

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERUTAN BAMBU TERHADAP KUAT TEKAN BATAKO

oleh :

Desi Putri

Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknik - PLN

Email : desi.putri@sttpln.ac.id

Gita Puspa Artiani

Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknik - PLN

Email : gitapuspa@sttpln.ac.id

Indah Handayasari

Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknik - PLN

Email : indahhandayasari@sttpln.ac.id

Abstrak : Batako merupakan salah satu bagian material pada pembuatan dinding bangunan. Material pembuat batako semua berasal dari material alam. Untuk mengurangi eksplorasi material alam yang berlebihan perlu adanya penelitian tentang material pengganti material alam untuk membuat batako. Limbah serutan bambu masih belum dapat perhatian yang serius, bahkan dibakar begitu saja tanpa adanya pengolahan yang lebih bermanfaat. Padahal limbah serutan bambu tersebut mempunyai potensi untuk dimanfaatkan, salah satunya sebagai material tambahan pada campuran batako. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah serutan bambu terhadap kuat tekan batako . Pembuatan batako dibuat dari agregat halus, semen Portland type I, dan serutan bambu yang berasal dari limbah bambu yang dipotong kecil-kecil. Benda uji penelitian dibuat dengan perbandingan komposisi semen, agregat halus dan air dengan 4 perlakuan serutan bambu yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dilakukan pada hari ke-7,14, 21 dan 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan optimum terdapat pada variasi 10% serutan bambu terhadap pasir dengan nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 40,11 Kg/cm² dan termasuk kedalam tingkat mutu III. Kuat tekan paling rendah terdapat pada variasi 30% serutan bambu terhadap pasir dengan nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 28,15 Kg/cm² dan termasuk kedalam tingkatan mutu IV. Hal ini menunjukkan serutan bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada pembuatan batako karena masih memenuhi syarat mutu sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif bahan konstruksi pengganti bata.

Kata Kunci : Batako, Limbah, Serutan Bambu, Batako Ringan.

Abstract : Batako is one part of the material on the manufacture of building walls. Material of brick maker all comes from natural materials. To reduce the exploration of excessive natural materials there needs to be research on material substitute for natural materials to make brick. The waste of bamboo shavings still can not be serious attention, even burned away without any more useful processing. Though the waste bamboo waste has the potential to be utilized, one of them as an additional material in the mix of brick. The purpose of this research is to know how big the effect of the addition of bamboo shavings to the compressive strength of the brick. Brick making is made of fine aggregate, Portland type I cement, and bamboo shavings derived from bamboo waste are cut into small pieces. The test specimens were made with the ratio of cement composition, fine aggregate and water with 4 bamboo shavings ie 0%, 10%, 20%, and 30% from the weight of fine aggregate. The compressive strength test was performed on day 7, 14, 21 and 28 days. From the test results, the optimum compressive strength value is found in the 10% variation of

bamboo shavings against the sand with a compressive strength value of 40.11 Kg / cm² and included in the level of quality III. The lowest compressive strength is found in a 30% bamboo shavings variation on sand with a compressive strength value of 28.15 Kg / cm² and is included in the grade IV. This shows the bamboo shavings can be utilized as an added ingredient in the manufacture of brick because it still meets the quality requirements so that it can be used as an alternative construction material brick replacement.

Keywords: Batako, Waste, Bamboo Shampoo, Lightweight Batako

Pendahuluan

Perkembangan jumlah penduduk mengakibatkan pesatnya peningkatan kebutuhan akan perumahan terutama di daerah perkotaan. Peningkatan kebutuhan perumahan dan gedung secara otomatis kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat pula. Peningkatan kebutuhan bahan bangunan harus disikapi dengan pemanfaatan dan penemuan alternatif bahan bangunan baru yang mempunyai kualitas yang lebih baik dari bahan bangunan sebelumnya. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan harapan akan ditemukannya alternatif teknik konstruksi yang efisien serta penyediaan bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis.

Salah satu material bangunan yang sering digunakan pada bangunan gedung dan perumahan adalah Batako. Batako merupakan salah satu bagian material pada pembuatan dinding bangunan. Material pembuat batako semua berasal dari material alam. Untuk mengurangi eksplorasi material alam yang berlebihan perlu adanya penelitian tentang material pengganti material alam untuk membuat batako. Salah satu bahan tambah atau pengganti untuk membuat batako adalah pemanfaatan limbah serutan bambu.

