TUGAS AKHIR

PENGARUH SEKAM PADI SEBAGAI AGREGAT PADA BATAKO TERHADAP ASPEK TEKNIS, BIAYA PRODUKSI, DAN REDAMAN PANAS (*THE INFLUENCE OF RICE HUSK AS CONCRETE BLOCK AGGREGATES ON ASPECTS OF TECHNICAL, PRODUCTION COST, AND THERMAL INSULATION)*

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

Muafi Fahri
15511169

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021

TUGAS AKHIR

PENGARUH SEKAM PADI SEBAGAI AGREGRAT PADA BATAKO TERHADAP ASPEK TEKNIS, BIAYA PRODUKSI, DAN REDAMAN PANAS
(THE EFFECT OF RICE HUSK AS AGGREGATE IN BRICKS ON TECHNICAL ASPECTS PRODUCTION COSTC AND HEAT ATTENUATION)

Disusun Oleh :

Muafi Fahri
15511169

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh derajat Sarjana Strata-1 Teknik Sipil

Diuji pada Tanggal 24 Desember 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Setya Winarno, S.T., M.T.,Ph.D	**Fitri Nugraheni, Ir., S.T., M.T., Ph.D.**	**Adityawan Sigit, S.T., M.T.**
NIK:945110101	**NIK: 005110101**	**NIK: 155110108**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti., M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana dan memperoleh derajat Strata-1 (S1) di Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dikerjakan dengan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan asli karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi yang akan diberikan dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 28-12-2021.

Yang membuat pernyataan,



Muafi Fahri

(15511169)

LEMBAR DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya dedikasikan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Ayah, Ibu serta kakak-kakak saya tercinta yang telah berkorban baik secara material dan moral untuk selalu mendukung saya dan menghibur saya dalam menyelesaikan S1 saya ini.
2. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing akademik saya. Terimakasih atas nasehat dan bimbingannya selama ini.
3. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T , selaku Dosen Penguji I. Terima kasih atas saran dan nasehat yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibuk Fitri Nugraheni, ir., S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Penguji II. Terima kasih atas saran dan nasehat yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Dina Fajarwati Pratiwi yang telah mendukung saya dalam keadaan susah ataupun senang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih dina atas dukungannya.
6. Teman Mbleowww yang telah memberi dukungan dan doa dalam menempuh perkuliahan penulis. Terima kasih boy telah memberi dukungannya.
7. Seluruh rekan teknik sipil 2015 dan teman-teman semua yang saya tidak bisa jabarkan disini terimakasih atas segala doanya.

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi berbagai macam pihak yang membacanya.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama saya panjatkan Puji syukur kepada Allah SWT karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa kita panjatkan untuk teladan dan pimpinan kita tercinta, Nabi Muhammad SAW. Dalam melakukan penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada.

1. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Ir., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang senantiasa membimbing selama penyusunan tugas akhir saya.
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T.,Ph.D., Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., dan Bapak Albani Musyafa', S.T.,M.T.,Ph.D. selaku dosen penguji. Terimakasih atas masukan yang diberikan kepada penulis.
4. Ibu Wiwik Saptorini, Saudari.Isnaini dan segenap jajaran karyawan Teknik Sipil UII yang telah membantu saya dalam urusan administrasi

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi berbagai macam pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Desember 2021

