

Investigasi Sifat-Sifat Fisik, Redaman Panas, dan Biaya Produksi pada Batako dengan Bonggol Jagung sebagai Agregat

* Annisa Noor Fadhila¹, Setya Winarno²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

*email : annisanoor10@gmail.com

Abstract

Concrete block is a component of wall construction made of a mixture of cement, sand, aggregate, and water and has the characteristics of being a heavy material. To reduce the weight of the block material, research was carried out by utilizing wasted materials, especially for environmentally friendly block materials. One of the materials that can be used is cornhusks. This research started with material inspection, sample making, and testing. The ingredients include cement, stone ash, and cornhusks which are mixed in various variations. The shape of the cornhusk used is the cornhusk from the chopping machine and has a size or diameter of 1 cm-2 cm. In accordance with SNI 03-0349-1989, the tests carried out include compressive strength, water absorption, and heat absorption. The cost of production will be calculated so that it can be compared with the price of concrete block on the market. The results of this study indicate that the addition of corn husks in the concrete mix can reduce the compressive strength and water absorption of the blocks. The highest average compressive strength of corn husk blocks is found in the variation of a mixture of 1 cement:1 stone ash:3 corn husks which is 9.17 kg/cm², the average volume weight is 1224.75 kg/m³, and water absorption is 15,25%. The best heat absorption value in corn husk blocks is found in a mixture variation of 1:1:11 with a heat absorption value of 5.04 °C. The optimal selling price of corn husk blocks is at a mixed variation of 1:1:3, which is Rp5.420,-/piece. For comparison, Focon lightweight block has a compressive strength of 33.90 kg/cm², an average volume weight of 675 kg/m³, and a water absorption of 34.08%. The heat absorption value of Focon lightweight block is 1.86 °C with a selling price after conversion of Rp11.000/piece.

Keywords: Concrete block, Cornhusk, Lightweight block

Abstrak

Batako merupakan salah satu komponen konstruksi dinding yang terbuat dari campuran semen, pasir, agregat atau pasir kasar, dan air serta memiliki karakteristik sebagai material yang berat. Pengurangan berat material batako dapat dilakukan dengan memanfaatkan material-material sisa pertanian yang terbuang sebagai agregat yang ramah lingkungan. Salah satu material yang dapat digunakan yaitu bonggol jagung. Penelitian ini dimulai dengan pemeriksaan bahan, pembuatan sampel dan pengujian. Bahan susunnya meliputi semen, abu batu, dan bonggol jagung yang dicampur dalam berbagai variasi. Bentuk bonggol jagung yang dipakai adalah bonggol jagung dari hasil mesin pencacah dan memiliki ukuran atau diameter 1 cm - 2 cm. Sesuai dengan SNI 03-0349-1989, pengujian yang dilakukan meliputi kuat desak, penyerapan air, dan redaman panas. Harga pokok produksi juga dihitung sehingga dapat dibandingkan dengan harga batako yang ada di pasaran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bahan bonggol jagung dalam campuran batako dapat menurunkan kuat desak dan penyerapan air pada batako. Kuat desak rata-rata tertinggi batako bonggol jagung terdapat pada variasi campuran 1 semen : 1 abu batu : 3 bonggol jagung yaitu sebesar 9,17 kg/cm², berat volume rata-rata sebesar 1224,75 kg/m³, dan penyerapan air sebesar 15,25%. Nilai redaman panas terbaik pada batako bonggol jagung terdapat pada variasi campuran 1 : 1 : 11 dengan nilai redaman panas sebesar 5,04 °C. Harga jual batako bonggol jagung yang optimal yaitu pada variasi campuran 1 : 1 : 3 didapatkan sebesar Rp5.420,-/buah. Sebagai pembandingan, bata ringan Focon memiliki kuat desak sebesar 33,90 kg/cm², berat volume rata-rata sebesar 675 kg/m³, dan penyerapan air sebesar 34,08%. Nilai redaman panas pada bata ringan Focon yaitu sebesar 1,86 °C dengan harga jual setelah dikonversi adalah sebesar Rp11.000/buah.

Kata Kunci: Batako, Bonggol jagung, Bata ringan

PENDAHULUAN

Posisi geografis Indonesia terletak di daerah khatulistiwa sehingga memiliki iklim tropis dimana paparan sinar matahari terjadi sepanjang tahun. Sehubungan dengan itu, bangunan-bangunan di Indonesia perlu mempertimbangkan kenyamanan termal karena adanya paparan sinar matahari yang terus menerus tersebut. Salah satu komponen bangunan yang sering dipertimbangkan dalam aspek kenyamanan termal adalah material dinding.

