

# Kajian Teknis Pembuatan Bata Merah Pejal Berbahan Material Lumpur *Intake*

Kusnul Dwi Ratnasari<sup>[1]</sup>, Denny Dermawan<sup>[2]</sup>, Mochammad Choirul Rizal<sup>[3]</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>[4]</sup>

Jurusan Teknik Permesina Kapal<sup>[1][2][3][4]</sup>  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia  
kusnuldwiratnasari@gmail.com

**Abstrak**— Pengambilan air laut untuk air pengisi boiler menghasilkan sedimen yang cukup banyak pada intake. Selama ini sedimen ditampung pada storage pond dengan volume storage pond A sebesar 125.443,32 m<sup>3</sup> dan storage pond B sebesar 361.335,24 m<sup>3</sup>. Jika sudah penuh, dilakukan pengerukan. Hasil pengerukan diserahkan pada pihak ketiga, dan PT. PJB UP Gresik membayar jasa pengambilan. Penelitian ini mencoba memanfaatkan lumpur intake sebagai bahan baku pembuatan bata merah pejal, sehingga memiliki manfaat bagi perusahaan.

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 1.000°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.

**Kata kunci**— bata merah pejal; lumpur intake; SII-0021-78; SNI 15-2094-2000.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu bahan utama untuk menghasilkan listrik pada unit pembangkit adalah air. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) membutuhkan air sebanyak 6000 m<sup>3</sup>/hari untuk desalination plant dan 468.000 m<sup>3</sup>/hari untuk kondensor. Sedangkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) membutuhkan air sebanyak 8400 m<sup>3</sup>/hari untuk desalination plant dan 648.000 m<sup>3</sup>/hari untuk kondensor. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan air maka dilakukan pengambilan air laut yang ditawarkan terlebih dahulu dengan desalination plant dan selanjutnya diolah pada water treatment sehingga menghasilkan air demineral untuk air pengisi boiler.

Dari kegiatan pengambilan air laut tersebut akan menghasilkan sedimen yang cukup banyak pada intake pengambilan air. Selama ini sedimen hanya diambil dan ditampung pada tempat penampungan sementara serta dilakukan pengerukan untuk mengurangi volume lumpur yang

ada pada storage pond. Hasil pengerukan akan diserahkan pada pihak ke tiga. Terdapat 4 (empat) storage pond yaitu pond A, pond B, dan pond C, pond D. Namun untuk storage pond C dan pond D sudah penuh. Sedangkan untuk pond A memiliki volume sebesar 125.443,32 m<sup>3</sup> dan storage pond B sebesar 361.335,24 m<sup>3</sup>. Melihat volume lumpur yang sangat besar, maka penelitian ini mencoba memanfaatkan lumpur tersebut sebagai bahan baku pembuatan bata merah pejal. Kajian teknis pemanfaatan lumpur tersebut sebagai bahan baku pembuatan bata merah pejal meliputi pengujian sifat tampak, pengujian kuat tekan, pengujian daya serap air, pengujian kadar garam dan pengujian kerapatan semu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Syarat Mutu Bata Merah Pejal

Syarat-syarat mutu untuk bata merah pejal sesuai dengan SNI 15-2094-2000 [1]. akan dijabarkan pada sub bab berikut:

#### 1) Sifat Tampak

Bata merah pejal untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak [1].

#### 2) Garam yang Membahayakan

Kandungan garam berlebih dapat merusak struktural pada permukaan bata, garam-garam tersebut adalah magnesium sulfat (MgSO<sub>4</sub>), natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kalium sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dengan total kadar garam maksimum yang diperbolehkan sebesar 1,0% [1].

#### 3) Kerapatan Semu

Menurut SNI 15-2094-2000 kerapatan semu minimum bata merah pejal merah pejal untuk pasangan dinding adalah 2,1 gram/cm<sup>2</sup> [1].

#### 4) Ukuran dan Toleransi

Sesuai SNI 15-2094-2000 ukuran dan toleransi bata merah pejal untuk pasangan dinding dapat dilihat pada Tabel I berikut.

