

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

# REKATS



# UNESA

Universitas Negeri Surabaya



|                               |               |              |                     |                  |                    |
|-------------------------------|---------------|--------------|---------------------|------------------|--------------------|
| JURNAL ILMIAH<br>TEKNIK SIPIL | VOLUME:<br>03 | NOMER:<br>03 | HALAMAN:<br>39 - 46 | SURABAYA<br>2017 | ISSN:<br>2252-5009 |
|-------------------------------|---------------|--------------|---------------------|------------------|--------------------|

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

## TIM EJOURNAL

### **Ketua Penyunting:**

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

### **Penyunting:**

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

### **Mitra bestari:**

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

### **Penyunting Pelaksana:**

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

### **Redaksi:**

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

**Website:** [tekniksipilunesa.org](http://tekniksipilunesa.org)

**Email:** [REKATS](mailto:REKATS)

## DAFTAR ISI

Halaman

|   |         |
|---|---------|
| TIM EJOURNAL.....   | i       |
| DAFTAR ISI.....   | ii      |
| • Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)  |         |
| ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK   |         |
| <i>Novi Dwi Pratama, Nur Andajani, .....</i>  | 01 – 08 |
| ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013                                    |         |
| <i>Ferry Sandrian, Sutikno, .....</i>   | 09 – 16 |
| MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013   |         |
| <i>Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S., .....</i>   | 17 – 26 |
| ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012  |         |
| <i>Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno, .....</i>   | 27 – 32 |
| ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR   |         |
| <i>Andik Setiawan, Purwo Mahardi, .....</i>   | 33 – 38 |
| PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN <i>SLUDGE</i> INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN <i>CONPLAST</i> WP 421 DAN <i>MONOMER</i> PADA PEMBUATAN BATAKO |         |
| <i>Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto, .....</i>  | 39 – 46 |

UNESA  
Universitas Negeri Surabaya

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN *SLUDGE* INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN *CONPLAST WP 421* DAN *MONOMER* PADA PEMBUATAN BATAKO

**Thobagus Rodhi Firdaus**

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
[Thobagus14@gmail.com](mailto:Thobagus14@gmail.com)

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas batako menurut SNI dengan perpaduan kulit kerang dengan *sludge* kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *conplast WP 421* dan monomer pada pembuatan batako.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji laboratorium. Data didapatkan dari uji laboratorium dengan cara uji pandangan luar dengan cara melakukan pengecekan secara visual batako, pengukuran dengan cara mengukur batako dengan meteran, dan uji fisis yang meliputi berat jenis dengan cara mencari massa batako dan dibagi dengan volume batako, kuat tekan dengan cara uji tes tekan dan penyerapan air dengan cara mencari berat kering dan berat basah batako.

Hasil penelitian terhadap batako *sludge* dengan variasi komposisi A (5PS : 1*sludge*), B (4PS : 2*sludge*), C (3PS : 3*sludge*), D (2PS : 4*sludge*), dan E (1PS : 5*sludge*). Untuk uji pandangan luar batako *sludge* telah sesuai dengan SNI 03-0349-1989, yaitu permukaan rata dan rusuk-rusuknya tidak mudah dirapikan dengan tangan. Untuk uji ukuran dan toleransi batako *sludge* mengalami perbedaan ukuran dengan SNI, yaitu dengan ukuran 40 cm x 19,5 cm x 10 cm. Dan untuk uji fisis batako *sludge* yang meliputi uji kuat tekan dan penyerapan air, hasil uji yang memenuhi SNI adalah batako dengan variasi komposisi A (5PS : 1*sludge*) dan B (4PS : 2*sludge*) baik yang menggunakan bahan kimia maupun tidak. Dari hasil uji kuat tekan batako *sludge* variasi komposisi A (5PS : 1*sludge*) dan B (4PS : 2*sludge*) memiliki kuat tekan rata-rata >2,4 MPa dan memiliki kuat tekan masing-masing minimal >2 MPa. Sedangkan hasil uji penyerapan air kedua variasi komposisi memiliki penyerapan air < 25%. Selanjutnya untuk analisis massa jenis batako *sludge* pada penelitian ini pada variasi komposisi A (5PS : 1*sludge*) dan B (4PS : 2*sludge*) memiliki massa jenis < 1800 Kg/m<sup>3</sup> yang termasuk kedalam kategori beton ringan. Sehingga batako *sludge* yang dihasilkan tergolong aman untuk difungsikan sebagai dinding pemisah menurut SNI 03-0349-1989.

