

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH BAHAN TAMBAH LIMBAH BUBUR KERTAS  
TERHADAP KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR PADA  
BATAKO**

*(THE EFFECT OF PAPER WASTE ADDITIONAL MATERIALS  
ON COMPRESSIVE STRENGTH AND WATER ABSORPTION  
IN BLOCKS)*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhamad Ghifari Nurdiansyah**

**18511059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**PROGRAM SARJANA**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2023**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH BAHAN TAMBAH LIMBAH BUBUR KERTAS**  
**TERHADAP KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR PADA**  
**BATAKO**  
*(THE EFFECT OF PAPER WASTE ADDITIONAL MATERIALS*  
*ON COMPRESSIVE STRENGTH AND WATER ABSORPTION*  
*IN BLOCKS)*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan**  
**Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh

**Muhamad Ghifari Nurdiansyah**  
**18511059**

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

Diuji Pada Tanggal  
Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**

**Penguji I**

**Penguji II**

Anggit Mas Arifudin S.T., M.T.

NIK :

NIK :

NIK :

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi S.T., M.T., Ph.D

NIK : 095110101

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI**

Dengan tulus, saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia merupakan hasil tulisan saya sendiri. Saya telah mencantumkan dengan jelas sumber dari bagian-bagian tertentu yang saya kutip dari karya orang lain, sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila pada masa yang akan datang terungkap bahwa seluruh atau sebagian dari laporan Tugas Akhir ini bukan merupakan karya saya sendiri, atau terdapat tindakan plagiasi pada bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya peroleh, sesuai dengan peraturan yang berlaku..

Yogyakarta, 22 Februari 2023

Yang membuat pernyataan

Muhamad Ghifari Nurdiansyah

(18511059)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh*

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala Tuhan segala alam yang karena kehadiran dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penambahan Limbah Pulp Kertas terhadap Kekuatan Tekan dan Penyerapan Air Batu Bata.

Tugas Akhir ini disusun dengan tujuan menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan, penyusun telah menerima banyak bimbingan dan pendampingan dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil,
2. Anggit Mas Arifudin S.T., M.T.. selaku dosen pembimbing,
3. Astriana Hardawati, S.T., M.Eng selaku dosen penguji I,
4. Elvis Saputra S.T., M.T. selaku dosen penguji II,
5. Bapak dan Ibu dosen pengajar yang telah mengabdikan ilmunya kepada penulis dan bapak-bapak ibu-ibu staf Program Studi Teknik Sipil dan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah membantu penulis dalam mengurus segala sesuatu yang berkaitan dengan masa perkuliahan selama ini,
6. Bapak, Ibu, dan Kakak dan keluarga lain yang selalu mendukung penulis baik secara spiritual maupun finansial selama masa kuliahnya dengan semangat dan motivasi yang tak pernah gagal.
7. Daya Tanlalana Arya S, Majid Hilmi P, Ali Akbar S, Imron Ryan S, Rafly Pahdika, Fariz Arzy J, Zaferka Istihsan Y, Denny Yudha S, dan Rizqullah Ahnaf R selaku teman Kos Pawon Candi yang senantiasa mendukung penulis
8. Nurul Afifah yang sudah memberikan segala dukungannya dalam berbagai bentuk selama penulisan skripsi ini berlangsung

Akhir kata semoga kelak dengan laporan ini bisa bermanfaat bagi para pihak yang membutuhkan.

*Wassalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh*

Yogyakarta, 22 Februari 2023

Yang membuat pernyataan

Muhamad Ghifari Nurdiansyah

(18511059)

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.1.1 Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas HVS (Irna Hendriyani dkk, 2017)	4
2.1.2 Paving Block Menggunakan Bahan Tambah Limbah Kertas (Dyah Julia Syifa dkk, 2019)	5
2.1.3 Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas (Ety Jumiati dkk, 2021)	6
2.1.4 Analisis Pemanfaatan Bubur Kertas (Pulp) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako (Ahmad Irfanurrosyidin, 2021)	7
2.2 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	8
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Batako	13

3.2	Persyaratan Batako	17
3.3	Bata Ringan	19
3.4	Beton Kertas ( <i>Papercrete</i> )	19
3.5	Semen Portland	20
3.6	Agregat Halus	21
3.7	Air	22
3.8	Kuat Desak	23
3.9	Penyerapan Air	24
BAB IV METODE PENELITIAN		25
4.1	Umum	25
4.2	Alat dan Bahan	26
	4.2.1 Alat	26
	4.2.2 Bahan	28
4.3	Perhitungan Kebutuhan Campuran	29
4.4	Pelaksanaan Penelitian	30
	4.4.1 Persiapan	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	4.4.2 Pembuatan benda uji	33
4.5	Perawatan Benda Uji	35
4.6	Uji Kuat Tekan Benda Uji	36
4.7	Berat Volume Batako	36
4.8	Uji Penyerapan Air	37
4.9	Prosedur Penelitian	37
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		39
5.1	Tinjauan Umum	39
5.2	Hasil Penelitian Bahan	39
5.3	Pengujian Bahan Penyusun	42
5.4	Pengujian Kuat Tekan Batako Bubur Kertas	46
5.5	Pengujian Penyerapan Air Batako Bubur Kertas	50
5.6	Pembahasan Keseluruhan	54
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		56
6.1	Kesimpulan	56
6.2	Kritik dan Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3.1 Ukuran Bata Beton	15
Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton	16
Tabel 4.1 Jumlah Sampel Pengujian	22
Tabel 4.2 Perbandingan Campuran Pada Batako Bubur Kertas	26
Tabel 4.3 Komposisi Campuran Batako Bubur Kertas	27
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus	36
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Padat	38
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur	39
Tabel 5.4 Berat Volume Bahan-bahan Penyusun	39
Tabel 5.5 Berat Bahan Batako Bubur Kertas	40
Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Berat Volume Batako	42
Tabel 5.7 Hasil Kuat Tekan Batako Bubur Kertas	45
Tabel 5.8 Hasil Penyerapan Air Batako Bubur Kertas	49
Tabel 5.9 Penggolongan Mutu Kuat Tekan dan Penyerapan Air	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Batako Press	12
Gambar 3.2 Batako Trass	13
Gambar 3.3 Bata Ringan	13
Gambar 3.4 Bata Pejal	14
Gambar 3.5 Bata Berongga	14
Gambar 3.6 Sketsa Uji Kuat Tekan	21
Gambar 4.1 Alat Mixer	24
Gambar 4.2 Alat Press Batako	25
Gambar 4.3 Pulp Kertas yang sedang direndam	30
Gambar 4.4 Bubur Kertas Setengah Kering	30
Gambar 4.5 Batako Segar	32
Gambar 4.6 Batako yang sudah jadi	33
Gambar 4.7 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 5.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus	38
Gambar 5.2 Batako Berlubang	40
Gambar 5.3 Silinder Ukur	41
Gambar 5.4 Grafik Berat Volume	43
Gambar 5.5 Luas Penampang	44
Gambar 5.6 Grafik Kuat Tekan Batako Bubur Kertas	47
Gambar 5.7 Grafik Penyerapan Air Batako Bubur Kertas	50

## ABSTRAK

Penambahan bubur kertas dalam proses pembuatan batako merupakan strategi optimalisasi penggunaan limbah untuk mengurangi konsumsi kertas yang berlebihan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi berat volume, kekuatan tekan, dan daya serap air pada bata dengan penambahan bubur kertas pada berbagai komposisi yang telah direncanakan. Variabel campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan 1 bagian bubur kertas dengan 9 bagian pasir, dengan variasi persentase campuran sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Komposisi campuran bata dengan penambahan bubur kertas diukur berdasarkan berat pasir bata.

Pengujian melibatkan parameter seperti kekuatan tekan, penyerapan air, dan berat volume bata. Sebanyak 15 spesimen uji dibuat untuk masing-masing variasi campuran bata, dengan 10 spesimen digunakan untuk mengukur kekuatan tekan dan 5 spesimen untuk penyerapan air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan batako dengan penambahan bubur kertas, mulai dari campuran 0% (batako biasa) dengan kekuatan tekan sebesar 80,337 Kg/cm<sup>2</sup> dan penyerapan air 11,713%, hingga campuran terbesar yaitu 30% bubur kertas dengan kekuatan tekan 24,831 kg/cm<sup>2</sup> dan penyerapan air 33,696%. Terlihat bahwa semakin tinggi persentase penambahan, semakin rendah kekuatan tekan batako dan semakin tinggi penyerapan air.

**Kata kunci** : batako, limbah kertas, bubur kertas, kuat tekan, daya serap air

## **ABSTRACT**

*The addition of paper pulp in brick making is a step to optimize waste utilization to reduce excessive paper use. This study is intended to determine the volume weight, compressive strength and water absorption in bricks with the addition of paper pulp to the planned composition variations.*

*The mixed variables used in this study were 1 Pc : 9 Sand with mixed perentase 0%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%. The composition of the comparison of the brick mixture with the addition of pulp is carried out against the weight of the brick sand. The tests carried out are compressive strength, water absorption and weight of brick volume. Test specimens are made as many as 15 pieces in each brick mixture compound, 10 pieces each for compressive strength and 5 pieces for water absorption.*

*The results of making paper pulp bricks made and tested with a mixture of 0% pulp (normal bricks) obtained compressive strength of 80.337 Kg/cm<sup>2</sup> and water absorption of 11.713%. While in the largest mixture, which is 30% pulp, compressive strength is obtained 24.831kg/cm<sup>2</sup> and water absorption is 33.696%. It can be known that the compressive strength of the brick, the more the addition of perentage, the smaller the compressive strength of the brick and the more perentage, the higher the water absorption.*

**Keywords:** *brick, waste paper, pulp, compressive strength, water absorption*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring berkembangnya pembangunan di Indonesia membuat jumlah kebutuhan bahan bangunan rumah, gedung, sekolah, kantor, dan prasarana lainnya jadi meningkat. Bahan bangunan yang digunakan terdiri dari bahan-bahan lantai, dinding dan atap. Bahan bangunan ini dari segi ekonomis harus terjangkau oleh seluruh kalangan masyarakat dan tersedia dengan jumlah yang besar. Dinding ini sendiri menjadi bagian utama (inti) dari sebuah bangunan. Bagian bangunan ini berfungsi sebagai penutup isi dari bangunan tersebut. Dinding pada bagian dalam difungsikan sebagai pembatas antar ruangan. Sedangkan dinding yang terletak pada luar bangunan difungsikan sebagai pelindung seisi bangunan dari ancaman dan gangguan luar seperti cuaca ekstrim, hewan buas, pencuri, dan hal lain yang tidak diharapkan untuk masuk ke dalam bangunan. Penggunaan bahan batako sebagai salah satu pembentuk konstruksi dinding umumnya sangat diperlukan dalam suatu pembuatan bangunan. Menggunakan batako untuk bahan pasangan dinding pada rumah atau ruko sangat cocok serta menjadi pilihan utama masyarakat hingga saat ini.

Batako adalah alternatif pasangan dinding yang murah dan relatif kuat. Batako terbuat dari campuran semen, pasir dan air yang dipress dengan ukuran standard. Komposisi batako tersusun atas pasir, semen, dan air dengan perbandingan 75: 20: 5. Namun melihat karakteristiknya, material penyusun batako tergolong berat sehingga pada proses pemasangan sebagai pasangan dinding diperlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon T. 2009). Untuk menyelesaikan masalah itu maka dibutuhkan inovasi susunan bahan yang ringan.

Semua jenis limbah, baik organik maupun non-organik, memiliki potensi untuk menyebabkan pencemaran lingkungan. Kertas digunakan secara luas dalam lingkungan pemerintah, swasta, dan pendidikan, seringkali dalam jumlah yang berlebihan dan tidak efisien. Kesalahan dalam pembuatan dokumen, seperti kesalahan penulisan, format yang tidak tepat, atau masalah lain, dapat secara tidak

disadari mengubahnya menjadi limbah yang tidak berguna. Metode paling sederhana untuk membuang limbah kertas adalah dengan membakarnya, tetapi praktik ini memiliki dampak negatif berupa polusi udara sebagai efek samping.

Menurut Irfanurrosyidin (2021) dalam penelitiannya, Limbah kertas dapat dimanfaatkan sebagai campuran dalam pembuatan batu bata. Dalam penelitian ini, ditambahkan 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat volume beton yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sesuatu yang bermanfaat dalam menciptakan batu bata berkualitas dan ramah lingkungan. Selain itu, penambahan limbah kertas diharapkan dapat menghasilkan batu bata dengan berat yang lebih besar dibandingkan dengan batu bata konvensional. Kertas yang digunakan adalah kertas bekas yang diolah menjadi *pulp* untuk memudahkan proses pencampuran.

Penelitian ini memiliki tujuan dalam mengembangkan suatu alternatif pengolahan limbah kertas sebagai bahan baku pembuatan batu bata konvensional. Tahapannya melibatkan penambahan limbah kertas dengan variasi berat ke dalam proses pembuatan batu bata konvensional, yang melibatkan campuran semen, pasir, dan limbah kertas. Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk menilai variasi bentuk berdasarkan kekuatan tekan dan penyerapan air guna menentukan apakah mereka memenuhi standar yang dipersyaratkan dalam SNI 03-0349-1989.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Berapa besar kuat tekan batako dengan campuran yang diberikan sebanyak 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dari volume pasir jika menggunakan bahan substitusi limbah kertas ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan bubuk kertas terhadap kemampuan penyerapan air batako ?
3. Apakah batako dengan bahan bubuk kertas memenuhi syarat SNI sebagai bata beton ringan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui besarnya kuat tekan batako jika menggunakan bahan substitusi limbah kertas.
2. Untuk mengetahui apakah batako dengan bubur kertas memenuhi syarat sebagai bata beton ringan.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan bubur kertas terhadap kemampuan penyerapan air batako.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini mencakup hal-hal berikut.

1. Penciptaan inovasi batako berbahan bubur kertas akan memberikan opsi baru bagi perancang dan pelaksana proyek konstruksi..
2. Penggunaan limbah bubur kertas dapat turut berpartisipasi dalam memelihara keselarasan ekosistem untuk mendukung pembangunan yang berkesinambungan.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

Untuk mencapai hasil yang maksimal dan sesuai dengan target, serta mencegah deviasi dari tujuan penelitian, keterbatasan penelitian diuraikan sebagai berikut.:

1. Benda uji batako dibatasi dengan dimensi max 40 x 20 x 10
2. 5x10 Batako untuk uji kuat desak dan 5x5 Benda uji Batako untuk uji penyerapan air
3. Limbah bubur kertas yang diberikan sebanyak 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dari berat pasir
4. Penelitian dibatasi hanya pada Kuat Tekan dan Penyerapan air
5. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Limbah kertas HVS yang digunakan berasal dari Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa kuat tekan, kuat tarik dan daya serap air pada batako dengan substitusi bahan baku bubuk kertas. Pada penelitian ini terdapat beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Berikut adalah penelitian sebelumnya yang dianggap sejenis sehingga dapat dijadikan sebagai studi pustaka.

