

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN DENGAN CACAHAN BONGGOL
JAGUNG SEBAGAI BAHAN SUSUN BATAKO
(*UTILIZATION OF CHOPPED CORNCOBS AS
MATERIAL FOR CONCRETE BLOCK*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk
Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik
Sipil**



**Berlian Fahri
13511055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN DENGAN CACAHAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN SUSUN BATAKO (*UTILIZATION OF CHOPPED CORNCOBS AS MATERIAL FOR CONCRETE BLOCK*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk
Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik
Sipil

Disusun oleh



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal
23 September 2020
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 945110101

Penguji I

Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 005110101

Penguji II

Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 155111310

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Amiin Yuni Astuti, M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 23 September 2020

Yang membuat pernyataan,



Berlian Fuhri

13511055

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya baik berupa kenikmatan maupun kesehatan lahir dan batin sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “*Pemanfaatan Dengan Cacahan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Susun Batako*”.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa program S1 pada program studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan tugas akhir ini banyak terdapat hambatan, namun atas berkat bantuan dan bimbingan berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Pak Setya Winarno, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D. dan Bapak Vendie Abma, ST., MT. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas kesediaannya untuk menguji serta memberi koreksi dan arahan positif untuk Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua dan adik-adik yang telah memberikan dukungan berupa materi, moral dan do'a yang tak henti
5. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2013. Terima kasih banyak telah membantu, dan mendukung penulis selama kuliah sampai sekarang mendapatkan gelar Sarjana Teknik UII. Semoga kita semua sukses dan selalu dalam limpahan rahmat Allah SWT.
6. Teman-teman seperantauan yang selalu memotivasi dan menemani untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis menyadari akan adanya kelemahan dan kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu penulis mohon maaf dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, September 2020

Penulis

Berlian Fahri



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Penelitian	6
2.2 Penelitian Sebelumnya	6
2.3 Perbedaan Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Batako	13
3.2 Kuat Desak	15
3.3 Penyerapan Air	16

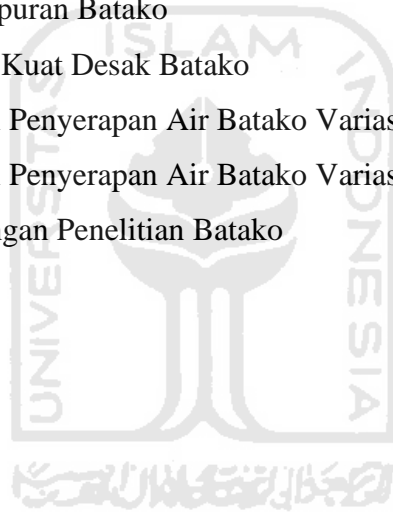
3.4	Biaya	16
3.5	Dinding	16
3.6	Bonggol Jagung	17
3.7	Abu Batu	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		20
4.1	Umum	20
4.2	Pelaksanaan Penelitian	20
4.2.1	Alat-alat yang digunakan	20
4.2.2	Bahan Penyusun Benda Uji	21
4.2.3	Pembuatan Benda Uji	21
4.2.4	Pengumpulan Data Melalui Pengamatan Proses Produksi	25
4.2.5	Pengumpulan Data Melalui Pengujian Laboratorium	25
4.2.6	Pengumpulan Data Melalui Survey Harga	27
4.2.7	Analisis dan Pembahasan	28
4.2	Bagan Alir Penelitian	28
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		30
5.1	Tinjauan Umum	30
5.2	Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Batako	30
5.3	Perhitungan Kebutuhan Campuran	32
5.4	Pengamatan Proses Produksi	34
5.5	Data Hasil Pengujian Sampel Batako	34
5.5.1	Kuat Tekan Batako	34
5.5.2	Penyerapan Air	36
5.6	Analisis Kelayakan Ekonomi	37
5.6.1	Analisis Kelayakan Batako Bonggol Jagung	37

5.6.2 Analisis Perbandingan Kelayakan Harga Batako	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	44
6.1 Kesimpulan	44
6.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3.1 Syarat-syarat Fisik Bata Beton	14
Tabel 3.2 Ukuran Bata Beton	14
Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Batako	22
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan-Bahan Susun	30
Tabel 5.2 Berat Bahan	31
Tabel 5.3 Perbandingan Komposisi Campuran Batako	32
Tabel 5.4 Komposisi Campuran Batako	33
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Desak Batako	35
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako Variasi II	36
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako Variasi V	36
Tabel 5. 8 Hasil Perbandingan Penelitian Batako	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah Bonggol Jagung	2
Gambar 3.1 Bonggol jagung	18
Gambar 3.2 Bonggol jagung yang sudah dicacah menjadi agregat	18
Gambar 4.1 Campuran sebelum di aduk	23
Gambar 4.2 Proses pengadukan campuran dengan Mixer Machine	23
Gambar 4.3 Adonan batako yang telah di aduk	24
Gambar 4.4 Proses pencetakan batako	24
Gambar 4.5 Benda uji saat pengujian kuat desak	26
Gambar 4.6 Alat uji pembebanan maksimal pada batako	27
Gambar 4.7 Keruntuhan Benda Uji setelah Dilakukan Uji Kuat Desak	27
Gambar 4. 8 Flowchart Penelitian	29
Gambar 5.1 Dimensi Batako	31
Gambar 5.2 Kurva Kuat Desak Bruto Batako	35
Gambar 5.3 Kurva Penyerapan Air Batako	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sampel Batako Variasi I	48
Lampiran 2 Sampel Batako Variasi II	49
Lampiran 3 Sampel Batako Variasi III	50
Lampiran 4 Sampel Batako Variasi IV	51
Lampiran 5 Sampel Batako Variasi V	52
Lampiran 6 Sampel Batako Variasi VI	53
Lampiran 7 Form Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan Bonggol Jagung	54



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $f'c$ = Kuat Desak (Kg/cm^2)
- P = Beban Maksimum (Kg)
- A = Luas Penampang (cm^2)
- BV = Berat Volum (gr/cm^3)
- SNI = Standard Nasional Indonesia
- PUBI = Persyaratan Umum Bahan Bangunan
- SSD = *Saturated Surface Dry* / Berat Kering Permukaan
- PC = *Portland Cement*
- fas = Faktor Air Semen



ABSTRAK

Akibat dari kebutuhan akan material dan eksploitasi material bangunan yang terus meningkat, mendorong para ahli berinovasi untuk menemukan material bangunan yang ramah lingkungan. Salah satunya yang bisa digunakan adalah limbah bonggol jagung. Bonggol jagung dapat digunakan untuk menggantikan peran pasir pada campuran batako.

Material campuran batako menggunakan abu batu yang merupakan hasil dari penggergajian limbah batu andesit dari Gunung Merapi, bonggol jagung yang digunakan berasal dari area perkebunan di Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman. Campuran batako memiliki 6 variasi, dimana masing-masing variasi memiliki perbandingan campuran 1,5 semen, 1,5 abu batu dan 6;7;8;9;10;11 bonggol jagung. Setiap variasi terdapat 4 sampel.

Pengujian ini meneliti kekuatan desak dan penyerapan air yang berpedoman pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton serta harga penjualan batako. Pengujian dilakukan setelah batako berumur 28 hari. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kuat desak beton bruto yang optimum terdapat pada batako variasi I dengan perbandingan campuran 1,5 semen, 1,5 abu batu dan 6 bonggol jagung yaitu sebesar 59,79 Kg/cm². Harga batako hasil penelitian adalah Rp 11.200,- per buah, merupakan batako variasi II dengan perbandingan campuran 1,5 semen, 1,5 abu batu dan 7 bonggol jagung.

Kata Kunci : Batako, bonggol jagung, kuat desak, penyerapan air, harga batako

ABSTRACT

Due to increasing of materials needs and those materials exploitation, it can be impacted on environmental quality degradation encourage experts to innovate to find environmentally friendly building materials. One of environmentally friendly materials that can be used is corncob waste. Corncobs can be used to replace the role of sand in the concrete block mixture

The material of concrete block used stone ash which is produced by sawing andesite rock from Mount Merapi. The corncob was taken from a plantation are in Ngemplak District, Sleman. The mixture of bricks had 6 variations. Each variation had a mixture ratio of 1,5 cement, 1,5 stone ash and 6;7;8;9;10;11 corncobs. Each variation had 4 samples.

This research examined the pressure strength and water absorption based on SNI 03-0349-1989 about concrete block and the price of concrete blocks. It was examined after the concrete blocks were 28 days old. The result showed that the optimum pressure strength was found in variation I with a mixture ratio of 1,5 cement, 1,5 stone ash and 6 corncobs, the pressure strength was 59,79 Kg/cm². The price of the concrete block as a result of the research was Rp 11.200,- per piece, which is variation II with a mixture ratio of 1,5 cement, 1,5 stone ash and 7 corncobs.

Keywords : *Concrete block, corncob, pressure strength, water absorption, price of concrete blocks*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembang pesatnya pertumbuhan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang konstruksi mendorong masyarakat untuk mencari alternatif bahan bangunan yang bervariasi dengan tetap mempertahankan standar mutu sehingga tetap dapat menghasilkan kualitas pembangunan yang baik. Alternatif tersebut kemudian diarahkan pada bahan bangunan yang murah, ramah lingkungan, memenuhi persyaratan teknis, dan mudah didapat sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat.

Saat ini bahan bangunan yang menggunakan material berbasis pada semen, agregat, dan pasir vulkanis banyak dijumpai di wilayah Yogyakarta. Namun, akibat dari kebutuhan akan material dan eksploitasi material tersebut yang terus meningkat, maka dapat berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Permasalahan tersebut mendorong para ahli berinovasi untuk menemukan bermacam-macam produk industri dan bahan bangunan yang menggunakan material ramah lingkungan. Material ramah lingkungan diharapkan bisa mengganti material konvensional yang berasal dari alam (misalnya pasir) yang tidak dapat diperbaharui.

Salah satu material ramah lingkungan yang bisa digunakan dalam bidang konstruksi adalah limbah. Berbagai limbah dapat dimanfaatkan untuk bahan campuran material bangunan, termasuk limbah dalam bidang pertanian. Salah satu contoh limbah pertanian yang akan dicoba untuk digunakan dalam bahan bangunan adalah bonggol jagung. Bonggol jagung adalah bagian dalam buah jagung yang sudah diambil biji-biji jagungnya sehingga sering menjadi limbah pertanian. Gambar 1.1 menyajikan foto bonggol jagung. Kementerian Pertanian menyebutkan bahwa terdapat produksi jagung 28,71 juta ton di Indonesia di tahun 2019 dan limbah bonggol jagung yang dihasilkan adalah sekitar 12,3 juta ton (Kementerian

Pertanian, 2019). Fakta ini menunjukkan bahwa pemanfaatan bonggol jagung masih terbuka luas sebagai bahan bangunan.



