasi pengambilan L1, apabila kita perhatikan antara sampel C (5% semen dan 5% kapur) sampel dan D (5% semen dan 10% kapur), hasil percobaan memperlihatkan bahwa dengan penambahan persentase kapur sebanyak 5% tidak memperlihatkan peningkatan nilai IPI yang signifikan sesuai dengan persentase penambahan kapur. Hal ini disebabkan oleh kadar polusi yang terdapat pada sedimen sehingga mengganggu proses reaksi kapur.

Penelitian sebelumnya menemukan bahwa penambahan binder kapur sangat membantu dalam menaikkan nilai pH sampel menjadi sangat tinggi (pH=12) dan hal ini memberikan dampak positif untuk kinerja binder lainnya. Pengaruh binder kapur akan terus memberikan ketahanan ekstra selama pH sampel diatas 12, tingginya nilai pH ini mengakibatkan disolusi dari ion Kalsium, sedimen mengeluarkan alumunium dan silica yang nantinya akan bereaksi terhadap ion Kalsium sehingga membentuk C-S-H dan C-A-H.

Kedua elemen ini yang mempunyai andil besar dalam memberikan ketahanan dan menjadi solidanya sebuah sampel, akibat kekuatan ikatan mereka merekat unsur-unsur lainnya. Teori ini tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan dalam percobaan ini, seperti kita sebutkan sebelumnya, penambahan persentase kapur tidak memperlihatkan perbedaan peningkatan nilai CBR yang signifikan, Hal ini disebabkan oleh hadirnya elemen polusi yang sangat mengganggu dalam memperoleh kekuatan dalam waktu yang dekat.

b) Percobaan daya tekan (Unconfined Compressive Strength) Percobaan daya tekan ini (UCS) direalisasikan untuk mengetahui peningkatan performa mekanik dari sampel, dan juga untuk mengidentifikasi efek yang diberikan oleh binder yang digunakan dalam performa mekanik. Hasil dari percobaan daya tekan (UCS) ini diperlihatkan pada gambar 2. Hasil percobaan ini khusus direalisasikan untuk





THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Ernesto Silitonga



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

mengidentifikasi dampak persentase semen yang ditambahkan kedalam campuran. Pada hasil percobaan UCS ini sampel yang digunakan hanya sampel yang diambil pada lokasi depot perbaikan kapal (L1), untuk mempermudah pengidentifikasian dampak penambahan semen dalam campuran, penggolongan peningkatan nilai daya tekan dikategorikan dalam 3 periode yang akan diperlihatkan pada gambar Dampak kapur terhadap performa mekanik Penambahan kapur dalam campuran direalisasikan dengan pertimbangan bahwa penggunaan kapur telah terbukti selama ini dapat meningkatkan performa dari sampel yang digunakan. Hasil Percobaan Unconfined Compressive Strength diperlihatkan di gambar 3 dimana 5 sampel dengan formulasi binder yang berbeda.

Persentase jumlah kapur didalam campuran dimulai dari 0% (CEM5-LIM0), 5% (CEM5-LIM5) dan 10% (CEM5-LIM 10). Berdasarkan pengalaman peneliti dalam pekerjaan stabilisasi tanah, persentase kapur pada campuran diatas 10% tidak direkomendasikan, dikhawatirkan dengan persentase kapur yang terlalu tinggi dapat memprovokasi pembengkakan akibat reaksi yang ditimbulkan oleh kapur.

Untuk mempermudah analisa, hasil percobaan daya tekan ini (UCS) ini dikategorikan dalam 3 periode (telah diterangkan di sub bab sebelumnya). Pada Periode curing age awal (a) nilai daya tekan (UCS) antara binder dengan persentase kapur 0%, 5% dan 10% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sampel dengan persentase semen 5% dan kapur 5% dan dari lokasi L2 memperlihatkan nilai daya tekan yang tertinggi (0,68 MPa) disbanding sampel dari lokasi L1.

a b \_c \_ \_ Gambar 2. Percobaan daya Tekan Hal ini disebabkan oleh reaksi kapur dalam memberi peningkatan performa mekanik tergolong lambat. Reaksi kapur umumnya \_ memerlukan waktu sekitar 60 hari (tergantung kadar reaktif dari kapur itu sendiri) untuk dapat memberikan hasil yang maksimal. Reaksi kapur memprovokasi peningkatan pH sampel sehingga dengan waktu berjalan ion Kalsium dari matriks sedimen akan membentuk C-S-H dan C-A-H, yang mempunyai peranan utama dalam peningkatan performa dari sampel.