Batako merupakan salah satu komponen konstruksi dinding yang tahan lama dan terbuat dari campuran semen, pasir, agregat atau pasir kasar, dan air sehingga batako ini memiliki karakteristik sebagai material yang berat. Untuk mengurangi berat material batako, beberapa penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan material-material

sisa yang terbuang terutama untuk material beton atau batako yang ramah lingkungan.

Beberapa contoh penelitian beton ramah lingkungan terbaru dengan menggunakan limbah pertanian untuk bahan susun batako dilakukan oleh Amali (2019) dan Fahri (2020). Amali (2019) menggunakan sekam padi sebagai agregat dalam pembuatan batakonya sedangkan Fahri (2020) menggunakan bonggol jagung sebagai agregat dalam pembuatan batakonya.

Dalam penelitian yang dilakukan Pinto dkk pada tahun 2012, bonggol jagung dapat menjadi solusi agregat berkelanjutan untuk agregat pada beton ringan dan sebagai alternatif untuk material beton ringan yang umum diterapkan. Dari hasil pengujian didapat bahwa kuat tekan beton ringan dengan bonggol jagung sebagai agregat adalah sebesar 120 kN/m² (atau 1,22 kg/cm²) lebih rendah

dari beton ringan menggunakan *expanded clay*, yaitu sebesar 1360 kN/m² atau 13,87 kg/cm².

Pada penelitian yang lain, Memon dkk (2018) dalam penelitiannya menggunakan abu bonggol jagung sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam beton. Kuat desak yang dicapai pada 28 hari terdapat pada persentase abu bonggol jagung 10% yang dapat diterima untuk aplikasi di zona aktif seismik menurut kode bangunan tahan gempa Turki. Namun, kuat tekan tersebut menurun seiring dengan bertambahnya persentase abu bonggol jagung dalam campuran.

Penelitian Amali (2019) dan Fahri (2020) dilakukan pencetakan secara manual sehingga kecepatan produksi batakonya relatif kecil dan jumlah batako hasil produksinya per hari adalah relatif sedikit. Akan tetapi, penelitian Amali (2019) serta Fahri (2020) masih perlu dilanjutkan dengan proses pencetakan dengan mesin press agar jumlah batako yang diproduksi dapat berjumlah banyak dan dapat menjadi inisiasi dalam upaya bisnis batako.

Batako dengan bonggol jagung sebagai agregat harus dikaji sesuai dengan standar teknis sesuai SNI Nomor 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Batako dengan agregat bonggol jagung akan membuat batako menjadi lebih ringan karena banyaknya porositas di dalam limbah pertanian dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap beratnya. Selain itu, batako dengan material yang lebih ringan dapat mengurangi beban gempa secara signifikan (Winarno, 2019). Redaman panas perlu dikaji lebih mendalam karena ada rongga-rongga udara dalam bonggol jagung sehingga hal ini ditengarai dapat meningkatkan kinerja kenyamanan termal pada struktur dinding.

Sebagai pembanding batako bonggol jagung, akan dikaji pula bata ringan yang banyak dipakai oleh masyarakat umum. Pada Penelitian ini digunakan bata ringan merek Focon yang beredar di kawasan Degolan, Sleman. Bentuk bata ringan memiliki dimensi dengan presisi yang tinggi, sehingga pada saat pemasangan, antar bata ringan cukup direkatkan dengan mortar atau lem khusus, dengan ketebalan 3 mm – 5 mm.

Penelitian tentang batako dengan agregat bonggol jagung merupakan sebuah tantangan baru dengan merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya. Sifat presisi, aspek teknis, biaya produksi, dan nilai redaman panas perlu diuji dan dibandingkan pada kedua material dinding tersebut, yaitu material batako bonggol jagung dan bata ringan yang ada di pasaran.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah metode eksperimen yang dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII dan sampel di uji di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII. Dalam penelitian ini, terdapat variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas ialah penambahan bonggol jagung pada campuran batako tersebut, sedangkan variabel terikat ialah

berupa kekuatan desak, serapan air, redaman panas, dan harga pokok produksinya.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap, yaitu sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan Penelitian

Dalam penelitian ini perlu dipersiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan terlebih dahulu agar tidak terjadi kesalahan dalam pembuatan benda uji sehingga dapat berjalan dengan lancar.