**Kata kunci:** Batako *sludge*, bahan kimia, kulit kerang, *sludge*.

**Abstract**

The purpose of this research is to know the quality of brick according to SNI with the combination of seashell with paper sludge as sand substitution and addition of *conplast WP 421* and monomer on making of brick.

The method used in this research is laboratory test. The data were obtained from laboratory test by external view test by performing visual checking of brick, measurement by measuring brick by meter, and physical test covering density by finding mass of brick and divided by volume of brick, compressive strength by test Press and water absorption by searching for dry weight and heavy wet brick.

The result of the research on the sludge brick with variation of composition A (5PS: 1*sludge*), B (4PS: 2*sludge*), C (3PS: 3*sludge*), D (2PS: 4*sludge*), and E (1PS: 5*sludge*). For external test of sludge brick have been in accordance with SNI 03-0349-1989, that is flat surface and ribs are not easily tidied by hand. For size and tolerance test of sludge brick have different size with SNI, that is with size 40 cm x 19,5 cm x 10 cm. And for the test of sludge brick foil covering compressive strength test and water absorption, the test result that fulfill SNI is a brick with variation of composition A (5PS: 1*sludge*) and B (4PS: 2*sludge*) whether using chemical or not. From the test result, the composition A (5PS: 1*sludge*) and B (4PS: 2*sludge*) composition A has a compressive strength of > 2.4 MPa and has a compressive strength of at least > 2 MPa. While the results of water absorption test both variations of the composition have water absorption <25%. Furthermore, for the analysis of the sludge masonry type in this study, the variation of composition A (5PS: 1*sludge*) and B (4PS: 2*sludge*) has a density of <1800 Kg / m<sup>3</sup> which is included in the lightweight concrete category. So the sludge brick is produced safe to function as a separation wall according to SNI 03-0349-1989.

**Keywords:** Batako *sludge*, chemicals, seashell, *sludge*.

## PENDAHULUAN

Penggunaan batu bata yang sudah sangat populer dikalangan masyarakat ini tidak sejalan dengan dampak lingkungan yang dapat menyebabkan pencemaran udara dan pemanasan global (Global Warming) akibat meningkatnya produksi gas karbondioksida yang sedang berkembang pada saat ini. Proses pembakaran batu bata ini dapat meningkatkan produksi gas karbondioksida dan mencemari udara. Selain itu meningkatnya kebutuhan batu bata juga menyebabkan kerusakan tanah. Karena semakin banyak batu bata yang dibutuhkan maka akan semakin meningkatkan kerusakan tanah akibat pengambilan tanah untuk pembuatan batu bata.

Batako sebagai bahan pengganti batu bata untuk pembuatan dinding diharapkan dapat mengurangi pencemaran udara dan kerusakan tanah yang diakibatkan oleh proses pembuatan batu bata. Selain itu dalam pelaksanaannya, batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup kuat untuk semua pembuatan yang biasanya menggunakan batu bata.

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu penghasil limbah padat yang jumlahnya cukup besar. Kontribusi terbesar dari limbah (*sludge*) industri pulp dan kertas yang berasal dari sistem pengolahan limbah cair. Limbah lumpur yang mempunyai kadar padatan sekitar 20-30%, yang selama ini penanganannya ditumpuk di lokasi pabrik pada lahan tertentu, dan sewaktu-waktu dibuang sebagai *landfill* (Sinuhaji, Perdinan: 2013). Pembuangan limbah ini dapat menimbulkan pencemaran pada lingkungan, sehingga diperlukan penanganan khusus salah satunya dengan cara menggunakan *sludge* sebagai substitusi pasir pada pembuatan batako.

Proporsi substitusi *sludge* kertas sebesar 40% - 50% terhadap pasir pada beton kertas dengan berat jenis  $1865 \text{ gr/m}^3$  dan  $1678 \text{ gr/m}^3$  dengan kuat tekan  $135,469 \text{ kg/m}^2$  dan  $95,051 \text{ kg/m}^2$  (Bermansyah, Surya dkk. 2011). Oleh karena itu, beton kertas masih memenuhi persyaratan untuk kuat tekan batako kualitas I dengan kuat tekan  $100 \text{ kg/m}^2 - 90 \text{ kg/m}^2$  (SNI 03-0349-1989).