Bambu sebagai bahan konstruksi dapat digunakan sebagai bangunan rumah termasuk tiang, balok, partisi, kuda-kuda, jembatan maupun sebagai penyangga. Dilihat dari segi ekonomi bambu sangat

menguntungkan karena harganya yang murah dan mudah di dapat sedangkan dari segi konstruksi bambu mempunyai kekuatan yang cukup baik (Masdar, 2006). Kelebihan penggunaan bambu sebagai bahan konstruksi yaitu bambu merupakan bahan bangunan yang dapat diperbarui, masa konstruksi sangat singkat, biaya konstruksi murah dan tidak memerlukan peralatan yang modern. Keunggulan lain dari bambu ini yaitu ringan dan mempunyai kelenturan yang cukup tinggi sehingga bambu sangat baik digunakan untuk bangunan tahan gempa.

Kekuatan bambu sebagai bahan konstruksi dipengaruhi oleh sifat fisik dan sifat mekaniknya. Sifat fisik dan mekanik ini merupakan informasi penting dalam rangka memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat bahan yang dihasilkan. Berdasarkan sifat fisik dan mekanik bambu, pemakaian bambu sebagai bahan konstruksi dapat dioptimumkan karena kita dapat mengetahui keunggulan dari bahan tersebut disamping kelemahannya. Dengan mengetahui keunggulan bambu kita dapat merencanakan kegunaannya berdasarkan kebutuhan dalam pendayagunaan bambu sebagai bahan konstruksi. Sedangkan dengan mengetahui kelemahan dari bambu kita bisa mencari solusi cara mengatasi dengan melakukan penelitian dan tindakan lebih lanjut. Sifat fisik dan mekanik ini dipengaruhi oleh umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban baik pada buku ataupun ruas

(Janssen, 1991). Selain itu, faktor-faktor lingkungan tempat tumbuh bambu juga berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik bambu (Masdar, 2009).

Pemilihan limbah serutan bambu dikarenakan bahan baku alternatif ini termasuk mudah diperoleh dan berupa limbah sehingga harganya pun murah. Material ini banyak terbuang di lingkungan sehingga perlu dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Penggunaan serutan bambu sebagai serat pada batako didasarkan pada pertimbangan bahwa kuat tariknya cukup tinggi, pembuatan dari bahan baku menjadi serat cukup mudah dan tidak perlu peralatan khusus, serta populasi bambu yang cukup banyak dan tersebar sehingga mudah diperoleh. Penambahan serutan bambu pada campuran batako pada penelitian ini diharapkan dapat memproduksi batako ringan, memiliki kuat tekan yang lebih tinggi serta menjadi alternatif bahan konstruksi yang ramah lingkungan.

Batako

Batako atau bata beton merupakan bahan bangunan sebagai alternatif pengganti batu bata yang dibuat sebagai campuran semen, pasir, dan air dengan komposisi tertentu dan berfungsi sebagai dinding. Batako cukup kuat dan dapat disusun lima kali lebih cepat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Keunggulan yang lain dari dinding batako yaitu dapat meredam panas dan suara. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu batako adalah jenis semen yang digunakan, agregat yang digunakan, ada tidaknya bahan tambahan, kelembaban dan suhu ketika pengeringan. Bata beton dapat dibagi atas dua jenis (SK SNI 03-0349-1989), yaitu:

1. Bata beton berlubang yaitu bata yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan pembantu lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih besar dari 25% volume batanya.
2. Bata beton pejal adalah bata beton yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih luas penampang seluruhnya, dan mempunyai volume pejal lebih dari 75% volume seluruhnya.

Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong beton yang memiliki densitas 2200 – 2400 kg/m³ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (*mix design*). Sedangkan batako ringan merupakan beton yang memiliki densitas < 1800 kg/m³, kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*). Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) jenis, yaitu :

1. Batako putih (tras)
 - Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Campuran tersebut dicetak. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu gunung berapi., warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecoklatan. Umumnya memiliki ukuran panjang 25-30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm.
2. Batako semen/ batako pres
 - Batako pres dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan), ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada

kepadatan permukaan batakonya. Umumnya memiliki ukuran panjang 36-40 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 18-20 cm.

3. Batako ringan

Batako ringan dibuat dari bahan baku pasir kuarsa, kapur, semen, dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan.

Faktor yang mempengaruhi kuat tekan batako tergantung pada : faktor air semen, umur batako, kepadatan batako, bentuk dan struktur batauan, ukuran agregat dan lain-lain. Persyaratan mutu batako serta syarat ukuran standar dan toleransi dimensinya (ukuran panjang, lebar dan tebal) seperti terlihat pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut ini.