2. Perencanaan Komposisi

Pembuatan bahan komposisi campuran batako diukur dalam satuan volume untuk memudahkan proses pencampuran. Digunakan lima (5) campuran dengan takaran komposisi masing-masing komponen yang berbeda. Berikut komposisi campuran pada pembuatan batako bonggol jagung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Bonggol jagung

Tipe	Komposisi dalam volume		
	PC	Filler	Bonggol jagung
I	1	1	3
II	1	1	5
III	1	1	7
IV	1	1	9
V	1	1	11

3. Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini pembuatan dan perawatan benda uji untuk setiap pengujian. Langkah-langkah pembuatan batako dilakukan sebagai berikut.

Proses Pengumpulan dan Analisis Data

Proses pengumpulan dan analisis data terdiri dari beberapa tahapan yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data melalui Pengamatan Proses Produksi

Selama proses produksi, komposisi masing-masing bahan penyusun batako ditakar dengan teliti sebelum diaduk menjadi satu. Bahan penyusun terdiri dari semen, filler, bonggol jagung, dan air.

2. Pengumpulan Data melalui Pengujian Laboratorium

Dalam penelitian ini terdapat beberapa pengujian, yaitu pengujian bahan-bahan penyusunnya (kadar air, berat jenis, dan berat volume) dan pengujian sampel batako (penyerapan air, kekuatan desak, dan redaman panas).

3. Pengumpulan Data melalui Analisis Harga Pokok Produksi

Untuk pengumpulan data melalui analisis harga pokok produksi tidak hanya dilakukan dengan perhitungan harga produksi batako, survei harga bahan penyusun batako juga perlu dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan. Survei harga

batako dilakukan dengan wawancara dengan pihak yang berkompeten sesuai dengan data yang dicari.

4. Tahap Analisis Data dan Pembahasan

Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan varian batako bonggol jagung mana yang paling baik. Kriteria baik dari sisi mutu adalah tipe-tipe batako yang memenuhi standar SNI. Semakin bermutu baik, pada umumnya harga pokok produksinya juga semakin mahal. Dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi sedemikian rupa sehingga diperoleh batako yang memenuhi standar SNI dan memiliki harga yang paling murah.

5. Tahap Kesimpulan

Pada tahap ini didapatkan suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian berdasarkan hasil data dan pembahasan yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, bonggol jagung, dan abu batu. Hasil berat volume setiap jenis bahan yang diuji dalam keadaan SSD dan hasil berat volume batako dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

Tabel 2. Berat Volume Bahan Batako Bonggol Jagung

No	BV Semen (gr/cm ³)	BV Abu Batu (gr/cm ³)	BV Bonggol Jagung (gr/cm ³)
1	1,061	0,981	0,077
2	1,049	0,975	0,078
3	1,054	0,977	0,082
4	1,047	0,973	0,078
5	1,053	0,981	0,080
Rata-rata	1,053	0,978	0,079

Tabel 3. Hasil Perhitungan Berat Volume Batako

Komposisi Campuran	Berat Batako Kering (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
1:1:3	13,2	0,01056	1250	1234,848
	13,2	0,01056	1250	
	13,2	0,01056	1250	
	13,2	0,01056	1250	
	12,4	0,01056	1174,242	
1:1:5	9,5	0,01056	899,621	950,758
	10,3	0,01056	975,379	
	10,5	0,01056	994,318	
	10,2	0,01056	965,909	
	9,7	0,01056	918,561	
1:1:7	8,5	0,01056	804,924	820,076
	8,6	0,01056	814,394	
	9,1	0,01056	861,742	
	8,8	0,01056	833,333	
	8,3	0,01056	785,985	
1:1:9	7,9	0,01056	748,106	787,879
	8,4	0,01056	795,455	

1:1:11	9,6	0,01056	909,091	689,394
	7,6	0,01056	719,697	
	8,1	0,01056	767,045	
	7	0,01056	662,879	
	7,2	0,01056	681,818	
	7,6	0,01056	719,697	
	6,8	0,01056	643,939	
	7,8	0,01056	738,636	

Lanjutan Tabel 3. Hasil Perhitungan Berat Volume Batako

Komposisi Campuran	Berat Batako Kering (kg)	Volume (m ³)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
Focon	8	0,01200	666,667	675,000
	7,8	0,01200	650,000	
	8,5	0,01200	708,333	
	8,5	0,01200	708,333	
	7,7	0,01200	641,667	

Dari hasil yang didapatkan pada Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa batako bonggol jagung yang memiliki berat volume rata-rata tertinggi adalah batako bonggol jagung variasi 1:1:3 sebesar 1234,848 kg/m³ sedangkan berat volume rata-rata hebel sebesar 689,394 kg/m³. Semakin bertambah komposisi bonggol jagung pada batako, maka berat volume batako tersebut akan semakin rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keseluruhan variasi batako bonggol jagung masuk ke dalam kategori batako ringan yaitu berat volume kurang dari 1400 kg/m³.