Pengaruh kulit kerang sebagai pengganti sebagian agregat kasar sebesar 15% mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi yaitu sebesar  $322,96 \text{ kg/m}^2$  (Gusnawandi dan Rio Kurniawan:2008). Limbah dari kulit kerang ini diharapkan mampu menambah kuat tekan yang dihasilkan oleh batako kertas sehingga batako menjadi ringan dan kuat.

Inovasi perbaikan yang dilakukan adalah pembuatan batako dengan perpaduan kulit kerang darah dengan *sludge* kertas sebagai bahan substitusi pasir untuk mengurangi berat batako dan penambahan *conplast WP 421* dan *monomer* sebagai bahan additive yang diharapkan dapat menambahkan kekuatan pada pembuatan batako. Keuntungan penggunaan batako ringan adalah karena sifatnya yang ringan sehingga daya redam terhadap panas akan jauh lebih bagus, dan membuat struktur menerima beban yang ringan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka timbul pemikiran untuk membuat inovasi baru tentang campuran batako. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perpaduan kulit kerang dan *sludge* industri kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *conplast WP 421* dan *monomer* pada pembuatan batako dapat menghasilkan batako dengan mutu yang sesuai SNI.

Dari penelitian pemanfaatan limbah kulit kerang darah dan *sludge* industri kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *conplast WP 421* dan *monomer* pada pembuatan batako ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Hasil penelitian dapat menjadi suatu wawasan untuk pengembangan teknologi bahan bangunan.
2. Menjadi salah satu alternatif dalam mengolah limbah kulit kerang darah dan *sludge* industri kertas sebagai pengganti pasir dalam pembuatan batako.
3. Sebagai umpan untuk penelitian khususnya dalam bahan konstruksi.

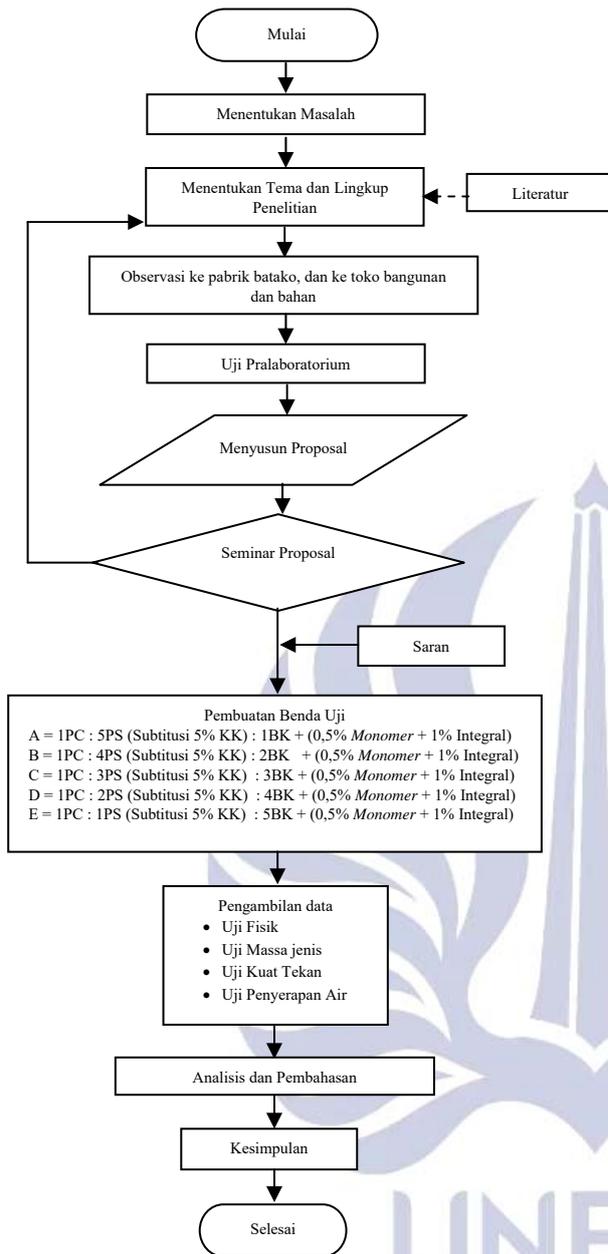
Penelitian ini membutuhkan pembatasan masalah sehingga pembahasan yang dilakukan tidak meluas dan menjadi jelas batasannya, adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Cangkang kerang yang digunakan tidak melalui proses pembakaran.
2. Semen yang digunakan adalah semen portland type 1 merk Semen Gresik.
3. Ukuran benda uji yaitu ukuran  $10 \times 20 \times 40 \text{ cm}$ .
4. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
5. Integral waterproof yang digunakan adalah jenis Conplast WP 421.

