

**TINJAUAN KUALITAS BATAKO DENGAN PEMAKAIAN BAHAN
TAMBAH SERBUK HALUS *EX COLD MILLING***

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**BAMBANG IRAWAN
NIM : D 100 090 079
NIRM : 09.6.106.03010.5.0079**

Kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

**TINJAUAN KUALITAS BATAKO DENGAN PEMAKAIAN BAHAN
TAMBAH SERBUK HALUS *EX COLD MILLING***

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

BAMBANG IRAWAN
NIM : D 100 090 079
NIRM : 09.6.106.03010.5.0079

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T.
NIP : 1959.06.28.1987.03.1.001

Pembimbing Pendamping



Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillahirrohmannirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : BAMBANG IRAWAN
NIM/NIRM : D 100 090 079 / 09 6 106 03010 50079
Fakultas /Progdi : Teknik / Teknik Sipil
Jenis : Tugas Akhir
Judul Skripsi : TINJAUAN KUALITAS BATAKO DENGAN
PEMAKAIAN BAHAN TAMBAH SERBUK HALUS *EX*
COLD MILLING

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalty kepada UMS atas penulisan karya ilmiah saya demi pengembangan Ilmu Pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih, menyediakan/mengalih formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (databases), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 12 November 2014
Yang Menyerahkan,



BAMBANG IRAWAN

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUALITAS BATAKO DENGAN PEMAKAIAN BAHAN TAMBAH SERBUK HALUS *EX COLD MILLING*

Batako adalah suatu jenis unsur bangunan yang berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya, air dan agregat, dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak merugikan sifat beton itu. Seiring perkembangan zaman dan teknologi serta inovasi atau alternatif dalam pembuatan penelitian dengan judul Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah serbuk halus *ex cold milling*, yang bertujuan sebagai inovasi atau alternatif. Bahan tambah dan beberapa presentase optimal penambahan serbuk halus *ex cold milling* baik untuk Uji bahan. Dalam penelitian ini mempergunakan benda uji berupa batako dengan ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm. Bahan-bahan yang digunakan adalah pasir dari Klaten, serbuk halus *ex cold milling*, Semen merk holcim, air di ambil dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, bahan tambah serbuk halus *ex cold milling*, dengan variasi penambahan 0%, 10%, 15%, 20%, 25% dari berat adukan batako. Jumlah sampel benda uji 5 untuk setiap presentase penambahan, sehingga total benda uji adalah 147 buah. Perencanaan campuran mengacu pada Departemen Pekerjaan Umum 1989-(SNI 03-0348-1989) dengan faktor air semen (fas) 0,5. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbandingan antara benda uji batako dengan penambahan serbuk halus *ex cold milling* dalam Uji bahan, benda uji batako lebih baik dibanding dengan bata ringan merk *elephant*. Sedangkan uji kuat lentur batako TB. Bintang Terang dengan benda uji batako pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* masih di bawah kualitas kuat lenturnya dengan batako TB. Bintang Terang .

Kata kunci : serbuk halus *ex cold milling*, Uji bahan, persentase penambahan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat tiap tahunnya membuat jumlah kebutuhan bahan bangunan semakin meningkat. Pada umumnya konsumsi bahan bangunan tidak lepas dari batu bata sebagai salah satu pembentuk konstruksi dinding didalam suatu bangunan. Kebutuhan batu bata yang semakin meningkat dan faktor penggerusan tanah semakin dalam mengakibatkan penggunaan batu bata kurang efisien dalam bahan bangunan. Maka dari itu, batako sebagai alternatif pengganti batu bata untuk pembuatan dinding diharapkan mampu mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu dalam pelaksanaannya, batako dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup kuat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak yang terbuat dari pasir, semen Portland dan air yang ukurannya hampir sama dengan batu bata. Batako terdiri dari dua jenis yaitu batako berlubang dan batako pejal. Seiring perkembangan teknologi banyak ditemukan alternatif dan inovasi dalam pembuatan batako untuk meningkatkan mutu dan kualitas. Salah satu inovasi dan alternatif yang dilakukan dengan cara melakukan penambahan bahan dalam pembuatan batako tersebut.

Dalam penelitian ini akan menggunakan jenis batako pejal dengan bahan tambah serbuk halus *ex cold milling* sebagai alternatif dan inovasi dalam pembuatan batako. Penggunaan bahan tambah serbuk halus *ex cold milling* dari yang kurang atau tidak bermanfaat menjadi bermanfaat dengan adanya penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan dan lainnya. Beton merupakan salah satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland atau semen hidrolis yang lain kadang dengan bahan tambahan (adiktif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan, pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dan air.

