

STUDI PEMBUATAN BATU BATA RAMAH LINGKUNGAN DARI LUMPUR *SEDIMENT POND* PT. WANATIARA PERSADA *SITE HAUL SAGU PULAU OBI*

Andi Arifah Pasri¹, Erwinsyah Tuhuteru¹, Firman Firman^{2*}

¹Program Studi Teknik Sipil FT Unkhair

^{2*}Program Studi Teknik Pertambangan FT Unkhair

Corresponding Author: firman@unkhair.ac.id

Abstrak: Lumpur *sediment pond* PT. Wanatiara Persada *site Haul Sagu Obi* Halmahera Selatan merupakan material yang terbuang dari proses *maintenance sediment pond*. Lumpur *sediment pond* volumenya besar dan belum dimanfaatkan maka menjadi potensial untuk dibuat batu bata. Lumpur *sediment pond* kandungannya dominannya adalah material lempung dan tanah liat hasil erosi dari bukaan tambang. Penelitian ini bertujuan untuk membuat batu bata ramah lingkungan dari material lumpur *sediment pond*. Pengujian kandungan mineralogi lumpur dilakukan dengan metode XRD dan kandungan logam dilakukan dengan metode ICP-MS untuk memastikan kandungan mineral, total konsentrasi logam berat dari material lumpur *sediment pond* bahan pembuatan batu bata ramah lingkungan. Kandungan mineral lumpur *sediment pond* hasil pengujian, yaitu kaolinit, kuarsa, muscovit, stilpnomelane, lime dan saponite. Kandungan mineral tersebut menunjukkan aman digunakan sebagai bahan bangunan atau material pelapis lainnya. Lumpur *sediment pond* berdasarkan hasil uji total konsentrasi sebagian parameter terkategori limbah Non-B3 (parameter Ba, Be, Cr, Cu, Zn) dan sebagian terkategori tanah pelapis dasar (parameter Sb, As, Cd, Pb, Mo, Hg, Ni, Se, Ag). Batu bata yang dihasilkan berdasarkan hasil uji kuat tekan, daya serap air, dan pengujian sifat tampak memenuhi SNI-15-2094-2000 terkategori batu bata kelas 50.

Kata kunci: batu bata, lumpur, ICP-MS, uji kuat tekan, *sediment pond*

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan air dalam industri pertambangan memegang peranan penting. Air yang berasal dari area yang terganggu, seperti bukaan *pit* penambangan, area *stockpille*, area timbunan *top soil* dan pemukiman perlu ditreatment di *sediment pond*. *Sediment pond* menjadi tempat penampungan air yang mengandung banyak sedimen hasil erosi. Treatment air di *sediment pond* penting dilakukan untuk memastikan buangan air tambang ke badan air alami seperti sungai, danau atau laut memenuhi baku mutu lingkungan. Parameter utama mengenai baku mutu lingkungan kegiatan penambangan nikel yang terkait dengan jumlah sedimen dalam air tambang adalah *total suspended solids* (TSS), sedangkan parameter terkait kualitas lainnya adalah pH, dan kandungan logam.



Gambar 1. Lumpur *Sedimen pond* (LSP)

Sediment pond selalu ditreatment secara berkala oleh perusahaan tambang. Treatment ini bertujuan agar kemampuan *sediment pond* tidak berkurang akibat terisi sedimen hasil pengendapan lumpur. PT. Wanatiara Persada Site Haul Sagu di Kawasi Pulau Obi Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara merupakan perusahaan tambang yang menambang dan mengolah bijih nikel laterit. Perusahaan ini memiliki *sediment pond* yang terdiri dari beberapa kompartemen dan menghasilkan lumpur yang banyak serta belum dimanfaatkan. Lumpur *sediment pond* (LSP) perlu dimanfaatkan agar tidak menjadi limbah karena volumenya yang besar serta bisa bernilai ekonomis atau bisa dimanfaatkan sebagai material konstruksi fasilitas kantor atau kegiatan CSR (*Corporate Social Responsibility*) perusahaan di daerah lingkaran tambang. Lumpur *sediment pond* memiliki kandungan lempung serta material tanah liat sehingga sangat efektif digunakan sebagai bahan pembuatan batu bata ramah lingkungan.

