

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI AGREGAT TAMBAHAN UNTUK BATAKO

Mekar Ria Pangaribuan^{1,*}, Utari², Amrizal³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ratu Samban
Jl Jend. Sudirman No 87 Gunung Alam Arga Makmur Bengkulu Utara, 38611

*Email: mekarria16@gmail.com

Diterima: 25 Oktober 2020

Direvisi: 21 Desember 2020

Disetujui: 11 April 2021

ABSTRAK

Conblok (*Concrete Blok*) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat sebagai bahan pasangan dinding. Batako yang akan dibuat adalah dari campuran limbah batu bara dan limbah kotoran sapi sebagai bahan pengganti agregat, karena bahan tersebut banyak terdapat di Desa Suka Makmur Kabupaten Bengkulu Utara. Penelitian ini bertujuan mendapatkan mutu batako dari campuran limbah batu bara dan kotoran sapi melalui uji kuat tekan yang dihasilkan. Metode penelitian yaitu analisis deskriptif eksperimental Hasil penelitian bahwa batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 35% memiliki hasil uji rata-rata kuat tekan yaitu 17,78kg/cm², sehingga dapat digunakan pada konstruksi seperti pembuatan partisi ruangan atau pagar. Sedangkan batako dengan penambahan limbah batubara 30% dan kotoran sapi 15% memiliki nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 15,56 kg/cm² tidak memenuhi syarat SNI sehingga tidak bisa digunakan sebagai bahan bangunan.

Kata kunci: batako, limbah batu bara, kotoran sapi, kuat tekan

ABSTRACT

Conblock (Concrete Block) or concrete molded stone is a building component made from a mixture of Portland cement or pozolan, sand, water and or without other additions which is molded in such a way that it meets the requirements as a wall material. The concrete blocks are made are from a mixture of coal waste and cow dung as a substitute for the aggregate because these materials are widely available in Suka Makmur Village, Bengkulu Utara Regency. This study aims to obtain the quality of the concrete blocks from the mixture of coal waste and cow dung through the resulting compressive strenght test. The research method is descriptive experimental analysis. The results showed that the concrete blocks with the addititions of the coal waste by 35% have the average compressive strenght test of 17.78 kg/m², so they can be used in contructions such as making from partitions of fences. While the concrete blocks with the additions of 30% coal waste and 15% cow dung have the average compressive strenght value of 15.56 kg/cm², they do not meet the SNI (Indonesian National Standard) requirements so they cannot be used as a building material.

Keywords: concrete block, coal waste, cow dung, compressive strength

PENDAHULUAN

Menurut SNI 03-0349-1989, Conblok (*Concrete Blok*) atau batu cetak beton adalah

komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya

(*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Sedangkan menurut Heinz dan Koesmartadi (2003), batu-batuan yang tidak dibakar, dikenal dengan nama batako (bata yang dibuat secara pemadatan dari trass, kapur dan air). Batako dapat digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari dinding, lantai, taman maupun lainnya dengan ukuran 10 cm x 20 cm x 40 cm.

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (1982) pasal 6, “Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lembab”. Mutu batako sangat dipengaruhi oleh komposisi dari penyusun - penyusunnya, disamping itu dipengaruhi oleh cara pembuatannya yaitu melalui proses manual (cetak tangan) dan pres mesin. Perbedaan dari proses pembuatan ini dapat dilihat dari kepadatan permukaannya.

Desa Suka Makmur yang berada di Kabupaten Bengkulu Utara merupakan desa yang berada di bekas lahan tambang batu bara dan sebagai masyarakat memiliki usaha kebun dan ternak. Keberadaan kotoran sapi dan limbah batu bara membuat pencemaran lingkungan berupa bau yang menyengat dan abu yang menyulitkan pernafasan. Bagaimana memanfaatkan kedua material tadi menjadi bahan *additive* pada batako, dan bagaimana proses pencampuran yang dapat menghasilkan produksi batako dengan kualitas yang bisa di uji. Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian Bidang Kontruksi dan Bangunan Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bengkulu.

Penggunaan batubara sebagai sumber energi akan menghasilkan abu yaitu berupa abu layang (*fly ash*) maupun abu dasar (*bottom ash*) yang berbentuk agregat seperti pasir. Hal ini dapat menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu masalah limbah batubara harus segera diselesaikan agar tidak terjadi penumpukan dalam jumlah yang besar baik di Indonesia maupun di dunia (Agung K, 2014).

