

PEMANFAATAN LIMBAH *SLUDGE* IPAL PT BSKP SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PEMBUATAN BATA BETON

Rusliansyah¹⁾, Fauzi Rahman¹⁾, Zakhroful Maimun²⁾

Abstrak - PT Bridgestone Kalimantan Plantation (PT BSKP) merupakan agroindustri yang bergerak dalam bidang pengolahan karet berupa RSS (*Ribbed Smoked Sheet*), menghasilkan limbah terutama limbah *sludge* dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Potensi limbah *sludge* IPAL PT BSKP sebesar 0,1 m³/hari. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik limbah *sludge* serta fisik-mekanik bata beton, sehingga diperoleh komposisi campuran terbaik limbah *sludge* IPAL PT BSKP sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton. Penelitian pemanfaatan limbah *sludge* IPAL PT BSKP yang mengandung 1,58% CaCO₃ dan 3,21% SiO₂, dilakukan sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton dengan memvariasikan komposisi agregat (limbah *sludge* : pasir). Komposisi limbah *sludge* terhadap pasir adalah 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60, 20 : 80, dan 0 : 100 (% volume), dengan waktu: 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bata beton dengan campuran 1 PC : 4 Agregat tidak memenuhi bata beton sesuai SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Setelah dilakukan penelitian terukur dengan analisa grafik didapatkan perkiraan yang memenuhi standar SNI, dengan range komposisi antara 5% - 16% limbah *sludge*. Sehingga diasumsikan dapat mencapai standar kuat tekan bata beton minimal 25 kg/cm². Penelitian terhadap aspek lingkungan menunjukkan limbah *sludge* aman dimanfaatkan ditinjau dari uji TCLP dan LD50.

Kata Kunci: bata beton, IPAL PT BSKP, kuat tekan, limbah *sludge*, pemanfaatan

PENDAHULUAN

PT Bridgestone Kalimantan Plantation (PT BSKP) merupakan salah satu dari agroindustri yang bergerak dalam bidang pengolahan karet berupa RSS (*Ribbed Smoked Sheet*). Salah satu potensi pencemaran lingkungan yang harus dikelola oleh industri karet adalah limbah *sludge*. Potensi limbah *sludge* yang dihasilkan sebesar 0,1 m³/hari.

Seiring dengan berjalannya proses produksi, semakin meningkat pula jumlah limbah *sludge* yang di hasilkan IPAL PT BSKP. Meningkatnya jumlah limbah *sludge* menjadi permasalahan baru, mengingat limbah *sludge* hanya ditampung di *Sludge Drying Bed (SDB)* yang terdiri dari tiga buah kolam, sewaktu-waktu dapat penuh. Sehingga limbah *sludge* dibiarkan secara terbuka.

Limbah *sludge* yang dibiarkan di tempat terbuka tanpa penanganan lebih lanjut, berpotensi sebagai sumber pencemar. Selain karena menimbulkan bau tak sedap, limbah *sludge* yang terkena hujan akan terikut aliran air tanah dan masuk ke sungai disekitar pabrik. Limbah *sludge* yang mengandung bahan organik berpotensi meningkatkan "*Biological Oxygen Demand*" (BOD) dan "*Chemical Oxygen Demand*" (COD), yang akan mempengaruhi kualitas air sungai dan sistem kehidupan aquatik serta dapat mengakibatkan pendangkalan air sungai. Salah satu upaya untuk mengantisipasinya adalah dengan mengolah kembali limbah *sludge* menjadi barang yang bermanfaat.

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen portland, air dan agregat; yang dipergunakan untuk pasangan

dinding. Bata beton dibedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang. Bata beton juga sering disebut batako. Batako merupakan bahan bangunan inovatif yang sudah banyak dikenal masyarakat dan mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan bangunan lain.

Penelitian sebelumnya, mengenai pemanfaatan limbah *sludge* industri kertas sigaret untuk bahan baku bata beton, menunjukkan limbah *sludge* tersebut dapat dimanfaatkan sebagai campuran pembuatan bata beton. Berdasarkan hasil uji potensi, limbah *sludge* mengandung senyawa organik dan anorganik terutama CaCO_3 , maupun CaO (Hardiani, H. & Sugesty, S., 2009). Sama halnya dengan limbah *sludge* industri kertas sigaret, limbah *sludge* IPAL PT BSKP juga mengandung senyawa organik dan anorganik.