##### **2.1.1 Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas HVS (Irna Hendriyani dkk, 2017)**

Irna Hendriyani dkk. (2017) berjudul Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas HVS. Metode ini dilakukan dengan menambahkan Limbah kertas HVS digunakan dalam jumlah variasi sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat pasir yang diikutsertakan dalam campuran semen : pasir : air, dengan perbandingan 25% : 70% : 5%. Proporsi ini sesuai dengan panduan teknis yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1986.. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menghasilkan batu bata dengan penambahan limbah kertas HVS dan mengevaluasi dampaknya terhadap penyerapan air serta kekuatan tekan, sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 untuk batu bata beton yang digunakan dalam konstruksi dinding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan air batu bata meningkat seiring dengan peningkatan persentase limbah kertas HVS yang ditambahkan. Penyerapan air batu bata yang mengandung limbah kertas HVS tetap berada dalam batas yang ditentukan sebesar 35%, sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989. Selain itu, pada uji kekuatan tekan, teramati bahwa kekuatan tekan batu bata dengan 5% dan 10% limbah kertas HVS lebih tinggi sebesar 0,83% dibandingkan dengan batu bata tanpa limbah kertas HVS. Lebih lanjut, kekuatan tekan batu bata dengan 10% limbah kertas HVS lebih tinggi sebesar 3,31% dibandingkan dengan kekuatan tekan batu bata tanpa limbah



kertas HVS. Khususnya, kekuatan tekan batu bata dari kertas daur ulang masih memenuhi persyaratan kualitas Kelas II sebagaimana diatur dalam standar SNI 03-0349-1989, yakni sebesar 70 kg/cm<sup>2</sup>.

Dengan analisis ini, dapat disimpulkan bahwa Limba HVS memiliki potensi untuk diinkorporasikan dalam campuran batu bata. Melalui variasi penambahan limbah kertas HVS sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15% berdasarkan berat pasir, diamati bahwa kadar air pada batu bata meningkat seiring dengan penambahan limbah kertas HVS. Ini terjadi karena kertas HVS, selain pasir, juga dapat menyerap air dengan baik. Meskipun demikian, peningkatan kadar air pada batu bata tetap memenuhi standar SNI 03-0349-1989 untuk batu bata beton yang digunakan dalam konstruksi dinding, yang mensyaratkan kadar air maksimum batu bata kelas II sebesar 35%.

Pemberian limbah kertas HVS ke dalam campuran batu bata dapat meningkatkan kekuatan tekan batu bata. Dari variasi penambahan limbah kertas HVS sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, terlihat bahwa kualitas batu bata mencapai tingkat tertinggi pada variasi 10%. Jika dibandingkan dengan batu bata tanpa limbah kertas HVS atau limbah kertas HVS sebesar 0%, kekuatan tekan limbah kertas HVS pada 5% dan 10% lebih tinggi masing-masing sebesar 0,83% dan 3,31%..

#### 2.1.2 Paving Block Menggunakan Bahan Tambah Limbah Kertas (Dyah Julia Syifa dkk, 2019)

Dyah Julia Syifa (2019) dalam penelitiannya yang berjudul Paving Block Menggunakan Bahan Tambah Limbah Kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan kertas pada paving dengan maksud menciptakan paving yang inovatif dan ramah lingkungan. Metodenya melibatkan pengolahan limbah kertas menjadi partikel kecil berukuran 2 mm, yang ditambahkan dalam proporsi 0%, 5%, 9%, dan 15% dari berat pasir, kemudian dicampur dengan pasir dan semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan tekan dengan penambahan kertas sebesar 0% adalah 18,16 MPa, dengan penambahan kertas 5% adalah 8,77 MPa, dengan penambahan kertas 9% adalah 5,53 MPa, dan dengan penambahan kertas 15% adalah 5,97 MPa.

Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan kertas sebesar 5%, 9%, dan 15% tidak menghasilkan peningkatan kekuatan tekan. Meskipun demikian, hal ini dapat memberikan kontribusi untuk membuat beton lebih ringan, terutama dengan penambahan sebesar 15%. Dengan demikian, penggunaan limbah kertas dalam paving dapat dianggap sebagai solusi yang berpotensi dalam menciptakan produk paving yang memiliki sifat inovatif dan berorientasi lingkungan, bahkan jika tidak menghasilkan peningkatan signifikan dalam kekuatan tekan.

### 2.1.3 Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas (Ety Jumiati dkk, 2021)

Ety Jumiati (2021) dalam penelitiannya yang berjudul Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi metode pembuatan batako konvensional dengan memanfaatkan limbah kertas, menganalisis ciri khas batako konvensional yang dihasilkan dari limbah kertas, dan mengevaluasi kualitas serta aplikasi potensial batako tersebut. Dalam konteks karakteristik, batako konvensional dibuat dengan menggunakan limbah kertas, dan variasi komposisi semen:pasir:limbah kertas yang berbeda telah diuji, yaitu Sampel A (10%:30%:60%), Sampel B (20%:30%:50%), dan Sampel C (30%:30%:40%), dengan waktu pengeringan selama 28 hari. Parameter uji melibatkan massa jenis, penyerapan air, kuat tekan, dan kekuatan tumbukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil optimal untuk batako limbah kertas terdapat pada Sampel C dengan komposisi 30%:30%:40%. Pada komposisi ini, batako yang dihasilkan memiliki massa jenis 1,055 g/cm<sup>3</sup>, daya serap air sebesar 21,659%, kuat tekan 28,258 kgf/cm<sup>2</sup>, dan kekuatan tumbukan 398,693 J/m<sup>2</sup>. Daya serap air dan kuat tekan memenuhi standar mutu SNI 03-0349-1989 pada tingkat mutu III dan IV.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa variasi komposisi semen: pasir: limbah kertas, seperti yang terlihat pada Sampel C (30%:30%:40%), memberikan hasil optimal. Sampel ini menunjukkan nilai serapan air sebesar 21,659% dan kekuatan tekan sebesar 28,258 kg/cm, sesuai dengan

standar SNI 03-0349-1989 pada kategori mutu tingkat III dan IV. Oleh karena itu, batako yang dihasilkan dari Sampel C dapat dianggap sebagai pilihan yang baik untuk digunakan sebagai bahan konstruksi, terutama untuk dinding isolasi dan konstruksi lainnya. Hal ini didukung oleh fakta bahwa kekuatan tekan sebesar 28,258 kg/cm memenuhi persyaratan mutu untuk bata tingkat IV sesuai dengan SNI 03-0349-1989..

#### 2.1.4 Analisis Pemanfaatan Bubur Kertas (Pulp) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako (Ahmad Irfanurrosyidin, 2021)

Ahmad Irfanurrosyidin (2021) dalam tulisannya yang berjudul "*Analysis of Paper Pulp Utilization as a Mixture Material in the Production of Concrete Bricks.*" Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki sifat karakteristik dari komposisi bata beton, dengan fokus pada kekuatan tekan dan tingkat serapan air, yang melibatkan penambahan bubur kertas pada berbagai komposisi yang telah direncanakan. Dengan mengkaji dampak bubur kertas terhadap properti bata beton, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang pengaruh penambahan bahan tersebut terhadap sifat fisik dan mekanik bata beton. Selain itu, analisis ini mencakup variasi komposisi bata beton untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang potensi pemanfaatan bubur kertas sebagai bahan campuran dalam industri pembuatan bata beton.

Variabel penelitian melibatkan rasio air-semen sebesar 1PC:12 Psr, dengan rasio air-semen (fas) yang bervariasi pada 0,28, dan persentase campuran berkisar dari 0% hingga 30%. Komposisi campuran ditentukan berdasarkan volume bata beton. Pengujian mencakup kekuatan tekan, serapan air, dan rasio berat bata. Tiga belas contoh disiapkan untuk setiap persentase campuran, dengan empat contoh untuk kekuatan tekan dan delapan contoh untuk serapan air. Hasil dari pembuatan dan pengujian bata beton dengan campuran bubur kertas sebesar 30% dan volume pasir 20% menunjukkan kekuatan tekan dalam kisaran 73,96 - 80,21 kg/m<sup>2</sup> dan serapan air antara 17,87% dan 12,07%. Terlihat bahwa peningkatan persentase bubur kertas menyebabkan penurunan kekuatan tekan dan peningkatan serapan air.

## **2.2 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu**

Untuk memudahkan dalam memahami maksud dan tujuan dipaparkannya penelitian terdahulu di atas dan untuk membandingkan penelitian ini dengan penelitian terdahulu, maka dibuat Tabel 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu**

	<b>Penelitian Terdahulu</b>				<b>Penelitian yang Dilakukan</b>
<b>Peneliti</b>	Irna Hendriyani dkk. (2017)	Dyah Julia Syifa, (2019)	Ety Jumiati dkk. (2021)	Ahmad Irfanurrosyidin, (2021)	Ghifari Nurdiansyah (2022)
<b>Judul</b>	Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas HVS	Paving Block Menggunakan Bahan Tambah Limbah Kertas	Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas	Analisis Pemanfaatan Bubur Kertas (Pulp) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako	Pengaruh Bahan Tambah Limbah Bubur Kertas Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Pada Batako
<b>Tujuan</b>	Merancang batako dengan memasukkan limbah kertas HVS dan mengevaluasi dampaknya terhadap tingkat penyerapan air	Agar dapat menilai efek positif penambahan kertas pada paving sehingga dapat menciptakan inovasi	Mengetahui teknik pembuatan batako konvensional dengan pemanfaatan limbah kertas, karakteristik batoko limbah kertas	Untuk mengetahui sifat karakteristik bahan susun bata beton, kuat tekan dan nilai serapan air pada bata beton dengan penambahan	Untuk mengetahui besarnya kuat tekan batako jika menggunakan bahan substitusi limbah kertas HVS,mengetahui

	dan kekuatan tekan batako, sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989 mengenai bata beton untuk pasangan dinding.	paving yang lebih ramah lingkungan.	konvensional yang dihasilkan serta melihat kualitas dan aplikasi batako limbah kertas konvensional yang dihasilkan	bubur kertas (Pulp) pada variasi komposisi yang direncanakan.	apakah batako dengan bubur kertas memenuhi syarat sebagai bata beton ringan.,mengetahui pengaruh penambahan bubur kertas HVS terhadap kemampuan penyerapan air batako.
<b>Parameter Penelitian</b>	Memanfaatkan limbah kertas HVS dalam campuran dengan penambahan sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat pasir, dengan perbandingan semen : pasir : air sebesar 25% : 70% : 5%.	Limbah kertas yang telah diolah menjadi partikel kecil berukuran 2 mm, ditambahkan dalam proporsi 0%, 5%, 9%, dan 15% dari berat pasir, lalu dicampur dengan pasir dan semen.	Bahan limbah kertas dengan variasi komposisi semen : pasir : limbah kertas, termasuk sampel A (10% : 30% : 60%), sampel B (20% : 30% : 50%), dan sampel C (30% : 30% : 40%).	Variabel penelitian yang digunakan dalam eksperimen ini adalah 1PC: 12 Psr, dengan variasi fasa 0,28 dan perbandingan campuran sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30%.	Limbah bubur kertas yang diberikan sebanyak 0%, 10%, 15%,20%, 25%, 30% dari volume pasir

<p><b>Hasil Penelitian</b></p>	<p>Dengan memasukkan limbah kertas HVS sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15%, hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas batako mencapai puncaknya pada variasi 10%. Ketika dibandingkan dengan batako yang tidak mengandung kertas HVS atau memiliki kandungan 0% limbah kertas HVS, kekuatan tekan batako dengan penambahan 5% dan 10% limbah kertas HVS mengalami</p>	<p>Penambahan kertas pada tingkat 0% menghasilkan rata-rata kuat tekan sebesar 18,16 Mpa, pada tingkat 5% menghasilkan 8,77 Mpa, pada tingkat 9% menghasilkan 5,53 Mpa, dan pada tingkat 15% menghasilkan 5,97 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan kertas sebesar 5%, 9%, dan 15% belum mengakibatkan peningkatan kuat tekan. Namun, penambahan kertas dapat mengurangi berat beton,</p>	<p>Dengan variasi komposisi semen : pasir : limbah kertas seperti pada sampel A (10% : 30% : 60%), sampel B (20% : 30% : 50%), dan sampel C (30% : 30% : 40%), hasil terbaik diperoleh dari sampel C. Sampel ini menunjukkan nilai penyerapan air sebesar 21,659% dan kuat tekan sebesar 28,258 kg/cm, memenuhi standar mutu SNI 03-0349-1989 untuk kategori mutu III dan IV.</p>	<p>Dengan menggunakan campuran 30% bubur kertas dan 20% volume pasir dalam pembuatan batako, diperoleh nilai kuat tekan antara 73,96 hingga 80,21 kg/m<sup>2</sup> dan daya serap air berkisar antara 17,87% hingga 12,07%. Dapat diamati bahwa semakin tinggi persentase penambahan, kuat tekan batako cenderung semakin kecil, sementara daya serap airnya meningkat.</p>	
--------------------------------	---	--	---	---	--

	peningkatan sebesar 0,83%, sementara batako dengan penambahan 10% limbah kertas HVS mengalami peningkatan sebesar 3,31%.	terutama pada tingkat penambahan 15%.			
--	--	---------------------------------------	--	--	--



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Batako**

Bata beton, yang umumnya dikenal sebagai 'batako,' adalah materi bangunan yang meniru batu bata dan terbentuk dari campuran utama pasir, semen, dan air. Sesuai dengan ketentuan standar SNI 03-0349-1989, *conblock* atau blok beton merupakan elemen bangunan yang terbuat dari campuran semen *Portland* atau *pozzolan*, pasir, air, dan mungkin ditambahkan dengan bahan tambahan lainnya.

Blok-blok ini dibentuk secara khusus untuk memenuhi kriteria tertentu dan dapat digunakan sebagai bahan konstruksi utama untuk pembuatan dinding. Proses pembuatan bata beton melibatkan pencampuran bahan-bahan tersebut dalam proporsi tertentu untuk mencapai karakteristik yang diinginkan, seperti kekuatan tekan dan daya serap air, yang sangat penting dalam memastikan kualitas dan keandalan konstruksi bangunan..

Sesuai dengan Pasal 6 PUBI-1982, 'Batako' merujuk pada sebuah komponen yang dirancang khusus untuk dinding bangunan non-struktural, mengalami proses pencetakan dan perawatan di lingkungan yang lembab. Batako berkualitas tinggi ditandai oleh permukaannya yang datar, saling tegak lurus, dan memiliki kekuatan tekan yang tinggi. Dalam klasifikasinya, terdapat dua jenis utama batako, Terdiri dari bata beton pejal dan bata beton berongga. Bata beton pejal memiliki penampang yang padat, mencakup 75% atau lebih dari luas total penampang, dengan volume yang padat melebihi 75% dari total volume bata. Sebaliknya, bata beton berongga memiliki lubang yang mencakup lebih dari 25% dari luas penampang blok dan memiliki volume rongga yang melebihi 25% dari total volume blok.

Proses pencetakan dan perawatan batako ini sangat penting untuk memastikan bahwa batako yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang diinginkan untuk konstruksi dinding..

