

PERILAKU FISIK DAN MEKANIK BATU BATA YANG MENGGUNAKAN LUMPUR PDAM TANJUNG SELOR

Ahmad¹⁾, Kisman²⁾, Nofrizal³⁾, Zainal Abidin⁴⁾

1,2,3,4) Prodi Teknik Sipil, Universitas Kaltara, Jalan Semgkawit, Tanjung Selor
e-mail : ahmadprodigi@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan air baku menjadi air bersih pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Tanjung Selor akan menghasilkan bahan buangan padat berupa lumpur yang seringkali tidak dimanfaatkan, dan dibuang langsung kesungai yang dapat menimbulkan pencemaran sekaligus sedimentasi pada sungai. Dalam kaitan ini, diadakanlah sebuah penelitian untuk mengamati perilaku fisik dan mekanik batu bata yang menggunakan lumpur PDAM Tanjung Selor sebagai bahan campuran pembuat batu bata.

Penelitian ini bersifat experimental laboratorium. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dan ukuran Panjang 15 cm, lebar 7,5 cm dan tinggi 7,5 cm sesuai dengan standar pasar Tanjung Selor. Komposisi perbandingan massa lumpur PDAM dan massa lempung pada benda uji adalah 0 % : 100 %, 3 % : 97 %, 5 % : 95 %, 8 % : 92 %, 10 % : 90 %, 13% : 87 %, dan 15 % : 85 %.

Hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik menunjukkan bahwa benda uji dengan komposisi 3 % : 97 % memiliki densitas dan kuat tekan tertinggi, penyerapan air dan penyusutan paling rendah, sedangkan warna dan sifat tampak semua benda uji memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000. Jika ditinjau dari kelas kuat tekan dan karakteristik lainnya berdasarkan berdasarkan SNI 15-2094-2000, produksi batu bata untuk tujuan industri direkomendasikan pada komposisi 3 % : 97 %, 5 % : 95 %, dan 8 % : 92 % (kuat tekan >50kg/cm²).

Kata Kunci : Batu Bata, Lumpur, Sifat Fisik, Sifat Mekanis, Tanjung Selor

ABSTRACT

Processing raw water into clean water in water treatment plant (IPA) PDAM Tanjung Selor will produce of solid waste of mud are often not used , and disposed directly into the river which could result in pollution and sedimentation on the river. In this regard, did a study to observe the physical and mechanical behavior of bricks made of solid waste PDAM Tanjung Selor.

The research is experimental laboratory. Test objects the cube shaped by the size of 15 cm x 15 cm x 15 cm and a measure of length is 15 cm, the wide is 7.5 cm, and the height is 7.5 cm according to the standard of Tanjung Selor. A mass of mud comparison by mass of clay is 100 % 0 %: , 3 %: % 97 , 5 %: % 95 , 8 %: % 92 , 10 %: % 90 , 13 %: % 87 , and 15 %: % 85 .

The result of physical properties and mechanical properties show that the specimen 3%: 97% has the highest of density and compressive strength, the lowest of water absorption and shrinkage, while the color and the visible properties of all sampel corresponding the requirements of SNI 15-2094-2000. According to the compressive strength and other characteristics based on SNI 15-2094-2000, production of brick for the purpose of industry recommended in composition 3 % : 97 %, 5 % : 95 %, and 8 % : 92 % (compressive strength >50kg / cm²).

Keywords : Brick, Mud, Physical Properties, Mechanical Properties, Tanjung Selor

1. PENDAHULUAN

Proses pengolahan air baku menjadi air bersih pada instalasi pengolahan air (IPA) PDAM Tanjung Serlor selain menghasilkan air bersih juga menghasilkan bahan buangan padat berupa lumpur yang berasal dari unit filtrasi yang didahului oleh proses pengendapan dengan menggunakan bahan koagulan. Koagulan merupakan bahan kimia, baik alami maupun sintetis, yang digunakan untuk menstabilisasi partikel yang ada di dalam air, sehingga partikel mudah untuk dipisahkan di bak sedimentasi. Bahan koagulat yang sering digunakan adalah tawas atau alum.