Gambar 1.1 Limbah Bonggol Jagung

Bonggol jagung memiliki permukaan yang berongga sehingga diharapkan dapat menjadi inovasi baru dalam bidang konstruksi untuk menjadi bahan campuran material bangunan ramah lingkungan yang cocok untuk ditambahkan dalam campuran beton. Inovasi ini juga dapat memangkas dari segi harga dan berat produk bangunan. Dalam penelitian ini, produk bangunan yang akan dibuat adalah batako. Batako adalah bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif sebagai bahan pembuat dinding. Batako biasanya dibuat dengan komposisi antara pasir, semen Portland dan air. Batako sendiri memiliki 2 jenis bentuk, yaitu batako yang berlubang (*hollow block*) dan batako yang tidak berlubang (*solid block*), serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Batako adalah salah satu bahan bangunan yang pengerasannya tidak dibakar, dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah lain.

Dalam beberapa tahun belakangan, beberapa peneliti telah mencoba untuk mengoptimalkan bahan susun beton, baik dari segi kualitas ataupun biaya, salah satu caranya adalah dengan mengganti sebagian material pasir dalam adukan beton

dengan material-material sisa yang jarang digunakan atau limbah, terutama dari sisa hasil pertanian. Beberapa contoh penelitian beton ramah lingkungan dengan menggunakan bonggol jagung telah diteliti oleh Memon dan Khan (2017), Khusnood dkk (2018) dan Juwanto dkk (2019). Memon dan Khan (2017) telah meneliti tentang pengoptimalan abu bonggol jagung yang dipadukan dengan semen sebagai solusi untuk mengurangi masalah pembuangan limbah bonggol jagung dan menipisnya sumber daya alam. Di penelitian Khusnood dkk (2018) menyarankan solusi ramah lingkungan untuk bonggol jagung dengan menggunakannya sebagai pengganti pasir. Bonggol jagung dinilai memiliki karakteristik bebas dari kotoran organik, memiliki bentuk yang baik karena adanya lubang-lubang kecil atau pori-pori. Juwanto dkk (2019) telah meneliti tentang kinerja kuat tekan beton dengan bahan tambah abu bonggol jagung. Sehingga kedepannya limbah bonggol jagung dapat dimanfaatkan dalam dunia konstruksi.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tersebut menggunakan abu bonggol jagung. Namun demikian, belum ada penelitian yang memanfaatkan bonggol jagung tanpa dibakar untuk agregat dalam pembuatan batako. Bonggol jagung harus dicacah terlebih dahulu menjadi serpihan berdiameter 1-2cm. Karena batako bonggol jagung memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan batako konvensional yang menggunakan pasir, inovasi batako bonggol jagung dalam penelitian ini diharapkan memperoleh batako yang lebih ringan. Penelitian ini akan menguji sifat-sifat fisik dan mekanis batako, serta menganalisis harga dan berat batako dengan agregat bonggol jagung sebagai hasil penelitian yang kemudian akan dibandingkan dengan batako konvensional di pasaran. Hasil pengujian akan dibandingkan dengan persyaratan batako sesuai dengan persyaratan kuat desak dan penyerapan air di dalam SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana komposisi material penyusun batako bonggol jagung agar memenuhi persyaratan kuat desak yang sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 ?
2. Bagaimana komposisi material penyusun batako bonggol jagung agar memenuhi persyaratan penyerapan air yang sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 ?
3. Berapa harga pokok produksi batako bonggol jagung ?
4. Apa kelebihan dan kekurangan dari batako bonggol jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui komposisi material penyusun batako bonggol jagung agar memenuhi persyaratan kuat desak yang sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 tentang bata beton.
2. Mengetahui komposisi material penyusun batako bonggol jagung agar memenuhi persyaratan penyerapan air yang sesuai dengan standar SNI-03-0349-1989 tentang bata beton.
3. Mengetahui harga pokok produksi batako bonggol jagung
4. Mengetahui kelebihan dan kekurangan dari batako bonggol jagung.

1.4 Manfaat Penelitian

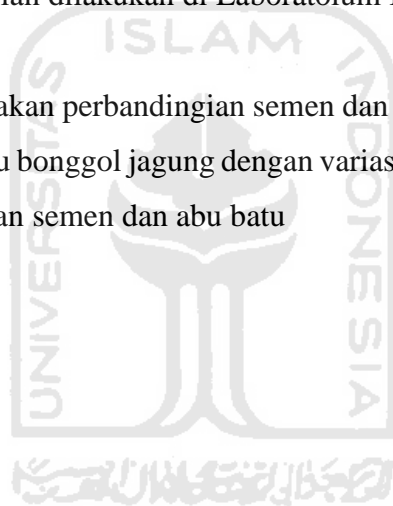
Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Inovasi batako janggol jagung akan memberikan alternatif dinding baru bagi perencana dan kontraktor.
2. Secara luas, pemanfaatan bonggol jagung dapat ikut berkontribusi dalam menjaga keseimbangan alam untuk pembangunan yang berkelanjutan.

1.5 Batasan Penelitian

Demi mendapatkan hasil yang optimal dan tepat sasaran sehingga tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka batasan penelitian dijabarkan sebagai berikut:

1. Benda uji menggunakan batako dengan dimensi P x L x T adalah 40 x 19 x 10 cm.
2. Bonggol jagung yang digunakan berasal dari area perkebunan di Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman sebagai agregat bahan susun batako..
3. Menggunakan material abu batu yang berasal dari limbah penggergajian batu andesit dari Gunung Merapi sebagai filler.
4. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland Tipe 1, Merk Tiga Roda yang disediakan oleh Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi, UII.
5. Proses pembuatan benda uji dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi, UII dan pengujian dilakukan di Laboratoium Bahan Konstruksi Teknik UII.
6. Penelitian ini menggunakan perbandingan semen dan abu batu sebesar 1,5 : 1,5 dengan penambahan abu bonggol jagung dengan variasi perbandingan 6,7,8,9,10 dan 11 dari perbandingan semen dan abu batu



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian

Masyarakat Indonesia pada umumnya lebih familiar dengan penggunaan bata merah sebagai bahan untuk pembangunan dinding. Dari segi kualitas, bata merah lebih baik dibandingkan dengan batako. Hal inilah yang mendorong produsen batako untuk melakukan inovasi agar batako dapat bersaing dengan bata merah sebagai bahan untuk pembangunan dinding.

Dalam hal kualitas bata merah jauh lebih unggul dibandingkan dengan batako. Akan tetapi, penggunaan batako juga memiliki keunggulan tersendiri. Proses pemasangan batako lebih praktis sehingga hal tersebut akan mempermudah pemasangan dinding. Dengan kemudahan tersebut, maka secara otomatis akan lebih menghemat waktu dan biaya jasa pengerjaan (Rachmadi, 2016).

Untuk memastikan keaslian penelitian dan menghindari duplikasi pada penelitian yang akan dilaksanakan, maka pada bab ini akan dijelaskan penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini mengacu pada beberapa hasil penelitian terdahulu tentang penggunaan bonggol jagung sebaagai bahan tambah pada campuran beton yang sekiranya hampir sama, sebagai referensi data pendukung dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut.

Memon dan Khan (2017) telah meneliti tentang pemanfaatan bonggol jagung sebagai pilihan ramah lingkungan yang berpotensi untuk campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pembakaran dan penggilingan yang paling baik untuk abu bonggol jagung sebagai bahan campur beton. Pada awalnya, abu bonggol jagung yang sudah dibakar bebas disaring melalui saringan #50 (R50), #12 (R12), dan wajan (R00) untuk menemukan kebutuhan pembakaran. Ditemukan bahwa abu R00 yang memiliki ukuran partikel lebih kecil dapat

langsung digunakan sebagai *pozzolan* sedangkan abu R12 da R50 yang memiliki partikel lebih besar memerlukan pembakaran lebih lanjut.

Penelitian dibagi menjadi empat fase. Pada fase I, abu bonggol jagung R12 dibakar pada suhu 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, dan 800°C selama 2 jam untuk menemukan suhu yang optimal. Hasil terbaik diperoleh pada suhu 500°C, yang berarti suhu 500°C merupakan suhu optimal pembakaran. Pada fase II, abu bonggol jagung R50 dibakar pada suhu optimal yaitu 500°C untuk interval waktu yang berbeda, yaitu 15, 30, 60, dan 30 menit untuk menemukan waktu pembakaran optimal dan mungkin mengurangi kebutuhan energy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pembakaran 30 menit adalah optimal, dan dibandingkan dengan ukuran partikel yang lebih besar (sampel R12), didapatkan hasil abu R50 (yang memiliki ukuran partikel lebih kecil) memerlukan lebih sedikit waktu untuk mencapai aktivitas *pozzolan* yang diperlukan. Pada fase III, ketiga abu yang diayak yang dibakar pada kondisi optimal dicampur dan ditemukan indeks aktivitas *pozzolan* yang memadai (80,3%). Berdasarkan 3 fase diatas dapat disimpulkan hasil optimal bahwa abu R00 diperoleh dari ayakan pertama, abu R12 dibakar pada suhu 500°C selama 2 jam, dan abu R50 dibakar pada suhu 500°C selama 30menit, memberikan hasil yang baik secara mutual. Akhirnya dalam fase IV, waktu penggilingan ditentukan dengan menggiling abu selama 30, 60, 120, dan 240 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas permukaan meningkat dengan bertambahnya durasi penggilingan. Penggilingan selama 60 menit dipilih sebagai optimal. Dengan demikian, abu bonggol jagung setelah kondisi pembakaran dan penggilingan yang optimal dapat digunakan dalam komposit berbasis semen.

Khusnood dkk (2018) juga sudah meneliti tentang abu bonggol jagung yang menjadi pengganti agregat halus dalam beton. Mereka telah mengusulkan solusi ramah lingkungan dengan menyelidiki pemanfaatan abu bonggol jagung dengan campura sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% sebagai agregat halus dalam beton. Abu bonggol jagung di katakan sesuai sebagai pengganti agregat halus dengan menentukan sifat fisik dan kimia serta menyelidiki morfologinya di tingkat mikro dan makro. Beton diuji dalam kondisi mengeras, yang diujikan adalah kuat tekan, kadar air dan kepadatan pada usia beton 7 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari. Hasil

tes menunjukkan bahwa abu bonggol jagung berkualitas baik, amorf, bebas dari kotoran organik, dan memiliki morfologi yang sangat keropos karena adanya pori-pori mikro, perforasi, dan tubulus. Nilai penurunan dan penyusutan meningkat sedangkan kepadatan beton segar menurun dengan meningkatnya persentase abu bonggol jagung. Kompresif kekuatan dan kepadatan beton yang mengeras menurun dengan meningkatnya persentase abu bonggol jagung sementara nilai-nilai parameter ini meningkat dengan usia pengujian. Nilai-nilai air penyerapan ditemukan menurun dengan usia pengujian. Pada 28 hari, kuat tekan beton dengan 10% abu bonggol jagung sebagai pengganti agregat halus ditemukan 22 MPa. Untuk semua campuran, penurunan berat dalam asam sulfat lebih jelas daripada asam klorida karena sifat yang lebih agresif. Komposisi kimia hasil abu bonggol jagung dari abu bonggol jagung menunjukkan bahwa abu bonggol jagung memiliki potensi *pozzolan* ketika digunakan dalam beton sebagai pengganti agregat halus. Pemanfaatan abu bonggol jagung memberikan solusi ramah lingkungan untuk masalah pembuangan bonggol jagung. Hal ini juga menyediakan sumber bahan baku yang layak untuk industri konstruksi dan akan membantu dalam melestarikan sumber daya alam agregat. Maka dari itu pemanfaatan menggunakan abu bonggol jagung sebagai agregat halus dalam beton diverifikasi.