Berikut adalah syarat kualitas batako dikutip dari PUBI 1982 :

1. Dimensi nominal dari batu cetak beton, termasuk dalam satu campuran untuk 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. Setiap dinding lubang dan sirip pada batu cetak beton berlubang tidak boleh memiliki ketebalan kurang dari 20 mm.
3. Pada arah panjang, sisi-sisi batu cetak beton harus memiliki ketebalan dan tinggi yang sejajar satu sama lain. Tepi dan sudutnya harus cukup kokoh untuk mencegah pelupaan mudah dengan tangan, dan badan batu cetak tidak boleh mengandung cacat yang merugikan.

Dilihat dari bahan penyusunnya, ada tiga jenis batako yaitu batako semen/batako *press*, batako putih (tras), bata ringan.

a. Batako tekan/bata *press*

Batako tekan, atau sering disebut sebagai bata tekan, terbuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Jenis bata ini umumnya diproduksi secara manual (dengan tangan) atau dengan menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat dari tingkat kepadatan batako ini. Batako ini umumnya berukuran



panjang 36-40 cm dan tinggi 18-20 cm.

**Gambar 3.1 Batako Press**

b. Batako Putih (Tras)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu dari gunung berapi. Batako jenis ini umumnya memiliki ukuran panjang 25-30 cm, tebal 10 cm, dan tinggi 14-18 cm.



**Gambar 3.2 Batako Trass**

c. Bata Ringan

Bata ringan diproduksi dari bahan seperti pasir kuarsa, kapur, semen, dan komponen lain yang diklasifikasikan sebagai bahan untuk beton ringan. Umumnya, bata dengan densitas  $1850 \text{ kg/m}^3$  bisa disimpulkan untuk menandakan bahwa beton ringan memiliki Batasan atas tersebut.



**Gambar 3.3 Bata ringan**

Berdasarkan standar SNI 03-0349-1989 Bata Beton untuk Pasangan Dinding dibagi menjadi dua tipe, yaitu bata beton pejal dan bata beton berlubang.

1. Bata Beton Pejal

Bata beton pejal adalah bata yang terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau semacannya yang akan ditambah dengan agregat dan air dengan atau tanpa bahan penambah lainnya. Bata beton pejal memiliki penampang 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih

dari 75% volume bata seluruhnya. Gambar bata beton pejal dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Bata Pejal**

## 2. Bata Beton Berongga

Bahan yang membentuk bata beton berlubang identik dengan bahan yang membentuk bata beton pejal. Kedua jenis bata beton, baik berlubang maupun pejal, terbuat dari campuran bahan perekat hidrolis yang dicampur dengan agregat dan air, dan dapat juga mengandung bahan penambah tertentu. Perbedaan utama antara bata beton berlubang dan bata beton pejal terletak pada karakteristik luas penampangnya. Bata beton pejal memiliki lubang yang mencakup lebih dari 25% dari luas penampang totalnya dan memiliki volume lubang lebih dari 25% dari volume total bata.

Dalam hal ini, bata beton berlubang memiliki lubang yang melibatkan lebih dari 25% dari luas penampangnya dan volume lubang yang melebihi 25% dari total volume bata. Oleh karena itu, perbedaan signifikan antara keduanya adalah sejauh mana lubang dan volume lubang memberikan ciri khas masing-masing jenis bata beton. Proses pembuatan dan penggunaan bata beton berlubang memiliki pertimbangan tersendiri yang perlu diperhatikan untuk memastikan kecocokannya dalam berbagai aplikasi konstruksi..



**Gambar 3.5 Bata Berongga**

### **3.2 Persyaratan Batako**

Sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam standar SNI 03-0349-1989 mengenai Bata Beton untuk Pasangan Dinding, bata beton pejal diklasifikasikan ke dalam empat tingkatan mutu, mulai dari Tingkat Mutu I hingga Tingkat Mutu IV.

Mutu I mencakup bata beton pejal yang sesuai untuk konstruksi yang menanggung beban dan juga dapat digunakan untuk konstruksi yang terpapar (di luar atap).

Mutu II mencakup bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang menanggung beban, tetapi terbatas pada konstruksi yang dilindungi dari kondisi cuaca eksternal (di bawah atap).

Mutu III terdiri dari bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak menanggung beban, seperti dinding penyekat dan konstruksi lainnya yang selalu dilindungi dari hujan dan sinar matahari langsung. Permukaan bata ini boleh tidak diplester (di bawah atap).

Mutu IV mencakup bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak menanggung beban, serupa dengan dinding penyekat dan konstruksi lainnya yang selalu dilindungi dari hujan dan sinar matahari langsung. Bata ini harus diplester dan ditempatkan di bawah atap..

Menurut SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, beberapa persyaratan mutu yang harus dipenuhi batako yaitu:

#### **1. Penampilan Luar**

- a) Permukaannya tidak boleh memiliki cacat.
- b) Bentuk desain lainnya di permukaan diperbolehkan.

- c) Rusuk-rusuk harus membentuk sudut siku satu sama lain.
- d) Sudut rusuk tidak boleh dengan mudah diperbaiki dengan tekanan jari.

## 2. Ukuran dan Toleransi

Berdasarkan SNI 03-0348-1989, ukuran standar bata beton harus sesuai dengan spesifikasi dalam Tabel 3.1 berikut ini.

**Tabel 3.1 Ukuran Bata Beton**

Jenis	Ukuran (mm)			Tebal dinding sekat lobang, minimum	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	390 ± 35	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2. Berlobang					
a. Kecil	390 ± 35	190 ± 35	100 ± 2	20	15
b. Besar	390 ± 35	190 ± 35	200 ± 3	25	20

## 3. Syarat Fisis

Menurut SNI 03-0349-1989 mengenai Bata Beton untuk Pasangan Dinding, syarat – syarat fisis harus sesuai dengan tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2 Syarat Fisis Bata Beton**

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata min.	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing- masing benda uji min.	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17

Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-
--------------------------------	---	----	----	---	---	----	----	---	---

### 3.3 Bata Ringan

Bata ringan merupakan jenis bata dengan berat jenis lebih rendah dibandingkan dengan bata konvensional. Juga dikenal sebagai Beton Ringan Beraerasi (Aerated Lightweight Concrete), bata ini dibuat dari bahan baku utama seperti pasir silika, kapur, semen, air, dan ditambahkan dengan agen ekspansi, yang kemudian menjalani perawatan di bawah tekanan uap air.

Menurut standar SNI 03-2156-1991, bata ringan beraerasi autoklaf adalah silikat hidrat dengan berat jenis rendah, dicapai melalui penambahan agen yang menciptakan rongga-rongga makroskopis, serta proses perawatan dilakukan dengan menggunakan tekanan uap tinggi (autoklaf). Bahan baku yang digunakan dalam produksi beton ringan beraerasi autoklaf melibatkan semen Portland, pasir kuarsa, air, kapur, gypsum atau anhidrit, dan agen yang menghasilkan rongga-rongga makroskopis.

### 3.4 Beton Kertas (*Papercrete*)

Berat suatu bangunan memiliki dampak pada respon terhadap gaya gempa yang diterima, dengan bobot yang lebih rendah mengurangi secara signifikan gaya gempa yang diterima oleh bangunan. Faktor ini disebabkan oleh ketergantungan besar gaya gempa pada percepatan gempa dan total berat bangunan. Semakin berat bangunan, semakin besar gaya gempa yang akan dihadapi (Danny Setiawan, 2013).

Dinding, sebagai elemen struktural yang menanggung beban substansial dalam sebuah gedung, memiliki dampak signifikan pada berat totalnya. Untuk mengurangi beban total gedung, diperlukan penggantian material dinding dengan bahan yang lebih ringan. Salah satu alternatif yang dapat dipertimbangkan adalah penggunaan papercrete, Sebuah substansi yang terdiri dari kombinasi beton dan bubuk kertas. Bubuk kertas ini mengandung senyawa oksida seperti *Silikon Dioksida* (SiO<sub>2</sub>), *Aluminium Oksida* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), *Magnesium Oksida* (MgO), *Kalsium*

*Oksida* (CaO), *Ferri Oksida* (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), yang merupakan komponen dasar dalam pembuatan klinker semen (Bermansyah, 2011).

Dalam penelitian tugas akhir ini, papercrete digunakan sebagai bahan dinding dalam bentuk batako. Penggunaan papercrete diharapkan dapat menjadi opsi sebagai bahan dinding yang lebih ringan, selain memiliki potensi sebagai bahan dinding yang dapat meredam panas dan suara.

### **3.5 Semen Portland**

Semen adalah suatu bahan pengikat yang krusial dan umumnya digunakan dalam proyek pembangunan fisik pada sektor konstruksi bangunan. Menurut SNI 15-2049-2004, Semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Semen portland terbuat dari serbuk mineral kristalin halus dengan komposisi utama kalsium dan aluminium silikat. Ketika air ditambahkan ke mineral ini, terbentuklah pasta yang setelah mengering akan memiliki kekuatan mirip dengan batu. Komposisi utama pembentuk semen Portland melibatkan kapur (CaO), silika (SiO<sub>3</sub>), alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sejumlah kecil magnesia (MgO), dan terkadang mengandung unsur alkali dalam jumlah kecil. Untuk mengatur komposisinya, kadang-kadang ditambahkan oksida besi, sementara gypsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) digunakan untuk mengontrol waktu pengerasan semen (Mulyono, 2003).

Dalam konteks penggunaannya di Indonesia (PUBI-1982), semen Portland dibagi menjadi lima jenis, masing-masing memiliki tujuan yang berbeda:

- 1) Tipe I: Semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus, sebagaimana yang berlaku pada tipe semen lainnya,
- 2) Tipe II: Semen Portland yang, dalam penggunaannya, memerlukan ketahanan moderat terhadap sulfat dan panas hidrasi,
- 3) Tipe III: Semen Portland yang, dalam penggunaannya, menuntut kekuatan awal yang tinggi.



4) Tipe IV: Semen Portland yang, dalam penggunaannya, mengharuskan persyaratan panas hidrasi yang rendah, dan

5) Tipe V: Semen Portland yang, dalam penggunaannya, menuntut ketahanan yang sangat tinggi terhadap sulfat.

Beberapa variasi semen lainnya termasuk dalam kategori semen campuran. Semen campuran diproduksi untuk memenuhi karakteristik khusus yang tidak dimiliki oleh semen Portland konvensional.

Salah satu varian semen yang beredar adalah Portland Pozzolan Cement (PPC). PPC termasuk dalam kategori semen hidrolisis yang terbentuk dari campuran semen Portland dengan bahan pozzolan, seperti Trass atau Fly ash, yang memiliki butiran sangat halus. Proses produksinya melibatkan pencampuran klinker semen Portland dan bahan pozzolan secara bersamaan atau merata, sesuai dengan standar SNI 15-0302-2004. Keunggulan PPC terletak pada tingkat hidrasi panas dan penyusutan termal yang lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis semen umum lainnya. Oleh karena itu, PPC sangat cocok untuk digunakan dalam berbagai jenis proyek konstruksi, termasuk tetapi tidak terbatas pada jembatan, jalan raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigasi, dan fondasi pelat penuh. Penggunaan PPC dalam beton juga menunjukkan tingkat ketahanan yang tinggi terhadap air dan serangan sulfat, sebagaimana yang ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Somayaji pada tahun 2001.

### **3.6 Agregat Halus**

Agregat, bersama dengan pasta semen, merupakan bahan utama yang membentuk beton. Agregat beton dapat diperoleh dari berbagai sumber, baik alami, buatan (batu pecah), maupun sisa produk tertentu. Selain memenuhi persyaratan teknis, pemilihan jenis agregat juga harus memperhatikan faktor ekonomi. Sesuai dengan standar pengawasan mutu pada Departemen Pekerjaan Umum 1982, syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat halus yaitu:

1. Butir-butir agregat halus harus tajam dan keras, tidak boleh pecah dan hancur akibat pengaruh cuaca;
2. Kandungan lumpur dalam agregat halus tidak boleh melebihi 5%; jika melebihi, pasir harus dicuci;

3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik berlebihan, yang dapat diuji dengan percobaan warna menggunakan larutan NaOH 3%;
4. Agregat halus harus memiliki variasi ukuran butiran yang tepat; ketika diayak, harus memenuhi ketentuan berikut.:
  - a) Kandungan sisa yang berada di atas ayakan 4 mm setidaknya harus mencapai 2% dari total berat.
  - b) Persentase sisa yang berada di atas ayakan 1 mm harus berada dalam kisaran antara 10% dari total berat.
  - c) Persentase sisa yang berada di atas ayakan 0,25 mm seharusnya berkisar antara 80% hingga 90% dari total berat.

Kriteria teknis untuk agregat beton harus sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Pasal 3.3-3.5 Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) tahun 1971 N.1-2 dan standar ASTM C 33-97.

### **3.7 Air**

Dalam produksi batako, air memainkan peran yang sangat penting dan memiliki dampak yang signifikan, terutama dalam berperan sebagai reaktan kimia dengan semen. Air diperlukan dalam tahap pembuatan beton untuk memulai proses kimia dengan semen, termasuk dalam reaksi penggaraman agregat dan untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan beton. Jenis air yang digunakan sebagai komponen campuran harus bersih dan tidak mengandung substansi yang dapat merugikan kualitas beton.

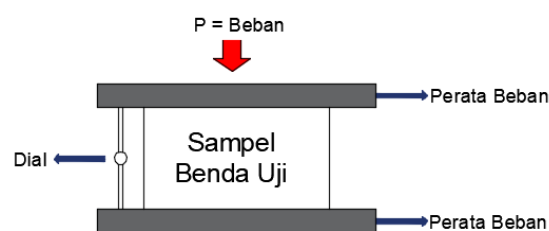
Air yang digunakan sebagai komponen campuran bahan bangunan harus memenuhi sejumlah kriteria khusus agar hasil beton memenuhi standar yang diinginkan. Untuk keperluan pembuatan dan perawatan beton, air yang digunakan sebaiknya tidak mengandung minyak, alkali, garam, bahan organik, atau substansi lainnya yang mungkin berpotensi mengakibatkan penurunan kualitas beton yang terbentuk. Penggunaan air yang memenuhi standar tertentu sangat penting, karena komposisi air dapat secara signifikan memengaruhi sifat-sifat akhir beton, serta mencegah potensi perubahan sifat-sifat beton yang dihasilkan. Oleh karena itu,

pemilihan air yang sesuai dan berkualitas merupakan langkah kritis dalam proses konstruksi yang bertujuan untuk mencapai hasil beton yang optimal.

Karakteristik pasta semen ditentukan oleh reaksi kimia antara semen dan air, dengan penekanan pada rasio air-semen daripada berat total campuran. Dalam beton berkualitas tinggi, rasio air-semen dianggap sebagai rasio air terhadap total semen dan aditif, berpengaruh pada proses hidrasi. Penggunaan air yang optimal sangat penting, karena kelebihan air menyebabkan pembentukan gelembung udara dan kekurangan air menghambat hidrasi. Kekuatan dan kelenturan beton, khususnya dalam pembuatan batako, sangat tergantung pada jumlah air yang digunakan. Jumlah air yang spesifik diperlukan untuk campuran batako tertentu, tanpa standar numerik tertentu, karena rasio ini bervariasi berdasarkan komposisi campuran, biasanya antara 0,3 hingga 0,6 atau disesuaikan untuk kemudahan pengolahan.