Muafi Fahri

15511169

ABSTRAK

Saat ini, kebutuhan material bangunan yang disertai dengan eksploitasi material bangunan telah meningkat dengan tajam. Hal ini mendorong para ahli berinovasi untuk menemukan material bangunan baru yang ramah lingkungan. Salah satu yang bisa digunakan adalah penggunaan agregat batako yang berupa limbah sekam padi. Sekam padi merupakan kulit luar dari butrian beras yang sifatnya keras dan sulit terdegradasi secara alami. Sekam padi akan dicoba untuk dapat menggantikan peran pasir pada bahan susun batako. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melakukan optimasi komposisi sekam padi sebagai agregat pada batako yang dicetak menggunakan mesin press batako.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dimulai dari investigasi bahan susun batako, pembuatan sampel batako, dan dilanjutkan dengan pengujiannya. Bahan susun batako meliputi semen, abu batu, dan sekam padi yang dicampur dalam berbagai variasi. Sesuai dengan SNI 03-0349-1989, pengujian yang akan dilakukan meliputi kuat tekan dan penyerapan air. Selain itu, akan dihitung pula nilai redaman panas dan harga pokok produksinya agar dapat dibandingkan dengan harga batako yang ada dipasaran. Penelitian ini juga menguji bata ringan Citicon dengan tipikal pengujian yang sama dengan batako sekam padi sebagai material control,.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi batako sekam padi adalah 13,77 kg/cm^2, berat volume rata-rata 1104,28 kg/m^3 dan penyerapan air sebesar 23,99%; terjadi pada komposisi 1 semen :1 abu batu : 4 sekam padi. Sedangkan kuat desak bata ringan Citicon adalah sebesar 12,64 kg/cm^2, berat volume 800 kg/m^3, dan penyerapan air sebesar 39,9%. Kuat desak batako sekam padi lebih besar tetapi berat volume Citicon tetap lebih ringan. Harga jual batako sekam padi didapatkan harga sebesar Rp. 522.500,- per m^3, yang lebih murah 28,23% dari harga bata ringan Citicon di pasaran sebesar Rp. 788.500,- per m^3. Sementara itu, harga batako sekam padai pada ukuran 12 cm x 22 cm x 40 cm adalah sebesar Rp 5.500 per buah sedangkan konvensional di pasaran pada ukuran yang sama adalah sebesar 5.448,- per buah dimana perbedaan harganya sangat kecil yaitu 0,9% saja. Dengan demikian, harga batako sekam padi dapat bersaing secara ekonomis di pasaran,

Kata kunci: batako sekam padi, kuat desak, serapan air, redaman panas, harga pokok produksi

ABSTRACT

Currently, the need for building materials continue to increase significantly. This encourages experts to innovate a new green material. One of them that can be used is rice husk waste, rice husk is the outer skin of rice grains which is hard and difficult to degrade naturally. Rice husks can be used to replace the role of sand in the brick mixture. The purpose of this research is to optimize the stacking material and production process of rice husk bricks to obtain bricks that are casted using a brick press machine.

This study uses series experimental method that begin with the investigation of their components, sample production, and thus laboratory tests. The components of concrete block include cement, stone ash, and rice husk, mixed in various variations. According to SNI 03-0349-1989, the laboratory test to be carried out include compressive strength and water absorption. Another test is thermal insulation and production cost calculation. This research also tests lightweight concrete block Citicon with similar test for control material.

The results indicate that the highest average compressive strength of rice husk concrete block is 13,64 kg/cm^2, an average density is 1104.48 kg/m^3, and water absorption is 23,99%; occurring at a composition of 1 cement : 1 stone powder : 4 rice husks. Meanwhile, compressive strength of Citicon is 12,64 kg/cm^2, an average density is 800 kg/m^3, and water absorption is 39,99%. Compressive strength of rice husk concrete block is higher than that od Citicon, however density of Citicon is still lighter than the concrete block. Thermal insulation of rice husk concrete block is 9,87% which is better than that of Citicon with 7.63%, or thermal insulation of rice husk concrete block is 29,3% much better. The price of rice husk concrete block is 522.500,- per m^3 which is cheaper (28,23%) than that to Citicon with price of Rp. 788.500 per m^3. Meanwhile, the price of rice husk concrete (12 cm x 22 cm x 40 cm) is Rp 5.500,- pcs and the price od conventional concrete block with the same dimension is Rp 5.448,- pcs in which there is a very small price difference, e.i 0,9% . Therefore, the price of rice husk concrete block is economically competitive in market place.

Keywords: rice husk concrete block, compressive strength, water absorption, thermal insulation, cost of production

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Halaman Pengesehan ii

DAFTAR ISI ii

DAFTAR GAMBAR iii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR LAMPIRAN vi

ABSTRAK

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Penelitian 4

1.5 Manfaat Penelitian 5

1.6 Lokasi Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 15

2.1 Penelitian Terdahulu 16

2.1.1 Kuat Tekan, Konduktivitas, dan Ketahanan Api Batako *Papercrete* dengan 25% *Fly ash* Menggantikan Semen Sebagai Material Dinding Bangunan 6