Juwanto dkk (2019) juga telah meneliti hal yang sejalan dengan penelitian-penelitian diatas. Dari pokok permasalahan tentang pentingnya lingkungan dan pemanfaatan limbah, sehingga memunculkan ide tentang pemanfaatan bonggol jagung sebagai bahan tambah pembuatan beton ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton ringan abu batang jagung dan bonggol jagung yang meliputi berat isi, modulus elastisitas dan kuat tekan beton. Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen yaitu dengan cara membuat percobaan berupa benda uji dilaboratorium dengan menggunakan abu batang jagung sebagai bahan aditif campuran semen dan bonggol jagung sebagai campuran agregat kasar pada pembuatan beton.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan campuran abu bonggol jagung dengan kadar 10% mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dari beton biasa, tetapi beton campuran mempunyai nilai yang lebih ekonomis dan lebih ringan.

2.3 Perbedaan Penelitian

Dengan dasar beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode eksperimen, maka dapat ditemukan beberapa perbedaan dengan penelitian yang akan dilaksanakan sekarang. Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1



Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Penelitian	Memon dan Khan, (2017)	Khusnood dkk, (2018)	Juwanto dkk, (2019)	Fahri, (2020)
Judul	Ash blended cement composite: Eco-friendly and sustainable option for utilization of corncob ash	Eco-friendly utilization of corncob ash as partial replacement of sand in concrete	Pemanfaatan bahan additive abu batang jagung dan bonggol jagung sebagai bahan tambahan pembuatan beton ringan ramah lingkungan	Pemanfaatan dengan cacahan bonggol jagung sebagai bahan susun batako
Tujuan Penelitian	Mencari suhu optimal pembakaran bonggol jagung, mencari waktu optimal pembakaran bonggol jagung, mencari waktu optimal penggilingan bonggol jagung	Menyelidiki pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai agregat halus dalam beton	Mengetahui karakteristik beton ringan abu batang jagung dan bonggol jagung yang meliputi berat isi, modulus elastisitas, dan kuat tekan beton	Mengetahui kuat tekan batako bonggol jagung dengan berbagai variasi ukuran campuran dan mengetahui kelebihan dan kekurangan dari produksi batako bonggol jagung
Bahan Tambah	Bonggol jagung yang sudah dibakar dengan suhu bebas	Bonggol jagung	Batang dan bonggol jagung	Bonggol jagung

Sumber: Memon dan Khan (2017), Khusnood dkk (2018), Juwanto dkk (2019)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Penelitian	Memon dan Khan, (2017)	Khusnood dkk, (2018)	Juwanto dkk, (2019)	Fahri, (2020)
Hasil Penelitian	<p>Pembakaran optimum #12 (R12) diperoleh suhu optimal 500°C selama 2 jam</p> <p>Waktu pembakaran optimum pada #50 (R50) adalah pada suhu 500°C selama 30 menit</p> <p>Waktu penggilingan optimal 60 menit</p>	<p>Abu bonggol jagung memiliki kualitas yang baik, bebas dari kotoran organik dan memiliki sifat yang sangat kropos karena adanya pori pori, perforasi dan tubulus</p> <p>Kekuatan dan kepadatan beton menurun dengan meningkatnya persentase abu bonggol jagung yang dicampurkan kedalam beton, sementara nilai parameter ini meningkat sesuai lamanya usia pengujian</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan campuran abu bonggol dengan kadar 10% mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dari beton biasa, tetapi mempunyai nilai yang lebih ekonomis dan lebih ringan.</p>	

Sumber: Memon dan Khan (2017), Khusnood dkk (2018), Juwanto dkk (2019)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Penelitian	Memon dan Khan, (2017)	Khusnood dkk, (2018)	Juwanto dkk, (2020)	Fahri, (2020)
Hasil Penelitian		<p>Nilai kadar air menurun sesuai lamanya usia pengujian</p> <p>Pada usia pengujian 28 hari, didapatkan kuat tekan beton dengan campuran abu bonggol jagung 10% sebagai pengganti agregat halus yaitu 22 MPa</p> <p>Abu bonggol jagung memiliki potensi bersifat pozzolan ketika dijadikan bahan pembuat beton sebagai pengganti sebagian agregat halus</p>		

Sumber: Memon dan Khan (2017), Khusnood dkk (2018), Juwanto dkk (2019)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Batako

Bata beton atau yang biasanya dikenal dengan batako merupakan suatu jenis unsur bahan bangunan berbentuk bata yang dibentuk dari material utama yaitu pasir bercampur dengan semen dan air. Menurut SNI 03-0349-1989 conblock (*concrete block*) 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 PUBI-1982 pasal 6, “Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lingkungan yang lembab”.

Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Batako yang baik adalah batako yang memiliki permukaan rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Batako sendiri dibedakan menjadi dua jenis yaitu bata beton pejal dan bata beton berlobang. Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya. Bata beton berlobang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan memiliki volume lubang lebih dari 25% volume batanya.

Berikut adalah persyaratan mutu batako menurut PUBI 1982 :

1. Ukuran nominal batu cetak beton termasuk satu campuran tempat meletakkan adukan (spesi) adalah sebagai berikut:
 - a. Panjang : 40 cm
 - b. Tinggi : 20 cm dan 10 cm
 - c. Tebal : 7,5 ; 10 ; 15; dan 20 cm

2. Tebal minimum setiap dinding lubang dan sirip pada batu cetak beton berlubang tidak boleh lebih tipis dari 20 mm.
3. Sisi-sisi kearah panjang, tebal dan tinggi dari batu cetak beton harus tegak lurus satu dengan yang lainnya, tepi-tepi serta sudut-sudutnya harus cukup kuat sehingga tidak mudah diserpihkan dengan tangan, pada badan batu cetak tidak boleh terdapat cacat yang merugikan.

Berikut adalah syarat fisis dan ukuran batako sesuai dengan SNI 03-0349-1989 dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2** sebagai berikut.

Tabel 3.1 Syarat-syarat Fisik Bata Beton

No	Syarat Fisik	Satuan	Tingkat Mutu				Tingkat Mutu			
			Batako Pejal				Batako Berlobang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Kuat desak bruto* rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2	Kuat -tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3	Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

- Kuat desak bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk lubang serta cekungan tepi.

Tabel 3.2 Ukuran Bata Beton

No	Jenis	Ukuran, mm		
		Panjang	Lebar	Tebal
1	Batako pejal	390: +3 atau -5	190: +2 atau -2	100: +2 atau -2
2	Batako berlubang			
	a. Kecil	390: +3 atau -5	190: +3 atau -5	100: +2 atau -2
	b. Besar	390: +3 atau -5	190: +3 atau -5	200: +3 atau -3

Berdasarkan PUBI 1982 sesuai dengan pemakaiannya, batako diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sebagai berikut :

1. Batako dengan mutu A1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban. Dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari cuaca luar.
2. Batako dengan mutu A2, adalah batako yang hanya digunakan untuk hal-hal seperti dalam jenis A1, tetapi hanya permukaan konstruksi dari batako tersebut boleh tidak diplester.
3. Batako dengan mutu B1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
4. Batako dengan mutu B2, adalah batako untuk konstruksi yang memikul beban dan dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi.

3.2 Kuat Desak

Kuat desak (*compressive strength*) adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan batako mengidentifikasi mutu dari sebuah batako. Semakin tinggi kuat tekan batako, semakin tinggi pula mutu batako yang dihasilkan. Batako harus dirancang proporsi campurannya agar menghasilkan kuat tekan yang disyaratkan. Pengujian kuat tekan batako dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan batako dalam menahan gaya tekan, dengan suatu luasan bidang tekan tertentu. Untuk menghitung besarnya kuat tekan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.1

$$F'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- F_c = kuat desak (kg/cm²)
 P = Beban (kg)
 A = Luas penampang (cm²)

3.3 Penyerapan Air

Penyerapan air adalah persentase kandungan air yang dapat diserap oleh batako. Besar kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako tersebut. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam batako maka akan semakin besar pula penyerapan air sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga (pori-pori) yang terdapat pada batako terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga. Persentase penyerapan air dirumuskan seperti Persamaan 3.2

$$PA = \frac{Bb - Bk}{Bk} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

PA = Penyerapan air (%)
 Ba = Berat kering (kg)
 Bb = Berat basah (kg)

3.4 Biaya

Besar atau kecilnya biaya untuk membuat batako sangat bergantung pada mutu yang ingin dicapai, material yang digunakan, SDM yang digunakan, alat yang digunakan, dan waktu yang diberikan. Perhitungan biaya tidak hanya menentukan harga dari suatu batako, namun mempertimbangkan alternatif-alternatif lain yang memungkinkan untuk digunakan. Alternatif-alternatif yang memungkinkan untuk digunakan itu memberikan kemungkinan untuk mendapatkan harga paling ekonomis tanpa menurunkan mutu batako yang sudah menjadi standar dalam suatu pembuatan batako.

3.5 Dinding

Dinding dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yaitu penutup sisi samping (penyekat) ruang, rumah, bilik, dan sebagainya yang dibuat dari papan, anyaman bambu, dan tembok. Dinding dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu dinding struktural dan dinding non struktural. Dinding struktural adalah dinding yang direncanakan, diperhitungkan dan digunakan untuk menahan beban gravitasi dan

beban lateral sedangkan dinding non struktural adalah dinding yang tidak menahan beban, hanya sebagai pembatas antar ruang. Secara umum dinding memiliki fungsi yaitu :

1. Sebagai pemikul beban di atasnya.
2. Sebagai sekat atau pembatas antar ruangan yang memiliki sifat privasi, indah dalam segi warna dan tekstur, dapat dibuat transparan, sebagai peredam terhadap bunyi baik dari dalam maupun dari luar.
3. Sebagai perlindungan terhadap gangguan dari luar seperti hewan, radiasi sinar matahari, isolasi terhadap suhu, air hujan, hembusan angin, serta gangguan dari luar lainnya.