### 3.8 Kuat Tekan

Kuat tekan, atau compressive strength, merujuk pada besar beban per satuan luas yang dapat menyebabkan benda uji hancur ketika dikenai gaya tekan tertentu dari mesin tekan. Kekuatan tekan batako menjadi penanda kualitas batako, dan semakin tinggi nilai penekanan batako maka menandakan kualitas batako tersebut akan semakin baik. Diperlukan perancangan proporsi campuran batako agar mencapai nilai kekuatan tekan yang sesuai. Pengujian kekuatan tekan batako bertujuan untuk menentukan kemampuan batako dalam menahan suatu gaya penekanan pada sebuah bidang luas dengan ukuran tertentu. Perhitungan nilai kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.1.



**Gambar 3.6 Sketsa Uji Kuat Tekan**

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

Keterangan :

$F_c$  = kuat desak ( $\text{kg/cm}^2$ )

- P = Beban (kg)  
 A = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

### 3.9 Penyerapan Air

Penyerapan air merujuk pada proporsi persentasi air yang dapat diserap oleh susunan batako. Tingkat absorbansi liquid oleh batako sangat bergantung pada jumlah dan ukuran pori-pori atau rongga yang ada di dalamnya. Semakin banyak pori-pori yang terdapat dalam struktur batako, semakin tinggi kemampuannya menyerap air, yang pada gilirannya dapat mengurangi ketahanannya. Keberadaan rongga atau pori-pori pada batako dapat disebabkan oleh ketidaktepatan dalam kualitas dan kandungan bahan yang menyusunnya. Efek dari perbandingan yang berlebihan bisa menciptakan rongga, dikarenakan adanya air yang tidak tereaksi dan lalu menguap serta membuat suatu ruang hampa. Persentase penyerapan air dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

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

Keterangan:

PA = Penyerapan air (%)

Ba = Berat kering (kg)

Bb = Berat basah (kg)

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental, melibatkan variabel bebas (variabel independen) dan variabel terikat (variabel dependen). Variabel bebasnya adalah penambahan bubuk kertas pada campuran batako, sementara variabel terikat melibatkan kekuatan tekan dan penyerapan air. Metode ini dapat dijelaskan sebagai teknik yang berasal dari hasil eksperimen dengan menggunakan benda uji, yakni batako yang menggantikan agregat halus (pasir) dengan bubuk kertas, dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% dari berat agregat halus. Bentuk benda uji adalah persegi atau berlubang dengan dimensi 40 x 20 x 10 cm. Setiap variasi melibatkan tiga jenis pengujian, termasuk uji kekuatan tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air. Pengujian kekuatan tekan dilakukan sebanyak 10 kali, sementara pengujian penyerapan air dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap variasi.

Pengujian ini dijadwalkan akan dilakukan di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Informasi terperinci mengenai jumlah benda uji dan langkah-langkah pengujian dapat ditemukan dalam Tabel 4.1, sedangkan dimensi benda uji untuk setiap pengujian terdokumentasikan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.1 Jumlah Sampel Pengujian**

<b>Variasi</b>	<b>Presentase Bubur Kertas</b>	<b>Jumlah Sampel Uji</b>	
		<b>Kuat Tekan</b>	<b>Penyerapan Air</b>
1	0%	10	5
2	10%	10	5
3	15%	10	5

**Lanjutan Tabel 4.1 Jumlah Sampel Pengujian**

4	20%	10	5
5	25%	10	5
6	30%	10	5

Setelah menyelesaikan pengujian dan memperoleh hasil kuat tekan serta penyerapan air, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan data dengan menggunakan rumus bilangan persamaan. Data yang dihasilkan penghitungan tersebut kemudian disimpulkan dengan mengikuti prosedur uji mutu berdasarkan dengan ketentuan yang tertera pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

## **4.2 Alat dan Bahan**

### **4.2.1 Alat**

Sebelum memulai penelitian, persiapan pada peralatan yang akan digunakan harus dilakukan. Berikut adalah daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **1. Sendok**

Sendok semen (cetok) digunakan untuk mengambil, memindahkan, serta menggabungkan bahan pembuatan paving block. Selain fungsi diatas sendok semen juga dapat digunakan untuk memasukan dan meratakan bahan yang didalam cetakan.

#### **2. Ember**

Ember digunakan sebagai wadah untuk menyimpan bahan yang telah dipersiapkan sebelumnya dalam proses pembuatan batako.

#### **3. Timbangan**

Timbangan digunakan untuk menimbang berat suatu benda. Pada penelitian ini timbangan digunakan untuk menimbang bahan pembuatan *paving block* sehingga bahan yang sudah disiapkan serta diperhitungkan tidak meleset.

#### **4. Saringan**

Saringan yang digunakan yaitu ayakan dengan ukuran 2mm

5. Cetakan Batako 40 x 20 x 10

Cetakan batako digunakan untuk membuat sampel uji batako sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan

6. Oven

Oven berfungsi untuk melakukan pemanasan atau pengeringan pada benda uji yang akan diuji, serta dimanfaatkan untuk menguji sifat-sifat daripada komposisi atau bahan bahan pada pembuatan batako.

7. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur komposisi campuran yang akan digunakan untuk membuat sampel benda uji

8. *Mixed Machine*

*Mixed Machine* digunakan sebagai alat pengaduk campuran



**Gambar 4.1 Alat Mixer**

9. *Press Machine*

Sebagai alat pembuat batako press



**Gambar 4.2 Alat Press Batako**

#### 4.2.2 Bahan

Sebelum pelaksanaan penelitian, persiapan pada bahan bahan yang digunakan harus dilakukan. Berikut merupakan daftar bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini adalah semen tipe PPC (Portland Composite Cement) dengan merk Semen Gresik.

2. Agregat

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini diambil dari kali Boyong Merapi, Kaliurang. Agregat halus yaitu pasir yang lolos pada saringan 4,75 mm. Sebelum dipakai sebagai benda uji, pasir diuji untuk mengetahui kelayakan dan data teknis meliputi kandungan lumpur, gradasi pasir dan berat jenis.

3. Kertas

Kertas sebagai bahan utama papercrete adalah koran bekas yang telah dihancurkan dan dibuat menjadi bubur kertas (pulp)

4. Air

Air berasal dari Laboratorium Teknologi dan Bahan Konstruksi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia



### 4.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Dalam menghitung komposisi campuran yang pas, diperlukan rasio proporsi campuran. Rincian perbandingan campuran untuk batako dengan penambahan bubuk kertas dapat disimak pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Perbandingan Campuran pada Batako Bubur Kertas**

Variasi	Bubur Kertas	Semen	Pasir	Jumlah Sampel	
				Kuat Tekan	Penyerapan Air
1	0	1	9	10	5
2	0,9	1	8,1	10	5
3	1,35	1	7,65	10	5
4	1,8	1	7,2	10	5
5	2,25	1	6,75	10	5
6	2,7	1	6,3	10	5

Dari total 15 benda uji tersebut, 5 diantaranya dipakai untuk uji serap air dan 10 untuk uji kuat tekan. Kemudian, untuk kebutuhan air tiap campuran berbeda-beda menyesuaikan tingkat kemudahan dalam pencampurannya. Adanya perbedaan perbandingan komposisi campuran bubuk kertas pada tiap-tiap komposisi campuran menyebabkan kebutuhan jumlah air yang berbeda-beda juga. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk kebutuhan setiap sampel pada komposisi campuran normal.

#### 1. Analisis Perhitungan

- a) Kebutuhan semen untuk 1 batako  $= \frac{1}{9} \times 5160 \times 2,111 \times 1,3$   
 $= 1574,013 \text{ gr}$
- b) Kebutuhan semen untuk 15 batako  $= 1574,013 \times 15$   
 $= 23610 \text{ gr}$
- c) Kebutuhan Pasir untuk 1 batako  $= \frac{9}{10} \times 5160 \times 1,662 \times 1,3$   
 $= 10038,85 \text{ gr}$
- d) Kebutuhan Pasir untuk 15 batako  $= 10038,85 \times 15$   
 $= 150582,753 \text{ gr}$
- e) Kebutuhan Kertas (10%) 1 batako  $= \frac{9}{10} \times 5160 \times \frac{10}{100} \times 1,66 \times 1,3$   
 $= 1003,88 \text{ gram}$

$$\begin{aligned} \text{f) Kebutuhan Kertas (10\%) 15 batako} &= 1003,88 \times 15 \\ &= 15058,27531 \text{ gr} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan di atas, maka didapatkan kebutuhan bahan batako bubur kertas dengan jumlah sampel sebanyak 15 pada setiap variasinya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3 Komposisi Campuran Batako Bubur Kertas**

No	Variasi Campuran (Kg)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Bubur Kertas (Kg)	Jumlah Sampel
1	0%	23,61	150,58	0	15
2	10%	23,61	135,52	15,06	15
3	15%	23,61	128,00	22,59	15
4	20%	23,61	120,47	30,11	15
5	25%	23,61	112,94	37,64	15
6	25%	23,61	105,41	45,17	15
Total Sampel					90

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas didapatkan hasil perhitungan komposisi campuran dari masing-masing variasi batako bubur kertas dengan jumlah setiap variasi 15 sampel.

#### 4.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan beberapa rangkaian tahapan yaitu, persiapan pencampuran bahan, pembuatan suatu benda untuk menguji, pemotongan benda yang akan diuji, pengujian benda.

##### I. Persiapan

##### 1. Uji agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk menilai karakteristik dan spesifikasi dari agregat halus yang digunakan dalam campuran papercrete. Uji agregat halus dalam penelitian ini mencakup:

- a. Penilaian berat jenis dan daya serap air pada agregat halus mengacu pada standar SNI 03-1970-1990. Langkah-langkah ujiannya adalah sebagai berikut:

- 1) Menimbang pasir dalam kondisi SSD sebanyak 500 gram, kemudian memasukkannya ke dalam piknometer yang sudah memiliki berat yang diketahui, dan selanjutnya mengisi piknometer dengan air suling hingga mencapai 90% kapasitasnya.
  - 2) Piknometer yang berisi campuran pasir dan air suling tersebut diputar dan digoncangkan untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalamnya.
  - 3) Air ditambahkan ke dalam piknometer hingga mencapai penuh, dan kemudian piknometer yang berisi campuran air dan pasir tersebut ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram.
  - 4) Pasir kemudian dipisahkan dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  hingga mencapai berat yang stabil, lalu didinginkan.
  - 5) Setelah pasir benar-benar dingin, berat pasir diukur dan berat piknometer yang berisi air penuh juga diukur..
2. Uji Modulus Butir Halus (MBH)
- Standar yang digunakan untuk uji ini adalah SNI 03-1968-1990, dan prosedur pengujian adalah sebagai berikut:
- 1) Agregat dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 25)^\circ\text{C}$  selama 24 jam.
  - 2) Setelah proses pengeringan, timbang agregat seberat 500 gram.
  - 3) Susun agregat pada saringan dengan urutan berikut: 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$ ""); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No.200 (0,075 mm), dan pasang saringan pada mesin penggoyang.
  - 4) Mesin penggoyang dijalankan selama  $\pm 15$  menit.
  - 5) Setelah itu, ambil agregat dan timbang setiap bagian yang melewati saringan masing-masing, dan catat berat agregat yang tertahan..
3. Uji berat volume padat dan gembur
- SNI 03-4804-1998 dijadikan sebagai standar dalam pengujian ini, dengan prosedur sebagai berikut:
- Langkah awal melibatkan pengeringan agregat dalam oven pada suhu  $(110 \pm 25)^\circ\text{C}$  selama periode 24 jam. Kemudian, sampel uji diambil dari oven dan didiamkan hingga mencapai suhu ruangan. Untuk pengujian

berat volume padat, silinder ukur ditempatkan pada permukaan yang rata, dan agregat ditambahkan secara bertahap hingga mencapai 1/3 bagian dari silinder. Setiap penambahan dilakukan dengan meratakan dan memberikan 25 ketukan untuk memadatkannya.

Proses ini diulangi sampai silinder terisi penuh. Untuk uji berat volume gembur, agregat dimasukkan ke dalam silinder tanpa pemadatan sampai penuh. Selanjutnya, silinder ditimbang dengan agregat, dan berat kotor dicatat. Terakhir, volume silinder dihitung.

#### 4. Uji Kandungan Lumpur dalam Pasir

Uji ini mengacu pada standar SNI 03-4142-1996 dan melibatkan langkah-langkah berikut: Pertama, agregat dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110\pm 25)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Agregat yang telah dikeringkan kemudian ditempatkan dalam ayakan no. 200, dan air disiramkan di atasnya. Benda uji digerakkan dalam ayakan dengan aliran air yang cukup, memungkinkan partikel halus melewati ayakan no. 200 sementara bagian kasar tetap tertahan. Proses ini diulangi sampai air yang dibuang menjadi bening. Agregat kemudian dikeringkan kembali dalam oven pada suhu  $(110\pm 25)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam dan ditimbang dengan ketelitian 0,1 gram.

## II. Pembuatan Pulp

Pulp yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kertas koran daur ulang yang diolah melalui proses pemakaian mesin bor tangan hingga mencapai bentuk serupa bubuk. Tahap pembuatan pulp melibatkan langkah-langkah berikut:

- a. Memotong kertas menjadi potongan kecil akan memudahkan proses pembuatan bubuk kertas.
- b. Potongan kertas HVS dimasukkan ke dalam tong dan kemudian diberi air secukupnya; penambahan air yang lebih banyak akan mempermudah proses pencampuran kertas.
- c. Potongan kertas yang telah dicampur dengan air kemudian diblender menggunakan mesin bor tangan yang dilengkapi dengan mata bor khusus untuk proses tersebut.
- d. Proses blending dilakukan secara merata selama sekitar 5 menit hingga kertas berubah menjadi bubuk kertas.

### Gambar 4.3 Pulp Kertas yang sedang direndam

- e. Bubur kertas yang digunakan dalam eksperimen ini memiliki kadar air sebesar 5%, dan hal ini diharapkan tidak memengaruhi faktor air semen selama proses pembuatan papercrete.



Gambar 4.4 Bubur Kertas setengah kering

### III. Uji berat volume kertas

Pemeriksaan berat volume kertas dilakukan dengan mengikuti prinsip yang tercantum dalam SNI 03-4804-1998 "Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat." Gelas ukur digunakan sebagai alat pengukur, dan rumus perhitungan yang digunakan tetap sesuai dengan standar tersebut.

### IV. Perancangan campuran batako kertas

Perencanaan campuran adukan batako kertas menggunakan perbandingan 1 : 9 yaitu 1 ember semen : 9 ember pasir lalu berat kertas diambil dari persentase berat pasir tersebut.