B. Batako

Batako atau juga disebut bata beton ialah suatu jenis unsur bangunan yang berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya, air dan agregat, dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak

merugikan sifat beton itu. Departemen Pekerjaan Umum 1989-(SNI 03-0348-1989)

LANDASAN TEORI

Bahan Penyusun Batako

1. Agregat halus

Agregat halus merupakan agregat yang besarnya tidak lebih dari 5mm sehingga pasir dapat berupa pasir alam atau berupa pasir dari pecahan batu yang dihasilkan pemecah batu (Nevil, 1997),

2. Semen Portland

Semen portland adalah bahan pengikat hidrolis berupa serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terdiri dari silika – silika kalsium yang bersifat hidrolis) dengan gips sebagai bahan tambah.

3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, untuk membasahi agregat dan akan memberikan kemudahan pada adukan beton. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung-gelembung air sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak sempurna, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton (Mulyono, 2005).

4. Serbuk Halus Ex Cold Milling

Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan dalam campuran batako adalah serbuk halus *ex cold milling*. Serbuk halus *ex cold milling* dipecah dengan lolos saringan no.4 kemudian dicampur pada adukan batako. Maksud dari penggunaan serbuk halus *ex cold milling* untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang tinggi terhadap batako normal dalam waktu pengujian selama 28 hari.

B. Pengujian Batako

1. Kuat Tekan Batako

Kuat tekan benda percobaan dapat dihitung dengan cara hasil bagi antara benda tekan maksimum dan luas permukaan benda uji. Berdasarkan dari Departemen Pekerjaan Umum, 1989-SNI-03-0691, besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (III.1)$$

dengan :

f_c = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = luas permukaan benda uji (cm²)

2. Uji kuat lentur batako

Pengujian kuat lentur beton bertujuan untuk memperoleh kuat lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur. Kuat lentur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_l = \frac{3PL}{2b.d^2} \dots \dots \dots (III.3)$$

dengan :

σ_l = kuat lentur benda uji (MPa)

- P = beban maksimum (kg)
 L = panjang tumpuan (cm)
 b = lebar benda uji (cm)
 d = tinggi benda uji (cm)

3. Uji absorpsi

Uji absorpsi (penyerapan air) dilakukan setelah umur batako 28 hari untuk mengetahui berapa persentasi penyerapan air oleh batako. untuk menghitung nilai penyerapan air dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots (III.4)$$

dengan

A = Berat batako basah

B = Berat batako kering

4. Kuat Tarik Belah Batako

Pengujian kuat tarik belah batako dilakukan untuk mengetahui ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (SNI 03-2491-2002), besarnya kuat tarik belah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D} \dots (III.2)$$

dengan :

f_{ct} = kuat tarik belah silinder beton batako (kg/cm²)

P = beban tarik maksimum (kg)

D = diameter benda uji (cm)

L = panjang benda uji (cm)

5. Uji Graftasi Batako

Pengujian bentur batako bertujuan untuk mengetahui batako hancur atau tidak ketika batako dibenturkan. Pengujian dilakukan dengan cara membenturkan dua buah batako dengan batako pertama diletakkan dibawah di permukaan lantai, lalu batako kedua dijatuhkan dengan tinggi ±1 m. batako dinyatakan lulus dari uji bentur jika batako tidak hancur jika dibenturkan. (Sarindawati, 2005).

6. Uji Gesek Permukaan Batako

Pengujian gesek batako dilakukan dengan cara dua buah batako diletakkan pada permukaan batako kemudian dilakukan penggeseran atau gesekan sebanyak 10 kali gesekan. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah permukaan batako akan aus akibat penggeseran tersebut. (Sarindawati, 2005).

METODE PENELITIAN

1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Agregat halus yang digunakan berasal dari kaliworo, Klaten.
- Semen *Portland*
 Semen yang digunakan adalah merk holcim dengan isi 40kg, keadaan semen baik

kemasan juga tertutup rapat dan tidak mengalami penggumpalan pada semen.

- Air yang digunakan berasal dari jaringan air bersih dari laboratorium Teknik Sipil UMS. Secara visual air tidak berwarna, tidak berbau, tidak mengandung kimia dan dapat digunakan sebagai penelitian.
- Bahan tambah serbuk halus *ex cold milling*, lolos saringan no.4 .