## METODELOGI PENELITIAN

### A. Rancangan Penelitian

Gambar berikut menunjukkan *flowchart* dalam penelitian ini.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

**B. Alat dan Bahan**

Berikut ini alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin press batako, cetakan batako ukuran 40 cm x 19,5 cm x 10 cm, timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan dengan ketelitian 0,01 kg, oven dengan suhu 1-110 °C, mesin uji tekan, alat pengaduk, gelas ukur, dll.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland type I, pasir, Air

tanah yang terdapat pada UD. Doa Bunda, kulit kerang darah, *sludge* kertas, *conplast wp421*, dan *monomer*.

**C. Populasi dan Sampel**

Variasi komposisi mix design penelitian pembuatan batako akan dijelaskan pada tabel berikut ini.

**Tabel 1** *mix design* batako dengan substitusi kulit kerang 5% dari berat pasir dengan penambahan bahan kimia

| Sampel | Perbandingan Komposisi Bahan |       |               |                    |                            |
|--------|------------------------------|-------|---------------|--------------------|----------------------------|
|        | Semen                        | Pasir | Sludge Kertas | Monomer (%W Semen) | Conplast wp 421 (%W Semen) |
| A      | 1                            | 5     | 1             | 0                  | 0                          |
| B      | 1                            | 4     | 2             | 0                  | 0                          |
| C      | 1                            | 3     | 3             | 0                  | 0                          |
| D      | 1                            | 2     | 4             | 0                  | 0                          |
| E      | 1                            | 1     | 5             | 0                  | 0                          |

**Tabel 2** *mix design* batako dengan substitusi kulit kerang 5% dari berat pasir tanpa penambahan bahan kimia

| Sampel | Perbandingan Komposisi Bahan |       |               |                    |                            |
|--------|------------------------------|-------|---------------|--------------------|----------------------------|
|        | Semen                        | Pasir | Sludge Kertas | Monomer (%W Semen) | Conplast wp 421 (%W Semen) |
| A      | 1                            | 5     | 1             | 0,5                | 1                          |
| B      | 1                            | 4     | 2             | 0,5                | 1                          |
| C      | 1                            | 3     | 3             | 0,5                | 1                          |
| D      | 1                            | 2     | 4             | 0,5                | 1                          |
| E      | 1                            | 1     | 5             | 0,5                | 1                          |

Setiap komposisi akan diambil sebanyak 5 benda uji untuk dilakukan uji kuat tekan dengan diuji berat terlebih dahulu. Dan untuk pengujian penyerapan air dibutuhkan masing-masing komposisi 3 benda uji.

**D. Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji berupa batako melalui proses sebagai berikut:

1. Perlakuan pada kulit kerang

Kulit kerang yang diambil dari pasar disortir kemudian direndam selama 12 jam dengan mengganti air 4 jam sekali, kemudian kulit kerang dicuci untuk memisahkan kulit kerang dari lumpur dan daging kerang, setelah dicuci kerang dijemur selama 8 jam untuk menghilangkan bau amis, setelah itu kulit kerang dihancurkan menggunakan

mesin penggiling kopi untuk mendapatkan kulit kerang yang halus.

2. Perlakuan pada *sludge*

*Sludge* yang telah didapatkan kemudian dicampur lagi dengan air kemudian digiling untuk mendapatkan *sludge* yang lebih halus. *Sludge* yang telah melalui proses penggilingan kemudian di persa dan disaring untuk mendapatkan *sludge*-nya.

3. Pembuatan batako

Berikut ini adalah proses pembuatan benda uji berupa batako:

- Penyiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan batako,
- Pencampuran bahan pembuatan batako untuk mendapatkan adonan batako,
- Pencetakan batako dilakukan dengan menggunakan mesin setelah adonan di masukkan kedalam mesin cetak.



Gambar 2 Proses Pencetakan Batako

- Perawatan batako dilakukan selama 28 hari.