#### 4.4.1 Pembuatan benda uji

Dalam proses pembuatan benda uji, peneliti menggunakan mesin pres hidrolik yang dilengkapi dengan sistem getar untuk membantu pemadatan agregat dan memastikan bahwa rongga-rongga terisi dengan baik. Benda uji yang dihasilkan harus sesuai dengan tingkat penggantian bahan yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat pasir.

Untuk setiap tingkat penggantian ini, dibuat 15 contoh, sehingga total benda uji yang dihasilkan mencapai 90 contoh. Langkah-langkah pembuatan batako menggunakan mesin pres adalah sebagai berikut.

1. Siapkan bahan mentah untuk batako, termasuk agregat halus (pasir), semen, dan bubuk kertas dengan persentase yang telah ditentukan sebelumnya, lalu campurkan bahan-bahan tersebut.
2. Aduk bahan yang telah dicampur menggunakan alat pencampur (mixer) selama  $\pm 10$  menit.
3. Setelah  $\pm 10$  menit proses pengadukan, pastikan adukan homogen dan tingkat kelacakannya sudah mencapai target, sehingga bahan tersebut siap dimasukkan ke dalam alat cetak.
4. Keluarkan adonan batako segar yang sudah homogen dari alat mixer dengan membuka penutup lubang bagian bawah, sehingga adonan batako siap untuk dicetak.
5. Sebelum pencetakan, sediakan adonan dengan perbandingan 1 semen dan 4 pasir untuk mengisi lapisan bagian atas batako agar permukaannya menjadi rata dan teratur. Lapisan ini memiliki ketebalan 4-5 mm.
6. Gunakan cetakan batako secara manual (tanpa mesin cetak) dan lakukan pencetakan batako dalam posisi tidur. (Lihat Gambar 4.4 untuk proses pencetakan batako)
7. Lapisi cetakan bagian dalam dengan minyak dan tempatkan cetakan pada papan kayu yang dilapisi dengan landasan yang tidak menyerap air, seperti lembaran plastik tebal atau terpal. Pastikan tempatnya teduh dan terlindung dari sinar matahari langsung maupun hujan.
8. Masukkan adonan batako segar ke dalam cetakan sambil ditusuk-tusuk untuk mencapai kepadatan yang optimal.
9. Isi cetakan dengan adonan batako segar hingga penuh, lalu ratakan dengan memukul-mukul menggunakan pelat kayu.
10. Lepaskan cetakan secara manual untuk menjaga agar batako tetap berada di tempatnya. Pendekatan ini akan mengurangi risiko kerusakan atau cacat pada batako segar setelah proses pencetakan selesai.



**Gambar 4.5 Batako Segar**

#### **4.5 Perawatan Benda Uji**

Perawatan pada benda uji dilakukan untuk memastikan bahwa permukaan beton segar tetap lembab hingga mencapai kekerasan yang memadai. Memelihara kelembaban ini menjadi krusial untuk mengoptimalkan proses hidrasi semen. Dalam konteks penelitian ini, benda uji tidak dikenai perlakuan perawatan dan dibiarkan pada tempat kering yang terlindung dari panas. Keputusan ini diambil karena kandungan air dalam bubuk kertas cenderung kurang mudah menguap, sehingga kelembaban pada *papercrete* dapat dipertahankan dengan baik..



**Gambar 4.6 Batako yang sudah jadi**

#### **4.6 Uji Kuat Tekan Benda Uji**

Pengujian dilakukan setelah benda uji silinder mencapai usia 28 hari dengan langkah-langkah berikut:

1. Membersihkan benda uji yang telah mencapai usia 28 hari.
2. Menimbang benda uji dalam kondisi kering menggunakan timbangan.
3. Mengukur dimensi benda uji menggunakan kaliper.
4. Menempatkan benda uji secara vertikal dan sentris pada alat uji kuat tekan.
5. Pembebanan dilakukan hingga benda uji tidak dapat lagi menahan tekanan, yang ditandai dengan penurunan drastis angka tekanan pada layar digital alat.
6. Mencatat beban maksimum yang terbaca pada alat uji kuat tekan..

$$\text{Kuat Tekan } F'_c = \frac{P}{A}$$

#### **4.7 Berat Volume Batako**

Pada setiap variasi tipe batako, uji berat volume dilaksanakan di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia, menggunakan alat timbangan dan penggaris panjang. Proses pengujian berat volume mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.:

1. Memberi nama pada masing-masing batako untuk mempermudah penilaian kuat desak, kemudian menimbang batako.



2. Mengukur dimensi batako, meliputi panjang, tinggi, dan ketebalan.
3. Menimbang berat benda uji dengan menggunakan timbangan.
4. Menghitung berat volume benda uji, dengan cara membagi beratnya dengan volumenya.
5. Melakukan perhitungan rata-rata berat volume untuk semua sampel yang diuji.

#### 4.8 Uji Penyerapan Air

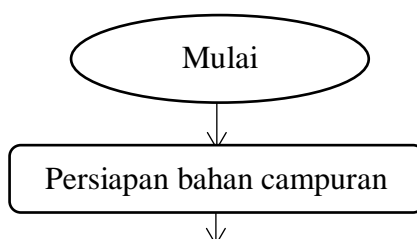
Pengujian penyerapan air dilaksanakan pada setiap variasi dengan menggunakan satu sampel yang dibagi menjadi tiga bagian. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengujian penyerapan air:.

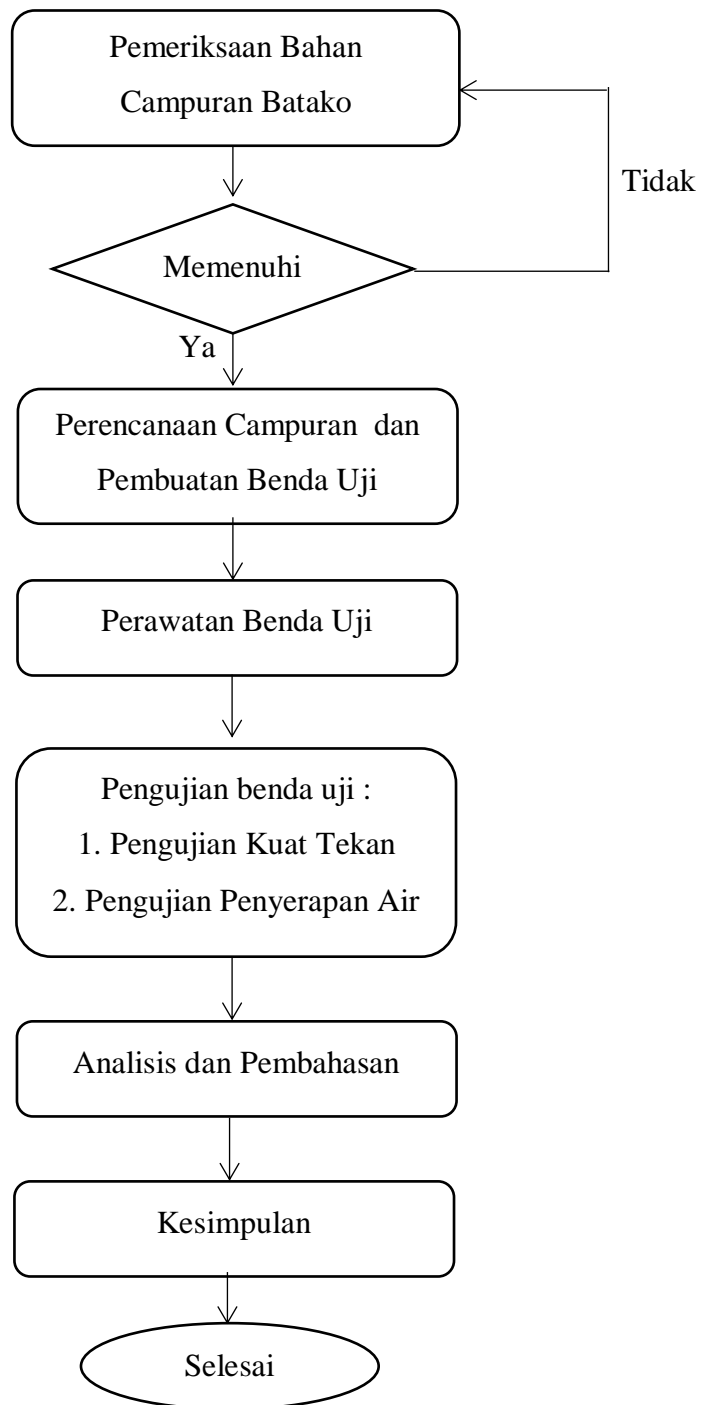
1. Melakukan penimbangan benda uji menggunakan timbangan berpresisi tinggi..
2. Benda uji direndam dalam air bersih pada suhu ruangan selama 24 jam. Setelahnya, benda uji diangkat dari rendaman, dan sisa airnya dibiarkan meniris selama kurang lebih 1 menit. Kemudian, permukaan benda uji diusap dengan kain lembab untuk menyerap kelebihan air yang masih menempel. Langkah terakhir, benda uji ditimbang. (B).
3. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu  $105 \pm 5$  °C.
4. Menimbang kembali batako yang telah kering (A).
5. Menghitung nilai penyerapan air dengan rumus :

$$\text{Penyerapan Air} = \text{PA} = \frac{Bb - Bk}{Bk}$$

#### 4.9 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian sangat penting untuk memastikan bahwa penelitian berjalan sesuai dengan rencana dan harapan. Tindakan penelitian yang tepat dan terstruktur dapat menghasilkan data yang berkualitas dan akurat. Langkah-langkah atau prosedur penelitian ini tergambar dengan jelas dalam Gambar 4.6.





**Gambar 4.7 Diagram Alir Penelitian**

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Tinjauan Umum

Setelah selesai melakukan pengujian di PIMVM dan Laboratorium Bahan Konstruksi (BKT), akan didapatkan beberapa data yang kemudian dapat dianalisis. Analisis data yang dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan perhitungan terhadap besar kuat desak dan penyerapan air. Berikut merupakan hasil dari analisis data yang dilakukan.

#### 5.2 Hasil Penelitian Bahan

Dari penelitian material yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi UII didapatkan hasil pengujian analisa saringan agregat, pengujian berat volume material, pengujian lolos saringan no. 200. Penelitian material ini dilakukan agar mendapatkan hasil benda uji yang sesuai dengan rencana.

##### 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini menggunakan agregat halus berupa pasir dari Merapi. Berikut merupakan hasil pemeriksaan pada material agregat halus.

##### a. Pengujian Analisa saringan agregat halus

Pengujian analisa saringan agregat halus dilakukan untuk mengetahui nilai modulus halus butir (MHB) dengan metode dan standar SNI 03-1968-1990. Berikut merupakan hasil dari analisa saringan agregat halus.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus**

<b>Lubang Ayakan (mm)</b>	<b>Berat Tertinggal (gr)</b>	<b>Berat Tertinggal (%)</b>	<b>Berat Tertinggal Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Lolos Kumulatif (%)</b>
9,6	0	0%	0,00%	100,00%
4,8	167	8%	8,35%	91,65%
2,4	142	7%	15,44%	84,56%
1,2	238	12%	27,34%	72,66%
0,6	390	19%	46,83%	53,17%

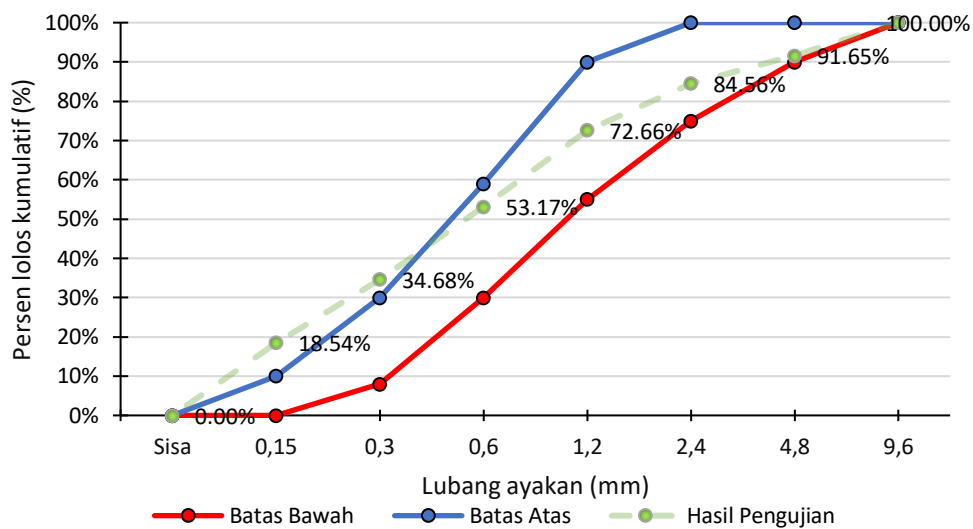
Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus

<b>Lubang Ayakan (mm)</b>	<b>Berat Tertinggal (gr)</b>	<b>Berat Tertinggal (%)</b>	<b>Berat Tertinggal Kumulatif (%)</b>	<b>Persen Lolos Kumulatif (%)</b>
0,3	370	18%	65,32%	34,68%
0,15	323	16%	81,46%	18,54%
Sisa	371	19%	100,00%	0,00%
Jumlah	2001	100%	244,73%	

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat dilakukan perhitungan MHB dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{\sum \text{Berat Tertinggal Kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{244,73}{100} \\
 &= 2,447
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) modulus halus butir (MHB) pada agregat halus umumnya mempunyai nilai sebesar 1,5 – 3,8. Pada pengujian ini diperoleh MHB sebesar 2,447 yang mana memenuhi. Selain untuk mengetahui MHB agregat halus, hasil analisa saringan ini dapat digunakan untuk mengetahui gradasi dari agregat halus. Gradasi dari agregat halus tergolong ke dalam gradasi daerah II yaitu termasuk dalam pasir sedang. Grafik persen lolos kumulatif dengan agregat lolos saringan dapat dilihat pada Gambar 5.1



**Gambar 5.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus**

b. Pengujian berat volume padat agregat halus

Hasil pengujian berat volume padat dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Padat**

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat Tabung (W1)	9875	9875	9875
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	18899	18998	18949
Berat Agregat (W3)	9024	9123	9074
Volume Tabung (V)	5456,6542	5456,6542	5456,65
Berat Volume Padat	1,6538	1,6719	1,663

Berat volume padat merupakan perbandingan berat agregat dengan volume dalam kondisi padat. Dari pengujian di atas didapatkan berat volume padat rata-rata sebesar 1,663 gram/cm<sup>3</sup> yang mana telah memenuhi syarat SNI 03- 4804-1998 yaitu sebesar 1,2-1,7 gram/cm<sup>3</sup>.

c. Pengujian berat volume gembur agregat halus

Hasil pengujian berat volume gembur dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut

**Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Gembur**

Uraian	Hasil Pengamatan		Rata-Rata
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat Tabung (W1)	9875	9875	9875
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	18088	17850	17969
Berat Agregat (W3)	8213	7975	8094
Volume Tabung (V)	5456,6542	5456,6542	5456,65
Berat Volume Gembur	1,5051	1,4615	1,483

Berat volume gembur merupakan perbandingan berat agregat dengan volume dalam kondisi gembur. Dari pengujian di atas didapatkan berat volume padat rata-rata sebesar 1,483 gram/cm<sup>3</sup> yang mana telah memenuhi syarat SNI 03-4804-1998 yaitu sebesar 1,2-1,7 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.3 Pengujian Bahan Penyusun

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, pasir dan bubuk kertas . Benda uji tersebut akan diuji pada Laboratorium Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII untuk mendapatkan hasil berat volume tiap jenis bahan dalam kondisi SSD. Hasil berat volume setiap jenis bahan yang diuji dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut

**Tabel 5.4 Berat Volume Bahan-bahan Penyusun**

No.	Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> )		
	Semen Portland	Pasir	Bubur Kertas
1	2,148	1,663	0,6084

Berikut ini adalah analisis perhitungan berat volume bahan batako bubuk kertas yang meliputi berat bahan, volume batako, volume ember ukur, berat volume bahan batako, dan berat volume batako.