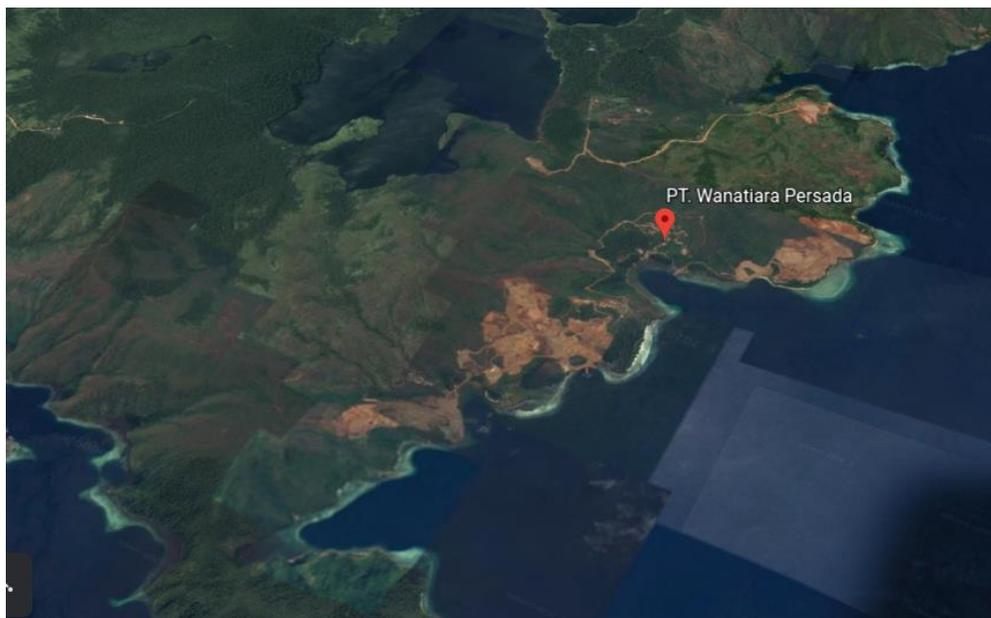
Pemanfaatan lumpur sebagai bahan pembuatan batu bata sudah ada yang meneliti, misalnya pemanfaatan limbah lumpur pengolahan air dari kolam PDAM Kota Banjarmasin sebagai bahan pembuatan batu bata. Proporsi lumpur dalam campuran dan suhu pembakaran merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas dari 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 [1]. Selain itu ada pembuatan bata merah pejal berbahan lumpur *Intake* dan memenuhi syarat sebagai bahan baku bata pejal sesuai hasil uji kuat tekan, daya serap air, kadar garam total dan pengujian sifat tampak [2]. Pembuatan bata merah pejal, didiamkan selama 12 hari untuk mengendapkan lumpur, diaduk selama 1 hari dan dieram selama 3 hari. Lumpur siap untuk dicetak pada ukuran 240 x 120 x 65 mm, selanjutnya dikeringkan selama 16 hari dan dibakar pada furnace dengan suhu 1000°C, kecepatan pembakaran 160/jam, dan suhu penahan selama 5 jam. Hasil penelitian didapatkan karakteristik lumpur intake memenuhi syarat bahan baku bata merah pejal. Pengujian sifat tampak memenuhi SNI-15-2094-2000. Pengujian ukuran tidak memenuhi SNI-15-2094-2000. Pengujian kuat tekan memenuhi SII-0021-78. Pengujian daya serap air memenuhi SNI-15-2094-2000. Pengujian kadar garam total memenuhi SII-0021-78 [2].