Tahapan Penelitian :

- Tahap I : Persiapan bahan-bahan dan alat-alat penelitian.
- Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- Tahap III : Perancangan dan pembuatan benda uji.
- Tahap IV : Pengujian benda uji.
- Tahap V : Analisis data dan pembahasan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel V.1. Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis pemeriksaan agregat halus	Hasil pemeriksaan	SNI
1.	Berat satuan volume agregat	1,71 gr/cm ³	-
2.	halus	4,63%	Kurang dari 5%
3.	Kandungan kadar lumpur	no. 3 (orange)	Tidak lebih tua dari pembanding
4.	Kandungan bahan organik		
	Pemeriksaan berat jenis		
	• Berat jenis <i>bulk</i>	2,44 gr/cm ³	(2,4 - 2,7)
5.	• Penyerapan	4,7%	5%
6.	Berat satuan volume semen	1,06 gr/cm ³	-
	SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	penurunan 3,6 cm	Kurang separuh tinggi kerucut

Berdasarkan dari tabel pemeriksaan agregat halus diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Berat satuan volume agregat halus

Berat satuan volume agregat halus adalah berat dari hasil pembagian dari berat agregat halus dengan volume. Nilai dari pemeriksaan berat volume agregat halus diperoleh sebesar 1,71 gr/cm³.

- Pengujian kadar lumpur dalam pasir.

Nilai yang terkandung dalam agregat halus sebesar 4,63%, maka agregat halus sudah bisa digunakan karena tidak melebihi yang disyaratkan yaitu kurang dari 5%.

- Pengujian kandungan bahan organik dalam pasir.

Dari hasil pemeriksaan kandungan bahan organik yang terdapat pada pasir yang telah dilakukan menunjukkan warna yang dihasilkan dari pemeriksaan yaitu orange dan tidak lebih tua dari warna pемbandingan. Sehingga bahan organik yang terkandung dalam pasir memenuhi syarat.

4. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat pasir.

Dalam pemeriksaan berat jenis diperoleh nilai dari berat jenis *bulk* sebesar $2,44 \text{ gr/cm}^3$ maka termasuk agregat normal, karena syarat agregat normal (2,4 – 2,7) dan penyerapan 4,7% maka agregat halus baik dalam campuran adukan batako karena tidak melebihi yang disyaratkan yaitu kurang dari 5%.

5. Pemeriksaan berat satuan volume semen.

Berat satuan volume semen adalah berat dari hasil pembagian dari berat semen dengan volume. Nilai dari pemeriksaan berat volume semen diperoleh sebesar $1,06 \text{ gr/cm}^3$.

6. Pemeriksaan SSD (*Saturated Surface Dry*) pasir.

Berdasarkan dari hasil pemeriksaan didapatkan angka penurunan rata-rata sebesar 3,6 cm. Dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat halus dapat digunakan karena agregat halus mengalami penurunan kurang dari separuh tinggi kerucut ($1/2 \times 7,4 \text{ cm} = 3,7 \text{ cm}$).

B. Hasil Pengujian Batako

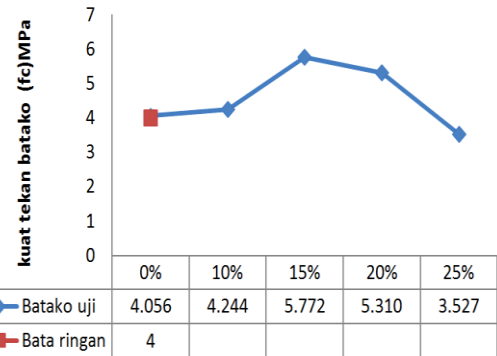
1. Perbandingan pengujian kuat tekan batako antara benda uji, dengan bata ringan *merk elephant*