Hal ini menjelaskan mengapa tidak terlihat perbedaan yang signifikan pada nilai daya tekan dari beberapa sampel (dengan formulasi yang berbeda). Pada periode curing age awal (7 hari) reaksi kapur dalam menaikkan pH diperkirakan hanya membantu mengendapkan air yang terdapat dalam sampel sehingga sampel lebih cepat mencapai tingkat solid, sehingga memperoleh performa mekanik.

Periode curing age menengah (14-28 hari) perbedaan nilai daya tekan semakin terlihat jelas, dimana sampel dengan persentase kapur sebesar 10% memperlihatkan

peningkatan nilai UCS. Sampel dengan 5% kapur dan 5% semen (CEM5-LIM5) dengan sedimen berasal dari L1 tetap memperlihatkan nilai daya tekan terbesar, pada periode curing age menengah ini terutama pada hari ke 28, hanya sampel dengan sedimen L2 ini yang melewati kekuatan daya tekas sebesar 1 MPa.

Nilai daya tekan 1MPa merupakan batas yang diperlukan dalam penggunaan pembangunan jalan. Sampel sedimen dari lokasi L1 memperlihatkan kekuatan daya tekan yang hampir mendekati 1 MPa. Perbandingan antara sampel dengan sedimen L1 dan L2 memperlihatkan perbedaan yang penting, walaupun dengan formulasi yang sama (5% semen dan 5% kapur).

Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat polusi dari sampel dengan sedimen yang berasal dari lokasi alur kolam citra (L1). Berdasarkan pengalaman peneliti, elemen polusi apabila mencapai jumlah tinggi akan mengganggu reaksi dari binder yang digunakan, baik itu reaksi semen ataupun reaksi kapur.

Tingginya elemen penyebab polusi ini dapat memperlambat proses pembentukan clincker (pada reaksi hidratisasi semen) dan menghambat kenaikan pH (pada reaksi kapur) sehingga hal ini menyebabkan terhambatnya sampel dalam mencapai performa mekanik yang maksimal. Hal ini dapat disimak dari tabel 2 dimana terlihat dari hasil Toxicity Characteristic Leaching procedure (TCLP) ditemukan bahwa sedimen berasal dari lokasi L1 jauh lebih berpolusi dari sedimen L2. Terutama Cadmium (Cd) dan Cooper (Cu). Faktor ini yang



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

\_Stabilisasi dan Identifikasi Sedimen Hasil Pekerjaan Pengerukan \_ \_ \_ \_ menyebabkan terhambatnya \_reaksi binder \_menyelesaikan percobaan TCLP ini adalah 7 \_ \_ (semen dan kapur) sehingga sampel dengan \_hari. Hasil dari Percobaan TCLP ini dapat \_ sedimen dari lokasi L1 (CEM5-LIM5-L1) \_dilihat pada kolom dibawah ini.

Hasil \_ \_ menghasilkan nilai daya tekan (UCS) lebih kecil \_percobaan direalisasikan pada sedimen hasil \_ \_ dari sedimen dari lokasi L2 (CEM5-LIM5-L2). \_pekerjaan pengerukan pada 2 lokasi yang \_ \_ Period curing age jangka panjang (60-100 hari) \_berbeda (L1 dan L2) dengan 3 sampel untuk \_ \_ hasil percobaan memiliki pola yang sama \_mendapatkan variasi mewakili setiap sedimen \_ \_ dengan Period curing age menengah, sampel \_dilokasi pengambilan.

Dari hasil percobaan \_ \_ dari Lokasi L2 (CEM5-LIM5-L2) masih \_TCLP dapat kita perhatikan bahwa sedimen \_ \_ menunjukkan hasil percobaan daya tekan yang \_berasal dari Alur kolam pelabuhan (L1) \_ \_ terbaik, diikuti oleh (CEM5-LIM5-L1) dan \_ menunjukkan hasil yang tinggi dibanding \_ \_ (CEM5-LIM10-L1). Sampel dari lokasi L2 \_sedimen yang diambil pada depot perbaikan \_ \_ (CEM5-LIM5-L2) menunjukkan peningkatan \_kapal (L2).