3.6 Bonggol Jagung

Bonggol jagung adalah bagian dari jagung yang tersisa setelah jagung dikonsumsi. Bonggol jagung sebagai limbah sudah populer dijadikan sebagai bahan pakan ternak karena dinilai bagus untuk melancarkan penyerapan nutrisi dalam pencernaan hewan. Selain diolah menjadi pakan ternak, pemanfaatan limbah bonggol jagung juga dapat digunakan oleh masyarakat sebagai bahan pengganti kayu bakar karena lebih ekonomis dan dapat menurunkan kebutuhan energy seperti minyak tanah atau gas.

Namun pemanfaatan bonggol jagung seperti yang dijelaskan diatas masih belum bisa mengatasi permasalahan menumpuknya limbah bonggol jagung. Bonggol jagung seringkali hanya menjadi limbah yang sering diabaikan di banyak daerah. Oleh karena itu, bonggol jagung menyebabkan masalah kritis karena volume yang signifikan dihasilkan dan tidak digunakan dengan cara yang menguntungkan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan pemanfaatan bonggol jagung yang telah digiling menjadi abu bonggol jagung sebagai campuran komposisi beton dimana didapatkan keuntungan ekonomis dan struktural bangunan. Secara struktural yaitu dengan menyubstitusi (mengganti) pasir dengan abu bonggol jagung dapat mengurangi berat batako sehingga besarnya beban yang bekerja pada struktur mati bangunan dapat berkurang. Dengan pengurangan pada beban struktur mati bangunan tersebut, beban yang harus ditanggung oleh pondasi bangunan juga akan berkurang dan kebutuhan akan pondasi yang lebih besar dapat dihindarkan sehingga nilai RAB juga dapat diperkecil.



Gambar 3.1 Bonggol jagung

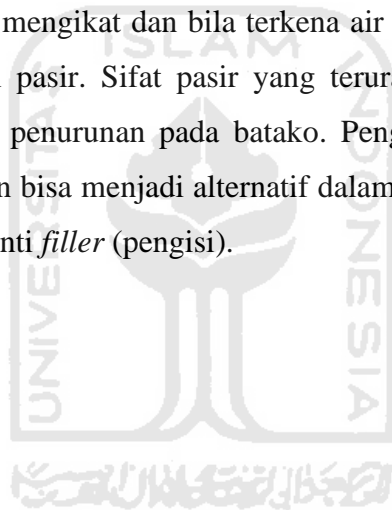


Gambar 3.2 Bonggol jagung yang sudah dicacah menjadi agregat

3.7 Abu Batu

Abu batu merupakan material vulkanis yang berasal dari limbah hasil penggergajian batu andesit. Abu batu mudah dijumpai di daerah Cangkringan, Kabupaten Sleman Yogyakarta yang merupakan wilayah industri material vulkanis. Abu batu umumnya berwarna abu-abu dan terdiri dari butiran halus. Abu batu sering digunakan menjadi bahan sampingan sebagai kombinasi dari adukan beton. Abu batu mudah didapatkan dan bisa dinilai ekonomis dari segi harga. Selain sebagai kombinasi dari adukan beton, abu batu juga dapat dijadikan sebagai filler pembuatan batako.

Dalam penelitian ini, digunakan abu batu sebagai *filler* pembuatan batako sebab sifat abu batu yang mengikat dan bila terkena air semakin mengeras. Beda halnya jika menggunakan pasir. Sifat pasir yang terurai jika terkena air dapat mengakibatkan terjadinya penurunan pada batako. Penggunaan abu batu dalam kombinasi bahan bangunan bisa menjadi alternatif dalam menghemat penggunaan semen dan sebagai pengganti *filler* (pengisi).



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

Menurut Suryana (2010), Metode penelitian adalah prosedur atau langkah-langkah dalam mendapatkan pengetahuan ilmiah atau ilmu. Prosedur tersebut digunakan untuk mencari jawaban atas permasalahan yang diuraikan dengan tahapan yang sistematis. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII dan sampel di uji di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII. Metode eksperimen adalah suatu penelitian untuk mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam suatu kondisi yang terkontrol (Setya, 2018). Dalam suatu penelitian terdapat variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas berupa penambahan cacahan bonggol jagung pada campuran batako, sedangkan variabel terikat berupa kekuatan desak, ketebalan batako, serapan air dan harga pokok produksinya.

4.2 Pelaksanaan Penelitian

4.2.1 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mesin giling, untuk menggiling bonggol jagung menjadi abu jagung.
- b. Saringan pasir dengan ukuran 5 mm, berfungsi untuk menyaring abu batu dari gumpalan-gumpalan agar mendapat ukuran yang diinginkan.
- c. Kaleng silinder, digunakan sebagai tempat dan alat ukur komposisi campuran.
- d. Sekop, berfungsi untuk memindahkan abu batu dari satu tempat ke tempat lain sedikit demi sedikit.
- e. *Mixed Machine*, sebagai alat untuk mengaduk campuran agar tercampur rata.
- f. Cetakan manual tanpa mesin ukuran 19 x 40 x 10.
- g. Papan kayu, ukuran 50 x 30 cm yang berfungsi sebagai media untuk memindahkan batako yang telah di cetak ke tempat yang teduh.

- h. Plastik ukuran 50 x 30 cm yang berfungsi sebagai alas agar batako tidak lengket dengan papan kayu.
- i. Palu kayu, sebagai alat pemadat batako saat campuran dituang kedalam cetakan manual.
- j. Kamera, untuk merekam setiap kejadian.
- k. Oven, untuk mengeringkan batako berusia 28 hari dan mengetahui kadar air batako
- l. Alat uji kuat desak, untuk mengetahui kekuatan desak batako
- m. Alat bantu seperti timbangan, cetok semen, kuas pembersih, cat, kalkulator, penggaris, dan meteran.

4.2.2 Bahan Penyusun Benda Uji

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat benda uji adalah sebagai berikut :

- a. Abu batu, berfungsi sebagai filler atau bahan penyusun utama sebagai pengganti pasir pada batako didapat dari limbah penggergajian batu andesit Kecamatan Cangkringan, Sleman.
- b. Abu bonggol jagung, sebagai bahan tambah pada campuran batako.
- c. Semen, pada benda uji digunakan Semen Portland Tiga Roda berfungsi merekatkan semua komponen campuran.
- d. Air, berfungsi melarutkan campuran agar dapat tercampur merata

4.2.3 Pembuatan Benda Uji

Berikut adalah pembuatan dan perawatan benda uji untuk setiap pengujian. Tahap-tahap pembuatan batako adalah sebagai berikut :

- 1. Tahap Persiapan
 - a. Pengambilan sampel sekam padi dan abu batu dari tempat asalnya.
 - b. Bonggol jagung dan abu batu diratakan dan dijemur sekitar kurang lebih 1 hari hingga kering (SSD).
 - c. Bonggol jagung digiling di mesin giling manual yang menghasilkan ukuran abu bonggol jagung berukuran < 1 mm

- d. Abu batu disaring untuk menyingkirkan agregat yang berbentuk kerikil dengan ayakan 5 mm dan 2 mm.
- e. Abu bonggol jagung dan abu batu yang sudah SSD diukur kadar airnya dan berat volumenya.
- f. Semen juga diukur berat volumenya.

2. Mix Desain

Pembuatan formulasi komposisi campuran batako diukur dalam satuan volume untuk memudahkan proses pencampuran. Digunakan 6 campuran dengan takaran komposisi masing-masing komponen yang berbeda berdasarkan perbaikan dari penelitian serupa tentang batako dengan campuran material khusus oleh mahasiswa-mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Proporsi campuran bahan susun batako yaitu semen , abu batu sebesar 1,5:1,5. Proses pencetakan dilakukan secara manual dan pematatannya hanya ditusuk tusuk secara sederhana. Berikut adalah tabel komposisi campuran masing-masing batako untuk menentukan campuran yang memiliki kuat desak tertinggi hingga mendapatkan campuran untuk diproduksi sebagai benda uji :

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Batako

Tipe	Komposisi dalam volume		
	PC	Abu batu	Bonggol Jagung
I	1,5	1,5	6
II	1,5	1,5	7
III	1,5	1,5	8
IV	1,5	1,5	9
V	1,5	1,5	10
VI	1,5	1,5	11

Dalam setiap variasi campuran, benda uji untuk masing-masing varian dan tipe sebanyak 4 buah, maka total sampel benda uji pada setiap skema adalah sebanyak 24 buah. Perlu dilakukan trial fas agar mendapatkan bentuk batako yang sempurna dan mudah dicetak.

3. Tahap Pencampuran Bahan Susun Batako

- a. Masukkan abu bonggol jagung dalam posisi kering udara (SSD) sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan seperti pada **Tabel 4.1** ke dalam *Mixer Machine* sambil diaduk perlahan. Selanjutnya, masukkan abu batu dan juga semen. Hasil campuran diuji coba dengan digenggam memakai telapak tangan untuk mengukur apakah campuran mudah dicetak atau belum. Jika belum mudah untuk dicetak tambahkan air hingga campuran mudah dicetak. Catat pertambahan air untuk mengetahui nilai fas.



Gambar 4.1 Campuran sebelum di aduk

- b. Proses pencampuran dengan *Mixer Machine* dilakukan hingga semua bahan yang dicampur tercampur merata.



Gambar 4.2 Proses pengadukan campuran dengan *Mixer Machine*

- c. Adonan batako segar yang siap cetak dikeluarkan dari alat mixer dengan membuka penutup lubang bagian bawah, sehingga adonan batako siap dicetak dengan cetakan manual.



Gambar 4.3 Adonan batako yang telah di aduk

4. Tahap Pencetakan

- a. Cetakan batako yang dipakai adalah cetakan batako secara manual (tanpa menggunakan mesin cetak) dan batako dicetak pada posisi tidur.



Gambar 4.4 Proses pencetakan batako

- b. Cetakan dilapisi minyak di bagian dalam dan diletakkan pada papan kayu yang diberi landasan yang tidak menyerap air, misalnya lembaran plastik tebal atau terpal. Tempatnya juga harus teduh dan tidak terpapar sinar matahari langsung ataupun kehujanan.

- c. Adonan batako segar dimasukkan dalam cetakan sambil ditusuk-tusuk agar menjadi padat.
- d. Cetakan diisi dengan adonan batako segar sampai penuh dan kemudian diratakan dengan dipukul-pukul dengan pelat kayu.
- e. Cetakan dilepas secara manual sehingga batako tetap di tempatnya. Cara seperti ini akan menghilangkan potensi kerusakan atau kecacatan batako segar yang selesai dicetak.