Pemanfaatan limbah *sludge* sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton merupakan salah satu alternatif yang dapat diaplikasikan. Pengertian substitusi berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah penggantian. Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan limbah *sludge* menjadi bahan substitusi (pengganti) dari agregat dengan memvariasikan komposisi dari limbah *sludge* dan agregat, baik sedikit, sebagian ataupun seluruhnya, akan tetapi tidak merubah komposisi daripada bahan-bahan penyusun bata beton yang ada. Keuntungan dari pemanfaatan ini adalah dapat mengatasi permasalahan pembuangan limbah *sludge* dan diharapkan dapat mendukung program pemerintah dalam pengadaan bahan bangunan perumahan murah. Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh komposisi campuran terbaik limbah *sludge* sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton yang dapat menghasilkan produk sesuai standar.

METODE PENELITIAN

Penelitian berlangsung selama bulan April sampai Juli tahun 2012, yang dilakukan di empat tempat yaitu lokasi pengambilan limbah *sludge* di *SludgeDrying Bed* IPAL PT BSKP, Laboratorium Struktur Bahan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat sebagai tempat pemeriksaan bahan, pengayakan, pembuatan bata beton, pengeringan dan pengujian bata beton, Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat sebagai tempat pengujian C-Organik, N-Total, P-Total, K-Total, CaCO_3 , Kadar air, Tekstur 4 Fraksi dan AMA, dan Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan sebagai tempat pengujian SiO_2 .

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Limbah *sludge*, yang digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton diambil dari limbah IPAL industri karet PT Bridgestone Kalimantan Plantation, Bati-Bati, merupakan sisa dari hasil proses pengolahan air limbah dengan menggunakan proses lumpur aktif.
2. Semen Portland type I merk Semen Gresik
3. Pasir (agregat halus) yang berasal dari awang bangkal.
4. Air bersih.

Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan dalam penelitian ini, meliputi: studi literatur dan pengumpulan data sekunder uji limbah *sludge*.

1. Studi literatur
2. Data sekunder uji limbah *sludge* dari perusahaan. Karakterisasi dan identifikasi limbah *sludge* IPAL PT BSKP sebagai indikator pencemaran lingkungan dilakukan berdasarkan data sekunder, meliputi analisis TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) mengacu pada PP 18 jo. 85 Tahun 1999 serta uji toksisitas akut limbah (LD-50).

Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini, meliputi: proses pengeringan limbah *sludge*, uji karakteristik limbah *sludge* dan persiapan alat dan bahan yang digunakan.

1. Proses Pengeringan limbah *sludge*
2. Proses pengeringan limbah *sludge* yang dilakukan di sekitar penelitian dengan bantuan sinar matahari. Hal ini dilakukan untuk menurunkan kadar air dari limbah *sludge*.
3. Uji karakteristik limbah *sludge*
Pengujian karakteristik yang dimaksudkan adalah untuk mengetahui kandungan parameter kimia dan fisika yang ada pada limbah *sludge* IPAL PT BSKP.
4. Pemeriksaan Bahan
Pemeriksaan bahan ditujukan untuk memeriksa bahan yang akan dibuat dapat digunakan sebagai bata beton.
5. Persiapan alat dan bahan
Salah satunya adalah cetakan yang terbuat dari besi dengan ukuran panjang 38,8 cm, lebar 8,8 cm dan tebal 10 cm. Ukuran tersebut merupakan ukuran standar memenuhi dalam standar SNI.

Tahap Penelitian

Dalam tahap penelitian ini akan dibuat masing-masing bata beton sebanyak 6 (enam) biji yang berbeda komposisi satu sama lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian mutu bata beton yang mengacu pada Standar Syarat Mutu Bata Beton Untuk Pasangan Dinding (SNI 03-0349-1989).