Tabel 1. Persyaratan Mutu Batako

No	Persyaratan Fisis / Mutu	Satuan	Mutu Bata Beton Pejal			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto dan Rata-rata minimum	Kg/cm ²	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimum	Kg/cm ²	90	65	35	21
3	Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-

Sumber : SNI 03-0349-1989

Tabel 2. Syarat Ukuran Standar dan Toleransi Ukuran Batako

No	Jenis	Ukuran			Tebal dinding sekatan lubang minimum	
		Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1	Pejal	390 ± 3	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2	Berlubang : a. Kecil b. Besar	390 ± 3	190 ± 2	200 ± 2	20	15
		390 ± 3	190 ± 2	200 ± 2		

Sumber : SNI 03-0349-1989

Material Utama Pembentuk Batako

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004). Semen merupakan bahan terpenting dalam pembentukan batako, dimana semen bereaksi dengan air membentuk suatu pasta (seperti lem) yang berfungsi sebagai bahan pengikat diantara agregat halus maupun agregat kasar. Perbedaan sifat jenis semen satu dengan yang lainnya dapat terjadi karena perbedaan susunan kimia maupun kehalusan butir-butirnya (Nurmawati, Ida. 2006). Menurut standar ASTM C 348-97 yaitu berat jenis semen berkisar dari 3,30 – 3,25 gr/cm³, selain itu menurut SNI S-04-1989-F dalam Buku Ajar Teknologi Beton, Ir Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E, 2007, semen portland dibagi menjadi 5 jenis yaitu:

Jenis 1 : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

Jenis 2 : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis 3 : Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

Jenis 4 : Semen Portland yang dalam penggunaannya untuk konstruksi menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Jenis 5 : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut

persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan 4,75 mm dan sesuai dengan Peraturan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847 - 2013, disebutkan persyaratan tentang agregat halus sebagai berikut :

1. Agregat halus dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu
2. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%
4. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak
5. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
 - Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat
 - Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat
 - Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar 80% - 95% berat
6. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Agregat halus atau pasir merupakan bahan pengisi yang dipakai bersama bahan pengikat dan air untuk membentuk campuran yang padat dan keras. Pasir yang dimaksud adalah butiran-butiran mineral yang keras dengan ukuran butiran antara 0,15mm sampai 5mm (Tjokrodinuljo,

1996). Agregat halus atau pasir untuk bata beton (batako pejal) dapat berupa pasir alami hasil disintregasi alam dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Menurut SK-SNI-S-04-1989-F syarat untuk agregat halus, yaitu agregat halus terdiri dari butir-butir tajam, keras, kekal dengan gradasi yang beraneka ragam. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat total agregat, bahan organik dan reaksi terhadap alkali harus negatif. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Menurut SK SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Gradasi Menurut Kekasaran Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 75	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	33 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 100
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber : SK SNI-T-15-1990-03

Keterangan :

Daerah I : Pasir Kasar

Daerah II : Pasir Agak Kasar

Daerah III : Pasir Agak Halus

Daerah IV : Pasir Halus

Air merupakan salah satu bahan utama pembentuk batako. Adapun syarat-syarat air untuk campuran batako adalah dapat diminum, jernih, tidak mengandung bau dan kotoran, serta tidak mengandung minyak dan bahan organik lainnya.

Spesifikasi air untuk bata beton pejal sebagai berikut :

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak bata beton pejal.
3. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa dengan kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
4. Air dapat dipakai asalkan campuran + air yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan tekan paling sedikit 90% dari kekuatan tekan semen + air yang memakai air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

Limbah Serutan Bambu

Bambu merupakan material konstruksi yang besar potensinya untuk dikembangkan. Dilihat dari segi ekonomi bambu sangat menguntungkan karena harganya yang murah dan mudah didapat sedangkan dari segi konstruksi bambu mempunyai kekuatan yang cukup baik Sifat mekanik bambu dapat diketahui dengan melakukan penelitian di laboratorium. Pengujian yang dilakukan harus mengikuti standar tertentu yang meliputi ukuran spesimen dan cara-cara pengujiannya. Dalam hal pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan bambu terhadap tarik, tekan, lentur dan geser. Masdar (2006) melakukan penelitian terhadap sifat mekanik Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*). Nilai sifat mekanik Bambu Petung dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rata-rata hasil uji mekanik Bambu Petung (Masdar, 2006)