E. Metode Pengujian

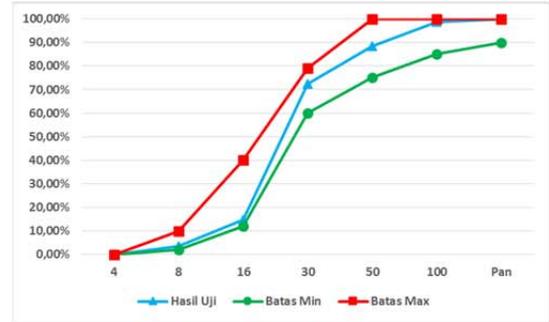
Pengujian pandangan luar dengan cara melakukan pengecekan secara visual batako, pengukuran dengan cara mengukur batako dengan meteran, dan uji fisis yang meliputi berat jenis dengan cara mencari massa batako dan dibagi dengan volume batako, kuat tekan dengan cara uji tes tekan dan penyerapan air dengan cara mencari berat kering dan berat basah batako. Pengujian dilakukan setelah batako berumur 28 hari.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Uji Material

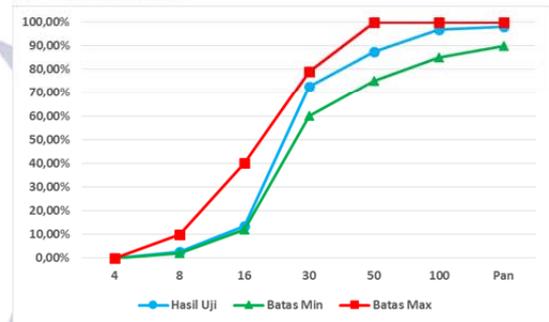
1. Pasir

Pengujian pasir dilakukan pengujian ayakan pasir dan uji kadar lumpur pasir. Kadar lumpur pada pasir sebesar 4,59% sedangkan untuk ayakan pasir tergolong ke zona III.



Gambar 3 Grafik Hasil Gradasi Agregat Pasir

2. Kulit kerang



Gambar 4 Grafik Hasil Gradasi Agregat Kulit Kerang

Pengujian pasir dilakukan pengujian ayakan kulit kerang dan uji kadar lumpur pasir. Kadar lumpur pada kulit kerang sebesar 1,83% sedangkan untuk ayakan kulit kerang tergolong ke zona III.

3. Semen

Pengujian semen dilakukan secara visual dengan ciri-ciri keadaan sag semen tertutup rapat dan tidak lembab, saat dibuka butiran semen halus tidak terdapat gumpalan.

4. Air

Pengujian air juga dilakukan secara visual yaitu dengan memastikan bahwa air yang digunakan tidak keruh, tidak mengandung minyak dan tidak asin/ mengandung garam.

B. Uji Batako

1. Uji pandangan luar

Tabel 3 hasil uji pandangan luar batako tanpa bahan kimia

| Komposisi Batako | Kerataan Permukaan | Bagian Sudut | Warna     | Cacat/Retak |
|------------------|--------------------|--------------|-----------|-------------|
| A1               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| B1               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| C1               | 8 Rata             | 9 Rata       | 9 Abu-abu | 8 Baik      |
| D1               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| E1               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |

**Tabel 4** hasil uji pandangan luar batako tanpa bahan kimia

| Komposisi Batako | Kerataan Permukaan | Bagian Sudut | Warna     | Cacat/Retak |
|------------------|--------------------|--------------|-----------|-------------|
| K                | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| A2               | 9 Rata             | 8 Kuat       | 9 Abu-abu | 8 Baik      |
| B2               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| C2               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| D2               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |
| E2               | 9 Rata             | 9 Kuat       | 9 Abu-abu | 9 Baik      |

Dari 9 benda uji yang diuji pandangan luar terdapat beberapa batako yang cacat yakni pada komposisi A2 dan C1.

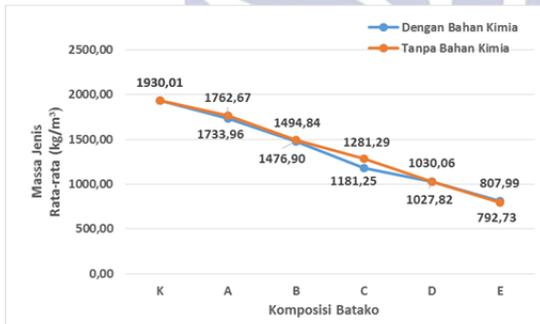
2. Uji ukuran batako

Hasil dari uji ukuran batako semua batako mempunyai ukuran yang sama yaitu 40 cm x 19,5 cm x 10 cm. Hal ini disebabkan karena ukuran dari cetakan mempunyai dimensi 40 cm x 19,5 cm x 10 cm.