Rancangan penelitian penentuan komposisi campuran pembuatan bata beton dilakukan dengan 6 (enam) variasi perlakuan komposisi. Komposisi agregat yang digunakan adalah limbah *sludge* dan pasir dengan komposisi (0%; 20%; 40%; 60%; 80% dan 100% limbah *sludge*). Proporsi campuran dapat dilihat pada Tabel 1.

1. Komposisi Campuran Bahan

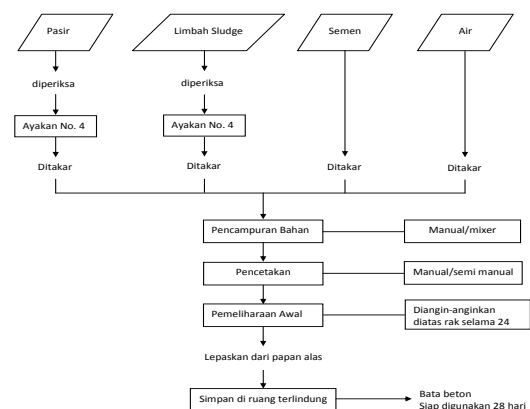
Cara menentukan komposisi pencampuran bata beton berdasarkan volume rasio antara semen dan agregat, yaitu 1 : 4. Misal untuk volume semen 100 cm^3 (315 gram), maka dibutuhkan sebanyak 400 cm^3 agregat (pasir dan limbah *sludge*). Jadi volume 400 cm^3 dianggap 100% volume, sehingga sudah memenuhi proporsi campuran agregat dalam batako sekitar 70 – 80% (Mulyono dalam Simbolon, 2008). Komposisi campuran terbaik dicari dengan melakukan beberapa variasi dalam penggunaan agregat yaitu pasir dan limbah *sludge*, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan-Bahan Pembuatan Bata Beton

Komposisi	Limbah <i>Sludge</i>	Pasir
A	0%	100%
B	20%	80%
C	40%	60%
D	60%	40%
E	80%	20%
F	100%	0%

2. Proses Pembuatan Bata Beton

Secara garis besar langkah kerja pembuatan bata beton dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Bata Beton

Tahap Pasca Penelitian

Pada tahap ini dilakukan kegiatan-kegiatan sebagai berikut.

1. Menganalisis data hasil penelitian untuk menentukan pengaruh hubungan berat benda, pengukuran dimensi, penyerapan

- air dan kuat tekan pada penggunaan bata beton *sludge* sebagai bahan bangunan.
2. Menganalisis data hasil penelitian untuk menentukan komposisi limbah *sludge* sebagai substitusi pembuatan bata beton yang sesuai dengan standar SNI.
 3. Penulisan laporan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Bahan

Berdasarkan hasil pemeriksaan bahan menunjukkan kadar air pasir 15,11%, kadar organik bahan berwarna teh, dimana menunjukkan bahan mempunyai kadar organik dalam jumlah sedikit dan bahan langsung dapat dipakai. *Spesific gravity* pada bahan adalah 2,53. Penyerapan air oleh bahan sebesar 2,14% dan kadar lumpur pada bahan sebesar 4,17%. Nilai kadar lumpur menunjukkan kadar yang memenuhi kisaran persyaratan, yaitu pasir agregathalus tidak boleh mengandung lumpur > 5%.

Hasil pemeriksaan bahan limbah *sludge* menunjukkan kadar air sebesar 63,60%. Kadar organik bahan menunjukkan warna kopi yang menunjukkan bahan mempunyai kadar organik dalam jumlah besar dan bahan sebaiknya dicuci terlebih dahulu sebelum dapat dipakai. *Spesific gravity* pada bahan adalah 1,3. Penyerapan air oleh limbah *sludge* sangat besar sekali yaitu 98,85% dan kadar lumpur pada bahan sebesar 31,83%. Nilai kadar lumpur tersebut menunjukkan kadardiatas kisaran persyaratan, yaitu kadar lumpur tidak boleh mengandung lumpur > 5%, sehingga bahan harus dicuci terlebih dahulu sebelum dapat dipakai. Hasil pemeriksaan bahan kedua bahan itu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik Fisik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1	Kadar Air	15.11%	-
2	Kadar Organik	teh	-
3	Spesific Gravity	2.53	2.5 - 2.70
4	Penyerapan Air	2.14%	-
5	Kadar Lumpur	4.17%	< 5%