Kotoran sapi adalah limbah hasil pencernaan sapi dan hewan dari subfamili Bovinae lainnya (kerbau, yak, bison). Kotoran sapi memiliki warna yang bervariasi dari kehijauan hingga kehitaman tergantung makanan yang dimakan kerbau atau sapi. Setelah terpapar udara, warna dari kotoran sapi cenderung

menjadi gelap ([https://id.m.wikipedia.org>wiki](https://id.m.wikipedia.org/wiki)).

Yang perlu diketahui dari batako meliputi: 1) Tiap meter persegi pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata, 2) Pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama, ukurannya besar, sehingga waktu dan ongkos pemasangan juga lebih hemat, 3) Khusus jenis yang berlubang dapat berfungsi sebagai isolasi udara, 4) Apabila pekerjaan rapi, tidak perlu di plester, 5) Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan, 6) Sebelum pemakaian tidak perlu di rendam air, 7) Kedap air sehingga sangat kecil kemungkinan terjadinya rembesan air, 8) Pemasangan lebih cepat.

Kekurangan menggunakan batako: 1) Mudah terjadi retak rambut pada dinding, 2) Mudah dilubangi dan mudah pecah karena terdapat lubang pada bagian sisi dalamnya kurang baik untuk isolasi panas udara, 3)

Adapun ukuran batako menurut SNI adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat-syarat Fisis Batako

No	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata minimum	Kg/cm ²	100	70	40	25	7	50	35	20
2	Kuat tekan masing-masing benda uji min	Kg/cm ²	90	65	35	21	6	45	30	17
3	Penyerapan air rata-rata maksimum	%	25	35	-	-	2	25	-	-

Sumber: SNI

Bahan campuran batako terdiri dari: 1) Semen: semen portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, yang terdiri terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu, 2) Agregat Halus/pasir. Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai, oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam 3 macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai, dan 3) Air. Secara umum air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Limbah padat abu dasar batubara (*Bottom Ash*) Abu dasar batubara sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga lebih merepotkan dalam penanganannya. Dalam jumlah banyak dan tidak ditangani dengan baik, abu batubara dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan (*fly ash*) di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya. Butiran tersebut mudah melayang dan terhisap oleh manusia dan hewan, dengan konsentrasi tertentu dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan. Abu batubara berbentuk agregat (*bottom ash*) yang seperti pasir umumnya ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan (*bottom ash*) ini menimbulkan masalah bagi lingkungan.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu dasar batubara (*bottom ash*) sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Limbah batu bara yang berbentuk agregat seperti pasir ini memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam: 1. Penyusun beton untuk jalan dan bendungan 2. Penimbunan lahan bekas pertambangan 3. Bahan penyusun pembuatan paving dan batako, dll (Sunaryo Suratman (1995: 5)

Batako yang diproduksi bahan bakunya terdiri dari pasir, semen dan air dengan perbandingan 1 : 4. Perbandingan komposisi bahan baku ini adalah sesuai dengan pedoman teknis yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.

Faktor yang Mempengaruhi Mutu Batako

Menurut Pusoko Prapto, agar didapat mutu batako yang memenuhi syarat SNI banyak faktor yang mempengaruhi antara lain: 1) Faktor air semen (f.a.s): Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Kekuatan dan kemudahan pengerjaan (*workability*) campuran adukan batako sangat dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang dipakai. Untuk suatu perbandingan campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula. Umur batako, 2) Mutu batako (kuat tekan) bertambah tinggi dengan bertambahnya umur batako.

Kepadatan batako, 3) Kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatannya.

Secara umum cetakan batako dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu cetakan manual dan cetakan mesin atau press.



Gambar 1. Cetakan Batako

Berbeda dengan mencetak batako yang dikerjakan secara manual, cara membuat batako press menggunakan bantuan mesin cetak press batako lebih efektif mudah dan tidak banyak menguras tenaga dan waktu.