TABEL I. UKURAN DAN TOLERANSI BATA MERAH PEJAL [1]

Modul	Ukuran dan Toleransi		
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)

Modul	Ukuran dan Toleransi		
	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65 ± 2	92 ± 2	190 ± 4
M-5b	65 ± 2	100 ± 2	190 ± 4
M-6a	52 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6b	55 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6c	70 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M-6d	80 ± 3	110 ± 2	230 ± 5

(Sumber : SNI 15-2094-2000)

### 5) Kuat Tekan

Menurut SNI 15-2094-2000 kuat tekan dan koefisien variasi untuk bata merah pejal untuk pasangan dinding dapat dilihat pada Tabel II berikut.

TABEL II. NILAI KUAT TEKAN DAN KOEFISIE VARIASI BATA MERAH PEJAL [1]

Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata Minimum dari 30 Bata Yang Diuji kg/ cm <sup>2</sup> (MPa)	Koefisien Variasi dari Kuat Tekan Rata-Rata yang Diuji (%)
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

(Sumber : SNI 15-2094-2000)

### 6) Penyerapan Air

Uji daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air. Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Menurut SNI 15-2094-2000 penyerapan air maksimum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 20% [1].

### B. Penelitian Sebelumnya

Penelitian Suhartanto, dkk (2014) dengan judul “Studi Pemanfaatan Sedimen Waduk Sengguruh dan Lumpur Sidoarjo untuk Pembuatan Bata merah pejal” yang memanfaatkan campuran sedimen waduk sengguruh dan lumpur sidoarjo dalam pembuatan bata merah pejal. Dari hasil penelitian ini didapatkan komposisi optimum untuk bata merah pejal adalah komposisi III (40% Sedimen + 60% Lumpur), komposisi IV (50% Sedimen + 50% Lumpur), dan komposisi V (60% Sedimen + 40% Lumpur) dengan nilai kuat tekan dengan metode SII 0021-1978 memenuhi standar minimum pada kelas 25 [2].

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Populasi dan Sampel Penelitian

#### 1) Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah bata merah pejal dengan bahan baku limbah lumpur yang telah dibuat.

#### 2) Sampel

Adapun jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 benda uji mengacu pada SNI

15-2094-2000. Rincian sampel disajikan pada Tabel III berikut.

TABEL III. JUMLAH BENDA UJI

Pengujian	Ukuran Benda Uji (mm)	Jumlah Benda Uji
Uji sifat tampak	M-6b (230 x 110 x 55)	10
Uji ukuran		
Uji kuat tekan		
Uji kadar garam		
Uji daya serap air		
Total		50

(Sumber : Penulis, 2018)

### 3) Alat dan Bahan

Alat dan bahan untuk penelitian ini dijabarkan pada sub bab berikut:

#### • Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Cetakan dengan dimensi 240 x 120 x 65 mm
- Furnace
- Callipers atau alat yang sejenis dengan ketelitian sampai 1 mm
- Mesin tekan
- Stopwatch
- Timbangan dengan ketelitian sampai 1 gram
- Dapur pengering yang dapat diatur suhunya antara (100-110)°C
- Bejana terbuat dari aluminium
- Plastik penutup

#### • Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Limbah lumpur unit pembangkit listrik
- Air
- Air sulung (akuades)
- Abu sekam padi

### B. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut.

- Observasi
- Studi Literatur
- Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian
- Pengambilan Sampel Limbah Lumpur  
Pengambilan sampel limbah lumpur mengacu pada *Environmental Protection Agency* atau EPA (1989) [3]. Pengambilan sampel termasuk dalam *dewatered sludge* dan lebih dikhususkan pada *drying beds*, karena pada *storage pond* limbah lumpur bertujuan untuk mengeringkan lumpur dengan bantuan sinar matahari. Pengambilan sampel lumpur dilakukan dengan metode *composite place* yaitu mencampurkan lumpur pada *storage pond A* dan *storage pond B*.
- Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan bahan baku limbah lumpur dengan ditambahkan air agar mudah dibentuk dan di aduk selama 1x24 jam atau 1 hari. Setelah diaduk, dilakukan pemeraman selama 3 hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah liat yang untuk menyerap air. Sebelum dicetak, cetakan diberikan abu sekam padi terlebih dahulu agar pada saat pengambilan cetakan lebih mudah. Selanjutnya pengeringan bata merah pejal dilakukan selama 14 hari  $\pm$  2 hari mengingat bulan pada saat penelitian adalah musim penghujan. Pada saat pengeringan bagian atas benda uji ditutup dengan plastik agar tidak terkena sinar matahari secara langsung. Selanjutnya pembakaran benda uji dilakukan suhu 1209°C dengan penahan suhu 6 jam menggunakan furnace.