Tabel V.2. pengujian kuat tekan batako

Penambahan serbuk halus ex cold milling (%)	Diameter a (cm)	Luas (L) (cm ²)	Berat (kg)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat tekan maksimum (kg/cm ²)	Kuat tekan maksimum (Mpa)	Kuat tekan maksimum rata-rata (Mpa)
0%	15	176.71	8.320	7000	39.612	3.961	4.056
	15	176.71	8.410	6500	36.782	3.678	
	15	176.71	8.570	8000	45.271	4.527	
10%	15	176.71	8.390	7450	42.158	4.216	4.244
	15	176.71	8.590	7500	42.441	4.244	
	15	176.71	8.480	7550	42.724	4.272	
15%	15	176.71	8.960	9800	55.457	5.546	5.772
	15	176.71	8.410	9100	51.495	5.150	
	15	176.71	8.590	11700	66.208	6.621	
20%	15	176.71	8.620	9500	53.759	5.376	5.310
	15	176.71	8.680	9650	54.608	5.461	
	15	176.71	8.720	9000	50.930	5.093	
25%	15	176.71	8.740	5600	31.690	3.169	3.527
	15	176.71	8.820	6900	39.046	3.905	
	15	176.71	8.920	6200	35.085	3.508	

Tabel V.3. Spesifikasi produk *merk elephant*

Spesifikasi produk	
Kuat tekan	4 MPa
Berat jenis nominal	495 kg/m ³
Berat perencanaan	595 kg/m ³
Penyusutan	0.02%
Daya hantar panas	1.58 W/m-k
Penyerapan air	2.90%



Gambar V.1. grafik perbandingan kuat tekan batako

Berdasarkan gambar V.1. nilai kuat tekan batako pada umur 28 hari dengan nilai fas 0,5, diperoleh bahwa penambahan serbuk halus *ex cold milling* 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % secara berturut-turut didapatkan nilai kuat tekan batako rata-rata sebesar 4,056 MPa; 4,244 MPa; 5,772 MPa; 5,310 MPa; 3,527 MPa. Jadi nilai kuat tekan maksimum terjadi pada persentase penambahan serbuk halus *ex cold milling* 15% dengan nilai yang dihasilkan sebesar 5,772 MPa. Dibandingkan dengan bata ringan *merk elephant* kuat tekan maksimum benda uji batako lebih besar yaitu sebesar 5,772 MPa dibanding dengan bata ringan *merk elephant* sebesar 4 MPa.

2. Perbandingan pengujian kuat lentur batako antara benda uji batako, bata ringan, dan batako TB. Bintang Terang.

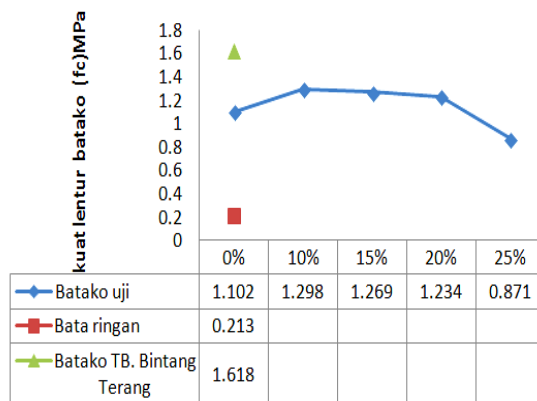
a). Perbandingan kuat lentur posisi berdiri

Tabel V.4. pengujian kuat lentur posisi berdiri

Nilai fas	Penambahan serbuk halus ex cold milling (%)	Beban Maksimum (P) (Kg)	Panjang tumpuan (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (d) (cm)	Kuat lentur maksimum (kg/cm ²)	Kuat lentur maksimum (Mpa)	Kuat lentur maksimum rata-rata (Mpa)
0.5	0%	1150	24	10	15	12.267	1.227	1.102
		1000	24	10	15	10.667	1.067	
		950	24	10	15	10.133	1.013	
	10%	1250	24	10	15	13.333	1.333	1.298
		850	24	10	15	9.067	0.907	
		1550	24	10	15	16.533	1.653	
	15%	1250	24	10	15	13.333	1.333	1.269
		1420	24	10	15	15.147	1.515	
		900	24	10	15	9.600	0.960	
	20%	1350	24	10	15	14.400	1.440	1.234
		1050	24	10	15	11.200	1.120	
		1070	24	10	15	11.413	1.141	
	25%	700	24	10	15	7.467	0.747	0.871
		800	24	10	15	8.533	0.853	
		950	24	10	15	10.133	1.013	

Tabel V.5. pengujian kuat lentur bata ringan dan batako TB. Bintang Terang posisi berdiri

Jenis batako	Beban Maksimum (P) (Kg)	Panjang tumpuan (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (d) (cm)	Kuat lentur maksimum (kg/cm ²)	Kuat lentur maksimum (Mpa)	Kuat lentur maksimum rata-rata (Mpa)
bata ringan	200	24	10	15	2.133	0.213	0.213
	250	24	10	15	2.667	0.267	
	150	24	10	15	1.600	0.160	
TB. Bintang Terang	1450	24	10	15	15.467	1.547	1.618
	1650	24	10	15	17.600	1.760	
	1450	24	10	15	15.467	1.547	