Pengujian Karakteristik

Kekuatan tekan (*Compressive Strength*) atau Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

Kuat tekan beton karakteristik adalah kuat tekan hancur pada umur 28 hari, dimana dari sejumlah besar hasil pemeriksaan kuat tekan, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari itu terbatas sampai 5% saja. Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Nilai kuat tariknya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Rumus kuat tekan beton yang digunakan berdasarkan SK-SNI-T-15-1990-03 adalah :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

σ = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban tekan maksimum (kg)

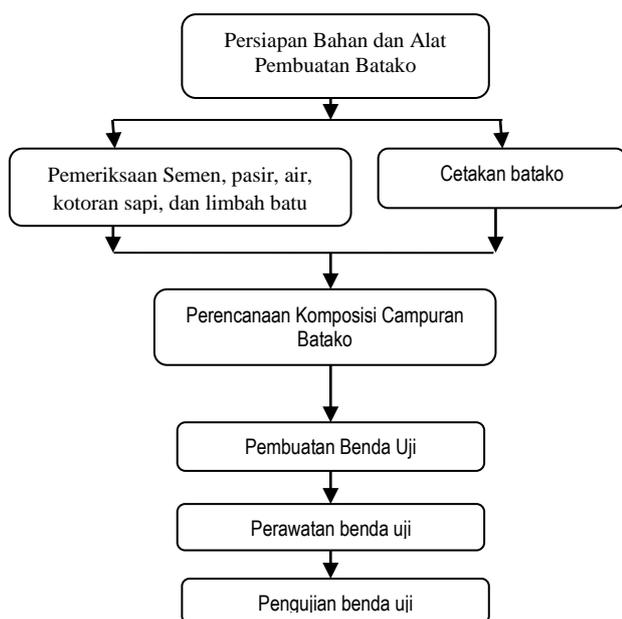
A = luas penampang benda uji (cm²)

METODE PENELITIAN

Desain penelitian adalah analisis deskriptif eksperimental, dengan menggunakan 18 sampel dari campuran limbah batu bara dan kotoran sapi dari Desa Suka Makmur Kabupaten Bengkulu Utara.

Teknik analisa data dengan melakukan pemeriksaan bahan bahan yang digunakan seperti pasir, limbah kotoran sapi dan limbah batu bara serta air yang digunakan. Pemeriksaan kuat tekan benda uji dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan benda uji dari batako yang dihasilkan dari campuran bahan pengganti agregat tersebut. Alat yang digunakan pada tes uji tekan adalah *California Bearing Ratio* (CBR Lab).

Adapun alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan batako ini menggunakan 18 buah sampel dibagi menjadi tiga proses pembuatan, yaitu: 1) Membuat batako normal, 2) Membuat batako dengan komposisi pencampuran: 20% semen : 5% air : 40% pasir : 35% limbah batu bara, dan 3) Membuat beton dengan komposisi perbandingan: 20% semen : 5% air : 30% pasir : 30% limbah batu bara : 15% kotoran sapi

Pemeriksaan Bahan dan Benda Uji

Pemeriksaan Gradasi Pasir

Pengujian gradasi pasir dilakukan dengan menggunakan saringan standar dengan ukuran nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200.

$$\text{Perhitungan modululus kehalusan (FM)} = \text{FM} = \frac{Y8+Y16+Y30+Y50+Y100+Y200}{100}$$

$$\text{FM} = \frac{2,35+8,82+25,49+78,43+97,05}{100}$$

$$\text{FM} = \frac{212,14}{100} = 2,12$$

Jenis Pasir: Jenis pasir yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan uji gradasi pasir di laboratorium termasuk di zona III yang berarti pasir agak halus sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan pembuatan batako. Semakin baik gradasi pasir maka batako yang dihasilkan akan rapat atau tidak banyak memiliki rongga sehingga berpengaruh terhadap kualitas batako.

Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Perhitungan:

$$\text{- Kadar lumpur (A)} = \frac{A-B}{A} \times 100\% = \frac{159,7-158,5}{159,7} \times 100 = 0,75\%$$

$$\text{- Kadar lumpur (B)} = \frac{A-B}{A} \times 100\% = \frac{148,8-147,4}{148,8} \times 100\% = 0,94\%$$

$$\text{Kadar lumpur rata - rata} = \frac{0,75+0,94}{2} = 0,845\%$$

Pemeriksaan kadar lumpur ini bertujuan untuk mengetahui kandungan lumpur di dalam agregat halus. Semakin besar kadar lumpur yang terdapat pada pasir maka akan menurunkan kualitas batako. Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat halus adalah 0,845 % lebih kecil dari 5%, maka agregat halus tidak perlu dicuci sebelum digunakan dalam campuran batako dan pasir berkualitas baik.

Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Perhitungan :

$$\text{- Berat isi agregat kasar (A)} : \frac{W3}{V} = \frac{5960,37}{3002,625} = 1,98 \text{ Gram}$$

$$\text{- Berat isi agregat kasar (B)} : \frac{W3}{V} = \frac{5977,37}{3002,625} = 1,99 \text{ Gram}$$

$$\text{- Rata - rata berat isi agregat kasar} = \frac{1,98+2,19}{2} = 1,985 \text{ Gram}$$

$$\text{Rata - rata berat isi agregat kasar} = \frac{1,98+2,19}{2} = 1,985 \text{ Gram}$$

Berat Isi Pasir: Pengujian berat isi digunakan untuk menentukan berat isi lepas dan padat agregat halus. Dari hasil uji berat isi dari pasir adalah 1,985 gram, lebih besar dari 1,200 gram, artinya pasir telah memenuhi persyaratan berat isi agregat halus yang telah ditetapkan dalam Peraturan Beton Indonesia. Kadar isi pasir yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan hasil sebesar 1,985 gram.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Perhitungan :

Cawan (A)

Berat jenis curah = 0,33 gram

Berat jenis kering permukaan jenuh = 0,28 gram.

Berat jenis semu = 0,35 Gram

Penyerapan = 15,1 %

Cawan (B)

Berat jenis curah = 0,31 Gram

Berat jenis kering permukaan jenuh = 0, 25 gram.

Berat jenis semu = 0,29 Gram

Penyerapan = 18,2%

Rata – rata berat jenis dari agregat halus = 0,28

Berat Jenis Pasir: Pemeriksaan berat jenis ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat pada setiap satuan volume. Dari hasil uji berat jenis agregat halus, pasir memiliki berat 0,28 gram yaitu lebih kecil dari 2,3 gram, artinya pasir yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi syarat berat jenis agregat halus yang sudah ditetapkan dalam Peraturan Beton Indonesia.

Pemeriksaan Limbah Batubara

Melakukan penjemuran limbah batu bara, sampai kering dan menghilangkan kotoran yang menempel.



Gambar 3: Penjemuran Limbah Batubara

Pemeriksaan Gradasi Limbah Batubara

Pengujian gradasi Limbah Batubara dilakukan dengan menggunakan saringan Standar dengan ukuran nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200. Hasil pengujian ayakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Perhitungan Modulus Kehalusan (FM) =

$$FM = \frac{Y_8 + Y_{16} + Y_{30} + Y_{50} + Y_{100} + Y_{200}}{100}$$

$$FM = \frac{7,05 + 23,65 + 43,36 + 66,39 + 86,09}{100}$$

$$FM = \frac{226,54}{100} = 2,26$$

Limbah Batubara: Jenis limbah batubara yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan uji gradasi agregat di laboratorium termasuk di zona II yang berarti agregat sedang sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan batako. Fly ash berbentuk bubuk halus dengan komponen terbanyak adalah silika. Butiran fly ash yang halus mampu mengisi rongga beton/batako atau memperkecil pori-pori yang ada. Limbah batu bara (*fly ash*) mengandung bahan pozzolan yakni silika dan alumina. Pada pembuatan beton/batako, fly ash tidak memiliki sifat sebagai perekat seperti semen. Sifat perekat muncul ketika adanya air yang bereaksi dengan pozzolan fly ash dan kalsium hidroksida membentuk kalsium silikat hidrat. Senyawa yang terbentuk ini memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen (Nurchasanah, Y., 2013). Sehingga penambahan limbah batu bara sebagai campuran pada batako bisa menghemat penggunaan semen (Siti Raudhatul Kamali, dkk, 2018)

Pemeriksaan Kotoran Sapi

Sebelum diperiksa kotoran sapi di jemur terlebih dahulu selama kurang lebih 7 hari, kemudian diperiksa secara visual bersih atau tidak kemudian di saring menggunakan saringan no 4.



Gambar 4. Penjemuran kotoran sapi

Penelitian yang telah dilakukan oleh Muh. Dwi Nugroho dkk, (2014), untuk kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan campuran pembuatan batu bata memerlukan campuran dengan tanah liat. Tetapi untuk pembuatan batako ini, kita melakukan pencampuran kotoran sapi dengan limbah batu bara. Hal ini untuk memaksimalkan penggunaan kedua limbah tersebut.