#### 6) Pengujian Benda Uji

##### • Sifat Tampak

Cara uji sifat tampak bata merah pejal sesuai dengan SNI 15-2094-2000 yaitu harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku atau tidak, bidang-bidang datar yang rata atau tidak, dan tidak menunjukkan retak-retak. Untuk mengetahui bidang-bidang datarnya, serta kesikuan rusuk-rusuknya menggunakan alat penyiku. Beberapa buah bata yang tidak sempurna bentuknya dinyatakan dalam % dari jumlah yang diperiksa.

##### • Ukuran Bata Merah Pejal

Menurut SNI 15-2094-2000 masing-masing pengukuran panjang, lebar dan tebal dilakukan paling sedikit 3 kali dengan menggunakan alat callipers atau alat yang sejenis dengan ketelitian sampai 1 mm. Dari hasil pengukuran panjang, lebar, dan tebal tiap bata merah ditentukan penyimpangan maksimumnya dan dinyatakan dalam mm.

##### • Pengujian Kuat Tekan

Menurut SNI 15-2094-2000 prosedur pengujian kuat tekan bata merah pejal adalah setelah dicetak benda-benda uji keesokan harinya dapat dilepas. Sesudah itu benda-benda tersebut direndam dalam air bersih (suhu ruangan) selama 24 jam (satu hari), kemudian diangkat dan bidang-bidangnya diseka dengan kain lembab untuk menghilangkan air yang berlembaban. Selanjutnya benda-benda uji ditekan hingga hancur dengan kecepatan penekanan diatur hingga sama dengan 2 kg/cm<sup>2</sup>/detik.

Nilai kuat tekan dapat diperoleh dari hasil pembagian beban tekan tertinggi dan luas bidang tekan terkecil. Kuat tekan rata-rata dapat diperoleh dari jumlah kuat tekan semua benda uji dibagi dengan banyaknya benda uji.

##### • Pengujian Daya Serap Air (Section Rate)

Menurut SNI 15-2094-2000 prosedur pengujian daya serap air adalah sebagai berikut.

a) Contoh uji direndam dengan air sampai jenuh, kemudian ditimbang beratnya (A).

b) Dikeringkan pada suhu (100-110) °C selama 24 jam, setelah itu didinginkan hingga suhu kamar kemudian ditimbang beratnya (B).

c) Terakhir dihitung dengan rumus  $(A-B)/B \times 100\%$ , sehingga didapat nilai daya serap air.

##### • Pengujian Kadar Garam

Garam yang membahayakan dapat merusak struktural pada permukaan bata, garam-garam tersebut adalah magnesium sulfat (MgSO<sub>4</sub>), natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kalium sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dengan total kadar garam maksimum 1,0% [1]. Cara uji kandungan garam yang membahayakan untuk bata merah pejal sesuai SNI 15-0449-1989 tentang Lempung dan feldspar, Cara Uji Kimia Metode Basah [4].

#### 7) Analisa Data

Berdasarkan hasil pengujian benda uji, selanjutnya dilakukan rekapitulasi data dan analisa data untuk masing-masing pengujian, apakah memenuhi persyaratan atau tidak.

### IV. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bata merah pejal adalah lumpur intake dari PT. PJB UP Gresik yang berwarna abu-abu tua. Sebelum dicetak lumpur didiamkan selama 12 hari untuk mengendapkan lumpur dan membuang air yang menggenang. Selanjutnya lumpur diaduk selama 1 hari lalu dieram selama 3 hari. Hal ini bertujuan memberi waktu agar partikel-partikel dalam lumpur saling mengikat. Selanjutnya lumpur siap untuk dicetak dengan cetakan berukuran 240 x 120 x 65 mm. Setelah dicetak lumpur dikeringkan selama 16 hari dan selanjutnya dibakar pada furnace dengan suhu 1.000°C, kecepatan pembakaran 160/jam, dan suhu penahan selama 5 jam. Sebelum proses pembakaran, dilakukan uji coba sebanyak dua benda uji. Hasil uji coba diperoleh bata merah yang tidak retak dan berwarna merah. Selanjutnya dilakukan proses pembakaran bata merah pejal, untuk kemudian dilakukan pengujian-pengujian yang telah ditentukan. Hasil pengujian-pengujian tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