4.2.4 Pengumpulan Data Melalui Pengamatan Proses Produksi

Selama proses produksi, akan diamati bagaimana proses produksinya, apakah terdapat kesulitan untuk mencetak produk batako secara utuh tanpa cacat, dan berapa buah produksi batako per harinya, berapa volume bahan susun yang diperlukan untuk membuat satu unit batako, berapa lama waktu siklus dalam pembuatan batako mulai dari mencampur, mengaduk, mencetak, dan memindahkan ke tempat teduh.

4.2.5 Pengumpulan Data Melalui Pengujian Laboratorium

Terdapat beberapa pengujian dalam penelitian ini, yaitu pengujian bahan-bahan penyusunnya (kadar air, berat jenis, dan berat volume) dan pengujian sampel batako (penyerapan air dan kekuatan desak).

1. Pengujian Bahan-bahan Penyusun

Bahan-bahan penyusun adalah semen, filler (abu batu), dan abu bonggol jagung. Pengujian meliputi kadar air, berat jenis, dan berat volume. Pedoman pengujian mengikuti standar pengujian di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi.

2. Pengujian Sampel Batako

Terdapat dua pengujian, yaitu penyerapan air dan kekuatan desak. Pengujian ini dilakukan terhadap benda uji yang telah berumur 28 hari. Untuk pengujian kuat desak benda uji berupa batako. Pengujian kuat desak dilakukan untuk masing-masing varian tipe sebanyak 4 buah dengan menggunakan alat uji desak manual di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia.

Langkah-langkah pengujian kuat desak adalah sebagai berikut.

- a. Pemberian nama pada batako agar memudahkan dalam memberikan nilai kuat desak batako kemudian batako ditimbang.
- b. Benda uji diletakkan pada alat kuat desak dapat dilihat pada **Gambar 4.4** sebagai berikut.



Gambar 4.5 Benda uji saat pengujian kuat desak

- c. Letakkan sebuah pelat atau batang penekan tambahan diatas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris
- d. Letakkan benda uji di atas bantalan bantu pembebanan sedemikian rupa hingga benda uji terlihat tegak lurus.
- e. Nyalakan mesin alat kuat desak dan pembebanan pada benda uji dimulai.
- f. Catat pembebanan maksimal yang dicapai.



Gambar 4.6 Alat uji pembebanan maksimal pada batako

- g. Benda uji yang telah melalui pengujian kuat desak akan hancur dapat dilihat pada **Gambar 4.7** sebagai berikut.



Gambar 4.7 Keruntuhan Benda Uji setelah Dilakukan Uji Kuat Desak

4.2.6 Pengumpulan Data Melalui Survey Harga

Perhitungan harga batako 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, yaitu beberapa pengusaha batako konvensional disekitar wilayah Sleman.

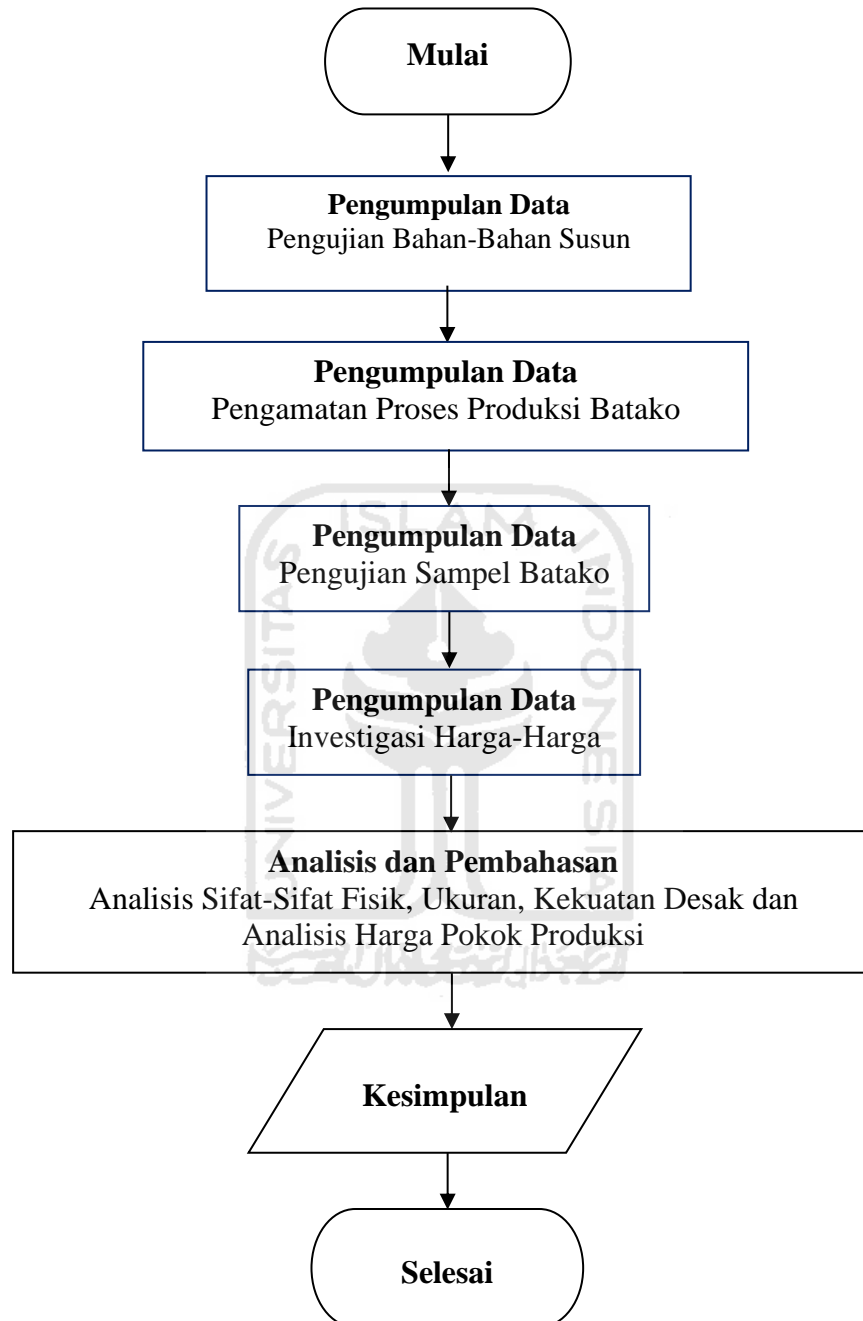
4.2.7 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan. Data-data yang telah diperoleh dianalisis untuk mendapatkan tipe batako mana yang paling baik sesuai dengan kriteria menurut SNI. Kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

4.2 Bagan Alir Penelitian

Sebagai penelitian ilmiah, maka penelitian ini harus dilaksanakan dalam sistematika yang jelas dan teratur, sehingga diperoleh hasil yang memuaskan dan dapat dipertanggungjawabkan. Untuk lebih jelasnya prosedur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4.8** berikut :





Gambar 4. 8 Flowchart Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Sebuah data dari penelitian perlu dilanjutkan dengan melakukan analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti di Pusat Inovasi Material Vulkanis UII dan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) yang diawali dengan pemeriksaan pada bahan penyusun batako, pengamatan proses produksi, dan pengujian sampel batako yang telah dibuat.

5.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Batako

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan memperoleh data-data bahan untuk digunakan sebagai campuran. Bonggol jagung pada mulanya di keringkan selama 1 hari, lalu bonggol jagung digiling menggunakan mesin giling hingga lolos saringan mesin giling sebesar kurang lebih 0,5 cm. Pemeriksaan bahan meliputi berat volum (BV) semen, abu batu, dan bonggol jagung. Bonggol jagung pada mulanya di keringkan selama 1 hari, lalu bonggol jagung digiling menggunakan mesin giling hingga lolos saringan mesin giling sebesar kurang lebih 0,5 cm. Hasil pemeriksaan bahan yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 5.1** berikut :

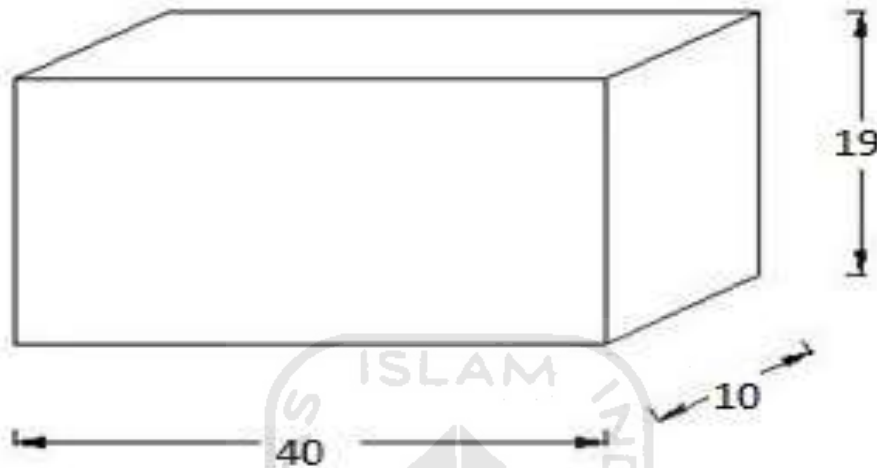
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Bahan-Bahan Susun

No	Semen	Abu Batu	Bonggol Jagung
	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
1	1,087	1,205	0,088
2	1,046	1,18	0,092
3	1,085	1,165	0,093
Rata-Rata	1,073	1,183	0,091

1. Analisis Perhitungan

a. Volum Batako

Berikut adalah perhitungan dimensi dan volume batako yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut



Gambar 5.1 Dimensi Batako

Berdasarkan pada Gambar 5.1, volume batako pejal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume batako pejal} &= P \times L \times T \\
 &= 40 \times 10 \times 19 \\
 &= 7600 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,0076 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Berat Bahan

Berat volum diperoleh dari hasil perhitungan berat bahan. Untuk itu dilakukan pengujian berat bahan sebagai berikut.