#### 1. Berat Bahan

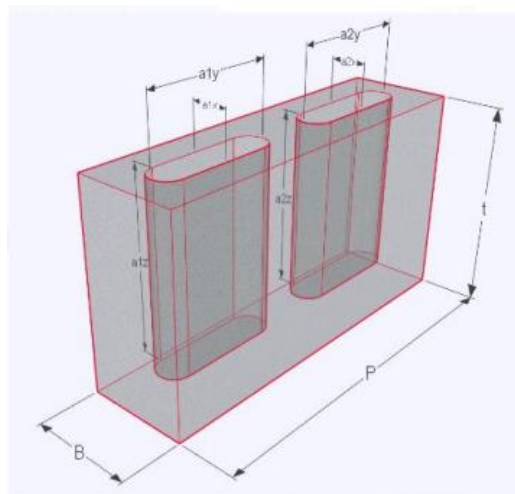
Perhitungan berat bahan dibutuhkan untuk memperoleh berat volume. Hasil pengujian berat bahan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

**Tabel 5.5 Berat Bahan Batako Bubur Kertas**

No	Berat Semen (Kg)	Berat Pasir (Kg)	Berat Bubur Kertas (Kg)
1	11724	9024	3320

## 2. Volume Batako

Volume batako diperoleh dari perhitungan dimensi batako sebelum pengujian kuat desak. Sketsa batako dapat dilihat seperti sebagaimana pada Gambar 5.1.

**Gambar 5.2 Batako Berlubang**

Berdasarkan Gambar 5.1 Volume batako dapat dihitung sebagaimana rumus berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Batako Berlubang} &= P \times L \times T \\
 &= 36 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 19 \text{ cm} \\
 &= 6840 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

## 3. Volume Silinder Ukur

Penelitian ini menggunakan silinder ukur sebagai alat perbandingan skala ukur komposisi bahan campuran batako. Silinder ukur dapat dilihat seperti sebagaimana pada Gambar 5.2.



**Gambar 5.3 Silinder Ukur**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Silinder Ukur} &= \pi \times R^2 \times T \\
 &= 3,14 \times 7,565 \times 30,35 \\
 &= 5456,6542 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

4. Berat Volume Bahan Batako

Berat volume bahan batako dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{a. BV semen} &= \frac{\text{Berat Semen}}{\text{Volume Silinder}} \\
 &= \frac{11724}{5456,654} \\
 &= 2,148 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. BV pasir} &= \frac{\text{Berat Pasir}}{\text{Volume Silinder}} \\
 &= \frac{9074}{5456,654} \\
 &= 1,663 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. BV Kertas} &= \frac{\text{Berat Kertas}}{\text{Volume Silinder}} \\
 &= \frac{3320}{5456,654} \\
 &= 0,6084 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

5. Berat Volume Batako

Berat volume batako bubuk kertas dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut dengan mengambil contoh sampel 1 Variasi Normal 0% Bubur Kertas.

$$\text{Berat kering Batako Bubur Kertas} = 11,302 \text{ kg}$$



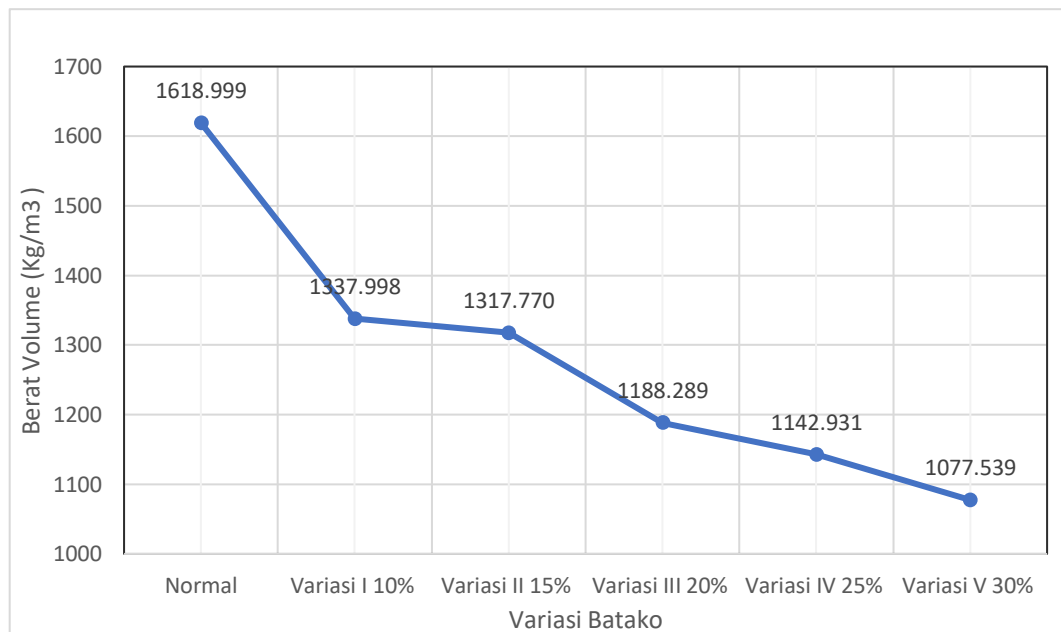
$$\begin{aligned} \text{Volume Batako Bubur Kertas} &= 0,00684 \text{ m}^3 \\ \text{Berat Volume Batako} &= \frac{\text{Berat Kering Batako}}{\text{Volume Batako}} \\ &= \frac{11,302}{0,00684} \\ &= 1652,339 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil perhitungan mencari berat volume batako bubuk kertas yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut

**Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Berat Volume Batako**

Campuran	Berat (kg)	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Rata-rata
Normal	11,302	0,36	0,1	0,19	0,00684	1652,339	1618,999
	11,155	0,359	0,1	0,195	0,00700	1593,458	
	11,558	0,357	0,103	0,19	0,00699	1654,336	
	11,38	0,356	0,102	0,193	0,00701	1623,808	
	11,134	0,36	0,102	0,193	0,00709	1571,054	
Variasi I 10% Kertas	9,439	0,36	0,102	0,19	0,00698	1352,913	1334,981
	9,165	0,36	0,102	0,195	0,00716	1279,956	
	9,587	0,36	0,104	0,19	0,00711	1347,700	
	9,235	0,357	0,101	0,193	0,00696	1327,058	
	9,489	0,36	0,102	0,189	0,00694	1367,275	
Variasi II 15% Kertas	8,998	0,362	0,103	0,19	0,00708	1270,125	1317,770
	9,599	0,362	0,103	0,193	0,00720	1333,899	
	9,209	0,36	0,104	0,192	0,00719	1281,078	
	9,231	0,359	0,1	0,192	0,00689	1339,224	
	9,52	0,36	0,102	0,19	0,00698	1364,522	
Variasi III 20% Kertas	8,729	0,363	0,104	0,19	0,00717	1216,945	1188,289
	8,486	0,36	0,103	0,192	0,00712	1191,961	
	8,08	0,36	0,101	0,19	0,00691	1169,591	
	8,503	0,359	0,104	0,193	0,00721	1180,014	
	8,43	0,362	0,102	0,193	0,00713	1182,937	
Variasi IV 25% Kertas	8,322	0,362	0,104	0,19	0,00715	1163,408	1142,931
	8,56	0,362	0,103	0,195	0,00727	1177,317	
	8,21	0,362	0,104	0,19	0,00715	1147,751	
	7,809	0,36	0,102	0,192	0,00705	1107,622	
	8,11	0,36	0,106	0,19	0,00725	1118,559	
Variasi V 30% Kertas	7,808	0,362	0,104	0,19	0,00715	1091,552	1077,539
	7,481	0,362	0,103	0,195	0,00727	1028,914	
	7,721	0,362	0,104	0,19	0,00715	1079,389	
	7,809	0,36	0,102	0,192	0,00705	1107,622	
	7,832	0,36	0,106	0,19	0,00725	1080,216	

Hasil table pengujian berat volume dapat dibuat grafik berdasarkan hasil berat volume rata-rata setiap variasi campuran seperti pada Gambar 5.4 sebagai berikut.



**Gambar 5.4 Grafik Berat Volume**

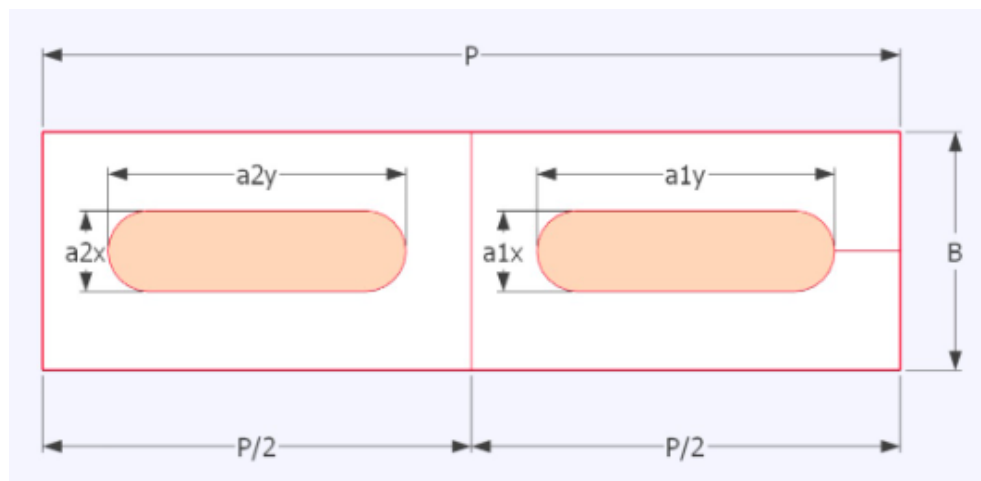
Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 5.3 di atas, terlihat bahwa batako bubuk kertas tanpa campuran memiliki berat volume rata-rata tertinggi sekitar 1618,99 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan batako dengan tambahan campuran kertas memiliki berat volume rata-rata tertinggi sekitar 1334,981 kg/m<sup>3</sup>. Semakin banyak komposisi bubuk kertas yang ditambahkan pada batako, berat volume batako tersebut cenderung semakin rendah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semua variasi batako bubuk kertas termasuk dalam kategori batako ringan, yaitu dengan berat volume kurang dari 1400 kg/m<sup>3</sup>.

#### 5.4 Pengujian Kuat Tekan Batako Bubuk Kertas

Terdapat 6 komposisi campuran dimana tiap komposisi campuran diambil 10 sampel yang akan dilakukan uji kuat dtekan, sehingga dilakukan pengujian sebanyak 60 buah sampel dari semua komposisi campuran bubuk kertas dan 10 buah sampel diantaranya batako normal sebagai pembanding. Pengujian kuat desak dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

Pengujian kekuatan tekan batako dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari, dengan tujuan mendapatkan nilai kekuatan tekan batako melalui pemberian beban oleh alat tekan. Beban diberikan secara bertahap dengan tingkat kecepatan yang bervariasi pada setiap komposisi campuran hingga mencapai kekuatan maksimum. Kekuatan yang dicapai tergantung pada banyaknya faktor seperti faktor air semen, kualitas, metode produksi dan proposi campuran benda uji. Menurut SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, kuat tekan minimum rata-rata untuk beton pejal 25kg/cm<sup>2</sup>.

Sebagai contoh perhitungan kuat desak, diambil hasil pengujian kuat desak batako bubuk kertas dengan komposisi campuran 10% bubuk kertas.



**Gambar 5.5 Luas Penampang**

1. Sampel 1

Panjang = 35,8 cm

Lebar = 10,2 cm

Tinggi = 19 cm

ax = 2 cm

ay = 12 cm

Void = 12 x 2 x 4

= 96 cm<sup>2</sup>

Luas = 365,16 – 96

= 269,16 cm<sup>2</sup>

Beban Maks = 11705,322 kgf

$\sigma = \frac{\text{Beban Maks}}{\text{Luas}}$

$$= \frac{11705,322}{269,16}$$

$$= 43,488 \text{ Kg/cm}^2$$

Perhitungan kuat tekan pada variasi campuran yang lainnya dilakukan sama seperti perhitungan pada variasi campuran 10%. Hasil pengujian kuat tekan batako bubuk kertas dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

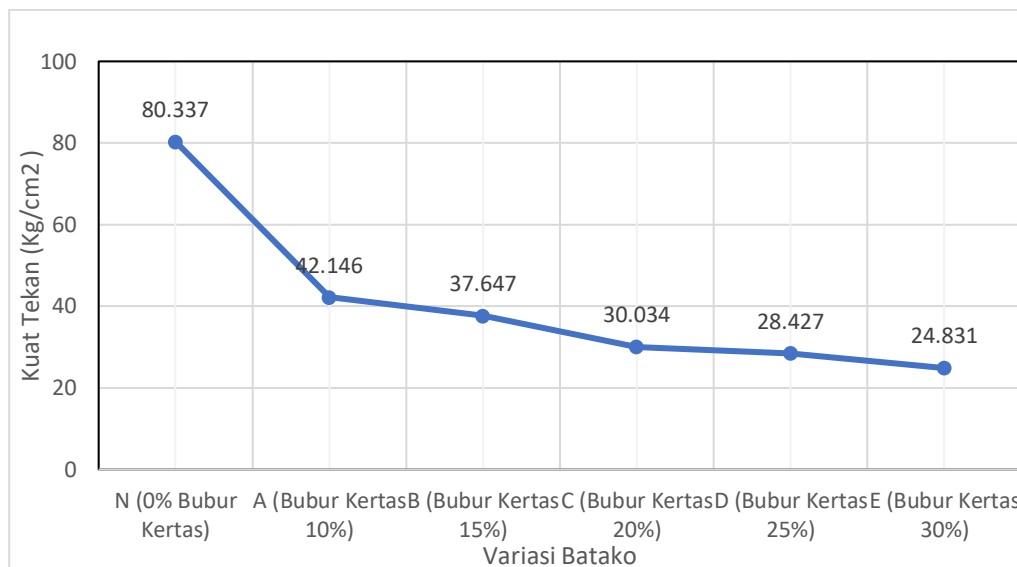
**Tabel 5.7 Hasil Kuat Tekan Batako Bubur Kertas**