Pemeriksaan Air: Air yang digunakan dalam penelitian ini diperiksa secara visual terlihat bersih, tidak berlumpur, tidak berminyak dan juga tidak berbau.

Pemeriksaan Semen: Semen yang digunakan dalam pembuatan batako pada penelitian ini adalah Semen Holcim.

Proses Pembuatan Batako

Setelah semua bahan yang akan digunakan sebagai campuran pada pembuatan batako seperti semen, pasir, air, kotoran sapi dan limbah batu bara di lakukan proses pembuatan batako.

Adapun proses pembuatan batako adalah sebagai berikut: 1) Pasir di ayak agar mendapatkan pasir yang halus, kemudian letakkan dalam media pengadukan, 2) Aduk menggunakan cangkul atau sekop hingga campuran merata, 3) Tambahkan air sedikit demi sedikit dan diaduk hingga campuran homogen., 4) Masukkan adukan ke dalam cetakan menggunakan sendok semen. Tumbuk dengan vibrator kemudian ratakan permukaan menggunakan alat perata, 5) Biarkan batako dalam cetakan selama \pm 24 jam dan letakkan pada tempat yang terlindung, 6) Setelah 24 jam, buka cetakan dan keluarkan benda uji, 7) Rendam benda uji batako di dalam bak perendaman yang berisi air untuk perawatan batako, perendaman dilakukan sampai batas waktu pengujian kuat tekan beton pada umur yang telah ditentukan.

Adapun komposisi batako yang dibuat pada penelitian ini ada tiga proses dengan cara pengerjaan yang sama, bedanya sebagai bahan campuran, yang terdiri dari : 1) Batako normal: komposisi semen : pasir : dan air dengan perbandingan 1 : 4, 2) Membuat batako dengan komposisi pencampuran: 20% semen : 5% air : 40% pasir : 35% limbah batu bara, dan 3) Membuat beton dengan komposisi perbandingan: 20% semen : 5% air : 30% pasir : 30% limbah batu bara : 15% kotoran sapi

Ketiga jenis batako yang telah dibuat, untuk mendapatkan kajian mutu bahan bangunan terhadap kemampuan uji tekan, dilakukanlah beberapa uji laboratorium.

Ukuran: Pengukuran benda uji batako dilakukan di laboratorium dengan menggunakan mistar, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan ukuran batako, baik batako normal atau tanpa tambahan campuran limbah batubara dan kotoran sapi dengan penambahan limbah batubara(5% dan 35%) dan kotoran 15%.

Pengujian Berat Jenis Batako

Dari pengujian laboratorium di dapat hasil berat jenis batako sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Berat Jenis Batako

No	Klasifikasi Benda	Berat Jenis (Kg/m ³)
A	Batako Normal	
	A1	1,933.445
	A2	1,500.010
B	Batako dengan Penambahan Limbah Batu Bara 35%	
	B1	1,467.465
	B2	1,266.281
C	Batako Limbah Batubara 30% dan Kotoran Sapi 15%	
	C1	1,568.059
	C2	1,408.294
	C3	1,432.554

Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

Berat Jenis Batako: dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa batako normal memiliki berat jenis sebesar 1.933,45 Kg/m³ sedangkan batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 35% memiliki berat jenis 1.467,47 kg/m³ dan batako dengan penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15%: memiliki berat jenis 1.568,06 kg/m³. Bila dibandingkan dengan batako normal atau tanpa tambahan campuran limbah batu bara dan kotoran sapi dapat dilihat perbedaan yang cukup besar. Hal ini membuktikan bahwa dengan penambahan limbah batu bara dan kotoran sapi dapat mengurangi berat batako, semakin besar penambahan limbah

batu bara dan kotoran sapi maka semakin besar selisih penurunan berat jenis batako.

Bentuk Fisik Batako: Bila dibandingkan dengan batako normal, batako dengan tambahan campuran limbah batubara dan kotoran sapi terlihat lebih ringan. Warna batako dengan campuran limbah batu bara dan kotoran sapi terlihat kehitaman.