Perhitungan Kebutuhan Campuran

Kebutuhan bahan batako bonggol jagung dengan jumlah sampel sebanyak 8 pada setiap variasinya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Komposisi Campuran Batako Bonggol Jagung

Variasi Campuran	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Bonggol Jagung (kg)	Jumlah Sampel
1 : 1 : 3	17,788	16,517	4,012	8
1 : 1 : 5	12,706	11,798	4,776	8
1 : 1 : 7	9,882	9,176	5,201	8
1 : 1 : 9	8,085	7,508	5,471	8
1 : 1 : 11	6,841	6,353	5,658	8
Total Benda Uji				40

Pengamatan Proses Produksi

Pada penelitian ini, pembuatan batako bonggol jagung menggunakan bantuan *mixer machine* dan dicetak menggunakan mesin penggetar atau yang biasa disebut dengan mesin *press*. Proses pembuatan batako bonggol terdiri atas 2 proses. Proses pertama yaitu pengambilan bahan baku pembuat batako yang terdiri dari semen, abu batu, bonggol jagung menggunakan ember ukur. Bahan baku tersebut kemudian dituangkan ke dalam *mixer machine* untuk proses pencampuran. Proses kedua yaitu pemindahan campuran bahan baku oleh pekerja ke mesin *press*. Proses pencetakan dilakukan dengan posisi tidur dan

diletakkan pada alas papan untuk proses pematatannya. Proses pencetakan ini akan menjamin campuran batako segar tetap homogen dan dapat diproduksi secara presisi dan tanpa cacat. Selain itu, proses pencetakan dengan menggunakan mesin press dapat menghasilkan batako lebih banyak per harinya dibandingkan menggunakan pencetakan manual.

Data Hasil Pengujian Sampel Batako

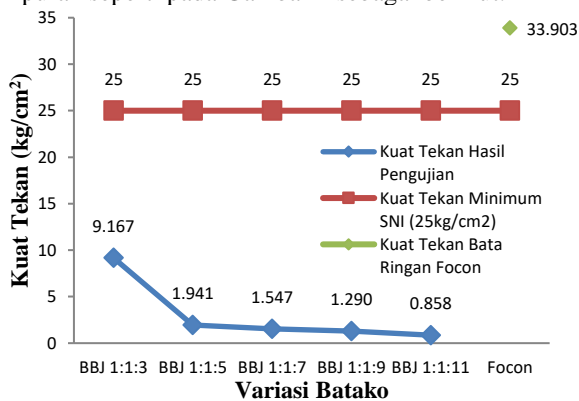
A. Pengujian Kuat Desak Batako

Pada pengujian kuat desak digunakan 5 sampel batako dari setiap variasi campuran batako bonggol jagung yang sebelumnya telah dibuat di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII dan 5 buah hebel sebagai pembanding. Sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII untuk dilakukan pengujian kuat desak dan kesesuaiannya terhadap SNI 03-0349-1989. Hasil pengujian kuat desak batako bonggol jagung dan hebel dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Desak Batako

Jenis Batako	No. Sampel	Beban Maks (kg)	A (cm ²)	σ (kg/cm ²)	σ Rata-Rata
1:1:3	1	4940	480	10,29	9,17
	2	4310	480	8,98	
	3	3950	480	8,23	
1:1:5	1	675	480	1,41	1,94
	2	1132,5	480	2,36	
	3	987,5	480	2,06	
1:1:7	1	880	480	1,83	1,55
	2	715	480	1,49	
	3	632,5	480	1,32	
1:1:9	1	550	480	1,15	1,29
	2	540	480	1,13	
	3	767,5	480	1,60	
1:1:11	1	460	480	0,96	0,86
	2	240	480	0,50	
	3	535	480	1,11	
Focon	1	19950	600	33,25	33,90
	2	19625	600	32,71	
	3	21450	600	35,75	

Hasil pengujian kuat desak dapat dibuat grafik berdasarkan hasil kuat desak rata-rata setiap variasi campuran seperti pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Kurva Kuat Tekan Batako