3. Uji Fisis

a. Massa jenis

Hasil pengujian massa jenis disajikan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 5** Grafik Hasil Uji Massa Jenis Batako

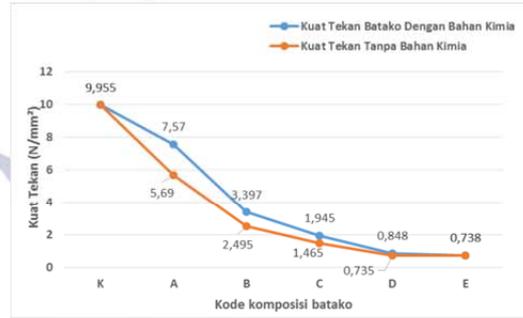
Gambar di atas diketahui massa jenis batako *sludge* yang ditambah bahan kimia memiliki kuat tekan antara 1733,96 – 807,99 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk batako *sludge* yang tidak ditambah bahan kimia memiliki kuat tekan yang lebih rendah yaitu antara 1762,67 – 792,73 kg/m<sup>3</sup>.

Menurut Satyarno, 2004, pembagian batako ringan berdasarkan massa jenis 240 – 800 kg/m<sup>3</sup>, digunakan sebagai dinding pemisah atau isolasi, massa jenis 800 – 1400 kg/m<sup>3</sup> digunakan sebagai dinding pemikul beban, dan massa jenis 1400 – 1800 kg/m<sup>3</sup> dapat

digunakan sebagai batako normal struktur. Maka batako *sludge* dengan komposisi A, B, C, dan D tergolong batako yang dapat memikul beban menurut massa jenisnya. Sedangkan untuk komposisi E masih bisa digunakan sebagai dinding pemisah/ isolasi.

b. Kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan disajikan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 6** Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Batako

Menurut Satyarno, 2004 pembagian batako ringan berdasarkan kuat tekannya antara 0,35 – 7 MPa digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi, 7 – 17 MPa digunakan sebagai dinding pemikul beban, dan >17 MPa dapat digunakan sebagai batako normal struktur. Selain itu menurut Yothin Ungkoon, 2007 nilai kuat tekan dari batako ringan berpori yang dikeringkan secara alami adalah sebesar 1,6 MPa.

Menurut SNI 03-0349-1989 Tentang Bata Beton, batako *sludge* komposisi A tergolong kedalam mutu II, batako *sludge* komposisi B tergolong dalam mutu IV, untuk batako *sludge* dengan komposisi C, D dan E tidak memenuhi persyaratan kuat tekan yang ditentukan SNI.

c. Penyerapan air

Hasil pengujian penyerapan air disajikan pada gambar dibawah ini:



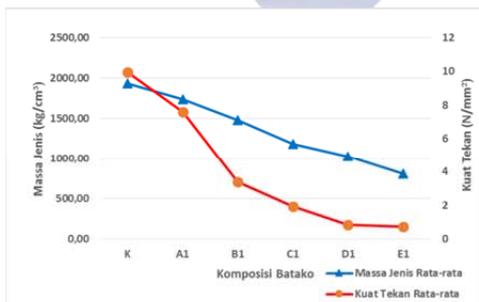
Gambar 7 Grafik Hasil Uji Penyerapan Air Batako

Menurut SNI 03-0349-1989 Bata Beton penyerapan air bata beton untuk mutu I adalah sebesar 0 – 25%, sedangkan untuk bata beton mutu II memiliki daya serap air sebesar 25 – 35%.

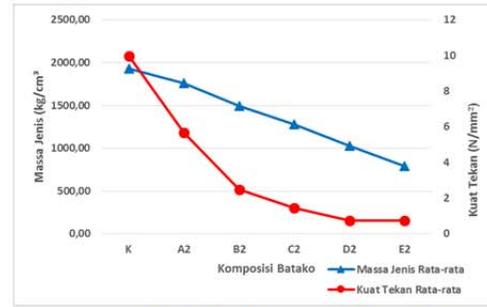
Jadi penyerapan batako *sludge* dengan tambahan bahan kimia pada semua komposisi termasuk kedalam mutu I dengan daya serap air 7,638 – 16,955%. Batako *sludge* tanpa menggunakan bahan kimia pada komposisi A, B, dan C termasuk mutu I dengan daya serap air 8,037 – 21,718%, sedangkan untuk komposisi D dan E termasuk kedalam mutu II dengan daya serap 28,48 – 30,312%.