Gambar V.2. grafik perbandingan kuat lentur batako posisi berdiri

Berdasarkan gambar V.2. nilai kuat lentur batako posisi berdiri pada umur 28 hari dengan nilai fas 0,5, diperoleh bahwa penambahan serbuk halus *ex cold milling* 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % secara berturut-turut didapatkan nilai kuat lentur batako rata-rata sebesar 1,102 MPa; 1,298 MPa; 1,269 MPa; 1,234 MPa; 0,871 MPa. Jadi nilai kuat lentur maksimum terjadi pada persentase penambahan serbuk halus *ex cold milling* 10% dengan nilai yang dihasilkan sebesar 1,298 MPa. Dibandingkan dengan bata ringan nilai kuat lentur maksimum pada gambar V.2 benda uji batako lebih besar yaitu 1,298 MPa, dibanding dengan bata ringan sebesar 0,213 MPa dan batako TB. Bintang Terang nilai kuat lenturnya sebesar 1,618 MPa lebih besar dibandingkan kuat lentur benda uji batako dan bata ringan.

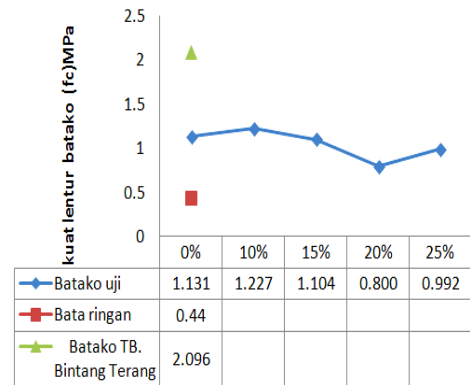
b). Perbandingan kuat lentur posisi tidur

Tabel V.6. pengujian kuat lentur posisi tidur

Nilai fas	Penambahan serbuk halus <i>ex cold milling</i> (%)	Beban Maksimum (P) (Kg)	Panjang tumpuan (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (d) (cm)	Kuat lentur maksimum (kg/cm ²)	Kuat lentur maksimum (Mpa)	Kuat lentur maksimum rata-rata (Mpa)
0.5	0%	700	24	15	10	11.200	1.120	1.131
		700	24	15	10	11.200	1.120	
		720	24	15	10	11.520	1.152	
	10%	750	24	15	10	12.000	1.200	1.227
		850	24	15	10	13.600	1.360	
		700	24	15	10	11.200	1.120	
	15%	750	24	15	10	12.000	1.200	1.104
		600	24	15	10	9.600	0.960	
		720	24	15	10	11.520	1.152	
	20%	550	24	15	10	8.800	0.880	0.800
		400	24	15	10	6.400	0.640	
		650	24	15	10	10.400	1.040	
	25%	660	24	15	10	10.560	1.056	0.992
		550	24	15	10	8.800	0.880	

Tabel V.7. pengujian kuat lentur bata ringan dan batako TB. Bintang Terang posisi tidur

Jenis batako	Beban Maksimum (P) (Kg)	Panjang tumpuan (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (d) (cm)	Kuat lentur maksimum (kg/cm ²)	Kuat lentur maksimum (Mpa)	Kuat lentur maksimum rata-rata (Mpa)
bata ringan	210	24	15	10	5.040	0.504	0.440
	180	24	15	10	4.320	0.432	
	160	24	15	10	3.840	0.384	
TB. Bintang Terang	820	24	15	10	19.680	1.968	2.096
	550	24	15	10	13.200	1.320	
	1250	24	15	10	30.000	3.000	



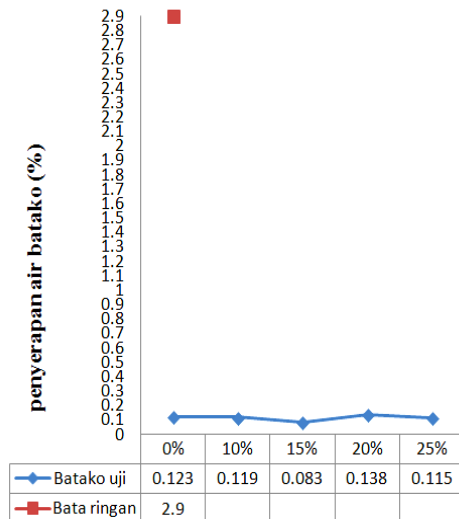
Gambar V.3. grafik perbandingan kuat lentur batako posisi tidur