Tabel 5.2 Berat Bahan

No	Semen	Abu Batu	Bonggol Jagung
	gr	gr	gr
I	8261	9158	669
II	7950	8968	699
III	8246	8854	707
Rata-Rata	8152,27	8993,33	691,60

c. Berat Volum

$$\begin{aligned}
 1) \text{ BV semen} &= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Volum cetakan}} \\
 &= \frac{8152,27}{7600} \\
 &= 1,073, \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ BV abu batu} &= \frac{\text{Berat abu batu}}{\text{Volum cetakan}} \\
 &= \frac{8993,33}{7600} \\
 &= 1,183, \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ BV bonggol agung} &= \frac{\text{Berat bonggol jagung}}{\text{Volum cetakan}} \\
 &= \frac{691,60}{7600} \\
 &= 0,091, \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Berikut adalah komposisi perbandingan campuran batako sesuai kebutuhan campuran yang dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Perbandingan Komposisi Campuran Batako

Variasi	Komposisi Campuran			Jumlah Perbandingan	Jumlah Sampel
	Semen	Abu Batu	Bonggol Jagung		
I	1,5	1,5	6	9	4
II	1,5	1,5	7	10	4
III	1,5	1,5	8	11	4
IV	1,5	1,5	9	12	4
V	1,5	1,5	10	13	4
VI	1,5	1,5	11	14	4

1. Analisis Perhitungan

- a. Kebutuhan semen untuk 1 batako $= \frac{1,5}{9} \times V \text{ batako} \times BV \text{ semen}$
 $= \frac{1,5}{9} \times 7600 \times 1,703$
 $= 1359,13 \text{ gram}$
- b. Kebutuhan semen untuk 4 batako $= 4 \times 1359,13 \text{ gram}$
 $= 5436,53 \text{ gram}$
- c. Kebutuhan abu batu untuk 1 batako $= \frac{1,5}{9} \times V \text{ batako} \times BV \text{ abu batu}$
 $= \frac{1,5}{9} \times 7600 \times 1,183$
 $= 1498,47 \text{ gram}$
- d. Kebutuhan abu batu untuk 4 batako $= 4 \times 1498,47 \text{ gram}$
 $= 5993,87 \text{ gram}$
- e. Kebutuhan bonggol untuk 1 batako $= \frac{6}{9} \times V \text{ batako} \times BV \text{ sekam}$
 $= \frac{6}{9} \times 7600 \times 0,091$
 $= 461,067 \text{ gram}$
- f. Kebutuhan bonggol untuk 4 batako $= 4 \times 461,067 \text{ gram}$
 $= 1844,27 \text{ gram}$

Berdasarkan analisis perhitungan diatas, didapatkan hasil kebutuhan bahan batako setiap variasinya pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Komposisi Campuran Batako

Variasi	Campuran	Perbandingan	Semen	Abu Batu	Bonggol
			gr	gr	gr
I	1.5:1.5:6	9	5436,53	5993,87	1844,27
II	1.5:1.5:7	10	4892,88	5394,48	1936,48
III	1.5:1.5:8	11	4448,07	4904,07	2011,93
IV	1.5:1.5:9	12	4077,40	4495,40	2074,80
V	1.5:1.5:10	13	3763,75	4149,60	2128,00
VI	1.5:1.5:11	14	3494,91	3853,20	2173,60

5.4 Pengamatan Proses Produksi

Pada penelitian ini, pembuatan batako yang dilakukan menggunakan *mixer machine* dan dicetak secara manual. Pada prosesnya, pembuatan batako terdiri dari 2 proses. Proses pertama adalah pengambilan bahan baku yang terdiri dari semen, abu batu, dan bonggol jagung dengan kaleng ukur. Pengambilan bahan baku sesuai dengan takaran variasi yang telah ditentukan. Kemudian bahan baku dituangkan kedalam *mixer machine* untuk proses pencampuran. Air akan ditambahkan sesuai kebutuhan. *Mixer machine* akan mengaduk seluruh bahan baku tersebut sampai merata dan sampai komposisi yang sesuai. Saat bahan baku sudah tercampur di *mixer machine*, pekerja akan membuka pintu pada *mixer machine* pada bagian bawah sehingga campuran bahan baku akan keluar dari mesin pengaduk.

Proses kedua yaitu pekerja memindahkan campuran bahan baku dari *mixer machine* ke cetakan. Proses pencetakan dilakukan dengan posisi tidur dan tidak memakai mesin press bergetar tetapi dilakukan secara manual dengan ditusuk-tusuk untuk proses pematannya. Proses pencetakan seperti ini akan menjamin campuran batako segar agar tetap homogen dan dapat diproduksi dengan baik, presisi dan tanpa cacat.

5.5 Data Hasil Pengujian Sampel Batako

5.5.1 Kuat Tekan Batako

Sampel-sampel batako yang telah dibuat di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII kemudian dibawa ke Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII untuk pengujian kuat desak dan diuji kesesuaiannya terhadap SNI 03-0349-1989.

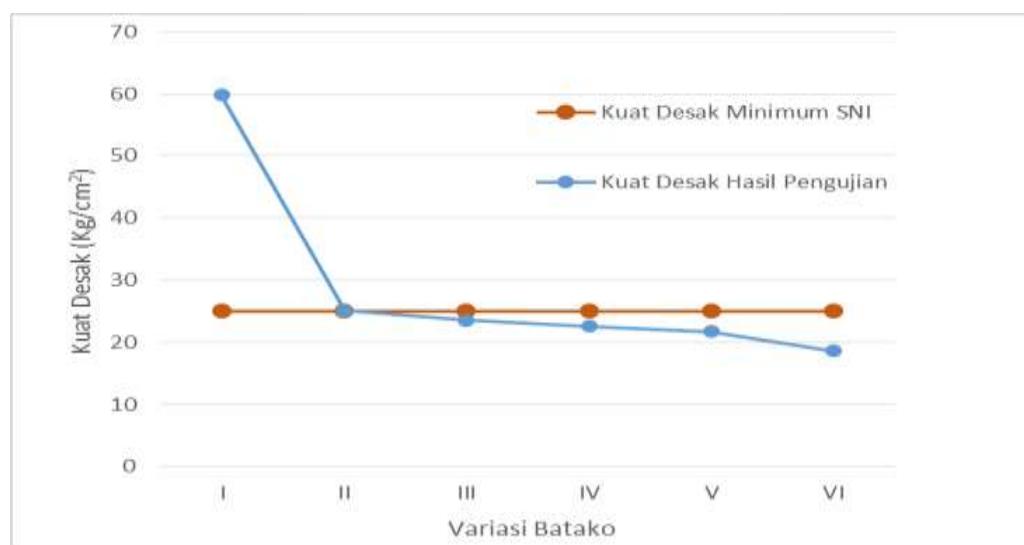
Pengujian kuat desak batako dilaksanakan setelah benda uji berumur 28 hari yang bertujuan untuk memperoleh nilai kuat desak batako dari pemberian beban oleh alat tekan. Beban harus diterapkan secara bertahap dengan laju 10 KN/menit hingga mencapai kekuatan maksimum. Kekuatan yang dicapai tergantung pada beberapa faktor seperti faktor air semen, kualitas, metode produksi dan proporsi campuran bahan benda uji. Menurut SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, kuat tekan minimum untuk bata beton pejal mutu terendah yaitu mutu IV adalah 25 kg/cm² dan 21 kg/cm². Pada pengujian ini terdapat 2 sampel

yang telah hancur sebelumnya ketika proses perawatan, yaitu 1 sampel dari campuran variasi I dan 1 sampel dari campuran variasi III. Berikut adalah hasil pengujian kuat desak yang dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Desak Batako

Variasi	Kuat Desak				Rata-Rata
	Kg/cm ²				
	1	2	3	4	
I	69,88	58,25	-	51,25	59,79
II	27,25	23,25	23,63	26,38	25,13
III	-	23,19	22,50	24,88	23,52
IV	19,88	23,19	19,94	27,44	22,61
V	23,50	22,56	22,13	18,63	21,70
VI	14,63	17,00	18,38	24,50	18,63

Hasil pengujian tersebut kemudian disajikan dalam kurva hubungan perbandingan campuran Semen : Abu Batu : Bonggol Jagung dan kuat desak bruto seperti Gambar 5.2 berikut ini



Gambar 5.2 Kurva Kuat Desak Bruto Batako

Dari kurva kuat tekan batako diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi presentase campuran bonggol jagung maka semakin berkurang kuat desak batako. Batako dengan kuat desak tertinggi adalah batako variasi I dengan nilai kuat desak 59,79 kg/cm², sedangkan batako dengan kuat desak yang tidak memenuhi standar yang disyaratkan SNI yaitu batako variasi III, variasi IV, variasi V dan variasi VI.

5.5.2 Penyerapan Air

Daya serap air adalah presentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam dalam air. Dalam penelitian ini, sampel benda uji harus direndam pada air dalam kurun waktu kurang lebih 24 jam. Perendaman dilakukan untuk mendapatkan nilai hasil penyerapan air. Berdasarkan SNI 03-0349-1989, penyerapan air maksimum mutu I yaitu sebesar 25% dan penyerapan air maksimum mutu II yaitu sebesar 35%. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 buah benda uji pada masing-masing variasi II, dan variasi V dengan hasil sebagai berikut

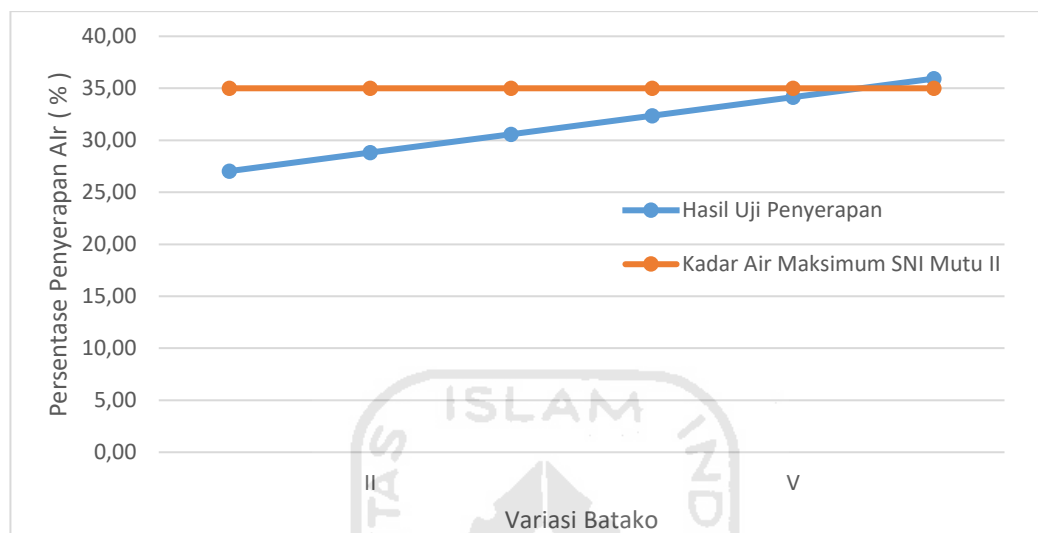
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako Variasi II

Variasi	Kode Sampel	Berat Basah	Berat Kering	Persentase Penyerapan Air	Rata Rata
		Kg	Kg	%	%
II	B1	11,1	8,5	30,59	28,81
	B2	11,3	8,8	29,07	
	B3	10,8	8,4	28,34	
	B4	10,6	8,3	27,25	

Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako Variasi V

Variasi	Kode Sampel	Berat Basah	Berat Kering	Persentase Penyerapan Air	Rata Rata
		Kg	Kg	%	%
V	E1	10,9	8,1	34,98	34,15
	E2	9,6	7,3	31,33	
	E3	9,6	6,9	39,43	
	E4	9,9	7,6	30,87	

Hasil pengujian penyerapan air kemudian disajikan dalam bentuk kurva hubungan perbandingan campuran Semen : Abu Batu : Bonggol Jagung dengan penyerapan air (%) seperti berikut ini



Gambar 5.3 Kurva Penyerapan Air Batako

Dari gambar kurva diatas, menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase campuran bonggol jagung semakin tinggi pula penyerapan airnya. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa batako variasi II dan variasi V sudah sesuai standar penyerapan air maksimum SNI 03-0349-1989 mutu II, yaitu 28,81 % dan 34,15%.