No	Jenis Pengujian	Nilai rata-rata
1	Kekuatan lentur	128,80 MPa
2	Kuat tekan tegak lurus serat	51,06 MPa
3	Kuat tekan sejajar serat	50,29 MPa
4	Kekuatan geser	7,62 MPa
5	Kekuatan Tarik	402,18 MPa
6	MOE	13746,33 MPa

Pemanfaatan bambu di kehidupan masyarakat sudah sangat beragam seperti dalam pembuatan kerajinan/anyaman, proyek pembangunan sampai sarana pelengkap upacara keagamaan. Pemanfaatan sisa/limbah serutan bambu tersebut masih belum dapat perhatian yang serius, bahkan dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan yang lebih bermanfaat sehingga terkesan hanya mengotori lingkungan di sekitarnya. Material ini banyak terbuang di lingkungan sehingga perlu dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Selama beberapa tahun terakhir, telah diadakan penelitian untuk mengembangkan material baru seperti serutan bambu di dalam bahan konstruksi. Dari hasil pengujian diharapkan dapat menghasilkan penambahan serutan bambu dari berat agregat halus yang dapat memproduksi batako ringan, memiliki kuat tekan yang lebih tinggi serta menjadi alternatif bahan konstruksi yang ramah lingkungan.



Gambar 1. Limbah serutan bambu

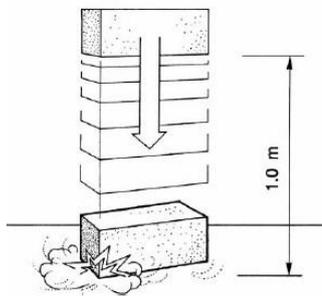
Pengujian Kualitas Batako Di Lokasi Pembuatan

Batako padat atau bata beton pejal yang kurang baik biasanya dibuat dengan mutu semen yang jelek, pasir yang kotor serta tidak dilakukan curing dengan baik. Pada batako yang kurang baik terdapat retak, mudah patah dan permukaannya berpasir. Selain itu juga batako yang kurang baik mempunyai daya tahan yang rendah dan tidak mampu menahan beban berat.

Pengujian produk batako yang biasanya dilakukan dilokasi pembuatannya antara lain :

a. Uji Jatuh

Batako yang baik seharusnya tidak patah ketika dijatuhkan pada tanah yang keras dari ketinggian 1 meter.



Gambar 2. Cara Pemeriksaan Batako dengan Uji Jatuh

b. Uji Gores

Batako yang dicuring dengan benar memiliki permukaan yang cukup keras sehingga kuku tidak dapat menggoresnya.

Adapun pengujian karekteristik pada batako dengan pemanfaatan limbah serutan bambu yang dilakukan yaitu Uji Kuat Tekan.

Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan batako (*Compression Test*) bertujuan untuk mengetahui kuat tekan yang terjadi pada batako yang telah mengeras. Standard pengujian diatur dalam

SNI 1974-2011 yang mengacu pada ASTM C-39. Untuk mendapatkan besar tegangan hancur dari batako tersebut dilakukan dengan membagi gaya tekan yang tercatat dengan luas penampang benda uji. Perhitungan tegangan hancur pada benda uji batako menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

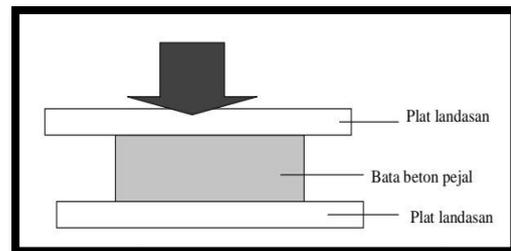
$$F = \frac{P}{A}$$

Dimana :

F : Kuat tekan beton (Kg/cm²)

P : Gaya tekan yang terjadi (Kg)

A : Luas permukaan benda uji (cm²)



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan Batako

Metode Penelitian

Secara garis besar metode penelitian terdiri dari dua tahap pengujian. Pada tahap awal penelitian dilakukan pengujian pendahuluan yang meliputi pengujian sifat-sifat fisik (*physical properties*) agregat halus dan serutan bambu. Pada tahap kedua dilakukan pembuatan benda uji, setelah berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dilakukan pengujian kuat tekan. Agar diperoleh hasil yang optimal perlu diperlukan suatu perencanaan pelaksanaan yang sistematis mulai dari awal sampai selesai dan sesuai dengan tujuan pekerjaan. Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