Karakteristik lumpur yang masuk dan keluar instalasi sangat berbeda. Perbedaan yang prinsip adalah adanya kandungan logam Aluminium (dari pemakaian senyawa aluminium sulfat atau alum) didalam lumpur endapan yang tergolong sebagai limbah bahan beracun dan berbahaya. Lumpur yang dihasilkan oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA) seringkali tidak dimanfaatkan, dan lumpur endapan tersebut di buang langsung kesungai yang dapat menimbulkan pencemaran dan sedimentasi pada sungai.

Berbagai teknik pemanfaatan lumpur hasil pengolahan air telah dilakukan, namun hal tersebut tetap dianggap sebagai ancaman bagi lingkungan. Dengan komposisi mineralogi yang sangat mirip dengan lempung 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 lempung, tetapi juga dapat memecah senyawa organik terutama dalam fase silikat [7][8][3][5]. 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 1000UC, 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% [4][6][1][7].

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah lumpur pengolahan air dari IPA PDAM Tanjung Selor sebagai bahan pembuatan batu bata. Penelitian ini dirancang untuk mengetahui karakteristik fisik-mekanik dari batu bata yang dihasilkan.

2. RANCANGAN PENELITIAN

Material benda uji berupa lempung sedang, sedangkan material campuran benda uji berupa limbah lumpur yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tanjung Selor, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara. Tahapan penelitian dimulai dari studi pustaka berupa pengumpulan jurnal penelitian dan paper terkait sebagai literatur yang digunakan selama penelitian, kemudian dilanjutkan dengan penyiapan material benda uji untuk dilakukan uji karakteristik. Tahapan selanjutnya adalah dilakukan pembuatan benda uji berbentuk kubus untuk sampel pengujian kuat tekan [15 cm x 15 cm x 15 cm] dan benda uji berbentuk balok untuk pengujian lainnya sesuai dengan dimensi batu bata standar pasar Kalimantan Utara [Panjang 15 cm, lebar 7,5 cm dan tinggi 7,5 cm]. Variasi komposisi dan jumlah benda uji diperlihatkan pada Tabel 1.

Tahapan berikutnya adalah pengeringan benda uji selama 7 hari, kemudian dilanjutkan dengan pembakaran menggunakan tanur selama 2x24 jam. Langkah selanjutnya adalah pendinginan benda uji kemudian dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik dan sifat mekanis batu bata.

Tabel 1. Variasi sampel benda uji

No.	Kode Benda Uji	Komposisi Campuran Lumpur PDAM : Lempung [% Berat]	Jumlah Benda Uji	
			Batu Bata [cm] 15 x 7,5 x 7,5	Kubus [cm] 15 x 15 x 15
1	A	0 : 100	7	3
2	B	3 : 97	7	3
3	C	5 : 95	7	3
4	D	8 : 92	7	3
5	E	10 : 90	7	3
6	F	13 : 87	7	3

7	G	15 : 85	7	3
---	---	---------	---	---

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lempung dan Limbah Lumpur PDAM

Pengujian karakteristik material dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan DPUPR Kabupaten Bulungan dengan hasil seperti yang disajikan pada Tabel 2. Hasilnya menunjukkan bahwa persentase butiran halus sebesar 61,00%, indeks plastisitas sebesar 23,16%, dan batas cair sebesar 58,50%, sehingga dikelompokkan sebagai CH (*Unified System*).

Tabel 2. Karakteristik lempung dan limbah lumpur PDAM

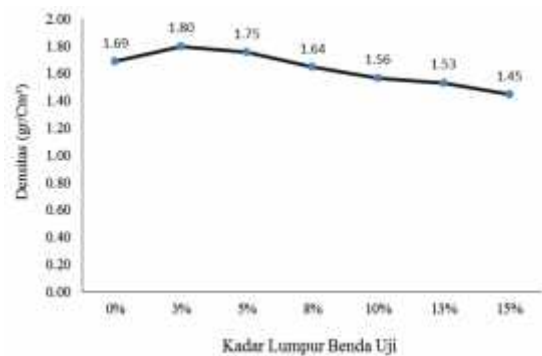
No	Karakteristik Material	Sat.	Hasil
1	Kadar Air Lempung	%	24,31
2	Kadar Air Lumpur PDAM	%	65,48
3	Berat Jenis Lempung	Kg/cm ³	2,72
4	Berat Volume Lempung	Kg/cm ³	1,76
	- Derajat Kejenuhan	%	84,48
	- Isi Pori (e)	-	31,94
	- Angka Pori (e)	-	1,02
5	Batas-batas <i>Atterberg</i>		
	- Batas Cair (LL)	%	58,50
	- Batas Plastis (PL)	%	35,34
	- Indeks Plastisitas (PI)	%	23,16
6	Persentase yang lolos saringan no. 200	%	61,00

Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui besaran kerapatan massa atau kepadatan benda uji yang dinyatakan dalam berat benda per satuan volume benda uji. Hasil penelitian seperti yang

diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai densitas semua sampel batu bata memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 (minimal 1,2 gr/cm³).

Densitas benda uji tanpa penambahan lumpur sebesar 1,69 gr/cm³. Penambahan kadar lumpur sebesar 3% dan 5% didapatkan densitas sebesar 1,80 gr/cm³ dan 1,75 gr/cm³ yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur. Untuk penambahan kadar lumpur 8%, 10%, 13%, dan 15 %, didapatkan densitas sebesar 1,64 gr/cm³, 1,56 gr/cm³, 1,53 gr/cm³, dan 1,45 gr/cm³ yang nilainya lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur. Peningkatan densitas disebabkan oleh pori benda uji yang semakin kecil karena diisi oleh butiran material lumpur yang lebih halus, namun nilai densitas yang berkurang seiring dengan bertambahnya kadar lumpur karena bahan pembentuk benda uji semakin banyak berasal dari lumpur dengan butiran material yang lebih ringan.



Gambar 1. Hubungan antara kadar lumpur benda uji dengan densitas

Tabel 3. Densitas benda uji

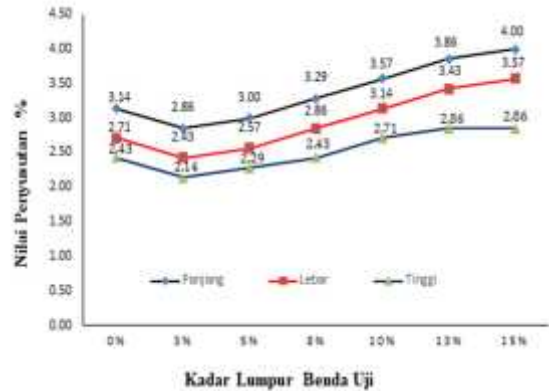
No	Kode Sampel	Komposisi Lumpur PDAM : Lempung [%]	Hasil Pengujian Densitas	
			Jumlah Sampel	Nilai Densitas Rata-Rata [gr/cm ³]
1	A	0 : 100	7	1,69
2	B	3 : 97	7	1,80
3	C	5 : 95	7	1,75
4	D	8 : 92	7	1,64
5	F	10 : 90	7	1,56
6	G	13 : 87	7	1,53
7	H	15 : 85	7	1,45

Penyusutan

Pengujian Ukuran dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan ukuran yang terjadi dari

tiap benda uji yang diakibatkan oleh adanya perubahan mikrostruktur benda uji. Hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa semua nilai penyusutan ukuran sampel masih memenuhi toleransi perubahan ukuran yang dipersyaratkan dalam SNI 15-2094-2000.

Penambahan kadar lumpur sebesar 3% dan 5% memberikan penyusutan yang lebih kecil dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan kadar lumpur. Penyusutan terkecil (kadar lumpur 3%) terjadi karena jarak antar butiran semakin rapat, namun akan terus meningkat pada penambahan kadar lumpur yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar lumpur yang lebih besar akan meningkatkan kadar air sehingga penyusutan semakin besar pula.