Pembuatan batu bata dari lumpur instalasi pengelolaan limbah cair (IPAL) yang dicampur dengan tanah liat, variasi 1:3, 2:2, 3:1, dan 4:0. Batu bata yang dihasilkan belum memenuhi standar SII-0021-78 dari segi kuat tekannya masih 25 kg/cm² sehingga disarankan agar batu bata yang dihasilkan tidak digunakan sebagai bangunan yang berpenghuni atau bangunan yang memiliki tekanan yang tinggi [3]. Batu bata yang dibuat dengan menggunakan lumpur PDAM Tanjung Selor dan lempung dengan variasi massa, yaitu 0%:100%, 3%:97%, 5%:95%, 8%:92%, 10%:90%, 13%:87%, dan 15%:85%. Batu bata yang dihasilkan dari segi warna dan sifat tampak memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000. Jika ditinjau dari segi kuat tekan dan karakteristik lainnya berdasarkan standar tersebut, produksi batu bata untuk tujuan industri direkomendasikan pada komposisi 3%:97%, 5%:95%, dan 8%:92% [4]. Sedangkan pemanfaatan Waduk Sengguruh dan lumpur Lapindo Sidoarjo yang dibuat 7 variasi dan ada perbandingan. Hasil uji kuat tekan dengan metode SII 0021-1978, didapatkan 5 komposisi batu bata yang memenuhi standar minimum pada kelas 25 [5]. Penelitian lain terkait pengaruh treatment lumpur Lapindo terhadap mutu batu bata yang dibuat dari lumpur tersebut yaitu komposisi optimum adalah 24% lumpur Lapindo dari berat komposisi tanah liat [6]. Perbandingan kekuatan bata merah dengan batu bata campuran lumpur daerah Sidoarjo didapatkan bahwa kuat tekan bata merah lebih kecil dibanding dengan kuat tekan batu bata dengan variasi penambahan lumpur [7]. Batu bata juga dibuat dari endapan lumpur Danau Limboto dengan menambahkan pasir variasi 2%, 5%, 7%, 10%, dan 15%. Batu bata yang dihasilkan tidak menghasilkan komposisi yang tepat sesuai batu bata yang dibuat dari tanah liat sesuai SII 0021-1978 [8].

Pembuatan batu bata dari lumpur *sediment pond* belum pernah dilakukan, tetapi dari hasil pemanfaatan lumpur yang lain dan berdasarkan hasil pengujian memenuhi standar, maka menjadi penting untuk memanfaatkan lumpur *sediment pond* sebagai batu bata ramah lingkungan. Penelitian ini juga akan ditambahkan pengujian sifat kimia dari lumpur *sediment pond* untuk memastikan kandungannya ramah lingkungan. Batu bata yang diproduksi dalam skala laboratorium diuji sesuai SNI-15-2094-2000 [9] untuk parameter kuat tekan, daya serap air dan pengujian sifat tampak.