Tahan Persiapan :

1. Studi Literatur
Dalam tahap ini dilakukan pencarian referensi dan riset yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Persiapan Bahan dan Alat
Penelitian dilaksanakan secara eksperimental di Laboratorium Teknologi Beton Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta. Sebelum penelitian dilaksanakan, dilakukan persiapan bahan dan peralatan yang akan digunakan yaitu:

Bahan Penelitian :

- a. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian adalah Pasir Bangka.
- b. Air
Air yang digunakan adalah air dari instalasi air bersih Laboratorium Teknologi Beton Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta. Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual terhadap air. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air yang digunakan untuk minum. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa air dari Laboratorium Teknologi Beton Sekolah Tinggi Teknik - PLN Jakarta dalam kondisi bersih, tidak berwarna dan tidak berbau sehingga dapat digunakan karena telah memenuhi syarat sesuai yang tercantum pada SNI 7974 : 2013.
- c. Semen
Semen portland yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland Produksi PT. Gresik dengan kemasan 40 kg/zak. Semen yang digunakan saat

penelitian tidak menggumpal dan dalam keadaan kering sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat berat isi semen sebesar $3175,36 \text{ kg/m}^3$ atau setara dengan $3,18 \text{ gr/cm}^3$, sehingga dapat digunakan karena telah memenuhi standar ASTM C 348-97 yaitu berat isi semen berkisar $3,03 - 3,25 \text{ gr/cm}^3$.

- d. Serutan Bambu
Serutan bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah serutan bambu yang didapatkan dari limbah bambu yang dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1-2 cm menggunakan galah berasal dari daerah Cipondoh.

Alat Penelitian :

- a. Timbangan
- b. oven
- c. Gelas ukur
- d. Satu set Ayakan Agregat Halus
- e. Molen
- f. Cetakan Batako
- g. Alat-alat Pengujian Berat Jenis
- h. Alat-alat Pengujian Kadar Lumpur
- i. Alat Pengujian Kuat Tekan

Tahap Pelaksanaan :

1. Pembuatan Benda Uji
Pembuatan benda uji dilakukan dengan variasi komposisi limbah serutan bambu terhadap agregat halus 0%, 10%, 20 dan 30%. Benda uji disiapkan masing-masing 3 buah untuk pengujian kuat tekan dengan pengujian sampel pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah benda uji dan variasinya dijabarkan dalam Tabel 5.
2. Perawatan Benda Uji
Setelah benda uji dibuat kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji dengan tujuan agar retak-retak pada

permukaan batako dapat dihindari serta mutu yang diinginkan dapat tercapai.

3. Pelaksanaan Pengujian dan Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap melakukan pengujian tiap benda uji yang sudah dibuat untuk uji kuat tekan yang kemudian dicatat hasilnya.

Tabel 5. Jumlah Benda Uji Untuk Setiap Variasi Limbah Serutan Bambu

No	Kadar Limbah Serutan Bambu	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan
1	0 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (21 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
2	10 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (21 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
3	20 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (21 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
4	30 %	3 Buah (7 Hari)
		3 Buah (14 Hari)
		3 Buah (21 Hari)
		3 Buah (28 Hari)
Jumlah		48 Buah

Sumber : data uji penelitian

Tahap Analisa

Setelah didapatkan data hasil pengujian kemudian dilakukan analisa dan pembahasan serta membandingkan sifat kuat tekan dari setiap data tersebut.

Analisa Dan Pembahasan

Rancangan Adukan (*Mix Design*) Batako berbahan campuran batako terdiri dari agregat halus berupa pasir Bangka, semen

portland produksi PT. Gresik, bahan tambah berupa serutan bambu yang berasal dari limbah bambu yang dipotong kecil-kecil menggunakan parang dan air dari Laboratorium Teknologi Beton Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta. Keseluruhan rancangan adukan campuran batako dapat dilihat di bawah ini :

Perbandingan volume = 1 semen : 6 Pasir
 Dimensi benda uji = 40cm x 20cm x 10cm
 Volume cetakan

$$= 40\text{cm} \times 20\text{cm} \times 10\text{cm} = 8000 \text{ cm}^3 = 0,008 \text{ m}^3$$

Massa Jenis Semen = 3175,36 kg/m³

Massa Jenis Satuan Pasir = 1375,77 kg/m³

Massa Jenis Serutan Bambu = 246,04 kg/m³

Semen:

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= 1/6 \times 0,008 \times 3175,36 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,63 \text{ Kg/m}^3 + \text{waise } 10\% \\ &= 3,63 \text{ Kg/m}^3 + 0,36 \\ &= 3,99 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Pasir :

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= 6/7 \times 0,008 \times \\ &1375,77 \text{ kg/m}^3 \\ &= 9,43 \text{ Kg/m}^3 + \text{waise } 10\% \\ &= 9,43 \text{ Kg/m}^3 + 0,94 \\ &= 10,37 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Untuk variasi serutan bambu maka :

$$\frac{\text{Berat Satuan Bambu}}{\text{Berat Satuan Pasir}} = \frac{246,04 \text{ kg/m}^3}{1315,77 \text{ kg/m}^3} = 0,19$$

Berat serutan bambu pengganti sebagian pasir :

$$\begin{aligned} 0\% &= 10,37 \times \frac{0}{100} \times 0,19 = 0,00 \text{ Kg} \\ 10\% &= 10,37 \times \frac{10}{100} \times 0,19 = 0,20 \text{ Kg} \\ 20\% &= 10,37 \times \frac{20}{100} \times 0,19 = 0,39 \text{ Kg} \\ 30\% &= 10,37 \times \frac{30}{100} \times 0,19 = 0,59 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan berat serutan bambu untuk masing-masing variasi persentase substitusi serutan bambu terhadap pasir diperoleh berat pasir serta

rancangan adukan (*Mix Design*) berat benda uji batako yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rancangan Adukan (*Mix Design*) untuk 1 Batako

Persentase	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
0%	Pasir : 10,37 Kg Srtm : 0,00 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,37 Kg Srtm : 0,00 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,37 Kg Srtm : 0,00 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,37 Kg Srtm : 0,00 Kg Semen : 3,99 Kg
10%	Pasir : 10,17 Kg Srtm : 0,20 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,17 Kg Srtm : 0,20 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,17 Kg Srtm : 0,20 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 10,17 Kg Srtm : 0,20 Kg Semen : 3,99 Kg
20%	Pasir : 9,98 Kg Srtm : 0,39 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,98 Kg Srtm : 0,39 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,98 Kg Srtm : 0,39 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,98 Kg Srtm : 0,39 Kg Semen : 3,99 Kg
30%	Pasir : 9,78 Kg Srtm : 0,59 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,78 Kg Srtm : 0,59 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,78 Kg Srtm : 0,59 Kg Semen : 3,99 Kg	Pasir : 9,78 Kg Srtm : 0,59 Kg Semen : 3,99 Kg

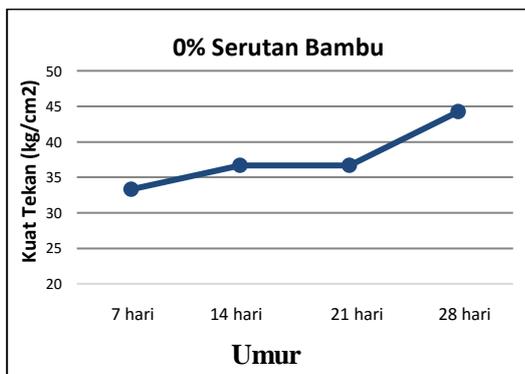
Variasi Campuran Serutan Bambu 0%

Hasil uji kuat tekan batako dengan bahan tambah serutan bambu pada variasi campuran 0% dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 7 Variasi Campuran Serutan Bambu 0%

Variasi campuran	Hari Ke-	Berat (Kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas tamp. (cm)	Kuat tekan (Kg/cm ²)	Tingkat Mutu
			p	l	t			
0%	7	15,83	40	10	20	400	33,31	IV
	14	15,65	40	10	20	400	36,64	IV
	21	15,76	40	10	20	400	36,64	IV
	28	15,56	40	10	20	400	44,25	III

Sumber : Hasil pengolahan data



Gambar 4. Grafik Nilai Kuat Tekan Batako Variasi Serutan Bambu 0%

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan didapatkan faktor kenaikan kuat tekan untuk variasi serutan bambu 0% didasari oleh penambahan waktu pengujian yang menunjukkan pencapaian nilai tertinggi yaitu pada hari ke-28 sebesar 44,25 kg/cm². Kenaikan variasi serutan bambu 0% dari hari ke-7 hingga hari ke-28 adalah 10,94 kg/cm².