C. Hubungan Pengujian Fisis Batako

1. Hubungan kuat tekan dengan massa jenis batako



Gambar 8 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Massa Jenis Batako Dengan Bahan Kimia

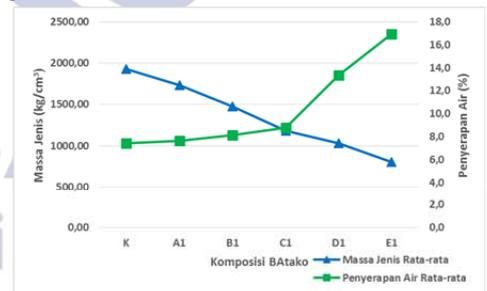


Gambar 9 Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Massa Jenis Batako Tanpa Bahan Kimia

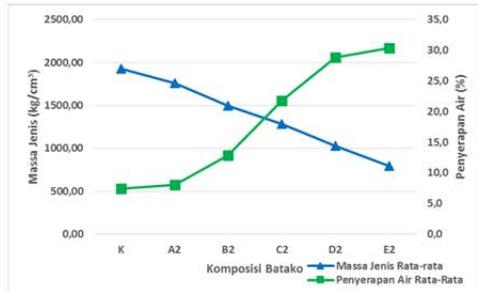
Data di atas dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh hubungan batako dengan substitusi *sludge* industri kertas dan kulit kerang dengan penambahan bahan kimia (*conplast WP 421* dan *monomer*). Hubungan kuat tekan dan massa jenis batako kertas yang menggunakan bahan kimia semakin banyak substitusi *sludge* makin rendah kuat tekan, dan semakin rendah kuat tekan maka semakin rendah pula massa jenis batako, yang membedakan hanya kuat tekan batako.

Menurut Aan Fauzi dan Ferry Indrarajra (2013) karena berat volume pasir lebih tinggi dari *sludge*, sehingga menyebabkan kuat tekan menurun begitu juga dengan massa batako.

2. Hubungan penyerapan air dengan massa jenis batako



Gambar 10 Grafik Hubungan Penyerapan Air Dengan Massa Jenis Batako Dengan Bahan Kimia

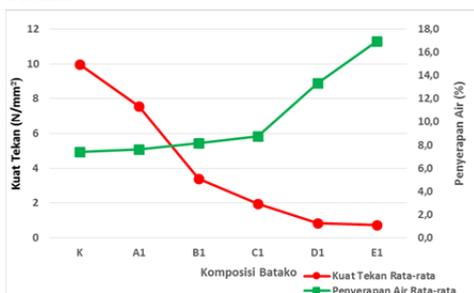


**Gambar 11** Grafik Hubungan Penyerapan Air Dengan Massa Jenis Batako Tanpa Bahan Kimia

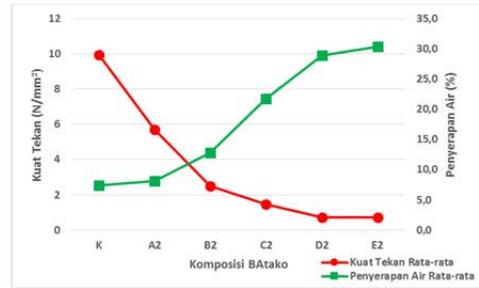
Data di atas dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh hubungan batako dengan substitusi *sludge* industri kertas dan kulit kerang tanpa penambahan bahan kimia (*conplast WP 421* dan *monomer*). Hubungan kuat tekan dan penyerapan air batako *sludge* yang tidak menggunakan bahan kimia sama dengan batako *sludge* yang menggunakan bahan kimia yaitu semakin banyak substitusi *sludge* makin rendah massa jenis, dan semakin rendah massa jenis maka semakin tinggi penyerapan air, yang membedakan hanya kualitas penyerapan air batako kertas.

Menurut Berlian Sihombing (2009) menurunnya penyerapan air yang terjadi pada batako disebabkan adanya reaksi eksternal antara CaO dan SiO<sub>2</sub>, yang akan menimbulkan panas serta gelembung-gelembung gas (CO<sub>2</sub>) dan H<sub>2</sub>O yang terbentuk selama proses pencetakan akan terurai sehingga menimbulkan rongga pada batako. Hal tersebut juga akan mempengaruhi pada massa jenis batako karena semakin banyak pori maka massa batako akan menurun.