Berdasarkan grafik di atas, kuat desak batako bonggol jagung maksimum adalah batako dengan variasi 1 : 1 : 3 yaitu sebesar 9,17 kg/cm² sedangkan bata ringan merk Focon memiliki kuat desak rata-rata sebesar 33,90 kg/cm². Standar minimum nilai kuat desak rata-rata batako pejal menurut SNI yaitu sebesar 25 kg/cm². Nilai kuat desak pada semua variasi campuran batako bonggol jagung tidak memenuhi standar kuat desak rata-rata SNI. Hal ini disebabkan karena komposisi semen dan abu batu tidak dapat mengisi rongga-rongga yang terdapat pada batako bonggol jagung. Semakin banyak penambahan jumlah bonggol jagung yang digunakan, maka batako akan semakin berongga sehingga menyebabkan penurunan terhadap kuat desak batako.

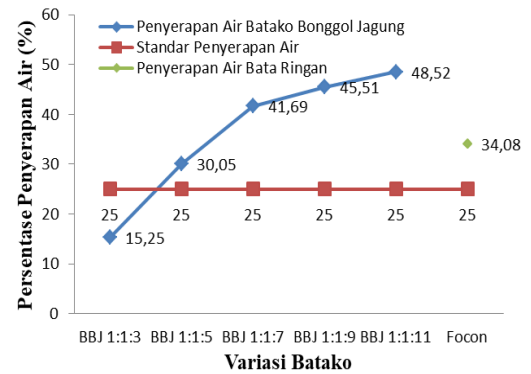
B. Pengujian Penyerapan Air Batako

Daya serap air merupakan peresentase berat air yang dapat diserap oleh suatu agregat jika direndam air. Hasil pengujian penyerapan air batako bonggol jagung dan hebel dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako

No	Jenis Batako	Persentase Penyerapan Air (%)	Mutu Batako	Fungsi Batako
1	1:1:3	15,250	I	Di luar atap
2	1:1:5	30,050	II	Di bawah atap
3	1:1:7	41,690	-	-
4	1:1:9	45,506	-	-
5	1:1:11	48,519	-	-
6	Focon	34,081	II	Di bawah atap

Hasil pengujian penyerapan air dapat dibuat grafik berdasarkan hasil penyerapan air rata-rata setiap variasi campuran seperti pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Kurva Penyerapan Air Batako

Pada grafik di atas terlihat bahwa nilai penyerapan air batako bonggol jagung yang paling baik yaitu pada batako dengan variasi campuran 1 : 1 : 3 dengan nilai sebesar 15,25% sedangkan bata ringan Focon memiliki penyerapan air yang cukup besar, yaitu sebesar 34,08%. Batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 : 1 : 3 memiliki nilai penyerapan air yang lebih baik sebesar 55,26% dibandingkan bata ringan Focon. Nilai penyerapan air cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya

penambahan bahan bonggol jagung pada komposisi campuran batako yang menyebabkan mutu batako semakin rendah. Hal ini disebabkan karena sifat bonggol jagung yang menyerap air sehingga nilai daya serap air batako akan semakin besar.

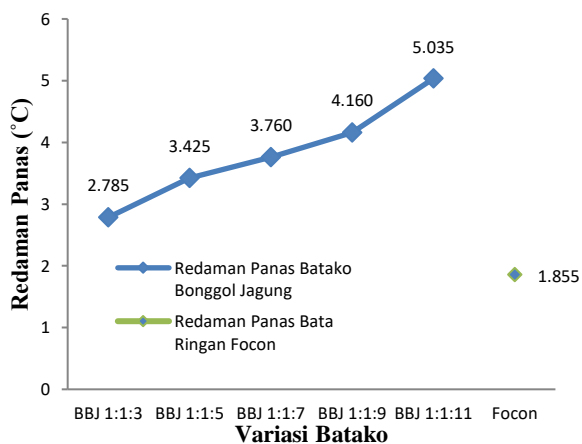
C. Pengujian Redaman Panas Batako

Pengujian redaman panas ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai redaman panas yang dihasilkan pada batako bonggol jagung dan bata ringan merk Focon. Alat yang digunakan pada pengujian redaman panas ini adalah *thermocouple* dan pengujiannya dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi UII. Hasil pengujian redaman panas batako bonggol jagung dan hebel dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Redaman Panas Batako

No	Jenis Batako	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	ΔT (°C)
1	1:1:3	35,50	32,71	2,79
2	1:1:5	36,57	33,14	3,43
3	1:1:7	36,52	32,76	3,76
4	1:1:9	36,93	32,77	4,16
5	1:1:11	36,76	31,72	5,04
6	Focon	31,91	30,05	1,86

Hasil pengujian redaman panas dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 3 sebagai berikut.