2.1.2 Batako Sekam Padi Komposit Mortar Semen 7

2.1.3 Batako Sekam Padi Berlubang dengan *Filler* dan Tanpa Pasir 9

2.1.4 Batako Sekam Padi dengan Perbandingan Kekuatan dan Biaya 10

2.2 Perbedaan Penelitian yang Dilakukan 11

BAB III LANDASAN TEORI 17

3.1 Batako 17

3.2 Material Penyusun Batako 21

3.2.1 Semen Portland 21

3.2.2 Air 22
3.2.3 Sekam Padi 22
3.2.4 Filler dari Abu Batu Hasil Limbah Penggergajian Batu 23
3.3 Pengujian Batako Sekam Padi dan Batu Ringan
3.3.1 Uji Kuat Desak 24
3.3.2 Uji Penyerapan Air 25
3.3.3 Uji Redaman Panas 25
3.4 Harga Pokok Produksi 26
BAB IV METODE PENELITIAN 30
4.1 Umum 31
4.2 Pelaksanaan Penelitian 31
4.2.1 Tahap Persiapan Penelitian 31
4.2.2 Perencanaan Komposisi 32
4.2.3 Pelaksanaan Penelitian 33
4.3 Prosedur Pengumpulan dan Analisis Data 35
4.3.1 Pengumpulan Data Melalui Pengamatan Proses Produksi 35
4.3.2 Pengumpulan Data Melalui Pengujian Laboratorium 36
4.3.3 Pengumpulan Data Melalui Analisis Harga Pokok Produksi 39
4.3.4 Tahap Analisis Data dan Pembahasan 40
4.3.5 Tahap Kesimpulan 40
4.3.6 Bagan Alir Penelitian 41
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 57
5.1 Tinjauan Umum 57
5.2 Hasil Penelitian Bahan 57
5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran 61
5.4 Pengujian Kuat Desak Batako Sekam Padi 63
5.5 Pengujian Penyerapan Air Batako Sekam Padi 72
5.6 Pengujian Redaman Panas Batako Sekam Padi 76
5.7 Perhitungan Harga Pokok Produksi 86
5.8 Analisis Perbandingan Kelayakan Harga 92
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 93

6.1 Kesimpulan 93
6.2 Saran 95
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batako Sekam Padi Dilapisi Plester Mortar Semen	8
Gambar 2.2	Batako Sekam Padi Berlubang	10
Gambar 3.1	Batako Pejal	18
Gambar 3.2	Batako Berlubang	18
Gambar 3.3	Skema Uji Desak	25
Gambar 4.1	Alat *Mixer machine*	30
Gambar 4.2	Alat *Press machine*	31
Gambar 4.3	Alat Cetak Batako	32
Gambar 4.4	Bahan Batako	34
Gambar 4.5	Pembersihan Alat *Mixxer machine*	35
Gambar 4.6	Pencampuran Bahan didalam alat *Mixxer machine*	36
Gambar 4.7	Bahan Batako yang sudah Tercampur Rata	37
Gambar 4.8	Papan Batako	38
Gambar 4.9	Batako *Press* yang Utuh	39
Gambar 4.10	Penataan Batako setelah dicetak	40
Gambar 4.11	Tumpukkan Batako Sehari setelah dicetak	41
Gambar 4.12	Pengukuran Berat Batako	43
Gambar 4.13	Batako diletakkan pada Alat Desak	44
Gambar 4.14	Potongan Batako dalam 1 Sampel	45
Gambar 4.15	Pengelabpan Permukaan Batako	46
Gambar 4.16	Penjemuran Batako	47
Gambar 4.17	Pengecekkan Suhu menggunakan Alat Themometer	47
Gambar 4.18	Bagan Alir Penelitian	50
Gambar 5.1	Batako Pejal	52
Gambar 5.2	Volume Ember Ukur	53
Gambar 5.3	Kurva Kuat Tekan Batako Sekam Padi	59
Gambar 5.4	Kurva Penyerapan Air	63
Gambar 5.5	Kurva Redaman Panas Batako	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3.1	Syarat – syarat Fisik Batako	19
Tabel 3.2	Ukuran Batako	20
Tabel 3.3	Kandungan Kimia Sekam Padi	22
Tabel 4.1	Komposisi Bahan Susun Batako	33
Tabel 5.1	Berat Volume Bahan	51
Tabel 5.2	Berat Bahan	52
Tabel 5.3	Hasil Hitungan Berat Volume Batako dan Citicon	54
Tabel 5.4	Perbandingan Campuran pada Batako Sekam Padi	55
Tabel 5.5	Komposisi Campuran Batako Sekam Padi	57
Tabel 5.6	Hasil Kuat Desak Batako Sekam Padi dan Berat Volume	58
Tabel 5.7	Hasil Uji Penyerapan Air Batako Sekam Padi	60
Tabel 5.8	Penggolongan Mutu Batako Sekam Padi	62
Tabel 5.9	Pembacaan Suhu Uji Redaman Batako Sekam Padi	64
Tabel 5.10	Pembacaan Suhu Redaman Citicon	65
Tabel 5.11	Hasil Uji Redaman Panas Batako	66
Tabel 5.12	Rekapitulasi Mutu dan Biaya Batako Sekam Padi dan Citicon	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Benda Uji	99
Lampiran 1	Bukti Pengujian Kuat Desak	100
Lampiran 3	Bukti Pengujian Penyerapan Air	101
Lampiran 4	Bukti Pengujian Redaman Panas	104

