
PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR PENGOLAHAN AIR SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BATU BATA

Andy Mizwar¹⁾ dan Siti Rizki Amalia¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

*e-mail: andy.mizwar@gmail.com; a5.46lovers@gmail.com

Abstract

Bricks manufactured from water treatment sludge were investigated on clay mixing and 1000°C firing temperature. Results of tests indicated that the sludge proportion were the key factor determining the brick quality. Increasing the sludge content results in an increase of brick water absorption and a decrease of brick shrinkage, compressive strength, and density. With up to 10% sludge added to the bricks, all of testing parameter met the requirements of the Indonesian National Standards (SNI 15-2094-2000). Toxic characteristic leaching procedure (TCLP) tests of brick also showed that the metal leaching level is low and met the requirements of Indonesian government regulations (PP No. 85 Tahun 1999).

Keywords: brick; compressive strength; SNI 15-2094-2000; water treatment sludge

1. Pendahuluan

Proses pengolahan air pada suatu instalasi pengolahan air (IPA) selain menghasilkan air bersih juga menghasilkan limbah lumpur yang umumnya dibuang ke badan air. Hal ini dapat menyebabkan akumulasi konsentrasi aluminium dalam air, organisme air dan tubuh manusia yang kemudian dapat menyebabkan penyakit Alzheimer dan keterbelakangan mental anak-anak (Prakar and Arup, 1998 dan Richter, 2004 dalam Monteiro, et.al., 2007). Beberapa metode pengelolaan dan pengolahan limbah lumpur pengolahan air, seperti; *sewage pipelines system, mud containing system, land application*, dan *landfilling* telah umum digunakan, namun semua teknik tersebut tidak merubah komposisi kimia dalam lumpur dan tetap menjadi ancaman bagi lingkungan (Monteiro, et.al., 2007).

Dengan komposisi mineralogi yang sangat mirip dengan tanah liat dan melalui proses *sintering* (pemanasan), pemanfaatan limbah lumpur pengolahan air menjadi bahan konstruksi, terutama batu bata, dianggap sebagai pilihan yang paling ekonomis dan ramah lingkungan karena suhu tinggi pembakaran pada proses pembuatan batu bata tidak hanya mengkonsolidasi partikel lumpur dan tanah liat, tetapi juga dapat memecah senyawa organik terutama dalam fase silikat (Monteiro, et.al., 2007; Ramadan, et.al., 2008; Chiang, et.al., 2009; Hegazy, et.al., 2011). Selain itu, pemanfaatan limbah lumpur pengolahan air menjadi bahan konstruksi telah

merubah limbah menjadi bahan yang lebih bermanfaat sekaligus meminimalisir dampak dari penimbunan limbah tersebut (Lin and Weng, 2001).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu pembakaran optimum 1000°C, jumlah maksimum limbah lumpur pengolahan air yang dapat digunakan dalam pembuatan batu bata adalah sebesar 50% dari berat batu bata dengan hasil optimum pada kadar 5% - 10% (Chipin et.al., 2001; Lin and Weng, 2001; Anderson et.al., 2003; Monteiro, et.al., 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah lumpur pengolahan air dari IPA I PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin sebagai bahan pembuatan batu bata. Penelitian ini dirancang untuk mengetahui karakteristik fisik-mekanik dan kimia dari batu bata yang dihasilkan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Sampel limbah lumpur pengolahan air diambil dari kolam pengering lumpur IPA I PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin dengan kadar air $\pm 40\%$ (*sludge cake*). Sedangkan sampel tanah liat diperoleh dari pabrik batu bata lokal dengan kadar air $\pm 2\%$.