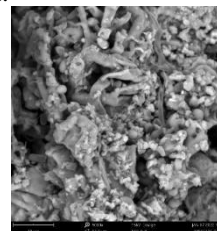
Gambar 3. Kurva Redaman Panas Batako

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai redaman panas yang paling baik dari semua variasi adalah batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 : 1 : 11 dengan nilai redaman panas sebesar 5,04 °C sedangkan nilai redaman panas batako bonggol jagung terendah dengan nilai sebesar 2,79 °C yaitu campuran dengan variasi 1 : 1 : 3. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya komposisi bonggol jagung di dalam batako, maka nilai redaman yang dihasilkan batako akan semakin baik. Bahan bonggol jagung yang terdapat di dalam batako akan meredam panas dengan baik. Nilai redaman panas pada Focon sebesar 1,86 °C yang jika dibandingkan dengan batako bonggol jagung dengan nilai redaman panas terendah, maka dapat disimpulkan bahwa batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 : 1 : 3 memiliki nilai

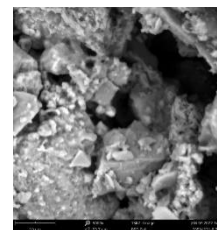
redaman panas lebih baik sebesar 50,1% daripada bata ringan Focon.

D. Pengujian SEM

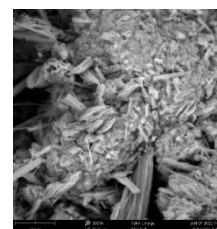
Pengujian SEM dilakukan untuk melihat morfologi permukaan material batako. Sampel pengujian yang digunakan pada pengujian ini berjumlah 1 sampel dari setiap variasi batako bonggol jagung dan 1 sampel bata ringan Focon. Sampel yang digunakan berupa butiran halus karena pada alat SEM sampel hanya bisa terbaca pada ukuran 1 cm. Berikut ini adalah hasil dari uji SEM untuk batako pembesaran 5000x yang disajikan pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan 9 sebagai berikut.



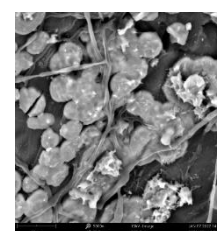
Gambar 4. Uji SEM Variasi 1:1:3 5000x



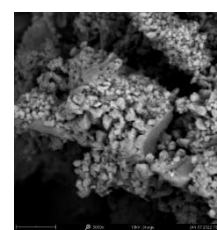
Gambar 5. Uji SEM Variasi 1:1:5 5000x



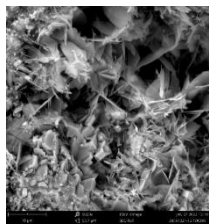
Gambar 6. Uji SEM Variasi 1:1:7 5000x



Gambar 7. Uji SEM Variasi 1:1:9 5000x



Gambar 8. Uji SEM Variasi 1:1:11 5000x



Gambar 9. Uji SEM Focon 5000x

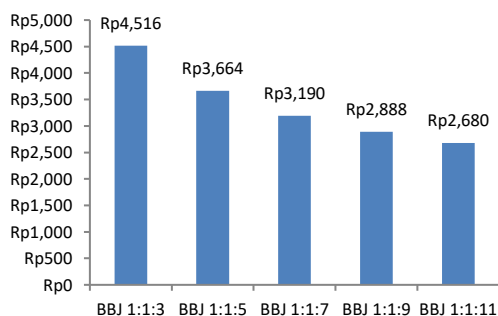
Pada gambar morfologi batako bonggol jagung dan bata ringan Focon dengan perbesaran 5000x di atas, dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi bahan bonggol jagung di dalam batako, maka pori-pori yang dihasilkan pada permukaan batako menjadi lebih besar dan tidak merata sehingga besarnya pori-pori tersebut menyebabkan kekuatan batako menurun dan daya serap air meningkat. Penambahan komposisi bahan bonggol jagung yang terlalu besar seperti pada variasi campuran 1 : 1 : 11 yang terlihat pada Gambar 8 mengakibatkan batako menjadi tidak homogen atau tidak padat jika dibandingkan dengan bata ringan Focon pada Gambar 9 yang terlihat lebih homogen dengan ukuran pori yang lebih kecil.