Gambar 2. Hubungan antara kadar lumpur benda uji dengan nilai penyusutan

Tabel 4. Penyusutan benda uji

No	Kode Sampel	Jumlah	Panjang [mm]	Lebar [mm]	Tinggi [mm]
			Nilai Rata-Rata	Nilai Rata-Rata	Nilai Rata-Rata
1	A	7	3,14	2,71	2,43
2	B	7	2,86	2,43	2,14
3	C	7	3,00	2,57	2,29
4	D	7	3,29	2,86	2,43
5	E	7	3,57	3,14	2,71
6	F	7	3,86	3,43	2,86
7	G	7	4,00	3,57	2,86

Warna dan Tampak

Pengujian warna dilakukan untuk mengidentifikasi warna, tekstur, kerataan bidang datar, kesikuan rusuk dan keretakan benda uji yang dihasilkan apa bila lempung dicampur dengan limbah lumpur PDAM. Hasil pengujian seperti yang diperlihatkan pada Tabel 5 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa warna dan tampak dari semua benda uji masih memenuhi kriteria yang dipersyaratkan dalam SNI 15-2094-2000. Hal ini menunjukkan bahwa lempung yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan bentuk yang baik akibat bertambahnya sifat plastis dari

tanah, sehingga tidak terjadi perubahan bentuk pada waktu proses pembuatan maupun setelah proses pembentukan.



Gambar 3. Warna dan tampak benda uji

Tabel 5. Warna benda uji

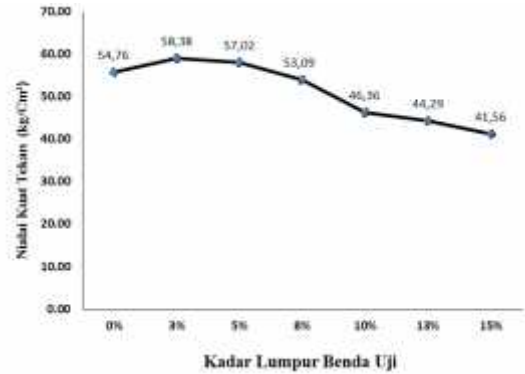
No	Kode Sampel	Komposisi Lumpur PDAM : Lempung [%]	Hasil Uji Warna dan Tampak Benda Uji		
			Jumlah Sampel	Warna benda uji	Jumlah tidak Sempurna
1	A	0 : 100	7	Orange Kecoklatan	1
2	B	3 : 97	7	Orange Kecoklatan	1
3	C	5 : 95	7	Orange Kecoklatan	1
4	D	8 : 92	7	Orange Kecoklatan	1
5	F	10 : 90	7	Orange Kecoklatan	1

6	G	13 : 87	7	Orange Kecoklatan	1
7	H	15 : 85	7	Orange Kecoklatan	2

rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur.

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengamati seberapa kuat benda uji menahan beban atau tekanan hingga terjadi retak atau pecah. Hasil pengujian kuat tekan diperlihatkan pada Tabel 6 dan Gambar 4. Nilai kuat tekan untuk benda uji tanpa penambahan lumpur sebesar 54,76 kg/cm². Penambahan kadar lumpur sebesar 3% dan 5% didapatkan nilai kuat tekan sebesar 58,38 kg/cm² dan 57,02 kg/cm² yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur. Untuk penambahan kadar lumpur 8%, 10%, 13%, dan 15 %, didapatkan kuat tekan sebesar 53,09 kg/cm², 46,36 kg/cm², 44,29 kg/cm², dan 41,56 kg/cm² yang nilainya lebih



Gambar 4. Hubungan antara kadar lumpur benda uji dengan nilai kuat tekan

Tabel 6. Kuat Tekan benda uji

No	Kode Sampel	Komposisi Lumpur PDAM : Lempung [%]	Hasil Pengujian Kuat Tekan Batu Bata	
			Jumlah Sampel	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata [Kg/Cm ²]
1	A	0 : 100	3	54,76
2	B	3 : 97	3	58,38
3	C	5 : 95	3	57,02
4	D	8 : 92	3	53,09
5	F	10 : 90	3	46,36
6	G	13 : 87	3	44,29
7	H	15 : 85	3	41,56