2.2. Metode

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan. Tahap pertama adalah pembuatan sampel batu bata

dengan cara dan tahapan pembuatan sebagaimana yang dijelaskan oleh Suwardono (2002). Sampel batu bata yang dibuat terdiri atas 4 variasi campuran antara lumpur dan tanah liat yang masing-masing dibuat 10 buah sampel. Sebagai pembanding (kontrol) juga dibuat 10 buah sampel batu bata tanpa campuran lumpur (100% tanah liat), sehingga total sampel batu bata yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 buah. Setiap sampel batu bata dicetak pada cetakan berukuran 220 mm x 110 mm x 50 mm (SNI 15-2094-2000). Pembakaran sampel batu bata dilakukan dengan menggunakan tungku tradisional selama 2 hari pada kisaran suhu 50-1000°C. Tahap kedua penelitian adalah pengujian mutu sampel batu bata, meliputi: sifat tampak, ukuran, kuat tekan, penyerapan air, dan densitas sesuai prosedur dalam SNI 15-2094-2000 dan SII-0021-78. Tahap ketiga adalah Uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) sampel batu bata dengan metode USEPA (1992).



Gambar 1. Sifat Tampak Batu Bata

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sifat Tampak

Uji sifat tampak sampel batu bata dilakukan untuk mengetahui kerataan bidang datar, kesikuan rusuk dan keretakan batu bata yang dihasilkan (SNI 15-2094-2000). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 90% (9 buah) sampel batu bata dengan komposisi 100% tanah liat (kode A) dan 87,5% (35 buah) sampel batu bata dengan campuran lumpur (kode B, C, D dan E) memenuhi syarat sifat tampak menurut SNI 15-2094-2000. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah liat yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan bentuk yang baik, karena tidak mengalami perubahan bentuk pada waktu proses maupun setelah pembentukan (Daryanto, 1994) serta memiliki nilai elastisitas dan kandungan air yang

memadai untuk dipanaskan sampai suhu 1000°C (Suwardono, 2002).

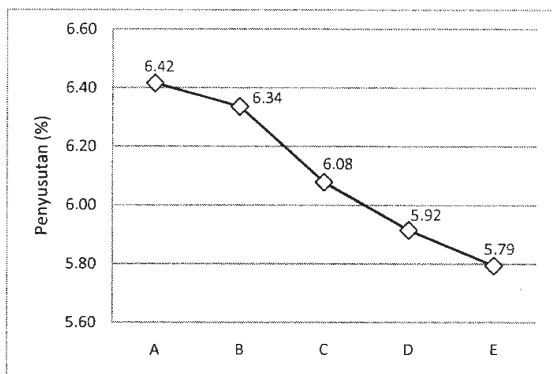
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penambahan lumpur tidak mempengaruhi kemampuan bentuk, nilai elastisitas dan kandungan air tanah liat. Hal ini sejalan dengan temuan Monteiro, et.al. (2007), bahwa penambahan lumpur pada pembuatan batu bata cenderung menambah jumlah partikel liat dalam bahan baku dan akan meningkatkan kemampuan bentuk dan nilai elastisitasnya.

3.2. Ukuran

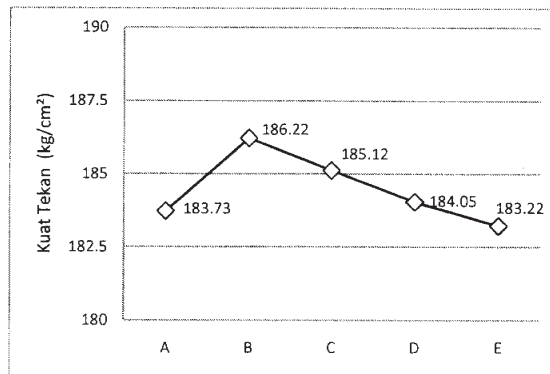
Perubahan ukuran batu bata merupakan konsekuensi dari mekanisme *sintering* yang menyebabkan penyusutan akibat adanya perubahan mikrostruktur batu bata (Chiang, et.al., 2009). Hasil