Perhitungan Harga Pokok Produksi

Perhitungan harga pokok produksi dilakukan dengan menganalisis perhitungan kelayakan ekonomi. Harga yang dipakai dalam perhitungan ini merupakan harga yang tercantum pada SHBJ (Standar Harga Barang dan Jasa) Sleman Tahun 2022 dan harga survey di pasaran kawasan Sleman. Berikut ini adalah detail harga pokok produksi batako bonggol jagung.

Komposisi 1 : 1 : 3 = Rp4.516,- /buah
 Komposisi 1 : 1 : 5 = Rp3.664,- /buah
 Komposisi 1 : 1 : 7 = Rp3.190,- /buah
 Komposisi 1 : 1 : 9 = Rp2.888,- /buah
 Komposisi 1 : 1 : 11 = Rp2.680,- /buah

Berikut ini adalah grafik detail harga pokok produksi batako bonggol jagung yang dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Grafik Harga Pokok Produksi Batako

Berdasarkan harga pokok produksi batako bonggol jagung yang didapatkan dapat diketahui bahwa semakin rendah harga pokok produksi, maka batako yang dihasilkan akan semakin berongga sehingga kuat desak batako yang dihasilkan semakin menurun dan penyerapan air batako akan semakin tinggi. Harga pokok produksi

yang paling optimal yaitu harga pokok produksi pada batako dengan variasi campuran 1 : 1 : 3 sebesar Rp4.516,- per buah dengan ukuran 40 cm x 12 cm x 22 cm dan keuntungan yang didapatkan sebesar Rp78.832.344,- per tahun.

Analisis Perbandingan

Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan pada 3 jenis batako, yaitu batako bonggol jagung, bata ringan merk Focon, dan batako konvensional yang dijual di pasaran. Batako bonggol jagung yang dianalisis merupakan batako dengan variasi campuran 1 : 1 : 3. Agar harga ketiga batako di atas dapat dibandingkan, ukuran bata ringan Focon dan batako konvensional yang ada di pasaran dikonversikan menjadi ukuran 40 cm x 12 cm x 22 cm yang kemudian harga jualnya dihitung secara linier. Berikut ini adalah perbandingan penelitian batako yang harga jualnya telah dikonversikan terlebih dahulu yang dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Perbandingan Penelitian Batako

Variasi Batako	Bata ringan merk Focon	Batako konvensional di pasaran	Batako bonggol jagung
Metode Pencetakan	Di cetak menggunakan alat modern di pabrik	Di cetak menggunakan mesin press	Di cetak menggunakan mesin press
Hasil Produksi	>1000	300	200
Pekerja	<50	2	2
Harga Jual/Batako	Rp11.000,-	Rp6.175,-	Rp12.186,-

Dari tabel hasil analisis perbandingan tiga batako di atas, dapat disimpulkan bahwa batako bonggol jagung memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan batako konvensional yang ada di pasaran karena batako bonggol jagung menggunakan bahan yang murah disebabkan adanya pemanfaatan limbah bahan bonggol jagung yang harganya relatif murah di pasaran. Harga batako bonggol jagung jika dibandingkan dengan bata ringan merk Focon juga relatif lebih murah karena proses produksi batako bonggol jagung hanya menggunakan alat press yang sederhana sedangkan bata ringan merk Focon menggunakan bahan yang mahal dan produksinya diproses secara modern dengan menggunakan alat yang mahal, seperti mesin pengaduk khusus, oven, alat pemotong, dan alat pencetak. Akan tetapi dari penggunaan alat yang mahal tersebut, bata ringan Focon yang dihasilkan lebih rapi dan tampilan fisiknya lebih menarik.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan menjadi beberapa hal sebagai berikut.

1. Batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 semen : 1 abu batu : 3 bonggol jagung memiliki kuat desak tertinggi yaitu sebesar $9,17 \text{ kg/cm}^2$ dengan berat volume rata-rata sebesar $1224,75 \text{ kg/m}^3$. Batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 semen : 1 abu batu : 11 bonggol jagung memiliki kuat desak terendah yaitu sebesar $0,86 \text{ kg/cm}^2$ dengan berat volume rata-rata sebesar $700,76 \text{ kg/m}^3$. Sedangkan pada pengujian penyerapan air, batako bonggol jagung variasi campuran 1 : 1 : 3 memiliki nilai sebesar 15,25% dan sesuai yang disyaratkan SNI masuk ke dalam kategori mutu I yaitu dapat digunakan pada konstruksi di luar atap. Batako bonggol jagung variasi campuran 1 : 1 : 5 dengan nilai penyerapan air sebesar 30,05% masuk ke dalam kategori mutu II yaitu dapat digunakan pada konstruksi di bawah atap. Batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 : 1 : 7, variasi campuran 1 : 1 : 9, dan variasi campuran 1 : 1 : 11 tidak masuk dalam kriteria SNI 03-0349-1989.
 2. Nilai redaman panas pada batako bonggol jagung yang paling baik dari semua variasi campuran batako bonggol jagung terdapat pada variasi campuran 1 : 1 : 11 dengan nilai redaman panas sebesar $5,04 \text{ }^\circ\text{C}$.
 3. Nilai aspek teknis yang optimal terdapat pada batako bonggol dengan variasi campuran 1 : 1 : 3 sedangkan nilai redaman panas yang baik terdapat pada batako bonggol jagung dengan variasi campuran 1 : 1 : 11. Semakin baik nilai redaman panas pada batako, maka kuat desak dan penyerapan air yang dihasilkan semakin menurun.
 4. Harga jual batako bonggol jagung yang optimal yaitu pada variasi campuran 1 : 1 : 3 didapatkan sebesar Rp5.420,- per batako. Harga batako bonggol jagung tersebut lebih murah 12,23% dibandingkan batako konvensional di pasaran dan 50,73% lebih murah dibandingkan bata ringan Focon.
 5. Bata ringan Focon memiliki kuat desak sebesar $33,90 \text{ kg/cm}^2$ dengan berat volume rata-rata sebesar 675 kg/m^3 . Bata ringan Focon masuk ke dalam syarat kuat desak rata-rata SNI yaitu 25 kg/cm^2 dan lebih baik 72,96% daripada batako bonggol jagung variasi campuran 1 : 1 : 3. Penyerapan air bata ringan Focon dengan nilai sebesar 34,08% masuk ke dalam kategori mutu II yaitu dapat digunakan pada konstruksi yang memikul beban dan terlindung dari cuaca luar (di bawah atap). Nilai redaman panas pada bata ringan Focon yaitu sebesar $1,86 \text{ }^\circ\text{C}$. Harga jual bata ringan Focon yang telah dikonversikan dengan ukuran batako penelitian memiliki harga sebesar Rp11.000,- /buah.
2. Komposisi penambahan bahan bonggol jagung pada batako penelitian sebaiknya dikurangi agar menghasilkan nilai kuat desak, penyerapan air, dan redaman panas yang lebih baik.
 3. Penambahan variasi batako tanpa penambahan bahan bonggol jagung dengan menggunakan material bahan penyusun yang sama untuk dijadikan pembanding selain bata ringan.
 4. Penimbangan benda uji sebaiknya dilakukan sebelum benda uji diberi plesteran.
 5. Selain menghitung komposisi campuran material bahan batako, pada penelitian selanjutnya diharapkan juga menghitung analisis sensitivitas untuk mengetahui akibat perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sistem produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Amali, M. R.. 2019. *Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicitak Secara Manual*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. SNI 03-0349-1989. Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, PUBLI-1982, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Fahri, B. 2020. *Pemanfaatan dengan Cacahan Bonggol Jagung sebagai Bahan Susun Batako*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hesti, S, I. 2014. *Inovasi Batako Persegi dengan Sekam Padi dan Abu Batu sebagai Pengganti Pasir*. Tugas Akhir. Tidak Dipublikasikan. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Memon, S.A., Javed, U., Khushnood, R.A., 2019. *Eco-friendly utilization of corncob ash as partial replacement of sand in concrete*. *Construct. Build. Mater.* 195, 165 - 177.
- Pinto, J., Barbosa, V., Helder, P., Carlos, J., Paulo, V., Anabela, P., Sandra, P., Vitor, M,C,F,C,. Humberto, V. 2012. *Corn cob lightweight concrete for non-structural applications*. *Construction and Building Materials*, 34, 346-351.
- Winarno, S. 2019. *Comparative Strength and Cost of Rice Husk Concrete Block*. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 280, p. 04002). EDP Sciences.
- Winarno, S., Pramono, W. A. 2019. *Batako Sekam Padi: Sifat Fisik, Kemudahan Produksi, dan Harga Pokok Produksi*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Proses pengadukan campuran batako harus lebih teliti agar adukan batako menjadi homogen sehingga tercampur dengan baik dan merata.