5.6 Analisis Kelayakan Ekonomi

5.6.1 Analisis Kelayakan Batako Bonggol Jagung

Dari data hasil uji, komposisi bahan susun batako variasi II memenuhi syarat SNI untuk Mutu IV. Analisis harga pokok produksi dilakukan untuk batako variasi II yang dilakukan berdasarkan pengamatan proses produksi di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII. Penjabaran perhitungan harga pokok produksi disajikan sebagai berikut.

1. Menghitung biaya alat
 - a. Harga cetakan = Rp 300.000,-
 - b. Umur Alat = 1 tahun
 - c. Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun

- d. Penyusutan cetakan hari kerja $= \frac{Rp\ 300.000,-}{(1 \times 300)}$
 $= Rp\ 1000,-/hari$
- e. Harga ember, cetok, sekop dan selang $= Rp\ 285.000,-$
- f. Umur alat $= 0,25\ tahun$
- g. Jumlah hari kerja $= 300\ hari/tahun$
- h. Penyusutan $= \frac{Rp\ 285.000,-}{(0,25 \times 300)}$
 $= Rp\ 3.800,-/hari$
2. Menghitung biaya tempat
- a. Harga bangunan $= Rp\ 10.000.000,-$
- b. Umur bangunan $= 5\ tahun$
- c. Nilai sisa bangunan $= Rp\ 0,-$
- d. Jumlah hari kerja $= 300\ hari/tahun$
- e. Penyusutan bangunan/hari $= \frac{Rp\ 10.000.000 - Rp\ 0}{(5 \times 300)}$
 $= Rp\ 6.667,-/hari$
3. Menghitung biaya operasional
- a. Listrik dan air per bulan $= Rp\ 250.000,-$
- b. Listrik dan air per hari $= \frac{Rp\ 250.000}{25}$
 $= Rp\ 10.000,-/hari$
4. Menghitung biaya papan dasar
- a. Produktivitas batako per hari $= 60\ batako/hari$
- b. Jumlah kebutuhan papan $= 2\ hari\ pengerasan \times 60$
 $= 120\ buah$
- c. Waktu pengerasan batako $= 2\ hari$
- d. Harga papan $= Rp\ 18.000,-/buah$
- e. Harga total papan $= Rp\ 18.000 \times 120$
 $= Rp\ 2.160.000,-$
- f. Umur papan $= 6\ tahun$
- g. Nilai sisa papan $= Rp\ 0,-$
- h. Jumlah hari kerja $= Rp\ 300\ hari/tahun$

- i. Penyusutan papan $= \frac{Rp\ 2.160.000,-}{(6 \times 300)}$
 $= Rp\ 1.200,-/hari$
5. Menghitung biaya upah
- a. Jumlah pekerja $= 2\ orang$
- b. Upah dua pekerja per hari $= Rp\ 85.000 \times 2\ orang$
 $= Rp\ 170.000,- /hari$
- c. Pimpinan $= 1\ orang$
- d. Gaji pimpinan $= Rp\ 1.850.000,-/bulan$
 $= \frac{Rp\ 1.850.000,-}{25}$
 $= Rp\ 74.000,-/hari$
- e. Total upah per hari $= Rp\ 170.000 + Rp\ 74.000$
 $= Rp\ 244.000,-/hari$
6. Menghitung biaya material untuk batako variasi II
 Berat material yang diperlukan untuk menghasilkan 1 buah batako adalah sebagai berikut
- a. Semen $= 1,22\ kg$
- b. Abu batu $= 1,35\ kg$
- c. Bonggol Jagung $= 0,48\ kg$
- d. Total berat $= 3,06\ kg$
- e. Kebutuhan semen per hari $= 60\ batako \times 1,22\ kg$
 $= 75,23\ kg$
- f. Harga semen per sak $= Rp\ 41.000 : 40\ kg$
 $= Rp\ 1.025/kg$
- g. Biaya semen per hari $= 75,23\ kg \times Rp\ 1.025/kg$
 $= Rp\ 75.228,-$
- h. Berat volum abu batu $= 1183\ kg/m^3$
- i. Harga abu batu $= Rp\ 125.000,-/m^3$
 $= Rp\ 105,63/kg$
- j. Biaya abu batu per hari $= 60\ batako \times 1,35\ kg \times Rp\ 105,63/kg$

- = Rp 8.547,-
- k. Harga bonggol jagung = Rp 3.000,- /kg
- l. Biaya bonggol jagung per hari = 60 batako x 0,49 kg x Rp 3.000,-/kg
= Rp 87.141,-
- m. Total biaya material = Rp 75.228,- + Rp 8.547,-
+ Rp 87.141,-
= Rp 170.917,-
7. Menghitung biaya konsumsi
- a. Makan dan minum pekerja = Rp 20.000,-/orang
- b. Jumlah pekerja + pemimpin = 3 orang
- c. Total biaya konsumsi = Rp 60.000,-
8. Menghitung biaya Tunjangan Hari Raya
- a. Uang per tahun = Rp 250.000,-
- b. Jumlah pekerja = 2 orang
- c. Jumlah pimpinan = 1 orang
- d. Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun
- e. Uang per hari = Rp 2.500,-
9. Total pengeluaran per hari
- a. Penyusutan alat per hari = Rp 4.800,-
- b. Penyusutan bangunan per hari = Rp 6.667,-
- c. Biaya operasional = Rp 10.000,-
- d. Penyusutan papan per hari = Rp 1.200,-
- e. Total upah per hari = Rp 244.000,-
- f. Material per hari = Rp 170.917,-
- g. Konsumsi per hari = Rp 60.000,-
- h. THR per hari = Rp 2.500,-
- i. Total Pengeluaran = Rp 500.643,-
10. Perhitungan harga batako
- a. Harga produksi batako per buah = $\frac{Rp\ 500.643,-}{60\ batako}$
- b. Harga batako per buah = Rp 8,344,-

- | | |
|----------------------------------|---|
| c. Margin perusahaan + Pajak PPn | = 20% + 10% |
| d. Harga dasar batako | = Rp 10.847,- |
| e. Harga jual batako | = Rp 11.000,- |
| 11. Total pemasukan per hari | |
| a. Produksi batako per hari | = 60 batako/hari |
| b. Harga per batako | = Rp 11.000,- |
| c. Total pemasukan per hari | = Rp 11.000,- x 60
= Rp 660.000,- |
| 12. Keuntungan per hari | |
| a. Keuntungan per hari | = Total pemasukan per hari -
total pengeluaran per hari
= Rp 660.000 - Rp 500.643
= Rp 159.356,- /hari |
| 13. Keuntungan per tahun | |
| a. Keuntungan per hari | = Rp 159.356,- |
| b. Jumlah hari kerja per tahun | = 300 hari/tahun |
| c. Keuntungan per tahun | = Rp 159.356,- x 300
= Rp 47.806.900,-/tahun |

Dari perhitungan harga produksi yang telah diuraikan, diperoleh biaya produksi yang harus dikeluarkan per hari yaitu sebesar Rp 500.643,- dengan produksi batako 60 batako/hari. Harga pokok produksi yaitu sebesar Rp 10.847,- sedangkan harga jual per batako sebesar Rp 11.000,-. Keuntungan yang didapat dari harga jual batako yaitu Rp 159.356,-/hari, sedangkan keuntungan batako per tahun yaitu sebesar Rp 47.806.900,-.

Uraian perhitungan harga produksi tersebut mengacu pada campuran batako variasi II yaitu dengan perbandingan semen : abu batu : bonggol jagung sebesar 1 : 1 : 7 diperoleh harga jual per batako sebesar Rp 11.000,-. Menggunakan cara perhitungan harga produksi dengan perubahan perbandingan volume disetiap variasi batako maka diperoleh harga jual batako pada tiap variasi dari variasi I dan II adalah Rp 11.100,- dan Rp 11.000,-. Batako variasi III hingga VI tidak layak jual karena nilai kuat desaknya tidak memenuhi standar yang disyaratkan oleh SNI 03-

0349-1989.

5.6.2 Analisis Perbandingan Kelayakan Harga Batako

Untuk membandingkan dengan harga di pasaran, sebuah survey telah dilaksanakan pada 3 toko penjual batako dengan berbagai variasi ukuran. Batako hasil penelitian ini memiliki ukuran 10 cm x 19 cm x 40 cm dan harga jualnya sebesar Rp 11.200,-/batako. Sementara itu, batako di Toko Bangunan Dadi Makmur di kawasan Degolan, Sleman memiliki ukuran 10 cm x 15 cm x 35 cm dan harga jualnya sebesar Rp 3.000,-/batako.

Agar harganya dapat dibandingkan antara dua jenis batako di atas, maka ukuran batako yang ada di pasaran dikonversikan menjadi ukuran 10 cm x 19 cm x 40 cm yang kemudian dihitung harganya secara linier. Volume asli batako di pasaran adalah $10 \times 15 \times 35 \text{ cm}^3 = 5.250 \text{ cm}^3$ dengan harga Rp 3.000, sehingga jika dikonversikan dengan ukuran $10 \times 19 \times 40 \text{ cm}^3 = 7.600 \text{ cm}^3$ akan diperoleh harga batako di pasaran sebesar $= (7.600/5.250) \times \text{Rp } 3.000 = \text{Rp } 4.343,-$ per buah.

Dengan batako sejenis dipasaran untuk saat ini harganya mencapai Rp 4.343,- sedangkan harga jual batako sekam bonggol jagung sebesar Rp 11.000,- per batako. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa harga batako hasil penelitian dengan batako di pasaran lebih mahal 153 %. Faktor utama yang membuat harga menjadi jauh lebih mahal terdapat pada jumlah produksi batako yang dilakukan secara manual dan hanya mencapai 60 buah per hari yang dikerjakan dengan 2 orang pekerja. Hasil pengamatan di usaha batako konvensional, batako dibuat dengan mesin *press* yang dilakukan oleh 1 orang pekerja. 1 pekerja dapat mencetak sekitar 300 buah batako per hari, sehingga apabila dilakukan oleh 2 orang pekerja, perusahaan dapat mencetak kurang lebih 600 batako. Untuk itu, metode pencetakan dengan manual tanpa mesin ini tidak layak secara ekonomi, meskipun memiliki kelayakan dari syarat-syarat fisik dan mekanis. Namun, batako bonggol jagung ini dapat mengurangi limbah bonggol jagung dan ringan. Hal ini membuka peluang penelitian selanjutnya, apabila batako ini dicetak dengan mesin *press*.