3. Hubungan kuat tekan dengan penyerapan air batako



**Gambar 12** Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Penyerapan Air Batako Dengan Bahan Kimia



**Gambar 13** Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Penyerapan Air Batako Tanpa Bahan Kimia

Data di atas dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh hubungan batako dengan substitusi *sludge* industri kertas dan kulit kerang dengan penambahan bahan kimia (*conplast WP 421* dan *monomer*). Hubungan kuat tekan dan penyerapan air batako kertas yang menggunakan bahan kimia semakin banyak substitusi *sludge* makin rendah kuat tekan, dan semakin rendah kuat tekan maka semakin tinggi penyerapan air.

Menurut Berlian Sihombing (2009) menurunnya penyerapan air yang terjadi pada batako disebabkan adanya reaksi eksternal antara CaO dan SiO<sub>2</sub>, yang akan menimbulkan panas serta gelembung-gelembung gas (CO<sub>2</sub>) dan H<sub>2</sub>O yang terbentuk selama proses pencetakan akan terurai sehingga menimbulkan rongga pada batako. Hal ini juga mempengaruhi terhadap kuat tekan batako, apabila semakin banyak pori maka batako semakin keropos sehingga mengurangi kekuatan tekan.

**PENUTUP**

A. Simpulan

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pembahasan pada penelitian pemanfaatan limbah kulit kerang darah dan *sludge* industri kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *conplast WP 421* dan *monomer* pada pembuatan batako, maka dapat diambil kesimpulan batako *sludge* yang memenuhi syarat SNI 03-0349-1989 adalah batako *sludge* komposisi A1 (1 PC : 5 PS (substitusi 5% Kulit Kerang) : 1 *Sludge* + 0.5% *Monomer* + 1% *Conplast WP421*) masuk dalam mutu II, batako *sludge* komposisi A2 (1 PC : 5 PS (substitusi 5% Kulit Kerang) : 1 *Sludge*) masuk dalam mutu III, dan batako

*sludge* komposisi B1 (1 PC : 4 PS (substitusi 5% Kulit Kerang) : 2 *Sludge* + 0.5% *Monomer* + 1% *Conplast WP421*) dan B2 (1 PC : 4 PS (substitusi 5% Kulit Kerang) : 2 *Sludge*) masuk dalam mutu IV.

Industri Kertas Semen. Tesis. Medan: USU

#### B. Saran

Dari penelitian pemanfaatan limbah kulit kerang darah dan *sludge* industri kertas sebagai substitusi pasir dan penambahan *conplast WP 421* dan monomer pada pembuatan batako, maka untuk penelitian selanjutnya penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian ini batako dengan komposisi B (1 PC : 4 PS (substitusi 5% Kulit Kerang) : 2 *Sludge*) bisa di produksi untuk dinding penyekat atau isolasi yang lebih ringan dari batako biasa.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi bentuk batako berlubang.
3. Perlu dilakukan analisis untuk mengkaji variasi komposisi bahan dalam campuran batako, misalnya komposisi pasir tetap dengan perbandingan semen : *sludge* : Kulit kerang yang variatif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Pedoman Penulisan Artikel E-Journal Unesa*. Universitas Surabaya. Surabaya
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*.
- Fauzi, Aan, dkk. 2013. *Pemanfaatan Limbah Sludge Kertas PT. Adiprima Suraprinta Pada Pembuatan Panel Dinding*. Jurnal. ITS.
- Khusna, Himnil. 2012. *Analisis Kandungan Kimia dan Pemanfaatan Sludge Kertas Sebagai Bahan Pembuatan Batako*. Skripsi. Semarang: UNS.
- Kurniawan, Rio dan Guswandi. 2008. "Pengaruh Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton". Jurnal disajikan dalam Seminar Nasional Industri Dan Teknologi [SNIT] 2008, Bengkalis, 03-04 Desember.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Edisi Kedua. Yogyakarta: ANDI.
- Satyarni, Iman. 2004. *Light Weight Styrofoam Concrete For Lighter And More Ductile Wall*, Universitas Gajah Mada.
- Sihombing, Berlian. 2009. *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Dibuat dari Sludge (limbah Padat)*