Hal ini menunjukkan bahwa \_ \_ yang tinggi dari kekuatan terhadap daya tekan. \_kegiatan industri pelabuhan di daerah alur \_ \_ Hal ini disebabkan oleh reaksi dari hidratisasi \_kolam lebih berpotensi dalam memproduksi \_ \_ dari kapur dalam menaikkan pH dan hydratisasi \_sedimen \_berpolusi \_disbanding \_kegiatan \_ \_ dari ion Kalsium dan ion Alumunium lalu \_perbaikan kapal.

Melalui hasil percobaan TCLP \_ \_ membentuk gel C-S-H dan C-A-H. Sampel \_ini juga dapat kita simpulkan bahwa sedimen \_ \_ dengan formulasi yang sama dengan sedimen \_ hasil pekerjaan pengerukan dari Pelabuhan \_ \_ dari L1 (CEM5-LIM5-L1) tidak memperlihatkan \_Belawan dapat dikategorikan sedimen dengan \_ \_ peningkatan daya tahan terhadap daya tekan \_tingkat polusi yang cukup penting.

Cadmium \_ \_ sebaik sampel dari L2. Peningkatan nilai daya \_ (Cd) dan Tembaga (Cu) merupakan elemen \_ \_ tekan pada hari ke 60 dan 90 disebabkan oleh \_ yang terlihat menunjukkan kwantitas cukup \_ \_ reaksi hidratisasi kapur, hal ini dapat dibuktikan \_tinggi dalam sedimen Pelabuhan Belawan \_ \_ dengan memperhatikan gambar 7 dimana \_ \_ evolusi daya tekan sampel tanpa ada campuran \_ Selain Cd dan Cu, kita dapat memperhatikan \_ kapur (0%) didalamnya (CEM5-LIM0), sampel \_ juga nilai Zinc (Zn) yang diatas rata-rata nilai \_ \_ ini hampir tidak memperlihatkan peningkatan \_rata-rata. \_Elemen-elemen tersebut apabila \_ \_ nilai daya tekan setelah hari ke 28.

Absennnya mencapai kadar yang tinggi dapat kehadiran kapur dalam sedimen ini yang menimbulkan bahaya (lihat resiko membuat tidak ada peningkatan daya tekan kematian) apabila bersentuhan dengan (UCS) karena setelah 28 hari, menurut teori, manusia. Pemerintah Perancis mengeluarkan reaksi semen (hidrasi clinker) hampir selesai peraturan menyangkut ambang batas polusi setelah 28 hari.

Hal ini dapat diverifikasi dari sedimen hasil pekerjaan pengerukan. apabila kita perhatikan bahwa evolusi nilai Ambang batas dari polusi tersebut dapat daya tekan sampel ini (CEM5-LIM0) pada diperhatikan di Tabel 3. Pada tabel dibawah ini periode curing age dari 28 hari sampai 100 hari terlihat ambang batas dari elemen polusi yang hampir sama dengan sampel origin (tanpa dapat kita kategorikan dalam 3 golongan. binder). Peneliti menggunakan ambang batas ini hanya untuk referensi dikarenakan belum adanya 3.4

Karakteristik Kimia peraturan mengenai ambang batas polusi Percobaan kimia ini direalisasikan untuk mengenai sedimen hasil pekerjaan pemerintah mengidentifikasi kadar polusi dari sedimen di Indonesia. Berdasarkan Ambang batas yang hasil pekerjaan pengerukan dari pelabuhan digunakan di Perancis, dapat kita simak bahwa Belawan.

Percobaan kimia ini dilakukan dengan kandungan mereka yang tinggi dalam dengan metode Toxicity Characteristic sampel maka elemen kandungan Cadmium Leaching Procedure (TCLP). Percobaan ini dan Tembaga tergolong dalam kategori limbah dilakukan dengan metode analisis EPA SW berbahaya, dan elemen Zinc termasuk dalam 846, jenis metode tergantung atas elemen yang kategori golongan limbah tidak berbahaya.

Hal diuji, contohnya untuk Cadmium (Cd), Nickel ini tentunya dapat memberikan referensi (Ni), Barium (Ba), Chromium (Cr), Silver (Ag), kepada pemerintah daerah atau instansi terkait Cobalt (Co) digunakan metode EPA SW 846- agar tidak membuang sedimen hasil pekerjaan AAS dan untuk Selenium (Se) EPA SW 7741- pengerukan ke tengah laut, (yang masih AAS.