Tabel 3. Karakteristik Fisik Limbah *Sludge*

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1	Kadar Air	63.60%	-
2	Kadar Organik	Kopi	-
3	Spesific Gravity	1.3	2.5 - 2.70
4	Penyerapan Air	98.85%	-
5	Kadar Lumpur	31.83%	< 5%

Hasil pemeriksaan bahan menunjukkan kualitas pasir sudah memenuhi persyaratan sebagai agregat halus sehingga dapat digunakan sebagai bahan utama dalam substitusi pembuatan bata beton. Sedangkan kualitas limbah *sludge* masih kurang memenuhi sehingga perlu pretreatment sebelum dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton.

Karakteristik Limbah Sludge

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik limbah *sludge*, mengandung C-Organik 4,89 %, N 0,96 %, P₂O₅ 0,22 %, K₂O 0,08 %, CaCO₃ 1,58 %. Dari hasil uji yang didapat, limbah *sludge* tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan pupuk buatan baik pupuk tunggal maupun majemuk. Sehingga alternatif lainnya yaitu memanfaatkan limbah *sludge* sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton. Hal ini dilihat dari teksturnya yang sedikit lebih banyak mengandung pasir (49,85%) dibandingkan tanah liat (45,17%). Selain itu, limbah *sludge* juga mengandung komponen SiO₂ 3,21% yang dapat berfungsi sebagai pengisi (*filler*) dan CaCO₃ 1,58% yang memiliki fungsi dalam proses perekatan. Kandungan kedua komponen ini sedikit dapat membantu proses dalam pembuatan bata beton.

Tabel 4. Hasil Uji Limbah *Sludge* IPAL PT BSKP

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
Parameter Kimia		
C	%	4,89
N	%	0,96
P ₂ O ₅	%	0,22
K ₂ O	%	0,08
CaCO ₃	%	1,58
SiO ₂ **	%	3,21
LOI **	%	47,69
Parameter Fisika		
Kadar Air	%	2,98
Tekstur 4 Fraksi		
a. Pasir	%	49,62
b. Debu	%	4,98
c. Liat	%	45,17
d. PSH	%	0,23
Kemantapan agregat (AMA)	%	68,23
pH (in H ₂ O)		5,68

Pengujian karakteristik limbah *sludge* IPAL PT BSKP relatif tidak membahayakan lingkungan yang mengacu pada PP No. 18 tahun 1999 dan perubahannya PP No. 85 tahun 1999 yang terkait dengan limbah B3, telah dilakukan analisa sekunder data karakterisasi terhadap limbah *sludge* yang meliputi analisis TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Prosedure*) dan uji toksisitas akut limbah (LD50). Hasil uji sekunder analisis TCLP limbah *sludge* dapat dilihat pada tabel5.

Hasil uji toksisitas LD50 menunjukkan bahwa limbah *sludge* memberikan nilai 12.160,49 mg/kg BW lebih besar dari 5.001 mg/kg BW dan

kurang dari 15.000 mg/kg BW, sehingga termasuk dalam klasifikasi *Practically non toxic* (Praktis tidak beracun) menurut PP No. 74 tahun 2001.