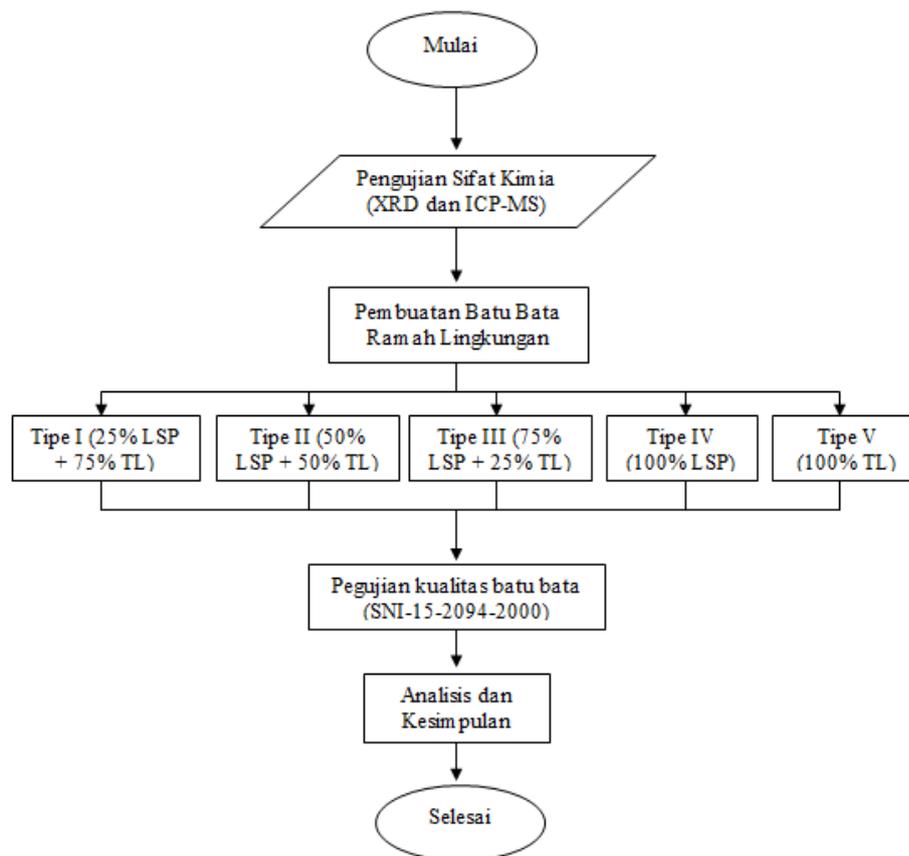
II. METODOLOGI

Sampel penelitian ini berasal dari lumpur *sediment pond* (LSP) hasil pengerukan *sediment pond* agar fungsinya bisa kembali optimal. Lokasi pengambilan sampel dari *site* Haul Sagu PT. Wanatiara Persada Obi Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara (Gambar 2). Sampel lumpur *sediment pond* dilakukan uji sifat kimia untuk memastikan kandungannya aman digunakan sebagai bahan pembuatan batu bata ramah lingkungan. Pengujian dilakukan dengan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui kandungan mineralnya. Dilakukan pula pengujian kandungan unsur dengan metode ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy*), hasil uji ICP-MS dibandingkan dengan total konsentrasi dari beberapa unsur (Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Mo, Ni, Se, Ag dan Zn) sesuai lampiran V PP No. 101 Tahun 2014.



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel di PT. Wanatiara Persada (*Google Earth*)

Pembuatan batu bata ramah lingkungan dilakukan dengan 3 tipe (Tipe I, II, dan III) dengan mencampurkan lumpur *sediment pond* dengan tanah liat. Dibuat juga batu bata kontrol, tipe IV dan Tipe V. Tipe I (25% lumpur *sediment pond* + 75% tanah liat), Tipe II (50% lumpur *sediment pond* + 50% tanah liat), Tipe III (75% lumpur *sediment pond* + 25% tanah liat) sedangkan kontrolnya adalah Tipe IV (100% lumpur *sediment pond*) dan Tipe V (100% tanah liat). Batu bata dibuat dengan mencampurkan material (tanah liat dan atau lumpur *sediment pond*) dan air secukupnya kemudian dihomogenkan hingga siap dicetak. Batu bata yang telah dicetak dikeringkan selama 60 hari dan dibakar pada suhu 1000°C. Batu bata yang telah dibakar kemudian dilakukan pengujian kuat tekan, daya serap air, dan pengujian sifat tampak sesuai SNI-15-2094-2000. Bagan alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Diagram alir pelaksanaan penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji ICP-MS

Hasil uji ICP-MS terkait kandungan unsur dari lumpur *sediment pond* ditampilkan pada Tabel I.

Tabel I. Hasil Uji ICP-MS dan Perbandingan dengan Nilai Total Konsentrasi

Item	Sb	As	Ba	Be	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Mo	Ni	Se	Ag	Zn
	Konsentrasi (ppm)													
TK-A	300	2000	25000	4000	400	2000	3000	6000	300	4000	12000	200	720	15000
TK-B	75	500	6250	100	100	500	750	1500	75	1000	3000	50	180	3750
TK-C	3	20	160	1.1	3	1	30	300	0,3	40	60	10	10	120
LSP	0,5	14,4	209	1,4	0,1	49	35,1	30,8	0,05	1,62	37,1	<0,1	0,3	130