Tabel 5. 8 Hasil Perbandingan Penelitian Batako

	Batako di Tb. Dadi Makmur	Batako Penelitian
Metode pencetakan	Dicetak posisi berdiri dengan mesin press	Dicetak posisi tidur secara manual
Hasil	300 batako	60 batako
Pekerja	1 orang	2 orang
Harga Jual	Rp 4.343,-	Rp 11.000,-

Dari pengamatan proses produksi batako yang telah dilakukan, bahwa proses produksi batako sekam bonggol jagung yang dicetak pada posisi tidur tanpa menggunakan mesin diawali dengan membuat adukan campuran semen, abu batu, bonggol jagung dan air dengan proporsi campuran masing-masing variasi. Berikutnya, setelah adonan tercampur rata dan di kepal dalam genggam tangan dapat melekat menandakan adonan sudah dapat untuk dicetak. Adonan tinggal dimasukkan kedalam cetakan kemudian proses pemadatannya dengan ditusuk-tusuk, lalu cetakan dipukul-pukul menggunakan palu. Proses pemadatan manual ini dibandingkan dengan mesin bergetar cukup memakan waktu karena jika hanya satu hingga dua kali pukulan campuran pasta semen dan bonggol jagung kurang homogen. Terakhir, alat cetakan dilepas dan dilakukan proses penjemuran. Dari analisis yang didapatkan, batako segar yang baru saja dicetak dengan cara manual tanpa mesin dan dicetak dengan posisi tidur memiliki kemudahan produksi batako yang baik, presisi dan minimum kecacatan. Namun demikian, proses produksi secara manual ini hanya mampu mencetak 60 buah batako setiap hari dengan 2 orang pekerja sedangkan hasil pencetakan batako.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada Bab V, maka dapat disimpulkan menjadi beberapa hal sebagai berikut :

1. Pada pengujian uji desak, sampel-sampel batako yang dicetak manual dalam posisi tidur memiliki rata-rata kuat tekan tertinggi pada batako variasi I yang memiliki campuran bahan semen : abu batu : bonggol jagung 1,5 : 1,5 : 6 yaitu sebesar 59,79 kg/cm². Kuat desak dengan nilai tersebut memenuhi kriteria kuat desak rata-rata kategori mutu kelas III (batas minimum mutu kelas III adalah 40 kg/cm² sesuai standar SNI 03-0349-1989). Variasi beton lainnya yang memenuhi nilai kuat desak beton sesuai standar SNI 03-0349-1989 adalah batako variasi II dengan kuat desak rata-rata 25,13 kg/cm² (batas minimum mutu kelas IV adalah 25 kg/cm² sesuai standar SNI 03-0349-1989). Batako variasi III hingga variasi VI tidak memenuhi kuat desak yang menjadi kriteria SNI. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi bonggol jagung didalam campuran batako, maka kuat desak akan semakin rendah.
2. Pada pengujian penyerapan air, dari 2 sampel batako yang sudah diuji masing-masing dari 2 variasi berbeda. Batako variasi II dan batako variasi V yang memiliki komposisi campuran bahan semen : abu batu : bonggol jagung 1,5 : 1,5 : 7 dan 1,5 : 1,5 : 10 memenuhi syarat maksimum penyerapan air mutu II yang disyaratkan SNI. Batako variasi II memiliki nilai rata-rata penyerapan air sebesar 28,81%. Sedangkan batako variasi V dengan komposisi campuran bahan semen : abu batu : bonggol jagung 1,5 : 1,5 : 10 memiliki nilai rata-rata penyerapan air sebesar 34,15%,. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin besar perbandingan

bonggol jagung dalam komposisi campuran, maka semakin besar penyerapan airnya.

3. Hasil dari perhitungan harga sebuah batako bonggol jagung yang dicetak manual pada posisi tidur memiliki harga sebesar Rp 11.000,-/ batako, sedangkan harga batako dipasaran yang telah disesuaikan dengan ukuran batako penelitian adalah Rp 4.343,-. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa harga batako hasil penelitian dengan batako dipasaran lebih mahal 158%. Hal ini disebabkan oleh metode pencetakan batako bonggol jagung yang dicetak manual dengan posisi tidur masih kurang efektif, karena hanya mampu mencetak 60 buah batako per harinya sehingga membuat batako ini masih tergolong mahal. Namun batako bonggol jagung dapat menjadi alternative batako ramah lingkungan dan memiliki berat yang ringan.

6.2 Saran

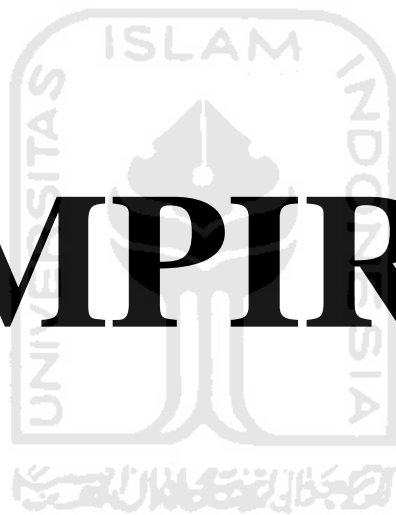
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang diharapkan mampu melengkapi penelitian ini, yaitu :

1. Pada proses pengadukan campuran harus dilakukan dengan cermat agar adukan menjadi homogen sehingga tercampur dengan baik dan merata.
2. Pada proses pemadatan adonan batako secara manual, perlu diperhatikan dan dilakukan secara konsisten. Hal ini akan mempengaruhi kualitas campuran yang akan dihasilkan
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk batako bonggol jagung dengan menggunakan mesin *press* dengan posisi batako yang tidur agar produksi batako per harinya bisa lebih banyak, sehingga menghasilkan batako bonggol jagung yang lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Memon, S. A., Khan, M.K. *Ash Blended Cement Composites: Eco-friendly and Sustainable Option for Utilization of Corncob Ash* (2017).
- Memon, S. A., Javed, U., Khusnood, R.A. *Eco-friendly Utilization of Corncob Ash as Partial Replacement of Sand in Concrete* (2018).
- Juwanto, Fitriani, R., Turyanto, Andriani, A. S. R., Prasetyo, O. *Pemanfaatan Bahan Additive Abu Batang Jagung dan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Beton Ringan Ramah Lingkungan* (2019).
- Amali, M.R. *Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta (2019).
- Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa, Direktorat Jenderal Cipta Karya – Departemen Pekerjaan Umum (2006).
- Winarno, S. *Batako Sekam Padi: Sifat Fisik, Kemudahan Produksi dan Harga Produksi*, Jurnal Penelitian, Tidak Dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Yogyakarta (2019).

LAMPIRAN



Lampiran 1 SAMPEL BATAKO VARIASI I



Lampiran 2 SAMPEL BATAKO VARIASI II



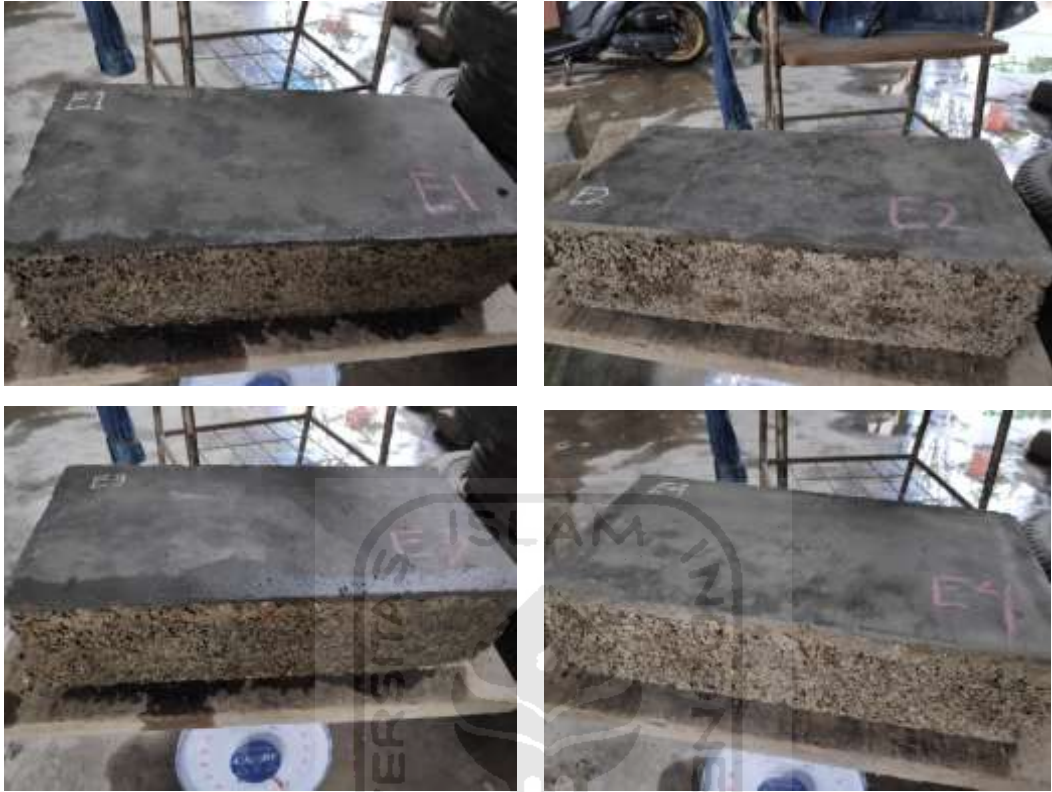
Lampiran 3 SAMPEL BATAKO VARIASI III



Lampiran 4 SAMPEL BATAKO VARIASI IV



Lampiran 5 SAMPEL BATAKO VARIASI V



Lampiran 6 SAMPEL BATAKO VARIASI VI



**Lampiran 7 FORM TABEL HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO
DENGAN AGREGAT BONGGOL JAGUNG**

Variasi	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Kuat Tekan (Kgf)
I	1,5 PC : 1,5 AB : 6 JG	A1	27950
		A2	23300
		A4	20500
II	1,5 PC : 1,5 AB : 7 JG	B1	10900
		B2	9300
		B3	9450
		B4	10550
III	1,5 PC : 1,5 AB : 8 JG	C2	9275
		C3	9000
		C4	9950
IV	1,5 PC : 1,5 AB : 9 JG	D1	7950
		D2	9275
		D3	7975
		D4	10975
V	1,5 PC : 1,5 AB : 10 JG	E1	9400
		E2	9025
		E3	8850
		E4	7450
VI	1,5 PC : 1,5 AB : 11 JG	F1	5850
		F2	6800
		F3	7350
		F4	9800