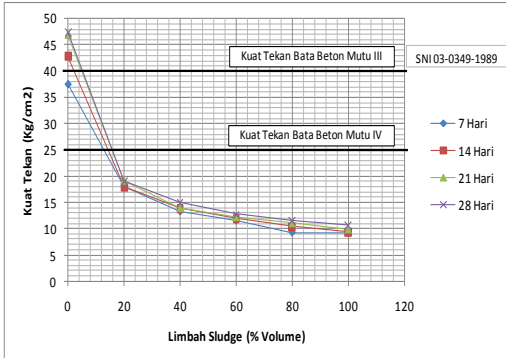
Tabel 5. Hasil Uji TCLP Limbah *Sludge*

Parameter	Unit	Hasil Analisa TCLP	Baku Mutu (PP 85/1997)
Arsenic	mg/L	0.007	5
Barium	mg/L	0.04	100
Boron	mg/L	0.38	500
Cadmium	mg/L	< 0.005	1
Chromium	mg/L	< 0.05	5
Copper	mg/L	0.04	10
Free Cyanide	mg/L	< 0.01	20
Fluoride	mg/L	13.4	150
Lead	mg/L	0.52	5
Mercury	mg/L	< 0.001	0.2
Nitrate + Nitrite	mg/L	< 0.11	1000
Nitrite	mg/L	< 0.03	100
Selenium	mg/L	< 0.007	1
Silver	mg/L	< 0.03	5
Zinc	mg/L	1.07	50

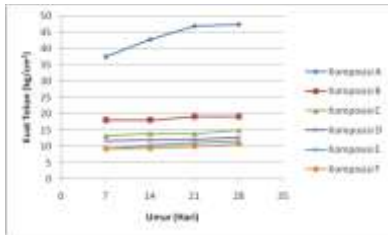
Pengaruh Limbah Sludge dalam Pembuatan Bata Beton

Berdasarkan ketentuan didalam Peraturan Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI) 1982, bata beton harus berumur 1 (satu) bulan sebelum dapat dipakai. Kuat tekan bata beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur dari bata beton. Hal ini juga diperkuat dari hasil penelitian Smitaand Rubina, 2008 yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan(*compressive strength*)terhadap waktu pengeringan di atas 30 hari relatif konstan.

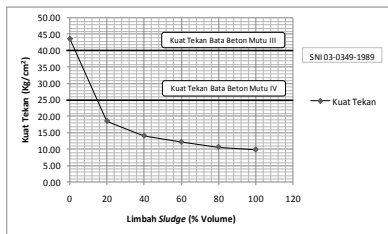
Hasil penelitian menunjukkan bata beton yang berumur 28 hari mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan umur 7, 14 dan 21 hari.Seperti yang dapat dilihat pada grafik Gambar 2.



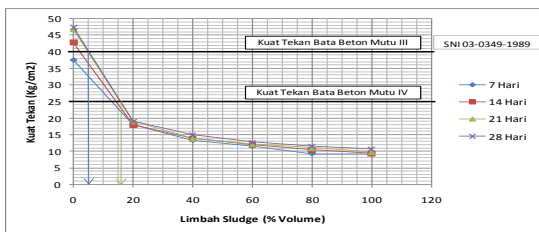
Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton



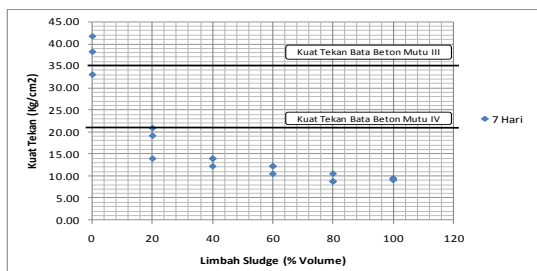
Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Terhadap Variasi Waktu Pada Semua Komposisi



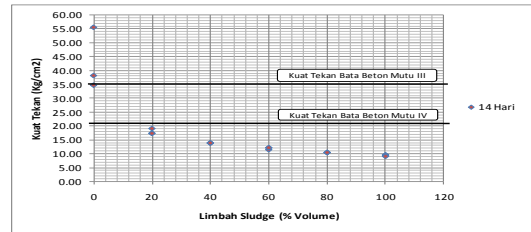
Gambar 4. Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton



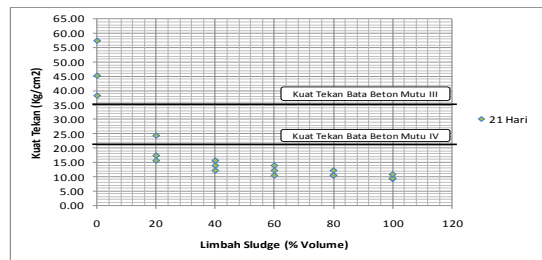
Gambar 5. Penelitian Terukur Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton