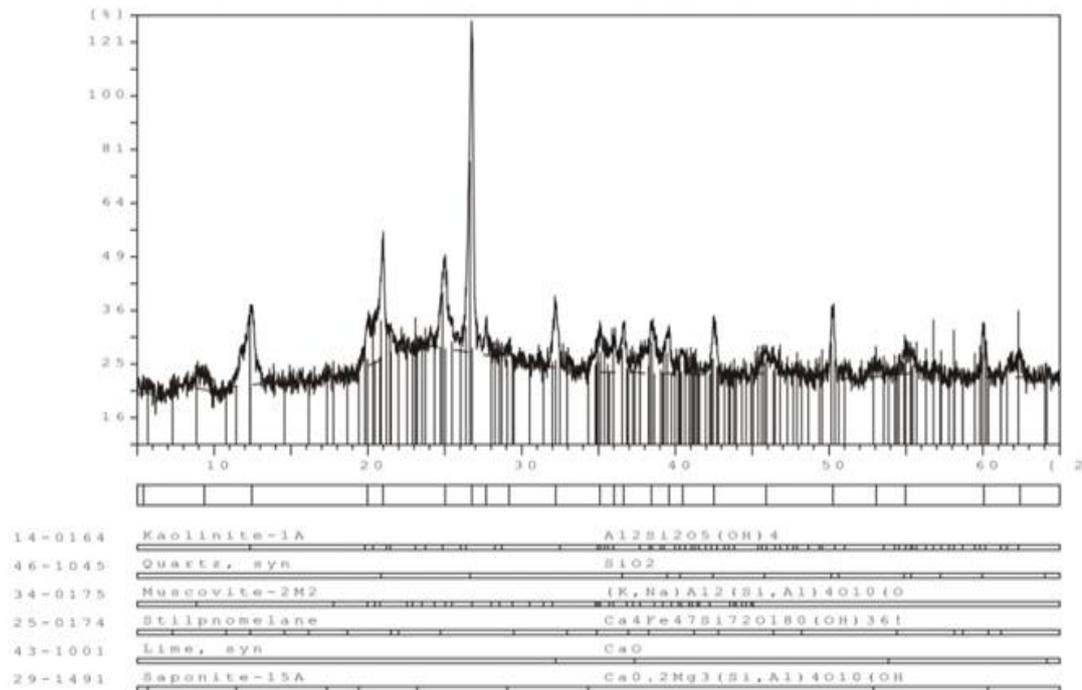
Keterangan: Limbah B3 Kategori 1 (>TK-A); Limbah B3 Kategori 2 (TK-A_TK-B); Limbah Non-B3 (TK-B_TK-C); dan Tanah Pelapis Dasar (< TK-C)

Sampel tanah hasil pengeringan dari lumpur *sediment pond* PT. Wanatiara Persada dilakukan uji kandungan logam untuk memastikan memenuhi kriteria secara kimia. Uji yang dilakukan adalah uji ICP-MS untuk mengidentifikasi kandungan logam sehingga batu bata yang dibuat dari lumpur *sediment pond* aman secara lingkungan. Kandungan logam yang diuji adalah antimonium (Sb), arsen (As), barium (Ba), berilium (Be), kadmium (Cd), krom (Cr) total, tembaga (Cu), timbal (Pb), air raksa (Hg), molibdenum (Mo), nikel (Ni), selenium (Se), perak (Ag) dan seng (Zn). Kandungan logam ini dibandingkan dengan dengan total konsentrasi (TK). Sampel lumpur *sediment pond* (LSP) berdasarkan hasil uji total konsentrasi

sebagian parameter terkategori limbah Non-B3 (parameter Ba, Be, Cr, Cu, Zn) dan sebagian terkategori tanah pelapis dasar (parameter SB, As, Cd, Pb, Mo, Hg, Ni, Se, Ag). Berdasarkan hasil uji ICP-MS ini terlihat bahwa sampel LSP aman digunakan sebagai bahan pembuatan batu bata.

Hasil Uji Mineralogi

Uji mineralogi untuk memastikan mineral dari lumpur *sediment pond* aman jika terlindi oleh air hasilnya tidak berbahaya. Hasil uji XRD ditampilkan pada Gambar 4 berikut ini:

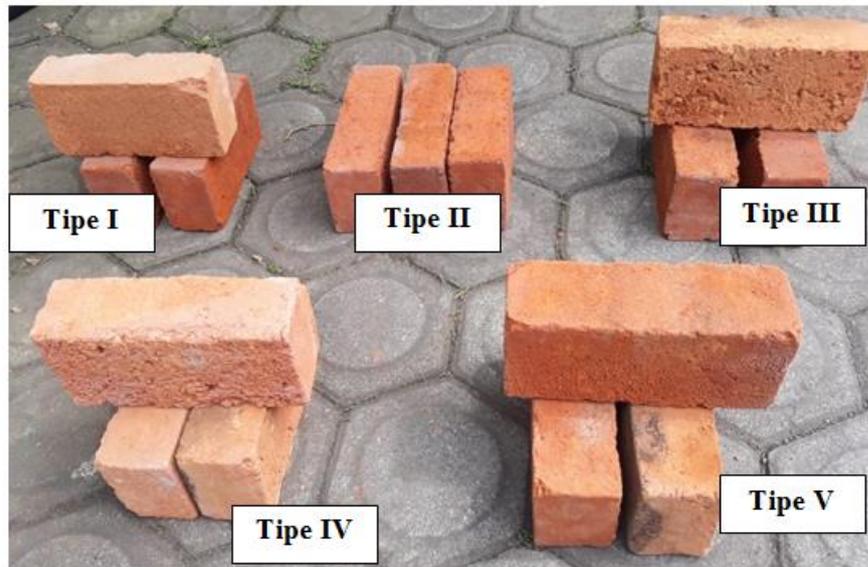


Gambar 4. Hasil Uji XRD Lumpur *Sediment Pond*

Kandungan mineral sampel lumpur *sediment pond* (LSP) berdasarkan XRD adalah kaolinit, kuarsa, muscovit, stilpnomelane, lime dan saponite. Kandungan mineral tersebut menunjukkan sampel lumpur *sediment pond* aman digunakan sebagai bahan bangunan atau material pelapis lainnya.

Pembuatan Batu Bata Ramah Lingkungan

Batu bata dari lumpur *sediment pond* dibuat dengan 3 variasi dan 2 kondisi kontrol. Tiga variasi yang dibuat adalah Tipe 1 (25% lumpur *sediment pond* + 75% tanah liat), Tipe II (50% lumpur *sediment pond* + 50% tanah liat), Tipe III (75% lumpur *sediment pond* + 25% tanah liat) sedangkan kontrolnya adalah Tipe IV (100% lumpur *sediment pond*) dan Tipe V (100% tanah liat). Masing-masing tipe batu bata dibuat 3 buah. Setiap sampel batu bata dicetak pada cetakan berukuran 230 mm x 110 mm x 52 mm (SNI 152094-2000). Campuran LSP dan tanah liat (dalam % berat/berat atau % w/w) dihomogenkan dan ditambahkan air secukupnya serta ditekan-tekan sehingga didapatkan campuran homogen dan plastis yang siap cetak. Batu bata yang dihasilkan dikeringkan pada suhu kamar selama 2 bulan. Batu bata yang telah kering kemudian dibakar dengan tungku pada temperatur 1000°C sehingga dihasilkan batu bata sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Batu bata berbagai tipe

Hasil Uji Sifat Fisik Batu Bata Ramah Lingkungan

Batu bata ramah lingkungan yang telah dibuat dilakukan pengujian secara fisik untuk memastikan batu bata tersebut memenuhi standar yang ada. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat tampak, kuat tekan, dan daya serap air. Pengujian sifat tampak yang diamati adalah warna, tekstur, kesikuan rusuknya, dan keretakan batu bata.

Tabel II. Sifat Tampak Batu Bata

No	Tipe	Komposisi LSP dan Tanah Liat (% w/w)	Jumlah Batu Bata	Sifat Tampak
1	I	25:75	3	Warnanya orange kecoklatan, teksturnya rata, tidak ada yang retak, rusuk-rusuknya siku
2	II	50:50	3	Warnanya orange kecoklatan, teksturnya rata, tidak ada yang retak, rusuk-rusuknya siku
3	III	75:25	3	Warnanya orange kecoklatan, teksturnya kurang rata, tidak ada yang retak, rusuk-rusuknya siku
4	IV	100:0	3	Warnanya orange kecoklatan, teksturnya kurang rata, tidak ada yang retak, rusuk-rusuknya siku
5	V	0:100	3	Warnanya orange kecoklatan, teksturnya rata, tidak ada yang retak, rusuk-rusuknya siku