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

σ = Kuat Desak (Kg/cm^2)

P = Beban Maksimum (Kg)

A = Luas Penampang (cm^2)

BV = Berat Volume (gr/cm^3)

SNI = Standar Nasional Indonesia

SSD = *Saturated Surface Dry* / Jenuh Kering Permukaan

PC = Portland Cement

FAS = Faktor Air Semen

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan bangunan di Indonesia sekarang ini semakin meningkat dan hal ini menyebabkan kebutuhan bahan bangunan semakin meningkat pula. Seperti diketahui bersama, bahan yang digunakan untuk bangunan terdiri dari bahan-bahan yang sudah populer dan menjadi pilihan masyarakat di Indonesia sampai dengan saat ini adalah batu bata dan batako. Batako adalah bahan beton terbuat dari campuran semen, pasir, dan agregrat atau pasir kasar. Karakteristik batako yang umum ada di pasaran adalah memiliki berat volume rata-rata > 2000 kg/m^3, dengan kuat desak bervariasi 3 MPa – 5 MPa (SNI 03-0349-1989 Bata Beton untuk pasangan dinding). Ditinjau dari berat volume batako tergolong cukup berat sehingga untuk proses pemasangan sebagai konstruksi dinding memerlukan tenaga pekerja yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon, 2009).

Berat volume batako ini dapat dikurangi yaitu dalam pembuatannya dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ringan seperti sekam padi, ampas tebu, batu apung, ijuk, dan styrofoam sebagai komponen agregrat. Sekam padi merupakan limbah organik yang terdapat pada lingkungan penggiling padi yang saat ini belum optimal pemanfaatannya. Limbah sekam padi ini sekitar 20-30%, dedak 8-12%, dan beras giling 50-63,6%. Berdasarkan data dari Subdirektorat Statistik Tanaman Pangan (2020), di Indonesia terdapat 55,16 juta ton hasil padi kering, berarti akan menghasilkan sekitar 16,54 juta ton sekam padi (atau sekitar 30% dari padi kering). Jumlah sekam padi yang melimpah di Indonesia menunjukkan fakta bahwa sekam padi ini merupakan tantangan baru sebagai agregrat dalam pembuatan bahan bangunan.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, pemanfaatan material-material sisa yang terbuang atau limbah sudah banyak dilakukan penelitian, terutama sisa hasil pertanian untuk material betoon atau batako. Penelitian tentang batako sekam padi yang dicetak secara manual telah dilakukan oleh Amali (2019) dimana pada

komposisi 1 semen : 3 abu batu : 6 sekam padi memiliki kuat desak 25,24 kg/cm^2 dan berat volume 1807 kg/m^3. Sedangkan Winarno (2021) mencoba untuk membuat berat volumenya menjadi lebih ringan dengan cara mengurangi komposisi: abu batu dan sekam padi. Perbandingan komposisinya adalah 1:2,2:7,6 dan telah menghasilkan kuat desak 26,24 kg/cm^2 dan berat volume 1536 kg/m^3. Proses pencetakan batako yang dilakukan Amali (2019) dan Winarno (2021) adalah dilakukan dengan manual tanpa bantuan mesin cetak. Proses pencetakan manual ini telah menyebabkan produktivitas rendah, sehingga perlu diteliti karakteristik batako sekam padi yang dicetak dengan mesin. Proporsi sekam padi optimal pada penelitian Amali (2019) adalah 6, sedangkan pada Winarno (2021) adalah 7,6. Agar diperoleh berat volume yang lebih ringan dan dapat bersaing dengan berat volume bata ringan yang beredar di pasaran, pada penelitian ini akan di ujicoba dengan pengurangan komposisi abu batunya, sedangkan komposisi sekam padi dimulai dari proporsi 4 sampai dengan 12.