Campuran	Kode Sampel	W (kg)	A (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kgf)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata
<b>N (0% Bubur Kertas)</b>	N1	11,30	264	26003	98,50	80,34
	N2	11,16	263	15500	58,93	
	N3	11,56	271,71	17947	66,05	
	N4	11,38	267,12	23453	87,80	
	N5	11,07	276,3	22740	82,30	
	N6	11,13	271,2	17539	64,67	
	N7	11,78	276,86	22128	79,92	
	N8	11,60	276,86	21924	79,19	
	N9	10,98	276,86	31305	113,07	
	N10	11,92	276,86	20190	72,93	
<b>A (Bubur Kertas 10%)</b>	A1	9,44	269,16	11705	43,49	42,15
	A2	9,17	271,2	9891	36,47	
	A3	9,59	276,32	13334	48,25	
	A4	9,24	264,57	11722	44,30	
	A5	9,49	271,2	11516	42,46	
	A6	9,24	271,2	11737	43,28	
	A7	9,35	274,8	13516	49,19	
	A8	9,52	274,8	9575	34,84	
	A9	9,47	274,8	10605	38,59	
	A10	9,87	274,8	11151	40,58	
<b>B (Bubur Kertas 15%)</b>	B1	9,61	271,2	12010	44,29	37,65
	B2	9,37	274,8	9730	35,41	
	B3	9,00	276,86	7844	28,33	
	B4	9,60	276,86	14129	51,03	
	B5	9,21	278,4	10034	36,04	
	B6	9,23	263	10766	40,94	
	B7	9,52	271,2	10593	39,06	
	B8	9,01	271,2	11412	42,08	
	B9	9,62	271,2	8869	32,70	
	B10	8,80	271,2	7211	26,59	

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Kuat Tekan Batako Bubur Kertas

Campuran	Kode Sampel	W (kg)	A (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (Kgf)	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata
<b>C (Bubur Kertas 20%)</b>	C1	8,73	281,52	8467	30,07	30,03
	C2	8,49	274,8	7960	28,97	
	C3	8,08	267,6	8932	33,38	
	C4	8,50	277,36	8391	30,25	
	C5	8,43	273,24	6788	24,84	
	C6	8,04	276,86	8464	30,57	
	C7	8,32	280,48	8314	29,64	
	C8	8,03	280,48	8540	30,45	
	C9	8,55	280,48	9279	33,08	
	C10	8,90	280,48	8158	29,08	
<b>D (Bubur Kertas 25%)</b>	D1	8,32	280,48	8205	29,25	28,43
	D2	8,56	276,86	7654	27,65	
	D3	8,21	280,48	7621	27,17	
	D4	7,81	271,2	7558	27,87	
	D5	8,11	285,6	9422	32,99	
	D6	8,21	264	7388	27,98	
	D7	8,09	276,86	8537	30,84	
	D8	8,11	276,86	8586	31,01	
	D9	7,91	276,86	6944	25,08	
	D10	7,99	276,86	6763	24,43	
<b>E (Bubur Kertas 30%)</b>	E1	7,81	280,48	6195	22,09	24,83
	E2	7,48	276,86	6978	25,20	
	E3	7,72	280,48	6153	21,94	
	E4	7,81	271,2	6472	23,86	
	E5	7,83	285,6	8649	30,28	
	E6	7,65	264	5828	22,07	
	E7	7,61	276,86	7312	26,41	
	E8	7,54	276,86	7943	28,69	
	E9	7,90	276,86	7136	25,77	
	E10	7,99	276,86	6088	21,99	

Hasil pengujian kuat tekan dapat dibuat grafik berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata setiap variasi campuran seperti pada Gambar 5.4 sebagai berikut.



**Gambar 5.6 Grafik Kuat Tekan Batako Bubur Kertas**

Berdasarkan Gambar 5.4 di atas, kuat tekan batako bubur kertas maksimum adalah batako campuran 0% bubur kertas yaitu 80,337 kg/cm<sup>2</sup> dan disusul dengan variasi campuran 10% yaitu sebesar 42,146 kg/cm<sup>2</sup>. Standar minimum nilai kuat tekan rata-rata batako berongga menurut SNI 03-0349-1989 yaitu sebesar 20 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan pada semua variasi campuran batako bubur kertas memenuhi standar kuat desak rata-rata SNI Menurut SNI, pada variasi campuran 0% tergolong ke dalam bata beton mutu I, sedangkan variasi campuran 10% 15% tergolong ke dalam bata beton mutu III dan variasi 20% , 25% dan variasi 30% Bubur Kertas tergolong ke dalam mutu bata beton IV. Dengan adanya penambahan bubur kertas ke dalam komposisi campuran batako berat benda uji rata – rata mengalami penurunan, kondisi ini disebabkan karena rongga/celah yang terdapat dalam batako terisi oleh bubur kertas yang butirannya tidak homogen.dan karakteristik bubur kertas yang susah untuk mengikat semen itu sendiri sehingga terdapat banyak rongga udara yang menyebabkan berkurangnya tingkat kepadatan pada batako.

### 5.5 Pengujian Penyerapan Air Batako Bubur Kertas

Daya serap air adalah presentase air yang dapat diserap oleh suatu agregat apabila direndam dalam air. Pada penelitian ini, sampel batako bubur kertas direndam selama 24 jam. Setelah direndam selama 24 jam, batako diangkat kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai berat basah. Setelah mendapatkan

nilai berat basah, batakto dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam. Batakto yang telah dimasukkan ke oven selama 24 jam kemudian diangkat dan ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering. Perendaman dilakukan untuk mendapatkan hasil daya serap air maksimum sesuai dengan SNI 03-0349-1989 yaitu sebesar 25%.

Sebagai contoh perhitungan penyerapan air, diambil hasil pengujian penyerapan air batakto bubuk kertas sampel 1 pada komposisi campuran bubuk kertas 10% sebagai berikut.

1. Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Berat Basah [A]} &= 10881 \text{ gram} \\ \text{Berat Kering [B]} &= 8744 \text{ gram} \\ \text{Penyerapan Air \%} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{10881-8744}{8744} \times 100\% \\ &= 24,440 \% \end{aligned}$$

2. Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Berat Basah [A]} &= 10700 \text{ gram} \\ \text{Berat Kering [B]} &= 8808 \text{ gram} \\ \text{Penyerapan Air \%} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{10700-8808}{8808} \times 100\% \\ &= 21,480 \% \end{aligned}$$

3. Sampel 3

$$\begin{aligned} \text{Berat Basah [A]} &= 10754 \text{ gram} \\ \text{Berat Kering [B]} &= 8569 \text{ gram} \\ \text{Penyerapan Air \%} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \\ &= \frac{10754-8569}{8569} \times 100\% \\ &= 25,499 \% \end{aligned}$$

4. Sampel 4

$$\begin{aligned} \text{Berat Basah [A]} &= 10430 \text{ gram} \\ \text{Berat Kering [B]} &= 8432 \text{ gram} \\ \text{Penyerapan Air \%} &= \frac{A-B}{B} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= \frac{10430-8432}{8432} \times 100\%$$

$$= 23,695 \%$$

## 5. Sampel 5

$$\text{Berat Basah [A]} = 10950 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Kering [B]} = 9104 \text{ gram}$$

$$\text{Penyerapan Air \%} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

$$= \frac{10950-9104}{9104} \times 100\%$$

$$= 20,277 \%$$

## 6. Penyerapan air rata-rata

$$\text{Penyerapan air rata-rata} = \frac{24440 + 21480 + 25499 + 23695 + 20277}{5}$$

$$= 23,078 \%$$

Perhitungan penyerapan air pada variasi campuran yang lainnya dilakukan sama seperti perhitungan pada variasi campuran 10%. Berikut adalah hasil pengujian penyerapan air batako bubuk kertas dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah.

**Tabel 5.8 Hasil Penyerapan Air Batako Bubur Kertas**

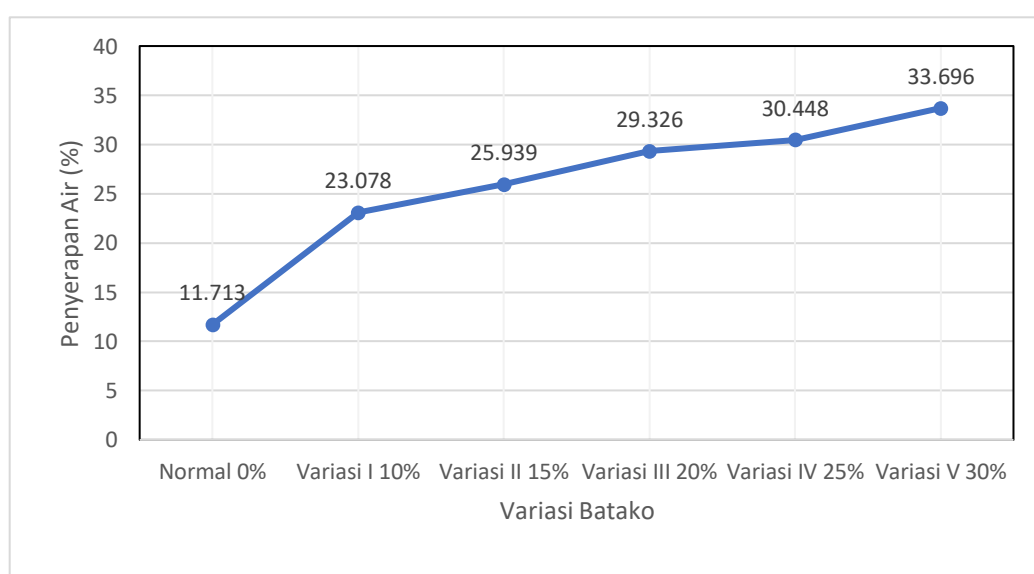
Variasi	Kode Sampel	Berat basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan air (%)	Rata-rata (%)
Normal	N1	12,050	11,075	8,804	11,713
	N2	12,310	10,512	17,104	
	N3	12,530	11,007	13,837	
	N4	11,900	11,292	5,384	
	N5	12,260	10,808	13,434	
Variasi I 10% Kertas	A1	10,881	8,744	24,440	23,078
	A2	10,700	8,808	21,480	
	A3	10,754	8,569	25,499	
	A4	10,430	8,432	23,695	
	A5	10,950	9,104	20,277	
Variasi II 15% Kertas	B1	10,844	8,461	28,165	25,939
	B2	10,603	8,423	25,882	
	B3	11,032	8,843	24,754	
	B4	10,860	8,620	25,986	
	B5	10,545	8,442	24,911	



Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Penyerapan Air Batako Bubur Kertas

Variasi	Kode Sampel	Berat basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan air (%)	Rata-rata (%)
Variasi III 20% Kertas	C1	10,442	8,313	25,610	29,326
	C2	10,865	8,342	30,245	
	C3	10,613	8,096	31,089	
	C4	10,589	8,230	28,663	
	C5	10,555	8,056	31,020	
Variasi IV 25% Kertas	D1	10,769	8,584	25,454	30,448
	D2	10,241	7,907	29,518	
	D3	10,475	7,845	33,525	
	D4	10,582	8,104	30,577	
	D5	10,684	8,023	33,167	
Variasi V 30% Kertas	E1	10,302	7,538	36,668	33,696
	E2	10,219	7,890	29,518	
	E3	9,844	7,321	34,463	
	E4	9,907	7,385	34,150	
	E5	10,236	7,657	33,682	

Dari data yang tercantum dalam tabel di atas, terdapat nilai penyerapan air untuk semua variasi batako bubuk kertas. Informasi mengenai hasil pengujian penyerapan air pada Tabel 5.7 tersebut kemudian diwujudkan dalam bentuk diagram pada Gambar 5.6 berikut ini..



Gambar 5.7 Grafik Penyerapan Air Batako Bubur Kertas

Dalam Gambar 5.5, dapat diamati bahwa batako dengan campuran bubuk kertas 0% memiliki nilai rerata penyerapan air terbaik, yaitu sebesar 11,717%. Sementara itu, batako dengan campuran bubuk kertas 10% menunjukkan penyerapan air sebesar 23,078%. Nilai penyerapan air pada batako dengan campuran bubuk kertas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan komposisi campuran bubuk kertas, karena hal ini menyebabkan bertambahnya rongga-rongga pada batako akibat sifat kertas yang dapat menyerap air.

Berdasarkan standar SNI 03 – 0343 – 1998, variasi campuran 0% dan 10% tergolong dalam mutu bata beton I, yang dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi (di luar atap). Sementara variasi campuran 15%, 20%, 25%, dan 30% Bubur Kertas termasuk dalam mutu bata beton II, yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban (di bawah atap).

## 5.6 Pembahasan Keseluruhan

Berdasarkan diskusi sebelumnya, secara keseluruhan dapat diperoleh informasi mengenai nilai kuat tekan, penyerapan air, dan berat volume pada batako yang menggunakan bubuk kertas sebagai bahan tambahan.

**Tabel 5.9 Penggolongan Mutu Kuat Tekan dan Penyerapan Air**

<b>Komposisi Campuran</b>	<b>Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Kategori Mutu</b>	<b>Serap Air Rata-rata (%)</b>	<b>Kategori Mutu</b>
(Bubur Kertas 0%)	80,337	I	11,713	I
(Bubur Kertas 10%)	42,146	III	23,078	I
(Bubur Kertas 15%)	37,647	III	25,939	II
(Bubur Kertas 20%)	30,034	IV	29,326	II
(Bubur Kertas 25%)	28,427	IV	30,448	II
(Bubur Kertas 30%)	24,831	IV	33,696	II

Dengan variasi penambahan bubuk kertas sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat pasir, terlihat bahwa tingkat kelembaban dalam batako meningkat seiring dengan peningkatan kandungan bubuk kertas HVS. Hal ini disebabkan oleh kemampuan kertas HVS dan pasir dalam menyerap air. Meskipun demikian, penambahan kadar air pada batako masih tetap memenuhi persyaratan

yang diatur dalam SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, di mana kadar air maksimum untuk batako kelas II adalah 35%

Penambahan limbah kertas HVS pada campuran batako ternyata belum dapat meningkatkan kuat tekan batako. Dari penambahan bubur kertas HVS dengan variasi 0%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% didapatkan bahwa mutu batako tertinggi dicapai pada batako dengan variasi 0% bubur kertas dengan nilai kuat tekan rata-rata 80,34 Kg/cm<sup>2</sup>. Pada variasi bubur kertas 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% memiliki kuat tekan berturut-turut sebesar 42,15 Kg/cm<sup>2</sup>, 37,65 Kg/cm<sup>2</sup>, 30,03 Kg/cm<sup>2</sup>, 28,43 Kg/cm<sup>2</sup> dan 24,83 Kg/cm<sup>2</sup>. Standar minimum nilai kuat tekan rata-rata batako berongga menurut SNI 03-0349-1989 yaitu sebesar 20 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan pada semua variasi campuran batako bubur kertas memenuhi standar kuat desak rata-rata SNI. Semakin banyak penambahan jumlah bubur kertas yang digunakan, maka batako akan semakin ringan sehingga menyebabkan penurunan terhadap kuat tekan batako.