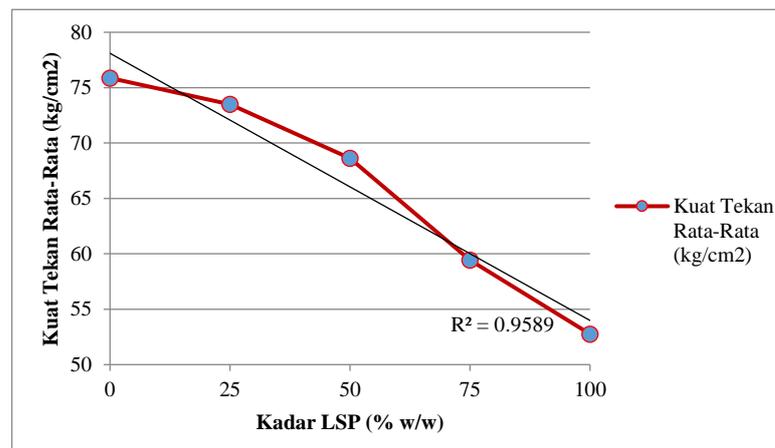
Hasil pengujian sifat tampak dari batu bata dari lumpur *sediment pond* sesuai Tabel II semua memenuhi kriteria SNI 15-2094-2000. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lempung dalam lumpur *sediment pond* dan tanah liat mempunyai kemampuan yang baik serta bertambah sifat plastisnya sehingga tidak terjadi perubahan signifikan dari sebelum pembuatan batu bata hingga selesainya proses pembuatan. Sifat tampak batu bata yang dibuat juga bisa dilihat pada Gambar 5, dimana semua batu bata yang dibuat dari lumpur *sediment pond* terlihat normal seperti batu bata yang digunakan sebagai bahan bangunan pada umumnya. Kandungan lempung pada LSP hampir sama dengan tanah liat yang umum digunakan sebagai batu bata, karena lumpur tersebut merupakan hasil erosi lapisan permukaan tanah dari daerah yang terbuka di tambang atau dari tumpukan overburden yang memang kandungannya adalah material *clay* dan *silt*.

Uji kuat tekan batu bata yang dibuat dari lumpur *sediment pond* dan tanah liat dilakukan untuk melihat seberapa kuat benda uji (batu bata) menahan beban atau tekanan hingga pecah. Hasil pengujian kuat tekan sesuai SNI 15-2094-2000 ditampilkan pada Tabel III berikut ini:

Tabel III. Kuat Tekan Batu Bata

No	Tipe	Komposisi LSP dan Tanah Liat (% w/w)	Jumlah Batu Bata	Nilai Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
1	I	25:75	3	73,51
2	II	50:50	3	68,63
3	III	75:25	3	59,44
4	IV	100:0	3	52,76
5	V	0:100	3	75,87

Berdasarkan Tabel III dan Gambar 6, terlihat bahwa bertambahnya kadar atau kandungan lumpur *sediment pond* dalam campuran batu bata maka kuat tekan rata-ratanya semakin berkurang. Batu bata kontrol tanpa tanah liat (100% LSP) memiliki kuat tekan rata-rata paling rendah sebesar 52,76 kg/cm² sedangkan batu bata kontrol tanpa LSP (100% tanah liat) memiliki kuat tekan rata-rata paling tinggi, sebesar 75,87 kg/cm². Penambahan kadar LSP dan kuat tekan rata-rata menunjukkan hubungan yang kuat, ditandai dengan R² sebesar 0,9589. Batu bata yang dihasilkan dengan penambahan LSP masih memenuhi kategori batu bata kelas 50. Variasi penambahan LSP 25%, 50% dan 75% nilai kuat tekan rata-ratanya antara 59,44-73,51 kg/cm².



Gambar 6. Hubungan kadar LSP dalam batu bata dan nilai kuat tekan rata-rata

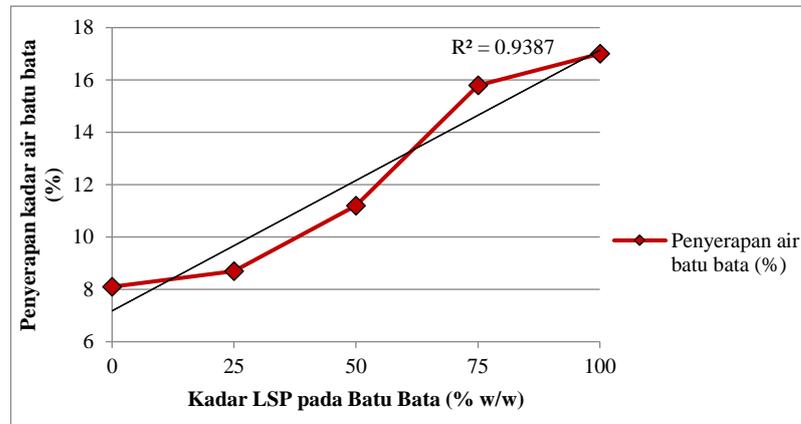
Hasil pengujian daya serap air sesuai SNI 15-2094-2000 ditampilkan pada Tabel IV sebagai berikut:

Tabel IV. Daya Serap Air Batu Bata LSP dan Tanah Liat

No	Tipe	Komposisi LSP dan Tanah Liat (% w/w)	Nilai Penyerapan Air Batu Bata (%)
1	I	25:75	8,7
2	II	50:50	11,2
3	III	75:25	15,8
4	IV	100:0	17,0
5	V	0:100	8,1

Berdasarkan SNI 15-2094-2000, penyerapan air maksimum batu bata adalah 20%. Batu bata dengan penyerapan air maksimum adalah batu bata tipe IV (100% LSP) sedangkan batu bata dengan penyerapan air minimum adalah batu bata tanpa LSP (100% tanah liat). Batu bata

dengan penambahan LSP 25%, 50% dan 75% penyerapan airnya antara 8,7-15,8%. Penyerapan air berbanding terbalik dengan kuat tekan rata-rata, dimana batu bata dengan nilai kuat tekan rata-rata paling tinggi memiliki penyerapan air minimum dan sebaliknya.



Gambar 7. Hubungan kadar LSP dan penyerapan air batu bata

IV. KESIMPULAN

Lumpur *sediment pond* kandungan mineraloginya adalah kaolinit, kuarsa, muscovit, stilpnomelane, lime dan saponite. Kandungan logam berdasarkan total konsentrasi terkategori limbah non-B3 dan tanah pelapis dasar sehingga aman digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu bata. Batu bata yang dihasilkan berdasarkan uji kuat tekan, daya serap air dan sifat tampak memenuhi SNI-15-2094-2000 terkategori batu bata kelas 50.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Khairun yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Kompetitif Unggulan Perguruan Tinggi (PKUPT) Fakultas Teknik serta kepada PT. Wanatiara Persada *Site Haul Sagu Obi* atas perkenanya untuk pengambilan sampel lumpur *sediment pond*.

REFERENSI

- [1] Mizwar, A., & Amalia, S. R. 2012. "Pemanfaatan Limbah Lumpur Pengolahan Air Sebagai Bahan Pembuatan Batu Bata". *Bumi Lestari Journal of Environment*, 12(2).
- [2] Ratnasari, K.D., Dermawan, D. Rizal, M.C. dan Mayangsari, N.E., 2018. "Kajian Teknis Pembuatan Bata Merah Pejal Berbahan Material Lumpur Intake". *Seminar Master 2018 PPNS*. Surabaya.
- [3] Putro, W. H., Suwerda, B., & Sudaryanto, S. 2012. "Pengaruh Variasi Volume Campuran Lumpur IPAL Sewon Terhadap Kuat Tekanan Batu Bata Produksi Desa Turi, Sumberagung, Sleman". *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(1), 44-50.
- [4] Kisman, A. 2019. "Perilaku Fisik dan Mekanik Batu Bata yang Menggunakan Lumpur PDAM Tanjung Selor". *Teknologi Sipil*, 1(2).
- [5] Suhartanto, E., Andre Primantyo, H., & Stepanus, R. "Studi Pemanfaatan Sedimen Waduk Sengguruh dan Lumpur Sidoarjo untuk Pembuatan Batu Bata".
- [6] Niam, A. Y. dan Wardhono, A. 2017. "Pengaruh Treatment Lumpur Lapindo Terhadap Mutu Batu Bata Bahan Lumpur Lapindo Berdasarkan SNI 15-2094-2000". *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/17).
- [7] Hervanda, R. Y. 2007. "Perbandingan Kekuatan Bata Merah dengan Batu Bata Campuran Lumpur Daerah Sidoarjo Jawa Timur".
- [8] Ichsan, I. 2018. "Pengaruh Penambahan Pasir Pada Endapan Lumpur Danau Limboto sebagai Pembuatan Batu Bata". *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(2), 8-15.
- [9] Badan Standar Nasional. SNI 15-2094-2000. "Batu Merah Pejal untuk Pasang Dinding". ICS 91.100.20.