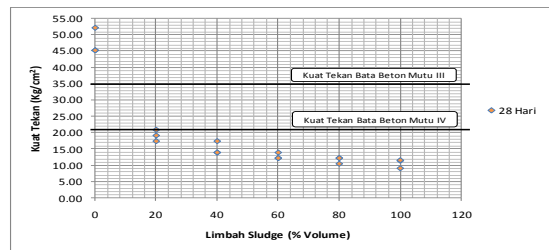
Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan Masing-Masing Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton (Umur 7 Hari)



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Masing-Masing Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton (Umur 14 Hari)



Gambar 8. Hubungan Kuat Tekan Masing-Masing Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton (Umur 21 Hari)



Gambar 9. Hubungan Kuat Tekan Masing-Masing Terhadap Prosentase Penambahan Limbah Sludge Pada Pembuatan Bata Beton (Umur 28 Hari)

Berdasarkan data hasil penelitian grafik pada gambar 2, bata beton yang dibuat tanpa limbah sludge (100% volume pasir) dan dikeringkan sebagai fungsi waktu (7, 14, 21, dan 28 hari), nilai kuat tekan rata-rata bata beton yang dihasilkan adalah berkisar antara 37,61 – 47,45 kg/cm². Bata beton ini dikategorikan sebagai bata beton dengan tingkat mutu III dan IV, dengan kuat tekan rata-rata bata beton tingkat mutu III dan IV berturut-turut minimal 40 kg/cm² dan 25 kg/cm². Grafik untuk nilai kuat tekan masing-masing bata

beton diperlihatkan pada gambar 6, 7, 8, dan 9 diperoleh berkisar antara 32,98 – 57,32 kg/cm², yang dapat dikategorikan sebagai bata beton dengan tingkat mutu III dan IV, dengan kuat tekan masing-masing bata beton tingkat mutu III dan IV berturut-turut minimal 35 kg/cm² dan 21kg/cm². Hasil ini juga menunjukkan adanya hubungan antara kuat tekan dengan karakteristik bahan-bahan yang digunakan, dimana pasir yang digunakan telah memenuhi syarat-syarat dari agregat halus. Sehingga pasir dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan bata beton, yang dapat dilihat pada pemeriksaan bahan agregat halus.

Grafik pada Gambar 2, menunjukkan pada penambahan 20% limbah *sludge* dan dikeringkan selama 7, 14, 21, dan 28 hari, nilai kuat tekan rata-rata bata beton yang dihasilkan adalah berkisar antara 17,94 – 19,10 kg/cm². Bata beton ini tidak dapat dikategorikan sebagai bata beton dengan tingkat mutu manapun, karena kuat tekan rata-rata yang dihasilkan tidak memenuhi tingkat mutu kuat tekan rata-rata bata beton yang berlaku di SNI. Untuk mendapatkan bata beton rata-rata yang memenuhi SNI dengan tingkat mutu IV dilakukan penelitian terukur dengan menggunakan analisa grafik pada Gambar 5 dengan mengambil garis lurus pada grafik dari titik temu antara garis kuat tekan dengan batas tingkat mutu IV, menghasilkan komposisi dengan rentang nilai 5% - 16%.

Nilai kuat tekan masing-masing bata beton pada komposisi 20% dapat dilihat pada grafik Gambar 6, 7, 8, dan 9. Nilai yang diperoleh adalah 13,89 – 24,32 kg/cm². Bata beton dengan komposisi ini dikategorikan sebagai bata beton dengan tingkat mutu IV, dengan kuat tekan masing-masing bata beton minimal 21 kg/cm².

Untuk penambahan 40% limbah *sludge* dan dikeringkan selama 7, 14, 21, dan 28 hari, maka nilai kuat tekan rata-rata dan masing-masing bata beton yang dihasilkan berkisar antara 13,31 – 15,05 kg/cm² dan 12,15 – 17,36kg/cm².