Waktu yang diperlukan dari mulai dilakukan sampai sekarang) Karena hal persiapan sampel hingga hasil tersebut dapat mengakitbakan penyebaran Educational Building, Vol. 2. No.2 Desember 2016 56

Ernesto Silitonga



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

sedimen terpolusi dari pelabuhan Belawan ke daerah-daerah sekitarnya.

Berdasarkan hasil \_ TCLP ini diharapkan kegiatan pembuangan sedimen ke tengah laut dihentikan.



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Tabel 2. Hasil Percobaan TCLP pada **sedimen hasil pekerjaan pengerukan** Pelabuhan Belawan \_Elemen \_Kondisi Origin \_Kondisi Origin (2) \_Setelah Proses \_

Elemen	Kondisi Origin	Kondisi Origin (2)	Setelah Proses
Nickel, Ni	<0.05	<0.05	<0.05
Cadmium, Cd	3.97	0.9	5.19
Chromium, Cr	0.23	3.02	0.15
Copper, Cu	2.6	<0.01	3.7
Lead, Pb	<0.01	<0.01	<0.01
Zinc, Zn	28.8	10.4	37.1
Mercury, Hg	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Arsenic, As***	<0.002	<0.002	<0.002
Nitrit, NO2	0.03	0.03	0.03
Silver, Ag	<0.01	<0.01	<0.01
Cobalt, Co	<0.05	<0.05	<0.05

Tabel 3.

Referensi ambang polusi sedimen hasil pengerukan di Eropah \_N1 \_N2 \_Elemen

Elemen	Batas limbah tidak berbahaya	Batas limbah Berbahaya
Nickel (Ni)	37	74
Cadmium (Cd)	1.2	2.4
Chromium(Cr)	90	180
Copper(Cu)	45	90
Lead (Pb)	100	200
Zinc(Zn)	276	552
Mercury (Hg)	0.4	0.8
Arsenic (As)	25	50



Kesimpulan Penelitian ini direalisasikan untuk mencari aplikasi reutilisasi sedimen hasil pekerjaan pengerukan sehingga tindakan pembuangan sedimen hasil pekerjaan pengerukan tersebut dapat dihentikan.

Hal ini diperkuat oleh percobaan kimia melalui percobaan TCLP, hasil yang diperoleh menunjukkan sedimen mengandung elemen Cu dan Cd yang cukup tinggi, dan apabila diperbandingkan dengan referensi batas polusi sedimen yang digunakan di Eropah, Sedimen tersebut termasuk dalam kategori limbah berbahaya. Karakteristik mekanik dari sedimen origin berdasarkan penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa sedimen terkait termasuk dalam kategori tanah liat dengan plastisitas rendah, dengan ukuran mayoritas sekitar 66-78  $\mu$ m.

Percobaan Proctor dan CBR menunjukkan bahwa sedimen tersebut dengan campuran binder seperti semen dan kapur dengan persentase kapur 10% \_ menunjukkan hasil IPI yang tertinggi. Efek dari binder semen maupun kapur dapat diidentifikasi melalui percobaan daya tekan (unconfined compressive strength). Melalui percobaan ini diketahui bahwa penambahan kwantiti semen mempengaruhi performa mekanik pada periode curing age jangka pendek (7-14 hari) dan penambahan kwantiti persentase kapur mempengaruhi performa mekanik pada periode curing age jangka panjang (60-100 hari).

Pengaruh kadar limbah pada sedimen juga diidentifikasi melalui percobaan ini, dimana sedimen L1 (dengan kadar polusi lebih tinggi) memperlihatkan performa mekanik lebih rendah dibanding L1. Komposisi binder yang menghasilkan performa mekanik terbaik adalah komposisi dengan 5% semen dan 5% kapur. Sampel dengan komposisi diatas tersebut dapat digunakan dalam pekerjaan pembangunan jalan dimana



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY

Stabilisasi dan Identifikasi Sedimen Hasil Pekerjaan Pengerukan persyaratan nilai \_daya tekan diatas 1 MPa Volume 3 Published by Taylor and Francis Group dapat dipenuhi oleh sampel. Ernesto SILITONGA Valorisation des sédiments marins contaminés par solidification/ stabilisation à base de liants hydrauliques et Daftar Pustaka de fumée de silice » Tesis Doktor, Colin D (2004) Valorisation des sédiments fins de Université de Caen, 267 hal dragage en technique routière Tesis Doktor, l'Université de Caen, 323 halaman [2] Situmorang, M., Sinaga, M., Tarigan, D.A., Sitorus, C.J., dan Tobing, A.M.L.,

(2011), The Affectivity of Innovated Chemistry Learning Javad BEHMANESH (2008) Etude de la durabilité d'un sédiment, traité au ciment et additifs. Tesis Doktor, l'Université de Caen. 214 halaman 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. Duan ZHIBO (2008) Caractérisation, stabilisation et solidification de sédiment marin, Tesis Doktor, Université de Caen, 245 halaman Detzner, H. D., A. Netzband, et al.