Variasi Campuran Serutan Bambu 10%

Hasil uji kuat tekan bata beton pejal dengan

bahan tambah serutan bambu pada variasi campuran 10% dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 8. Variasi Campuran Serutan Bambu 10%

Variasi campuran	Hari Ke-	Berat (Kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas tamp. (cm)	Kuat tekan (Kg/cm ²)	Tingkat Mutu
			p	l	t			
0%	7	15,83	40	10	20	400	31,88	IV
	14	15,65	40	10	20	400	32,15	IV
	21	15,76	40	10	20	400	33,31	IV
	28	15,56	40	10	20	400	40,11	III

Sumber : Hasil pengolahan data

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan didapatkan faktor kenaikan kuat tekan untuk variasi serutan bambu 10% didasari oleh penambahan waktu pengujian yang menunjukkan pencapaian nilai tertinggi yaitu pada hari ke-28 sebesar 40,11 kg/cm². Kenaikan variasi serutan bambu 10% dari hari ke-7 hingga hari ke-28 adalah

8,23 kg/cm².

Variasi Campuran Serutan Bambu 20%

Hasil uji kuat tekan batako dengan bahan tambah serutan bambu pada variasi campuran 20% dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 9. Variasi Campuran Serutan Bambu 20%

Variasi campuran	Hari Ke-	Berat (Kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas tamp. (cm)	Kuat tekan (Kg/cm ²)	Tingkat Mutu
			p	l	t			
0%	7	15,83	40	10	20	400	26,17	IV
	14	15,65	40	10	20	400	29,50	IV
	21	15,76	40	10	20	400	30,15	IV
	28	15,56	40	10	20	400	33,79	III

Sumber : Hasil pengolahan data

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan didapatkan faktor kenaikan kuat tekan untuk variasi serutan bambu 20% didasari oleh penambahan waktu pengujian yang menunjukkan pencapaian nilai tertinggi yaitu pada hari ke-28 sebesar 33,79. Kenaikan variasi serutan bambu 20% dari hari ke-7 hingga hari ke-28 adalah

7,62 kg/cm².

Variasi Campuran Serutan Bambu 30%

Hasil uji kuat tekan batako dengan bahan tambah serutan bambu pada variasi campuran 30% dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 10. Variasi Campuran Serutan Bambu 30%

Variasi campuran	Hari Ke-	Berat (Kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas tamp. (cm)	Kuat tekan (Kg/cm ²)	Tingkat Mutu
			p	l	t			
0%	7	15,83	40	10	20	400	19,99	IV
	14	15,65	40	10	20	400	22,15	IV

	21	15,76	40	10	20	400	26,21	IV
	28	15,56	40	10	20	400	28,15	III

Sumber : Hasil pengolahan data

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan didapatkan faktor kenaikan kuat tekan untuk variasi serutan bambu 30% didasari oleh penambahan waktu pengujian yang menunjukkan pencapaian nilai tertinggi yaitu pada hari ke-28 sebesar 28,15 kg/cm². Kenaikan variasi serutan bambu 30% dari hari ke-7 hingga hari ke-28 adalah 8,16 kg/cm².

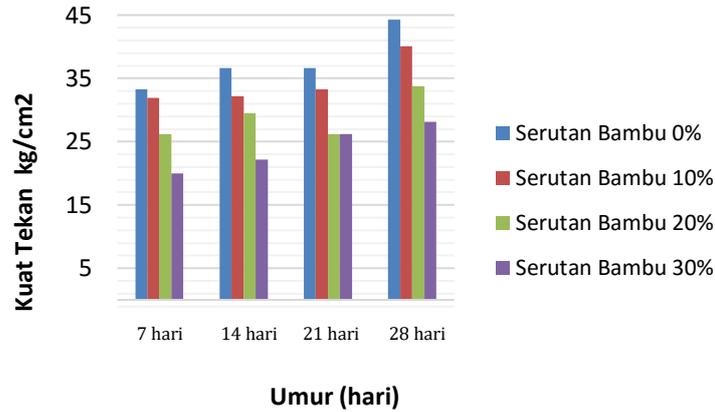
Nilai Optimum Campuran Batako

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang telah dilaksanakan dengan variasi persentase substitusi serutan bambu 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap pasir didapatkan nilai kuat tekan rata-rata batako sebagai berikut :