#### A. Hasil Pengujian Sifat Tampak

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN SIFAT TAMPAK BATA MERAH PEJAL

Benda Uji	Bentuk	Keadaan Permukaan	Kesikuan	Ketajaman Sudut	Keterangan
1	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
2	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
3	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
4	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
5	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi

Benda Uji	Bentuk	Keadaan Permukaan	Kesikuan	Ketajaman Sudut	Keterangan
6	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
7	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
8	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
9	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi
10	Persegi panjang	Rata	Tajam	Tajam	Memenuhi

(Sumber: Hasil Analisa, 2018)

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa bata merah pejal dengan bahan baku lumpur intake 100% memenuhi pengujian sifat tampak sesuai SNI 15-2094-2000.

#### B. Hasil Pengujian Ukuran Bata Merah Pejal

Hasil uji ukuran bata merah pejal tidak memenuhi SNI 2094-2000, dikarenakan nilai susut yang cukup tinggi pada bata merah pejal. Sehingga untuk pembuatan bata merah pejal dibutuhkan ukuran cetakan yang lebih besar dari dimensi 240 x 220 x 65 mm. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan uji penyusutan, untuk memperhitungkan penambahan dimensi saat pembuatan cetakan bata merah pejal.

#### C. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan alat tekan yaitu *compressing testing machine* dengan kecepatan penekanan diatur 2 kg/cm<sup>2</sup>/detik. Dari hasil pengujian kuat tekan sebanyak 30 buah benda uji didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 41,585 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata dapat disimpulkan bahwa bata merah pejal dengan bahan baku lumpur intake PT. PJB UP Gresik memenuhi standar kuat tekan yang di persyaratkan oleh SII-0021-78, namun tidak memenuhi SNI 15-2094-2000. Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah batu bata merah yang diuji menurut SII-0021-78 adalah 25 kg/cm<sup>2</sup> [5], sedangkan menurut SNI 15-2094-2000 sebesar 50 kg/cm<sup>2</sup> [1].

#### D. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan seperti prosedur yang tertera pada SNI 15-2094-2000 yaitu dengan merendam benda uji dengan air hingga jenuh ( $\pm 3$  jam), seperti pada Gambar 5.8. Kemudian ditimbang beratnya (A). Selanjutnya contoh uji dikeringkan dalam dapur pengering dengan suhu (100-110) °C selama 24 jam, terakhir contoh uji didinginkan hingga suhu kamar ( $\pm 15$  menit), kemudian ditimbang beratnya (B). Standar maksimum daya serap air sebesar 20% [1].

TABEL V. HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP AIR BATA MERAH PEJAL

No	Berat Setelah Direndam (A) (Kg)	Berat Setelah Dioven (B) (Kg)	Daya Serap Air (%)	Standar Maksimum Daya Serap Air (%)	Keterangan
6	2,305	1,950	18,205	20	Memenuhi
7	2,070	1,790	15,642		Memenuhi
8	2,330	1,985	17,38		Memenuhi
9	2,465	2,11	16,825		Memenuhi
5	2,030	1,750	16		Memenuhi

No	Berat Setelah Direndam (A) (Kg)	Berat Setelah Dioven (B) (Kg)	Daya Serap Air (%)	Standar Maksimum Daya Serap Air (%)	Keterangan
1	2,305	1,950	18,205	20	Memenuhi
2	2,070	1,790	15,642		Memenuhi
3	2,330	1,985	17,38		Memenuhi
4	2,465	2,11	16,825		Memenuhi
5	2,030	1,750	16		Memenuhi

(Sumber: Hasil Analisa, 2018)

Berdasarkan Tabel V dapat disimpulkan bahwa pengujian daya serap air bata merah pejal dengan bahan baku lumpur intake memenuhi standar SNI 15-2094-2000.