(2004) Dredged Material Management in Hambur, Terra et Aqua 96(September): 314 Heise, S., E. Claus, et al.

(2005) Studie zur Schadstoffbelastung der Sedimente im Elbeeinzugsgebiet. Ursachen und Trends. Hamburg, Hamburg Port Authority: 195 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 Sédiment 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, \_\_\_\_\_ Educational Building, Vol. 2. No.2 Desember 2016 \_\_\_\_\_  
\_58\_

INTERNET SOURCES:

- 9% - <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/eb/article/download/4495/3937>  
<1% - <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=412851&val=3873&title=PENGARUH%20MODEL%20PEMBELAJARAN%20GENERATIF%20TERHADAP%20%20%20HASIL%20OBELAJAR%20MENGINDENTIFIKASI%20ILMU%20BANGUNAN%20GEDUNG%20SISWA%20KELAS%20X%20TEKNIK%20KONSTRUKSI%20BANGUNAN%20%20SMK%20NEGERI%2002%20MEDAN>  
<1% - [http://download.portalgaruda.org/article.php?article=294024&val=4129&title=ANALISIS%20KANDUNGAN%20KADMIUM%20\(Cd\)%20DAN%20TIMBAL%20\(Pb\)%20PADA%20AIR,%20SEDIMEN%20DAN%20KERANG%20BULU%20\(Anadara%20antiquata\)%20DI%20PERAIRAN%20PESISIR%20BELAWAN%20PROVINSI%20SUMATERA%20UTARA](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=294024&val=4129&title=ANALISIS%20KANDUNGAN%20KADMIUM%20(Cd)%20DAN%20TIMBAL%20(Pb)%20PADA%20AIR,%20SEDIMEN%20DAN%20KERANG%20BULU%20(Anadara%20antiquata)%20DI%20PERAIRAN%20PESISIR%20BELAWAN%20PROVINSI%20SUMATERA%20UTARA)  
<1% - <http://adeliemyanto.blogspot.com/2012/02/polusi-asap-kendaraan-bermotor.html>  
<1% - <http://docplayer.info/39246186-Analysis-of-ornamental-fish-farming-member-of-group-diamond-fish-club-in-tampan-village-districts-payung-sekaki-pekanbaru-city-riau-province.html>  
<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-017-0937-x>  
<1% - <https://www.scribd.com/document/338543529/Solidification-Stabilization-Incinerated-of-Hospital-Waste>  
<1% - <http://jejaksamudera.blogspot.com/2017/>  
<1% - <https://anginbisniss.blogspot.com/2018/01/asumsi-modal-awal-membangun-kontrakan.html>  
<1% - <http://digilib.unimed.ac.id/384/1/Pengujian%20sifat%20mekanik%20batako%20yang%20dicampur%20abu%20terbang.pdf>  
<1% - [http://www.academia.edu/12131283/lsi\\_mklh\\_lingkungan\\_ekstrim](http://www.academia.edu/12131283/lsi_mklh_lingkungan_ekstrim)  
<1% - <http://arsipteknikpertambangan.blogspot.com/2010/>  
<1% - <http://batikananta.blogspot.com/2009/01/selanjutnya-tentu-kita-perlu-tahu.html>  
<1% - <https://kumpulan.info/rumah/tips-rumah/391-mengatasi-rumah-bocor.html>