Pengujian Kuat Tekan

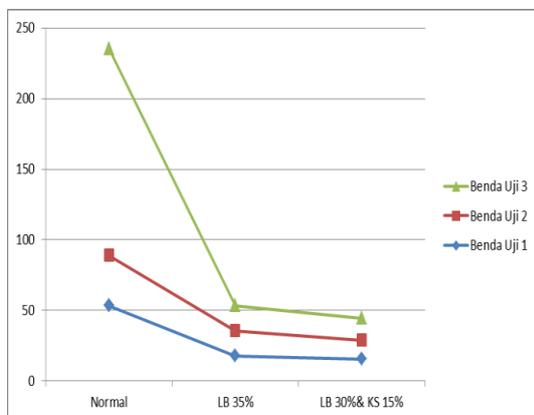
Dari pengujian laboratorium di dapat hasil kuat tekan batako sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Batako

No	Klasifikasi Benda Uji	Luas (cm ²)	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/m ³)
A	Batako Normal			
	A1	225	12000	53,34
	A2	225	8000	35,56
	A3	225	33000	146,67
B	Batako Dengan Penambahan Limbah Batubara 35%			
	B1	225	4000	17,78
	B2	225	4000	17,78
	B3	225	4000	17,78
C	Batako Dengan Penambahan Limbah Batubara 30% dan Kotoran Sapi 15%			
	C1	225	3500	15,56
	C2	225	3000	13,33
	C3	225	3500	15,56

Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

Nilai kuat tekan batako yang dihasilkan adalah untuk 1) Batako normal, A1 kuat tekan yang dihasilkan adalah 53,34 kg/cm², 2) Batako dengan penambahan limbah batubara 30% adalah 17,78 kg/cm², dan 3) Batako dengan penambahan limbah batubara 25% dan kotoran sapi 15% adalah 15,56 kg/cm².



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Batako

Nilai Kuat Tekan:

Dari hasil perhitungan kuat tekan dan berat jenis batako pada lampiran tabel 3 terlihat bahwa kuat tekan batako normal atau tanpa penambahan limbah adalah 53.34 Kg/cm². Berdasarkan syarat-syarat fisis batako menurut SNI batako normal ini termasuk ke dalam batako kelas II yaitu disyaratkan kuat tekan masing-masing benda uji minimal 45 kg/cm².

Penambahan limbah batubara 35%: Dari hasil perhitungan kuat tekan dan berat jenis batako pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kuat tekan batako dengan penambahan limbah batubara sebesar 35% adalah 17,78 kg/cm². Jika dibandingkan dengan batako normal, batako dengan penambahan limbah batubara sebesar 35% memiliki selisih kuat tekan sebesar 35,56 kg/cm². Nilai selisih ini dapat dikatakan cukup besar mengingat penurunan kuat tekan batako yang mencapai 50%. Berdasarkan syarat-syarat fisis batako menurut SNI batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 30% termasuk ke dalam batako kelas IV yaitu disyaratkan bahwa kuat tekan masing-masing benda uji minimal 17 kg/cm². Sehingga batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 35% dapat digunakan pada konstruksi seperti pembuatan partisi ruangan atau pagar.

Penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15%: Dari hasil perhitungan kuat tekan dan berat jenis batako pada lampiran tabel 3 dapat dilihat bahwa kuat tekan batako dengan penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15% adalah 15,56 Kg/cm², dengan penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15% adalah 15,56 Kg/cm².