Tabel 11. Nilai Rata-rata Kuat Tekan Semua Variasi

Variasi camp.	Hari Ke-	Berat (Kg)	Ukuran sisi (cm)			Luas penamp. (cm)	Kuat tekan Rata-rata (Kg/cm ²)	Tingkat Mutu
			p	l	t			
Serutan Bambu 0%	7	16	40	10	20	400	33,31	IV
	14	16	40	10	20	400	36,64	IV
	21	16	40	10	20	400	36,64	IV
	28	16	40	10	20	400	44,25	III
Serutan Bambu 10%	7	16	40	10	20	400	31,88	IV
	14	16	40	10	20	400	32,15	IV
	21	16	40	10	20	400	33,31	IV
	28	16	40	10	20	400	40,11	III
Serutan Bambu 20%	7	16	40	10	20	400	26,17	IV
	14	16	40	10	20	400	29,50	IV
	21	16	40	10	20	400	26,21	IV
	28	16	40	10	20	400	33,79	IV
Serutan Bambu 30%	7	16	40	10	20	400	19,99	-
	14	16	40	10	20	400	22,15	-
	21	16	40	10	20	400	26,21	IV
	28	16	40	10	20	400	28,15	IV

Sumber : Hasil pengolahan data



Gambar 5. Hasil Kuat Tekan Batako Semua Variasi

Berdasarkan Tabel 11 dan Gambar 5. terlihat bahwa kuat tekan batako paling tinggi terdapat pada perbandingan campuran 0% serutan bambu dengan nilai kuat tekan 44,25 Kg/cm² dan kuat tekan paling rendah terdapat pada perbandingan campuran 30% serutan bambu dengan nilai kuat tekan 28,15 Kg/cm². Disini dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah serutan bambu yang digunakan sebagai pengganti sebagian pasir akan mengurangi kekuatan tekan batako.

Dari hasil analisis data maka didapat nilai optimum campuran serutan bambu yang digunakan sebagai pengganti sebagian pasir yaitu pada variasi perbandingan 10% serutan bambu dengan kuat tekan optimum batako adalah sebesar 40,11 kg/cm². Berdasarkan pengujian kuat tekan untuk semua variasi benda uji yang telah dilakukan merujuk SNI 03-049-1989 tentang syarat mutu rata-rata batako, batako yang dihasilkan mempunyai mutu III dan IV.

Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi perbandingan serutan bambu 0% diperoleh kuat tekan 44,25 Kg/cm²,

variasi serutan bambu 20% diperoleh kuat tekan 40,11 Kg/cm² serta serutan bambu 30% dengan nilai kuat tekan 28,15 Kg/cm² terhadap pasir termasuk dalam tingkat mutu III dan IV.

2. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan optimum terdapat pada variasi perbandingan serutan bambu 10% terhadap pasir yang diperoleh nilai kuat tekan sebesar 40,11 Kg/cm² yang termasuk kedalam tingkat mutu III. Hal ini menunjukkan serutan bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada pembuatan batako sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif bahan konstruksi yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- ASTM C 39. (2002). *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Annual Books of ASTM Standards. United States of America.*
- ASTM C-348-97. (2005). *Standar Tests Method for Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortar, Annual Books of ASTM Standards. USA.*

- Badan Standarisasi Nasional, 1989, SNI- 03-0349-1989, *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta.
- Bandar Standar Nasional Indonesia, 2011, SNI 1974-2011, *Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta
- Berlian,S.,(2009),”*Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan Yang Dibuat Dari Sludge (Limbah Padat) Industri Karet-Semen*”,Tesis Magister Fisika,Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Berutu,Hoddi Appul K.,2010,” *Pembuatan Dan Karakterisasi Batako Ringan Dengan Memanfaatkan Sekam Padi Sebagai Agregat Untuk Bahan Kedap Suara*”, Tesis Magister Fisika,Universitas Sumatera Utara,Medan.
- Cahyono,D,S,Rohman,K,R, 2013, “*Pemanfaatan Limbah Asbes Untuk Pembuatan Batako*”, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), Surakarta.
- Janssen, J.J.A., 1991, *Mechanical Properties of Bamboo*, Kluwer Academic Publisher, Netherland
- Masdar. A, 2006, *The influence of End-joint Position to The Bending Failure in Horizontal Glue-Laminated Beam*, Proceeding International Confrence Contruction on Industry, UTM, Malaysia
- Masdar, A., 2009, *Pengaruh Lingkungan Tempat Tumbuh Bambu Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik bamboo Petung*, Proceeding Seminar Nasional Rekayasa Bambu sebagai Bahan Bangunan Ramah Lingkungan ISBN:978-979-19525-0-7, UGM, Yogyakarta