Berdasarkan gambar V.3. nilai kuat lentur batako posisi tidur pada umur 28 hari dengan nilai fas 0,5, diperoleh bahwa penambahan serbuk halus *ex cold milling* 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % secara berturut-turut didapatkan nilai kuat lentur batako rata-rata sebesar 1,131 MPa; 1,227 MPa; 1,104 MPa; 0,800 MPa; 0,992 MPa. Jadi nilai kuat lentur maksimum terjadi pada persentase penambahan serbuk halus *ex cold milling* 10% dengan nilai yang dihasilkan sebesar 1,227 MPa. Dibandingkan dengan bata ringan nilai kuat lentur maksimum pada gambar V.3 benda uji batako lebih besar yaitu 1,227 MPa, dibanding dengan bata ringan sebesar 0,440 MPa dan batako TB. Bintang Terang nilai kuat lenturnya sebesar 2,096 MPa lebih besar dibandingkan kuat lentur benda uji batako dan bata ringan.

3. Perbandingan uji *absorbsi* (penyerapan air) batako antara benda uji batako dengan bata ringan merk *elephant*.

Tabel V.8. uji *absorbsi* (penyerapan air)

nilai fas	Penambahan serbuk halus <i>ex cold milling</i> (%)	berat kering (gr)	berat jenuh air	selisih berat	berat air (%)	rata-rata %
0.5	0%	7861	8729	868	0.110	0.123
		7778	8716	938	0.121	
		7710	8782	1072	0.139	
	10%	7762	8661	899	0.116	0.119
		7663	8651	988	0.129	
		7900	8792	892	0.113	
	15%	8125	8842	717	0.088	0.083
		8314	8961	647	0.078	
		8151	8828	677	0.083	
	20%	7466	8622	1156	0.155	0.138
		7482	8473	991	0.132	
		7950	8947	997	0.125	
	25%	7692	8585	893	0.116	0.115
		7765	8662	897	0.116	
		7865	8754	889	0.113	



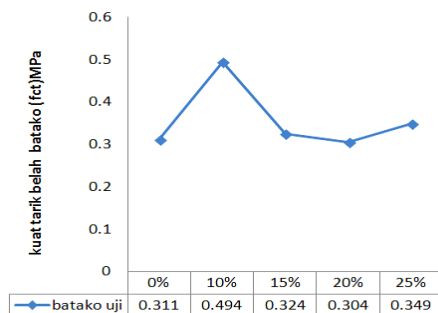
Gambar V.4. grafik perbandingan penyerapan batako

Berdasarkan gambar V.4. penyerapan air pada batako umur 28 hari dengan nilai fas 0,5, diperoleh bahwa penambahan serbuk halus *ex cold milling* 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % secara berturut-turut didapatkan hasil penyerapan air batako rata-rata sebesar 0,123 % ; 0,119 %; 0,083 %; 0,138 %; 0,115 %. Jadi penyerapan air rendah terjadi pada persentase penambahan serbuk halus *ex cold milling* 15% dengan nilai yang dihasilkan sebesar 0,083%. Dibandingkan dengan bata ringan penyerapan pada gambar V.4 benda uji batako lebih kecil yaitu 0,083 %, dibanding dengan bata ringan merk *elephant* sebesar 2,9 % .

4. Hasil pengujian kuat tarik belah batako

Tabel V.9. pengujian kuat tarik belah batako

Nilai fas	Komposisi penambahan serbuk halus <i>ex cold milling</i> (%)	Diameter a (cm)	Luas (L) (cm ²)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat tarik belah maksimum (kg/cm ²)	Kuat tarik belah maksimum (Mpa)	Kuat tarik belah maksimum rata-rata (Mpa)
0.4	0%	15	1178.10	4500	3.820	0.382	0.311
		15	1178.10	3500	2.971	0.297	
		15	1178.10	3000	2.546	0.255	
	10%	15	1178.10	5700	4.838	0.484	0.494
		15	1178.10	6000	5.093	0.509	
		15	1178.10	5750	4.881	0.488	
	15%	15	1178.10	4300	3.650	0.365	0.324
		15	1178.10	3200	2.716	0.272	
		15	1178.10	3850	3.353	0.335	
	20%	15	1178.10	4000	3.395	0.340	0.304
		15	1178.10	3250	2.759	0.276	
		15	1178.10	3500	2.971	0.297	
	25%	15	1178.10	4150	3.523	0.352	0.349
		15	1178.10	4250	3.608	0.361	
		15	1178.10	3950	3.353	0.335	