Jika dibandingkan dengan batako normal, batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 30% dan kotoran sapi memiliki selisih kuat tekan sebesar 37,78 Kg/cm², Nilai selisih ini dapat dikatakan cukup besar. Namun jika dibandingkan dengan batako dengan penambahan limbah batubara 35%, batako dengan penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15% hanya memiliki selisih kuat tekan sebesar 2,22 Kg/cm². Hal ini berarti batako dengan penambahan limbah batu bara dan kotoran sapi cenderung mengalami penurunan. Berdasarkan syarat fisis SNI batako, kuat tekan batako dengan penambahan limbah batu bara 30% dan kotoran sapi 15% tidak memenuhi syarat SNI sehingga tidak bisa digunakan sebagai bahan bangunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa batako dengan penambahan limbah batu bara sebesar 35% memiliki hasil uji rata-rata kuat tekan yaitu 17,78kg/cm², sehingga dapat digunakan pada konstruksi seperti pembuatan partisi ruangan atau pagar. Sedangkan batako dengan penambahan limbah batubara 30% dan kotoran sapi 15% memiliki nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 15, 56 kg/cm² tidak memenuhi syarat SNI sehingga tidak bisa digunakan sebagai bahan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (SK SNI S-04-1989-F)* Bandung. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen
- Anonim.1989. *Standart Pengujian dan Analisis saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI-M-08-1989-F)* Bandung. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1990. *Syarat-Syarat Bahan Bangunan (SNI-T-15-1990-03)*. Bandung. Yayasan Lembaga Pendidikan Masalah Bangunan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim.1995. *Petunjuk Praktek Asisten Teknisi Laboratorium Pengujian Beton*, Bandung : Pusat Pelatihan MBT
- Agung Kristiawan¹, Agustina Wardani², Ibnu Toto Husodo, Slamet Budirahardjo, Putri Anggi Permata. 2014. Pemanfaatan Limbah Batubara Sebagai Campuran Batako. Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian (Snhp-Iv) Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas PGRI Semarang Semarang, 22 Desember 2014. Isbn : 978-602-0960-08-1
- Belladonna, M, Narlis N, dan Agustomi, E. 2019. Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Industri Batik Besurek di Kota Bengkulu. Jurnal Teknologi, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dewan Standarisasi Nasional Departemen Perindustrian. 1990. Besar Buti Agregat untuk Aduk dan Beton(SNI. 03 – 1749 – 1990
- Istianto Budhi Rahardja, Sukarman, Anwar Ilmar Ramadhan, 2019, Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (CPO) dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKCSI). Website: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- Istianto Budhi Rahardja, dan Paryatmo, W. 2017. Analisa dan Optimasi Sistem PLTGU Biomassa Gas Metan dengan Daya 20 MW. Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Ida Nurmawati, 2006. *Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Subtitusi Pembuatan Paving Block*. UNS.
- Kristiawan Agung,dkk, 2004. Pemanfaatan Limbah Batubara Sebagai Campuran Batako.http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/LPPM_2014/LPPM/paper/viewFile/761/714 diunduh 20 Mei 2016.
- Lincoln Kelvin, 2017. Pengaruh Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton dan Beragregat Halus Bottom Ash.http://digilib.unila.ac.id/25962/3/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHAN.pdf di unduh 14 Juli 2016.
- Mekar Ria, Herdiansyah. 2013. *Pengaruh Batu Cadas (Batu Trass) sebagai bahan pembentuk beton terhadap kuat tekan beton*. Jurnal Inersia ISSN 2086-9045 yang dikelola Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Unib, Volume 5 No 2 bulan Oktober 2013
- Mekar, R, Narlis. 2015. Penggunaan batu karang, tanah sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton K-175 untuk bangunan sederhana (lanjut tahun ke2). Prosiding pada Seminar Nasional dan Gelar Produk (SenasPro), Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang, ISBN : 978-979-796-223-4 Tahun 2016, Buku I, hal 416 - 422.
- M. Dwi Nugroho, M. Dziki RA, 2014. Pemanfaatan Kotoran Sapi Untuk Material Konstruksi Dalam Upaya Pemecahan Masalah Sosial Serta Peningkatan Taraf Ekonomi Masyarakat. Jurnal Sositologi Volume 13, Nomor 2, Agustus 2014, hak 101 – 109.

- Qomarudin Mochammad dan Sudarno. 2017. Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Pengganti Agregat Halus dengan Tambahan Kapur pada Pembuatan Paving. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiPkrr21OHcAhXOdysKHT1xCfkQFjABegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fjurnal.untidar.ac.id%2Findex.php%2Fcivilengineering%2Farticle%2Fdownload%2F537%2F437&usq=AOvVaw2I5q9bj7W5THgHaVRsW8sj> diunduh 20 Mei 2016.
- Siti RK, Surya. H, Nurul I, Sapri H, dan Iwan S, 2018. Pembuatan Batako Berbahan Aditif Limbah Fly Ash Batu Bara di Desa Jago Kabupaten Lombok Tengah. Prosiding PKM-CSR , Vol. 1 (2018), e-ISSN: 2655-3570.
- Upaya Pengelolaan Lingkungan Dan Upaya Pemantauan Lingkungan (Ukl-Upl) Pemanfaatan Limbah Abu Batubara (Fly Ash Dan Bottom Ash) Pltu Molotabu Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako oleh Pt. Tenaga Listrik Gorontalo. 2014. Pt. Tenaga Listrik Gorontalo Desa Buntalah Kecamatan Kabila Boneka Kabupaten Bone Bolango.