Sedangkan untuk jumlah penambahan limbah *sludge* 60% yang dikeringkan dengan variasi waktu selama 7, 14, 21, dan 28 hari, maka nilai kuat tekan rata-rata dan masing-masing bata beton yang diperoleh menjadi turun menjadi 11,59 – 12,75 kg/cm² dan 10,42 – 13,91kg/cm². Dan untuk limbah *sludge* 80% dan di keringkan selama 7, 14, 21, dan 28 hari, maka nilai kuat tekan rata-rata dan masing-masing bata beton yang dihasilkan menjadi lebih kecil, yaitu 9,29 – 11,61 kg/cm² dan 8,71 – 12,20kg/cm². Terakhir pada penambahan 100% limbah *sludge* (tanpa pasir) maka nilai kuat tekan rata-rata dan masing-masing bata beton yang diperoleh lebih turun lagi yaitu 9,23 – 10,66 kg/cm² dan 9,02 – 11,54 kg/cm². Berdasarkan nilai kuat tekan rata-rata dan masing-masing bata beton yang diperoleh maka jenis bata beton dengan komposisi 40%, 60%, 80% dan 100% tidak dapat dikategorikan dalam bata beton tingkat mutu manapun, karena kuat tekan yang dihasilkan tidak memenuhi tingkat mutu yang berlaku di SNI, syarat minimal tingkat mutu IV dengan nilai kuat tekan rata-rata bata beton adalah 25 kg/cm² dan nilai kuat tekan masing - masing bata beton adalah 21 kg/cm². Hasil diatas juga menunjukkan adanya hubungan kuat tekan dengan karakteristik bahan-bahan yang digunakan, dimana pada pemeriksaan bahan untuk limbah *sludge* menunjukkan bahan ini diperlukan *pretreatment* sebelum dapat dipakai dikarenakan masih ada karakteristik bahan yang tidak sesuai dengan syarat-syarat dari agregat halus. Sehingga bahan ini hanya dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton. Dari grafik kuat tekan, pengisian limbah *sludge* tidak dapat meningkatkan kuat tekannya untuk komposisi 100% limbah *sludge* kuat tekannya mencapai 11,54 kg/cm² (bandingkan untuk bata beton normal/tanpa limbah *sludge* sebesar 57,32 kg/cm²). Hal ini dapat disebabkan karena komposisi kimia dari limbah *sludge* mengandung SiO₂ (3,21%) dan CaCO₃ (1,58%) yang memiliki

sedikit kesamaan dengan bahan kimia penyusun semen hanya terdapat dalam jumlah kecil. Dalam hal ini limbah *sludge* berfungsi sebagai pengisi dimana silika sebagai unsur dari limbah *sludge* mengisi kekosongan – kekosongan di antara butiran pasir dan semen. Reaksi yang terjadi antara air, pasir, limbah *sludge* dan semen hanya reaksi interaktif yaitu secara fisika dimana terjadi rekatan dipermukaan material penyusun bata beton itu sendiri, sedangkan antara semen dan air merupakan reaksi kimia dimana terjadi hidrasi yang melepaskan panas sehingga hasil reaksi menghasilkan suatu senyawa yang mengikat material pasir dan limbah *sludge* sehingga menjadi satu kesatuan. Penambahan kuantitas limbah *sludge* menyebabkan nilai kuat tekan menurun. Hal ini disebabkan limbah *sludge* membentuk fase baru (fase tersendiri), sehingga mengurangi rekatan antara permukaan-permukaan pasir. Hal inilah menyebabkan kuat tekannya menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik dari limbah *sludge* IPAL PT BSKP yang berperan pada proses pembuatan bata beton adalah CaCO_3 (1,58%) dan SiO_2 (3,21%). Tekstur 4 fraksi dari limbah *sludge* yang menunjukkan komposisi pasir (49,85%) lebih besar dari komposisi liat (45,17%). Nilai *specific gravity* menunjukkan limbah *sludge* (1,3) lebih kecil daripada pasir (2,53).
2. Bata beton *sludge* tidak memenuhi kuat tekan yang sesuai tingkat mutu pada SNI 03-0349-1989, sehingga setelah dilakukan penelitian terukur dengan analisa grafik, hanyadapat menghasilkan kuat tekan tingkat mutu IV dengan

range (rentang nilai) kuat tekan 20 - 25 kg/cm^2 .