Gambar V.5. grafik pengujian kuat tarik belah batako

Berdasarkan gambar V.5. Nilai kuat tarik belah batako pada umur 28 hari dengan nilai fas 0,5, diperoleh bahwa pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* 0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, secara berturut-turut didapat nilai kuat tarik belah batako rata-rata sebesar 0,311 MPa; 0,494 MPa; 0,324 MPa; 0,304 MPa; 0,349 MPa. Jadi nilai kuat tarik belah maksimum terjadi pada persentase penambahan serbuk halus *ex cold milling* 10% dengan nilai yang dihasilkan sebesar 0,494 MPa.

5. Hasil uji gravitasi batako

Pengujian uji gravitasi batako dilakukan dengan menggunakan benda uji dengan ukuran diameter 30 x 15 x 10 cm. Hasil dari pengujian uji gravitasi dapat dilihat pada Lampiran IV.10. Tabel V.10. uji gravitasi batako

Nilai fas	penambahan serbuk halus <i>ex cold milling</i> (%)	Berat (kg)	Gravitasi (g) (m/dt ²)	Tinggi jatuh (h) (m)	Energi Potensial (Ep=m.g.h) (kg.m ² /dt ²)	keterangan
0.5	0%	8.255	9.800	1.000	80.899	Pecah/terlepas
		8.305	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		8.240	9.800	1.000	80.732	Tdk pecah/terlepas
		7.915	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		7.725	9.800	1.000	75.705	Tdk pecah/terlepas
		8.215	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
	10%	8.155	9.800	1.000	79.919	Tdk pecah/terlepas
		8.322	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		7.864	9.800	1.000	77.047	Tdk pecah/terlepas
		7.775	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		8.210	9.800	1.000	80.458	Tdk pecah/terlepas
		8.460	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
	15%	8.155	9.800	1.000	79.919	Tdk pecah/terlepas
		8.335	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		8.368	9.800	1.000	82.006	Pecah/terlepas
		8.549	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		8.250	9.800	1.000	80.850	Tdk pecah/terlepas
		8.155	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
	20%	8.055	9.800	1.000	78.939	Tdk pecah/terlepas
		8.021	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		7.851	9.800	1.000	76.940	Pecah/terlepas
		7.920	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		8.255	9.800	1.000	80.899	Tdk pecah/terlepas
		8.285	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
	25%	7.462	9.800	1.000	73.128	Tdk pecah/terlepas
		7.666	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas
		7.711	9.800	1.000	75.568	Tdk pecah/terlepas
		7.652	9.800	0.000	0.000	Pecah/terlepas
		7.910	9.800	1.000	77.518	Tdk pecah/terlepas
		8.175	9.800	0.000	0.000	Tdk pecah/terlepas

6. Hasil uji gesek permukaan batako

Pengujian uji geser batako dilakukan dengan menggunakan benda uji dengan ukuran diameter 30 x 15 x 10 cm. Hasil dari pengujian uji gesek dapat dilihat pada Lampiran IV.11.

Tabel V.11. uji gesek permukaan batako.

Nilai fis	Komposisi penambahan serbuk halus ex cold milling (%)	Berat		Keterangan		
		Awal (kg)	Akhir (kg)	Aus (kg)	Utuh	Tidak utuh
0.5	0%	7.790	7.735	0.055	✓	-
		7.755	7.710	0.045	✓	-
		8.160	8.130	0.030	✓	-
		7.990	7.940	0.050	✓	-
		7.915	7.875	0.040	✓	-
	10%	7.650	7.475	0.155	✓	-
		8.055	8.025	0.030	✓	-
		8.311	8.159	0.052	✓	-
		7.964	7.922	0.042	✓	-
		7.685	7.642	0.043	✓	-
	15%	8.270	8.345	0.035	✓	-
		8.155	8.100	0.055	✓	-
		8.151	8.129	0.022	✓	-
		8.344	8.311	0.033	✓	-
		8.368	8.265	0.103	✓	-
	20%	8.549	8.531	0.018	✓	-
		8.515	8.411	0.104	✓	-
		8.030	7.995	0.035	✓	-
		8.055	8.042	0.013	✓	-
		8.021	8.010	0.011	✓	-
	25%	7.851	7.825	0.026	✓	-
		7.900	7.892	0.008	✓	-
		7.950	7.915	0.035	✓	-
		7.865	7.819	0.046	✓	-
		7.562	7.552	0.010	✓	-
		7.566	7.523	0.044	✓	-
		7.711	7.697	0.014	✓	-
		7.655	7.625	0.030	✓	-
		7.975	7.920	0.055	✓	-
		7.905	7.856	0.049	✓	-