#### E. Hasil Pengujian Kadar Garam

Pengujian kadar garam total mengacu pada SII-0021-78 tentang cara pengujian kandungan garam untuk bata merah pejal. Sampel bata merah pejal diletakkan berdiri pada bidang datar atau bejana. Selanjutnya dalam masing-masing bejana dimasukkan air suling  $\pm 250$  ml. Apabila air habis, ditambahkan lagi  $\pm 250$  ml. Pada saat penambahan air suling yang pertama, habis setelah 2 jam [5]. Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa kandungan garam total pada bata merah pejal tidak membahayakan dan memenuhi SII-0021-78, karena bercak-bercak putih menutupi kurang dari 50% permukaan bata merah pejal.

Selain pengujian kadar garam menurut SII-0021-78, dilakukan pengujian kadar garam total dilaboratorium menggunakan metode XRF dan XRD untuk mengetahui kadar MgSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sampel yang digunakan adalah sampel komposit dari 5 buah bata merah pejal yang telah diserbukkan. Masing-masing serbuk bata merah pejal ditimbang 1 gram dan dikompositkan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI. HASIL PENGUJIAN KADAR GARAM

Senyawa	Kadar Garam Total (%)	Standar Minimum Kadar Garam Total (%)	Keterangan
MgSO <sub>4</sub>	<0,1%	1	Tidak Memenuhi
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2%		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-		
<b>TOTAL</b>	<b>2,1%</b>		

(Sumber: Hasil Analisa, 2018)

Berdasarkan Tabel VI, hasil pengujian total kadar garam sebesar 2,1%, sehingga dapat disimpulkan bahwa bata merah pejal tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia 15-2094-2000.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat tampak, batu bata merah pejal berbahan lumpur intake memenuhi persyaratan berdasarkan SNI 15-2094-2000.

2. Berdasarkan hasil pengujian ukuran, batu bata merah pejal berbahan lumpur *intake* tidak memenuhi persyaratan berdasarkan SNI 15-2094-2000.
3. Berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata dapat disimpulkan bahwa bata merah pejal dengan bahan baku lumpur *intake* memenuhi standar kuat tekan yang di persyaratkan oleh SII-0021-78, namun tidak memenuhi SNI 15-2094-2000. Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah batu bata merah yang diuji menurut SII-0021-78 adalah 25 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan menurut SNI 15-2094-2000 sebesar 50 kg/cm<sup>2</sup>.
4. Berdasarkan hasil pengujian daya serap air serap air bata merah pejal dengan bahan baku lumpur *intake* memenuhi standar SNI 15-2094-2000, yaitu dengan nilai daya serap air sebesar 20%.
5. Berdasarkan hasil pengujian kadar garam bata merah pejal dengan bahan baku lumpur *intake* menunjukkan bahwa kadar garam total yang terkandung sebesar 2,1%, hal ini tidak memenuhi standar SNI 15-2094-2000 yang mesyaratkan kadar garam total maksimum sebesar 1,0%. Namun berdasarkan SII-0021078, hasil pengujian kadar garam masih memenuhi persyaratan.

#### B. Saran

Beberapa saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Penimbangan sampel harus benar-benar mewakili keseluruhan lumpur.
2. Sebelum pembuatan benda uji sebaiknya dilakukan pengujian penyusutan, agar dapat mengestimasi penambahan dimensi pada cetakan bata merah pejal.
3. Membuat benda uji dengan lumpur *intake* yang telah dikeringkan.
4. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu dan waktu pembakaran optimum untuk mendapatkan kuat tekan tertinggi.

#### REFERENSI

- [1] Anonim, Standar Nasional Indonesia 15-2094-2000 : Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding, Bandung: Badan Standar Nasional, 2000.
- [2] Suhartanto, E.H., Andre, P., dan Stepanus, R., "Studi pemanfaatan sedimen waduk Sepunguh dan lumpur Sidoarjo untuk pembuatan bata merah pejal," Malang: Universitas Brawijaya, 2014.
- [3] Anonim, *Environmental Protection Agency : POTW Sludge Sampling and Analysis Guidance Document*, Washington DC, 1989.
- [4] Anonim, Standar Nasional Indoensia 15-0449-1989 : Lempung dan Felspar, Cara uji kimia metode basah, Bandung: Badan Standar Nasional, 1989.
- [5] Anonim, Standar Industri Indonesia 0021-78 : Mutu dan Uji Bata Merah Pejal, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, 1978.

Halaman ini sengaja dikosongkan