3. Komposisi-komposisi substitusi dari limbah *sludge* IPAL PT BSKP yang telah diteliti tidak ada yang memenuhi SNI 03-0349-1989 dalam hal kuat tekan. Namun, setelah dilakukan penelitian terukur dengan analisa grafik didapatkan perkiraan kuat tekan yang dapat memenuhi standar SNI tersebut, hanya dengan *range* (rentang nilai) komposisi antara 5% - 16% limbah *sludge*. Sehingga diasumsikan dapat mencapai standar kuat tekan bata beton minimal 25 kg/cm^2 .

Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian berikutnya dalam pembuatan bata beton yang memanfaatkan jenis limbah yang sama dengan komposisi yang lebih kecil, yaitu 0–20%, yang dapat menghasilkan bata beton yang lebih kuat.
2. Perlu dilakukan pengamatan untuk faktor kadar air *sludge* sebelum penelitian dimulai.
3. Perlu ditambahkan proses *dewatering*/pengeringan (sentrifugasi filter press) untuk dapat mengatur F.A.S limbah *sludge* yang akan digunakan.
4. Hendaknya limbah sisa IPAL PT BSKP dapat digunakan dan dimanfaatkan sebaik-baiknya sebagai bahan substitusi pembuatan bata beton. Karena selain membantu dalam mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan juga membantu dalam ketersediaan bahan pembuatan bata beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Sistem Lumpur Aktif di Industri Karet*. Jetro. Jakarta.

- Arnol, H. 2009. *Pemanfaatan Limbah Padat Pulp Dregs Sebagai Pengisi Batako Dengan Perekat Tepung Tapioka*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Badur S. and Chaudhary R. 2008. *Utilization of Hazardous Wastes and By Product as a Green Concrete Material Through S/S Process; A Review*. Devi Ahilya University. India.
- Fanggi, B.A.L. 2007. "Klasifikasi Batako berbahan dasar tanah putih di Kota Kupang dan Sekitarnya : Kajian terhadap Kuat tekan batako". *Mitra*. Vol XIII. No 3. 352-355.
- Suroto, Ali, M., Siregar, M., Hatta, M., Mardiaty, F., Sobirin, M., dan Sobirin, M., Khair, A. 2005. *Pembuatan Batako Ringan Dengan Bahan Pengisi Limbah (Serbuk Kayu) Dari Industri Penggergajian*. Kegiatan Pengembangan dan Pelayanan Teknologi Industri. Balai Riset dan Standarisasi Industri dan Perdagangan. Banjarbaru.
- Hardiani, H. & Sugesty, S. 2009. "Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Sigaret untuk Bahan Baku Bata Beton". *Berita Selulosa*. Vol 44. No 2. 86-98.
- Hutasoit, F. 2011. *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Dengan Memanfaatkan Limbah Padat Pulp Biosludge Dari PT TPL Porsea*. Skripsi. Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Laintarawan, I.P., Widnyana, I.N.S. & Artana, I.W. 2009. *Buku Ajar Konstruksi Beton I*. Universitas Hindu Indonesia. Denpasar.
- Maidayani. 2009. *Pengaruh Aditif Lateks Dan Komposisi Terhadap Karakteristik Beton Dengan Menggunakan Limbah Padat (Sludge) Industri Kertas*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Munir, M. 2008. *Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) Untuk Hollow Block Yang Bermutu Dan Aman Bagi Lingkungan*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*. 1999. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*. 1999. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya Dan Beracun*. 2001. Jakarta.
- Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI)*. 1982. Bandung.
- Simbolon, T. 2009. *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Yang Terbuat Dari Styrofoam-Semen*. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sihombing, B. 2009. *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Yang Dibuat Dari Sludge (Limbah Padat)*

Industri Kertas – Semen. Tesis.
Universitas Sumatera Utara. Medan.

*SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton
untuk Pasangan Dinding. 1989.*
Jakarta.

*Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997
tentang Pengelolaan Lingkungan
Hidup. 1999.*Jakarta.