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat hasil sebagai berikut:

- Kuat tekan maksimum terjadi pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* sebesar 15% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar 5,772 MPa.
- Pada pengujian kuat lentur maksimum pada posisi berdiri terjadi pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* sebesar 10% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar 1,298 Mpa sedangkan pada posisi tidur pengujian kuat lentur maksimum terjadi pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* sebesar 10 % dengan nilai rata-rata sebesar 1,227 MPa.
- Pada uji absorpsi penyerapan rendah terjadi pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* sebesar 15% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,083 %.
- Pengujian kuat tarik belah maksimum terjadi pada penambahan serbuk halus *ex cold milling* sebesar 10% dengan nilai rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,494 MPa.

2). Hasil perbandingan pada pengujian kuat tekan maksimum pada benda uji batako lebih besar yaitu sebesar 5,772 MPa dibanding dengan bata ringan merk elephant sebesar 4 MPa. Pada uji penyerapan air benda uji batako daya serap lebih rendah sebesar 0,083 % dibanding dengan bata ringan merk elephant sebesar 2,9 %.

3). Hasil perbandingan pada pengujian kuat lentur batako TB. Bintang Terang hasil kuat

lenturnya paling baik dibandingkan dengan bata ringan dan benda uji batako, baik pada posisi pengujian berdiri maupun tidur.

4). Gesekan dua buah batako menunjukkan, bahwa batako masih dalam kondisi utuh tidak mengalami aus atau berkurang permukaan (lepas menjadi butiran-butiran lembut).

5). Pengujian gravitasi yang dilakukan tidak membuat batako menjadi hancur melainkan hanya membuat bagian pinggir batako menjadi pecah sedikit.

6). Bila ditinjau dari penambahan serbuk halus *ex cold milling* benda uji yang dibuat terjadi kuat tekan, kuat lentur, kuat tarik belah dan uji absorpsi maksimum pada penambahan antara 10 % sampai 15 %.

B. Saran

Setelah melaksanakan penelitian ini, penulis ingin memberikan saran-saran sebagai berikut:

- Penelitian ini menggunakan cetakan batako manual oleh karena itu batako kurang sempurna dan tidak efisien dari segi waktu. Untuk penelitian selanjutnya agar didapatkan hasil batako yang lebih baik dan efisien sebaiknya menggunakan cetakan batako yang semi otomatis atau otomatis.
- Perlu dipilih teknik pencampuran pada saat proses pembuatan batako supaya semua bahan dapat tercampur menjadi satu adonan batako.
- Pada saat pembuatan batako uji membutuhkan tempat yang luas untuk menempatkan batako uji, agar batako dapat terlindungi.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Paul Nugraha., 2007.*Teknologi Beton*. Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Aziz, S. 2008. *Tinjauan Kekuatan Dinding Panel Bertulangan Bambu Dengan Bahan Tambah Abu Batu Bara (Fly Ash), Gypsum dan Lem Beton*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding SNI 03-0349-1989*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI 03-2834-1993*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1996. *Bata Beton (Paving Block) SNI 03-0691-1996*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SNI 03-2491-2002*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- <http://www.ilmusipil.com/pengertian-beton-adalah-atau.html>
- Diakses pada Tanggal 18 Agustus 2014. Pada Pukul 13: 45 WIB.
- <http://taramikacich.wordpress.com/2012/10/23/pengujian-semen-portland/>
- Diakses Pada Tanggal 19 Agustus 2014. Pada Pukul 18.15 WIB
- <http://septanabp.wordpress.com/2013/06/05/memilih-bahan-konstruksi/>
- diakses Pada Tanggal 19 Agustus 2014. Pada Pukul 18.30 WIB
- Nevil.2005. *Persyaratan agregat halus*.
- Nugroho, A.2014.*Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Samsudin, A. 2011.*Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sarлиндawati, S. 2005. *Pemanfaatan Limbah Batu Bata sebagai Bahan Batako Alternatif*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.