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Tampak Sampel Batu Bata

No	Kode Sampel	Komposisi Lumpur : Liat(% berat)	Hasil Uji Sifat Tampak		
			Jumlah Sampel	Jml. Tdk Sempurna	%
1	A	0 : 100	10	1	10
2	B	5 : 95	10	1	10
3	C	10 : 90	10	1	10
4	D	15 : 85	10	1	10
5	E	20 : 80	10	2	20
Jumlah			50	6	12



Gambar 2. Penyusutan Sampel Batu Bata



Gambar 3. Kuat Tekan Sampel Batu Bata

penelitian menunjukkan tingkat penyusutan sampel batu bata kode A adalah sebesar 6,42%, kode B 6,34%, kode C 6,08%, kode D 5,92% dan kode E 5,79%.

Gambar 2 menunjukkan bahwa tingkat penyusutan semakin kecil seiring dengan penambahan kadar lumpur dalam campuran bahan baku sampel batu bata. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Monteiro, et.al. (2007) dan Chiang, et.al., (2009) yang menunjukkan bahwa penambahan lumpur pada pembuatan batu bata mengakibatkan peningkatan kadar air dan penurunan tingkat penyusutan batu bata. Sedangkan pada Tabel 2, hasil pengukuran dimensi sampel batu bata menunjukkan bahwa seluruh sampel yang dibuat memenuhi toleransi perubahan ukuran yang dipersyaratkan dalam SNI 15-2094-2000.

3.3. Kuat Tekan

Uji kuat tekan merupakan mekanis-me tes yang paling penting untuk menja-min kualitas bahan bangunan (Lin and Weng, 2001). Hasil uji kuat tekan

sampel batu bata pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan lumpur sebanyak 5%, 10 % dan 15% menghasilkan kuat tekan 186,22 kg/cm², 185,12 kg/cm², dan 184,05 kg/cm² yang lebih tinggi daripada kuat tekan batu bata kontrol (183,73 kg/cm²) (Gambar 3), sebaliknya pada penambahan lumpur 20% menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dari pada kuat tekan batu bata kontrol yaitu sebesar 183,22 kg/cm². Semua sampel batu bata yang dihasilkan termasuk dalam kelas-150 menurut SII-0021-78.

Sejalan dengan hasil penelitian ini, penelitian Weng, et.al. (2002) mengungkapkan bahwa peningkatan kadar silika (SiO₂) dari penambahan lumpur akan meningkatkan, namun berlebihnya kadar air dari proporsi lumpur > 15% akan mengakibatkan hasil pembakaran batu bata yang tidak optimal.

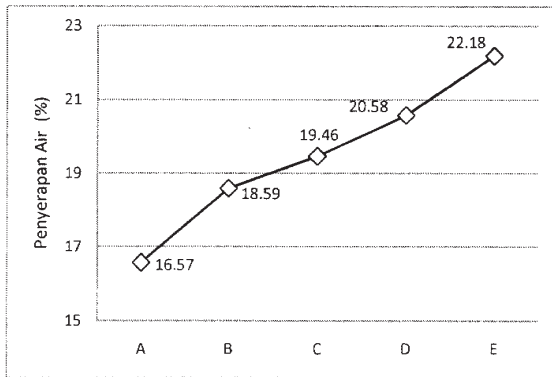
3.4. Penyerapan Air

Penyerapan air merupakan faktor kunci yang mempengaruhi daya tanah batu bata, oleh karena itu struktur internal batu bata harus cukup intensif untuk

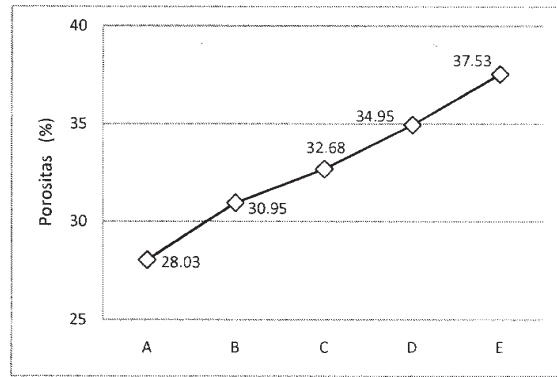
Tabel 2. Hasil Uji Ukuran Sampel Batu Bata