<1% - <http://borneomusicforum.blogspot.com/2013/09/>  
<1% -  
<http://docplayer.info/30603664-Desain-pembelajaran-materi-aritmatika-sosial-dengan-model-permainan-pasar-pasaran.html>  
<1% - <https://fadlysutrisno.wordpress.com/category/sipilian/page/2/>  
<1% - [https://issuu.com/bimkes/docs/jimki\\_vol\\_2\\_no\\_2](https://issuu.com/bimkes/docs/jimki_vol_2_no_2)  
<1% - <http://jurnal-indo.blogspot.com/2010/12/>  
<1% - <https://bagawanabiyasa.wordpress.com/2013/04/>  
<1% - <https://www.scribd.com/doc/247818575/MEKANIKA-BATUAN>  
<1% - [https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar\\_pelabuhan\\_di\\_Indonesia](https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_pelabuhan_di_Indonesia)  
<1% - <http://jualskripsitekniksipil.blogspot.com/2013/08/>  
<1% -  
<https://www.scribd.com/document/359766325/Artikel-Pemakalah-Paralel-SemNas-4-Mei-2016>  
<1% - [http://www.paralia.fr/jngcgc/11\\_97\\_silitonga.pdf](http://www.paralia.fr/jngcgc/11_97_silitonga.pdf)  
<1% - <http://sainsmatika.blogspot.com/2012/02/>  
<1% - <https://vdocuments.mx/documents/1a-cover-combine.html>  
<1% - <http://dewiandrani314.blogspot.com/2013/>  
<1% - <http://rozaqml.blogspot.com/2015/01/laporan-praktikum-pengelasan.html>  
<1% - <http://docplayer.info/33551264-Prosiding-seminar-nasional-zeolit-vii.html>  
<1% - <http://jessicasiboro.blogspot.com/2016/01/>  
<1% - <https://ilmu700.blogspot.co.id/2016/03/dasar-dasar-statisti.html>  
<1% - <http://nova-novianti.blogspot.com/feeds/posts/default>  
<1% - <https://issuu.com/biodiversitasunsjournals/docs/d010200-all>  
<1% - <https://ginaangraeni10.wordpress.com/>  
<1% -  
[https://www.kompasiana.com/jesicahan/pengaruh-teknologi-terhadap-perkembangan-moral-remaja-di-indonesia\\_57fe5018eaafbd171c2f8ead](https://www.kompasiana.com/jesicahan/pengaruh-teknologi-terhadap-perkembangan-moral-remaja-di-indonesia_57fe5018eaafbd171c2f8ead)  
<1% - <https://www.scribd.com/document/360304589/Terje-Mahan>  
<1% - <https://eric.ed.gov/?id=ED037913>  
<1% -  
<http://docplayer.info/29614495-Seminar-nasional-kimia-pendidikan-kimia-ung-2014.html>  
<1% -  
<https://id.123dok.com/document/dy486d9q-analisis-keberlanjutan-pengelolaan-sumber-daya-laut-gugus-pulau-kaledupa-berbasis-partisipasi-masyarakat.html>  
<1% - <https://www.scribd.com/document/373387057/77626239-pdf>  
<1% -  
<https://www.scribd.com/doc/15780155/Jurnal-Komunikasi-Massa-Vol-2-No-2-Tahun-2009>

<1% -

[https://www.researchgate.net/publication/282352066\\_The\\_Development\\_of\\_Innovative\\_Chemistry\\_Learning\\_Material\\_for\\_Bilingual\\_Senior\\_High\\_School\\_Students\\_in\\_Indonesia](https://www.researchgate.net/publication/282352066_The_Development_of_Innovative_Chemistry_Learning_Material_for_Bilingual_Senior_High_School_Students_in_Indonesia)

<1% -

<http://docplayer.fr/13413192-Valorisation-des-sediments-marins-par-solidification-stabilisation-a-base-de-ciment-et-additifs-dans-le-domaine-routier.html>

<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2014.889758?src=recsys>

<1% - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379521300255X>

<1% - <https://rd.springer.com/article/10.1007/s11270-012-1129-1>

<1% - <http://digilib.unimed.ac.id/view/subjects/TA174.html>

<1% - <https://link.springer.com/article/10.1007/s10706-015-9875-7>

<1% -

[https://www.researchgate.net/publication/269146031\\_Investigating\\_the\\_influence\\_of\\_dredged\\_sludge\\_material\\_stabilized\\_by\\_pozzolanic\\_binders\\_on\\_geotechnical\\_properties](https://www.researchgate.net/publication/269146031_Investigating_the_influence_of_dredged_sludge_material_stabilized_by_pozzolanic_binders_on_geotechnical_properties)

<1% -

[http://wiklimat.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisateur:Fr%C3%A9d%C3%A9ric\\_Pons](http://wiklimat.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisateur:Fr%C3%A9d%C3%A9ric_Pons)

<1% - <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2017.1287220>