Berdasarkan hasil penelitian berat volume batako bubur kertas batako dengan variasi kertas 10% sampai 30% memiliki berat satuan yang lebih rendah daripada batako normal dan batako ini termasuk ke dalam kategori batako ringan karena berat satuannya diantara 1000-2000 kg/m<sup>3</sup>. Penambahan bubur kertas yang disertai pengurangan pasir dalam batako menunjukkan nilai berat batako yang semakin kecil. Berikut adalah grafik pengujian keseluruhan yang dapat dilihat pada gambar 5..

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari analisis data dan pembahasan pada bab V yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa.

1. Batako dengan bahan tambah bubuk kertas ternyata belum dapat meningkatkan kuat tekan. Semakin banyak persentase penambahan bubuk kertas akan semakin mengurangi berat volume batako, sehingga dapat mengurangi kemampuan kuat tekan. Namun penambahan bubuk kertas dapat meningkatkan kemampuan penyerapan air.
2. Batako dengan komposisi perbandingan 1 semen, 9 pasir tanpa campuran bubuk kertas memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi, yaitu sebesar  $80,337 \text{ kg/cm}^2$  dengan berat volume rata-rata sebesar  $1618,9 \text{ kg/cm}^3$ . Komposisi campuran bubuk kertas 30% memiliki kuat tekan rata-rata terendah, sebesar  $24,831 \text{ kg/cm}^2$ .
3. Penyerapan air pada batako dengan variasi campuran bubuk kertas 30% memiliki penyerapan air paling baik yaitu sebesar 33,696 %, di bandingkan dengan penyerapan air pada batako tanpa campuran yang memiliki nilai 11,713%

#### **6.2 Kritik dan 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.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan bias menggunakan limbah yang lain, agar diperoleh batako yang penyerapan air dan kuat tekannya memiliki mutu kualitas yang baik

3. Pada penelitian selanjutnya dapat diteliti tentang pengaruh peambahan limbah kertas HVS dari segi produksi, baik dari kuantitas maupun biaya produksinya. Selain itu dapat pula dicermati jika limbah kertas HVS ini dijadikan bahan subsitusi pasir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A. R. (2022). *Pengaruh Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan, Ketahanan Aus, Dan Penyerapan Air Pada Paving Block*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Anhandi, A. R. (2018). *Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kayu Dan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Pada Batako*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Badan, S. N. (1989). *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding (SNI 03-0349-1989)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Basry, W. (2019). *Peningkatan Kualitas Batako dengan Penambahan Abu Sekam Padi*. Palu : Universitas Muhammadiyah Palu.
- Fadhila, A. N. (2022). *Investigasi Sifat-Sifat Fisik, Redaman Panas, Dan Biaya Produksi Pada Batako Dengan Bonggol Jagung Sebagai Agregat*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Fadholi, I. M. (2014). *Kuat Tekan, Konduktivitas Dan Ketahanan Api Batako Papercrete Dengan 25% Fly Ash Menggantikan Berat Semen Sebagai Material Dinding Bangunan*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Fauzan, A. F. (2023). *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Dan Limbah Karbit Terhadap Karakteristik Batako*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Galuh, O. (2022). *Pengaruh Bonggol Jagung Sebagai Agregat Pada Batako Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi dan Redaman Suara*. Yogyakarta: Universitas Islam Islam.
- Hendriyani, I. (2017). *Kajian Pembuatan Batako Dengan Penambahan Limbah Kertas HVS*.
- Irfanurrosyidin, A. (2021). *Analisis Pemanfaatan Bubur Kertas (Pulp) Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako*.
- Israini, D. (2016). *Analisis Proporsi Bubur Kertas dan Pasir Terhadap Sifat Mekanis Beton Kertas (Papercrete)*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.


Jumiati, E. (2021). Pembuatan Batako Konvensional Dengan Pemanfaatan Limbah Kertas.

Syifa, D. J. (2019). Paving Block Menggunakan Bahan Tambah Limbah Kertas.

# LAMPIRAN



## Lampiran 1 Surat Bebas Lab



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Kampus Terpadu : jalan Kalireng Km. 14,4 Telp. (0274) 898471, 898472 Yogyakarta

---

**SURAT KETERANGAN BEBAS TANGGUNGAN LABORATORIUM**

Nomor : 346/ Ka.Lab/60/LBKT/X/2023

Bismillahirrohmaanirrohiim

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Malik Mushthofa, S.T., M.Eng  
 NIK : 185111302  
 Jabatan Struktural : Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Tenik JTS FTSP UII

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : MUHAMAD GHIFARI NURDIANSYAH  
 N I M : 18511059  
 Program Studi : S1 Teknik Sipil  
 Dosen Pembimbing TA : Anggit Mas Arifudin, S. T., M. T.  
 Instansi : Universitas Islam Indonesia


Telah melaksanakan penelitian / Tugas Akhir di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan judul Tugas Akhir **“PENGARUH BAHAN TAMBAH LIMBAH BUBUR KERTAS TERHADAP KUAT TEKAN DAN PENYERAPAN AIR PADA BATAKO”** serta sudah menyelesaikan semua administrasinya<sup>\*)</sup>.

Demikian surat keterangan ini dibuat semoga bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 17 Oktober 2023  
 Kepala Laboratorium BKT,

Administrasi Laboratorium

*Daru Salam*  
 Daru Salam, AMd



Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.

<sup>\*)</sup> Nota/Kwitansi terlampir

Gambar L 1.1 Surat Keterangan Bebas Tanggungan Laboratorium

## Lampiran 2 Hasil Uji Kuat Tekan



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 896444 ext. 2209;  
F. (0274) 895130  
E. [prosp@uii.ac.id](mailto:prosp@uii.ac.id)  
W. [kepak.uii.ac.id](http://kepak.uii.ac.id)

Lampiran Hasil Pengujian Batako Berlubang

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako Berlubang

(SNI 03-0349-1989)

Nama : Muhamad Ghifari Nurdiansyah  
NIM : 18511059  
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Tugas Akhir

#### 1. Normal (0% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b (cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
N1	36	10	19	10	14	2	264	26002,76	255	98,50
N2	35,9	10	19,5	10	14	2	263	15499,69	152	58,93
N3	35,7	10,3	19	10	14	2	271,71	17947,01	176	66,05
N4	35,6	10,2	19,3	10	14	2	267,12	23453,47	230	87,80
N5	36,5	10,2	19,3	10	14	2	276,3	22739,67	223	82,30
N6	36	10,2	19,3	10	14	2	271,2	17539,12	172	64,67
N7	36,2	10,3	19,2	10	14	2	276,86	22127,84	217	79,92
N8	36,2	10,3	19,2	10	14	2	276,86	21923,90	215	79,19
N9	36,2	10,3	19,2	10	14	2	276,86	31305,29	307	113,07
N10	36,2	10,3	19,2	10	14	2	276,86	20190,38	198	72,93
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										<b>80,337</b>



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kalirang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspe@uii.ac.id  
W. ftspeuii.ac.id

2. Variasi I (10% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b (cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
A1	35,8	10,2	19	10	14	2	269,16	11705,322	114,79	43,488
A2	36	10,2	19,5	10	14	2	271,2	9891,247	97	36,472
A3	35,8	10,4	19	10	14	2	276,32	13333,809	130,76	48,255
A4	35,7	10,1	19,3	10	14	2	264,57	11721,638	114,95	44,304
A5	36	10,2	18,9	10	14	2	271,2	11515,655	112,93	42,462
A6	36	10,2	19,6	10	14	2	271,2	11736,933	115,1	43,278
A7	36	10,3	19,6	10	14	2	274,8	13516,338	132,55	49,186
A8	36	10,3	19,6	10	14	2	274,8	9575,135	93,9	34,844
A9	36	10,3	19,6	10	14	2	274,8	10605,048	104	38,592
A10	36	10,3	19,6	10	14	2	274,8	11150,597	109,35	40,577
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										42,146



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895130  
E. fisp@uii.ac.id  
W. fkep@uii.ac.id

3. Variasi II (15% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b (cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
B1	36	10,2	18,6	10	14	2	271,2	12010,217	117,78	44,285
B2	36	10,3	18,9	10	14	2	274,8	9730,132	95,42	35,408
B3	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	7843,657	76,92	28,331
B4	36,2	10,3	19,3	10	14	2	276,86	14129,188	138,56	51,034
B5	36	10,4	19,2	10	14	2	278,4	10034,007	98,4	36,042
B6	35,9	10	19,2	10	14	2	263	10766,164	105,58	40,936
B7	36	10,2	19	10	14	2	271,2	10592,812	103,88	39,059
B8	36	10,2	19	10	14	2	271,2	11411,644	111,91	42,078
B9	36	10,2	19	10	14	2	271,2	8869,492	86,98	32,705
B10	36	10,2	19	10	14	2	271,2	7211,433	70,72	26,591
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										37,647



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspeuii.ac.id  
W. ftspeuii.ac.id

4. Variasi III (20% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b(cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
C1	36,3	10,4	19	10	14	2	281,52	8466,704	83,03	30,075
C2	36	10,3	19,2	10	14	2	274,8	7959,905	78,06	28,966
C3	36	10,1	19	10	14	2	267,6	8931,694	87,59	33,377
C4	35,9	10,4	19,3	10	14	2	277,36	8391,245	82,29	30,254
C5	36,2	10,2	19,3	10	14	2	273,24	6788,251	66,57	24,844
C6	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	8463,644	83	30,570
C7	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	8313,746	81,53	29,641
C8	36,2	10,4	19,2	10	14	2	280,48	8540,123	83,75	30,448
C9	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	9279,417	91	33,084
C10	36,2	10,4	19,1	10	14	2	280,48	8157,730	80	29,085
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										30,034





FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliruang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspp@uii.ac.id  
W. ftspp@uii.ac.id

5. Variasi IV (25% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b (cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
D1	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	8204,637	80,46	29,252
D2	36,2	10,3	19,5	10	14	2	276,86	7653,990	75,06	27,646
D3	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	7621,359	74,74	27,173
D4	36	10,2	19,2	10	14	2	271,2	7558,136	74,12	27,869
D5	36	10,6	19	10	14	2	285,6	9422,178	92,4	32,991
D6	36	10	19,3	10	14	2	264	7387,844	72,45	27,984
D7	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	8537,064	83,72	30,835
D8	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	8586,010	84,2	31,012
D9	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	6944,267	68,1	25,082
D10	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	6762,758	66,32	24,427
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										28,427



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kalirang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspp@uii.ac.id  
W. ftspp@uii.ac.id

6. Variasi V (30% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Dimensi			Dimensi Lubang			Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Maksimal		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang a (cm)	Panjang b (cm)	Tinggi (cm)		Kgf	KN	
E1	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	6194,776	60,75	22,086
E2	36,2	10,3	19,5	10	14	2	276,86	6977,918	68,43	25,204
E3	36,2	10,4	19	10	14	2	280,48	6152,968	60,34	21,937
E4	36	10,2	19,2	10	14	2	271,2	6472,139	63,47	23,865
E5	36	10,6	19	10	14	2	285,6	8649,233	84,82	30,284
E6	36	10	19,3	10	14	2	264	5827,678	57,15	22,075
E7	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	7312,385	71,71	26,412
E8	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	7942,569	77,89	28,688
E9	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	7135,974	69,98	25,775
E10	36,2	10,3	19	10	14	2	276,86	6087,706	59,7	21,988
<b>Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm<sup>2</sup>)</b>										24,831

Diperiksa Oleh,

Darusalam, A.Md.



Disahkan Oleh,

Manajer Laboratorium Jurusan Teknik Sipil,

M. Behran Kushari S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.

Yogyakarta,

2023

Kepala Laboratorium BKT,

Mahk Musthofa, S.T., M.Eng

### Lampiran 3 Hasil Uji Penyerapan Air



**FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN**

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftsp@uii.ac.id  
W. ftsp.uii.ac.id

#### Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako Berlubang (SNI 03-0349-1989)

Nama : Muhamad Ghifari Nurdiansyah  
NIM : 18511059  
Asal Instansi : Universitas Islam Indonesia  
Keperluan : Tugas Akhir

##### 1. Variasi Normal (0% Bubur kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
N1	12,050	11,075	8,804
N2	12,310	10,512	17,104
N3	12,530	11,007	13,837
N4	11,900	11,292	5,384
N5	12,260	10,808	13,434
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			11,713

##### 2. Variasi I (10% Bubur kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
A1	10,881	8,744	24,440
A2	10,700	8,808	21,480
A3	10,754	8,569	25,499
A4	10,430	8,432	23,695
A5	10,950	9,104	20,277
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			23,078





FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspp@uii.ac.id  
W. fcepp.uii.ac.id

### 3. Variasi II (15% Bubur kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
B1	10,844	8,461	28,165
B2	10,603	8,423	25,882
B3	11,032	8,843	24,754
B4	10,860	8,620	25,986
B5	10,545	8,442	24,911
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			25,939

### 4. Variasi III (20% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
C1	10,442	8,313	25,610
C2	10,865	8,342	30,245
C3	10,613	8,096	31,089
C4	10,589	8,230	28,663
C5	10,555	8,056	31,020
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			29,326



FAKULTAS  
TEKNIK SIPIL  
& PERENCANAAN

Gedung KH. Natsir  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
T. (0274) 898444 ext. 3200;  
F. (0274) 895330  
E. ftspp@uii.ac.id  
W. fcep.uii.ac.id

5. Variasi IV (25% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
D1	10,769	8,584	25,454
D2	10,241	7,907	29,518
D3	10,475	7,845	33,525
D4	10,582	8,104	30,577
D5	10,684	8,023	33,167
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			30,448

6. Variasi V (30% Bubur Kertas)

Kode Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Penyerapan Air (%)
E1	10,302	7,538	36,668
E2	10,219	7,890	29,518
E3	9,844	7,321	34,463
E4	9,907	7,385	34,150
E5	10,236	7,657	33,682
Nilai Penyerapan Air Rata-rata			33,696

Diperiksa Oleh,

Darusalam, A.Md.

Yogyakarta,

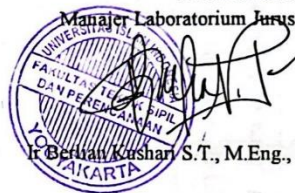
2023

Kepala Laboratorium BKT,

Malik Musthofa, S.T., M.Eng

Disahkan Oleh,

Manajer Laboratorium Jurusan Teknik Sipil,



Irfan Kusnan, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.

#### Lampiran 4 Gambar Benda Uji



**Gambar L 4.1 Batako Bubur Kertas setelah dicetak**



**Gambar L 4.2 Batako Bubur Kertas yang sudah kering**

### Lampiran 5 Uji Kuat Tekan



**Gambar L 5.1 Pengujian Kuat Tekan Batako Bubur Kertas**



**Gambar L 5.2 Batako Bubur Kertas setelah uji Kuat Tekan**



### Lampiran 6 Uji Penyerapan Air



**Gambar L 6.1 Batako Bubur Kertas setelah Direndam**



**Gambar L 6.2 Batako Bubur Kertas saat di Oven**