Penyerapan Air

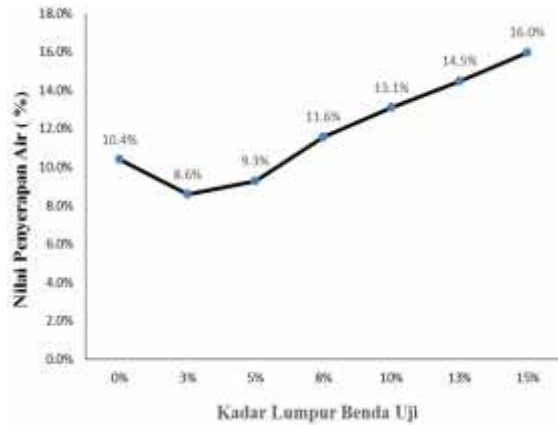
Pengujian penyerapan air sangat penting dilakukan terhadap batu bata karena penyerapan air merupakan faktor utama yang mempengaruhi daya tahan batu bata. Hasil pengujian penyerapan air diperlihatkan pada Tabel 7 dan Gambar 5. Nilai penyerapan untuk benda uji tanpa penambahan lumpur sebesar 10,40%. Penambahan kadar lumpur sebesar 3% dan 5% didapatkan penyerapan sebesar

8,60% dan 9,30% yang nilainya lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur. Untuk penambahan kadar lumpur 8%, 10%, 13%, dan 15 %, didapatkan penyerapan sebesar 11,60%, 13,10%, 14,50%, dan 16,00% yang nilainya lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan campuran lumpur. Berdasarkan SNI 15-2094-2000, semua komposisi benda uji memenuhi kriteria untuk digunakan sebagai pasangan dinding (maksimal 20%).

Tabel 7. Penyerapan air benda uji

No	Kode Sampel	Komposisi Lumpur PDAM : Lempung [%]	Nilai Penyerapan Air Benda uji [%]
1	A	0 : 100	10,4
2	B	3 : 97	8,6
3	C	5 : 95	9,3
4	D	8 : 92	11,6

5	E	10 : 90	13,1
6	F	13 : 87	14,5
7	G	15 : 85	16,0



Gambar 5. Hubungan antara kadar lumpur benda uji dengan nilai penyerapan air

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap pengaruh penambahan limbah lumpur Instalasi Pengolahan Air PDAM Tanjung Selor terhadap sifat fisik dan sifat mekanik batu bata didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa benda uji dengan komposisi 3 % lumpur : 97 % lempung memiliki densitas dan kuat tekan tertinggi, penyerapan air dan penyusutan paling rendah, sedangkan warna dan sifat tampak semua variasi benda uji memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000. Jika ditinjau dari kelas kuat tekan dan karakteristik lainnya berdasarkan SNI 15-2094-2000, produksi batu bata untuk tujuan industri direkomendasikan pada komposisi 3 % : 97 %, 5 % : 95 %, dan 8 % : 92 % (kuat tekan $>50\text{kg/cm}^2$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Pengujian Bahan DPUPR Kabupaten Bulungan atas bantuan dan dukungannya selama penelitian.

REFERENSI

- Anderson, M., Biggs, A. and Winters, C. "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, 2003.
- BSN. SNI 15-2094-2000 – Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding . Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2000
- Chiang, KY., Chou, PH., Hua, CR., Chien, KL. & Cheeseman, C. "Lightweight Bricks Manufactured from Water Treatment Sludge and Rice Husks". Journal of Hazardous Materials, 171. 76-82, 2009.
- Chihpin, H., Ruhsing, P.J., Sun, K.D., Liaw, C.T. "Reuse of Water Treatment Plant Sludge and Dam Sediment in Brick-Making", Water Science and Technology, 44. 273-277, 2001.
- Hegazy, B. E., Fouad, H. A. & Hassanain, A. M. "Reuse of Water Treatment Sludge and Silica Fume in Brick Manufacturing". Journal of American Science, 7(7). 569-576, 2011.
- Lin, DF., and Weng, CH. "Use of Sewage Sludge Ash as Brick Material". Journal of Environmental Engineering, 127(10). 225-230, 2001.
- 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.
- Ramadan, M. O., Fouad, H. A. & Hassanain, A. M. "Reuse of Water Treatment Plant Sludge in Brick Manufacturing". Journal of Applied Sciences Research, 4(10). 1223-1229, 2008