No	Kode Sampel	Panjang (mm)			Lebar (mm)			Tinggi (mm)		
		Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih
1	A	220	217.39	2.61	110	108.52	1.48	50	48.00	2.00
2	B	220	217.40	2.60	110	108.54	1.46	50	48.03	1.97
3	C	220	217.52	2.48	110	108.62	1.38	50	48.10	1.90
4	D	220	217.58	2.42	110	108.71	1.29	50	48.13	1.87
5	E	220	217.69	2.31	110	108.75	1.25	50	48.15	1.85
Toleransi (SNI 15-2094-2000)				± 5		± 4		± 3		

Ket. : data pengukuran akhir merupakan rata-rata dari hasil pengukuran 10 sampel pada masing-masing variasi

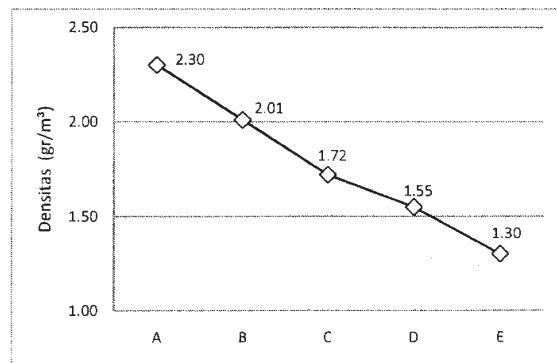


Gambar 4. Penyerapan Air Sampel Batu Bata



Gambar 5. Porositas Sampel Batu Bata

menghindari intrusi air (Weng, et.al., 2002). SNI 15-2094-2000 mensyaratkan penyerapan air maksimum batu bata untuk pasangan dinding sebesar 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan air meningkat seiring dengan penambahan kadar lumpur dalam sampel batu bata, dari 16,57% pada batu bata dengan 0% lumpur (kontrol) sampai dengan sebesar 22,18% pada batu bata dengan 20% lumpur (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan lumpur menurunkan daya lekat campuran dan meningkatkan ukuran pori internal batu bata (Weng, et.al., 2002; Monteiro, et.al., 2007; Chiang, et.al., 2009). Hasil pengukuran porositas sampel batu bata (Gambar 5) membuktikan hal tersebut.



Gambar 6. Densitas Sampel Batu Bata

3.5. Densitas

Batu bata dari tanah liat umumnya memiliki nilai densitas sebesar 1,8 - 2,0 gr/cm³ (Lin and Weng, 2001; Weng, et.al., 2002), sedangkan SNI 15-2094-2000 mensyaratkan nilai densitas minimum batu bata untuk pasangan dinding sebesar 1,2 gr/cm³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas semua sampel batu bata memenuhi syarat SNI 15-2094-2000.

Densitas sampel batu bata kode A sebesar 2,30 gr/cm³, kode B 2,01 gr/cm³, kode C 1,72 gr/cm³, kode D 1,55 gr/cm³, dan kode E 1,30 gr/cm³ (Gambar 6). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Lin and Weng (2001) dan Weng, et.al. (2002) yang menunjukkan bahwa nilai densitas berkurang seiring dengan penambahan kadar lumpur dalam batu bata.

Tabel 3. Hasil Uji TCLP

No	Parameter	Hasil Analisis (mg/l)		Baku Mutu(mg/l)
		Lumpur	Batu Bata(Kode E)	
1	Tembaga (Cu)	0,918	0,0073	10
2	Kadmium (Cd)	0,015	0,0006	1
3	Timbal (Pb)	0,001	0,0008	5

Ket. : Baku Mutu menurut PP No. 85 Tahun 1999

Lebih lanjut dijelaskan bahwa penurunan nilai densitas batu bata terjadi karena pori-pori yang terbentuk terisi oleh air atau udara yang memiliki berat jenis lebih kecil daripada berat jenis pertikel liat.

3.6. Uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*)

Hasil uji TCLP menunjukkan bahwa kadar logam (Cu, Cd dan Pb) yang terlindikan dari sampel batu bata dengan kadar lumpur 20% (Kode E) lebih rendah dari kadar logam yang terlindikan dari limbah lumpur aslinya dan konsentrasinya masih jauh di bawah baku mutu TCLP zat pencemar dalam limbah menurut PP No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun.

Rendahnya kadar logam yang terlindikan merupakan indikasi bahwa proses *sintering*

(pemanasan) pada pembuatan batu bata telah berhasil menstabilisasi logam berat dan membuatnya sukar untuk dilindikan (Weng, et.al., 2002).

4. Simpulan dan Saran

Penelitian ini telah membuktikan bahwa limbah lumpur pengolahan air, khususnya limbah lumpur IPA I PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan batu bata. Proporsi lumpur dalam campuran dan suhu pembakaran merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas dari batu bata yang dihasilkan. Proporsi lumpur optimum yang direkomendasikan adalah 5% - 10% dengan suhu pembakaran 1000°C. Untuk memperoleh batu bata dengan kualitas yang lebih baik, perlu dikaji lebih lanjut tentang cara pengurangan kadar air dalam lumpur yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Anderson, M., Biggs, A. and Winters, C. 2003. "Use of Two Blended Water Industry By-Product Wastes as A Composite Substitute for Traditional Raw Materials Used in Clay Brick Manufacture", *Proceeding of the International Symposium Recycling and Reuse of Waste Materials*, 417-426.
- BSN. 2000. *SNI 15-2094-2000 – Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Chiang, KY., Chou, PH., Hua, CR., Chien, KL. & Cheeseman, C. 2009. "Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks". *Journal of Hazardous Materials*, 171. 76-82.
- Chihpin, H., Ruhsing, P.J., Sun, K.D., Liaw, C.T. 2001. "Reuse of Water Treatment Plant Sludge and Dam Sediment in Brick-Making", *Water Science and Technology*, 44. 273-277.
- Daryanto. 1994. *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Departemen Perindustrian RI. 1978. *SII-0021-78 – Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal*. Departemen Perindustrian RI, Jakarta.
- Hegazy, B. E., Fouad, H. A. & Hassanain, A. M. 2011. "Reuse of Water Treatment Sludge and Silica Fume in Brick Manufacturing". *Journal of American Science*, 7(7). 569-576.
- Lin, DF., and Weng, CH. 2001. "Use of Sewage Sludge Ash as Brick Material". *Journal of Environmental Engineering*, 127(10). 225-230.
- Monteiro, S. N., Alexandre, J., Margem, J. I., Sánchez, R. & Vieira, C. M. F., "Incorporation of sludge waste from water treatment plant into red ceramic". *Con. Build. Mat.*, in press, doi:10.1016/j.conbuildmat.2007.01.013.
- Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun. 1999. Jakarta

- Ramadan, M. O., Fouad, H. A. & Hassanain, A. M. 2008. "Reuse of Water Treatment Plant Sludge in Brick Manufacturing". *Journal of Applied Sciences Research*, 4(10). 1223-1229.
- Suwardono. 2002. *Mengenal Pembuatan Bata, Genteng, Genteng Berglasi*. CV. Yrama Widya, Bandung.
- USEPA (1992). *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) Method. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods*. EPA Publication SW-846, Washington.
- Weng, CH., Lin, DF. & Chiang, PC. 2002. "Utilization of Sludge as Brick Materials". *Advances in Environmental Research*. 7. 679-685.