Pada umumnya, proses pencetakan batako konvensional yang berbasis mesin dilakukan dalam posisi berdiri. Namun demikian, pencetakan batako sekam padi dengan posisi berdiri seperti ini sangat rawan terjadi keretakan sehingga pemindahan batako segar dari mesin cetak ke tempat rak pengerasannya yang dilakukan secara manual oleh tukang cetak harus diangkat dengan ekstra hati-hati. Untuk menjamin batako segar dalam kondisi utuh dan tanpa cacat, serta proses produksi yang cepat, proses pencetakan batako sekam padi yang dilakukan dalam posisi tidur adalah salah satu penyelesaian yang terbaik. Dengan demikian, dalam penelitian ini dilakukan dalam pencetakan batako dalam posisi tidur dan mengunakan mesin press batako.

Saat ini banyak dijual bata ringan berwarna putih yang menggantikan bata merah dan batako konvensional. Hasil survei awal berdasarkan brosur yang ada menguraikan bahwa bata ringan memiliki volume sekitar 800 kg/m^3, yang cukup ringan dibandingkan dengan batako konvensional dengan berat volume sekitar 2000 kg/m^3. Harga bata ringan mencapai Rp 9500 per buah dengan ukuran 60 cm x 20 cm x 10 cm atau Rp 792.000,- per m^3. Bentuk bata ringan memiliki dimensi dengan presisi yang tinggi, sehingga pada saat pemasangan, bata ringan disusun

dan direkatkan dengan mortar atau lem khusus, dengan ketebalan 3 mm – 5 mm saja.

Chabannes, dkk (2014) juga melakukan penelitian perbandingan penggunaan bahan dasar kapur dan sekam padi utuh sebagai Tipe I dan dengan beton campuran rami sebagai Tipe II, yaitu dengan hasil kuat tekan untuk Tipe I sebesar 0,33 MPa, sedangkan untuk Tipe II sebesar 0,48 MPa dengan umur beton 60 hari. Kuat tekan ini diperoleh untuk regangan rata-rata 6%, hasil penelitian menunjukkan bahwa Tipe I memberikan kekuatan mekanik yang lebih rendah dibandingkan dengan Tipe II pada semua kasus. Namun demikian, untuk regangan 1% perbedaannya tidak terlalu besar dibandingkan tegangan rata-rata untuk Tipe I adalah 0,14 MPa sedangkan untuk Tipe II sebesar 0,20 MPa. Insulasi termal Tipe I dan Tipe II sebagai fungsi densitas (dengan memvariasikan rasio massa B/A dari 1,5 hingga 2,5) diukur pada 20° yang mana insulasi panas Tipe I adalah 0,119 W/m°C sedangkan Tipe II adalah 0,108 W/m°C, sehingga beton sekam padi telah menunjukkan sifat termal yang baik.

Berangkat dari kenyataan bahwa batako sekam padi dapat dibuat lebih presisi sehingga dapat bersaing dengan bata ringan, penelitian tentang batako dengan agregrat sekam padi merupakan sebuah tantangan baru dengan merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya. Sifat persisi, aspek teknis, biaya produksi, dan redaman panas perlu diuji dan dibandingkan pada kedua material dinding tersebut, yaitu material batako sekam padi dan bata ringan yang ada di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, rumusan masalah yang dapat didentifikasikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik teknis batako dengan penggunaan sekam padi sebagai agregat dibandingkan dengan bata ringan?
2. Bagaimana nilai redaman panas pada batako sekam padi dibandingkan dengan bata ringan?

3. Bagaimana harga pokok produksi batako dengan penggunaan sekam padi sebagai agregat dibandingkan dengan bata ringan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik teknis batako dengan penggunaan sekam padi sebagai agregat dibandingkan dengan bata ringan.
2. Mengetahui nilai redaman panas pada batako sekam padi dibandingkan dengan bata ringan.
3. Mengetahui harga pokok produksi batako dengan penggunaan sekam padi sebagai agregat dibandingkan dengan bata ringan.

1.4 Batasan penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian ini menggunakan cetakan batako tipe pejal dengan ukuran dimensi ialah 40 cm x 22 cm x 12 cm.
2. Bahwa peninjauan di dalam skripsi ini adalah berat volume, kuat desak, penyerapan air,redaman panas dan Harga pokok produksi.
3. Perhitungan biaya produksi batako sekam padi menggunakan data-data survey di wilayah Sleman.
4. Bata ringan yang dipakai sebagai perbandingan adalah bata ringan merek Citicon.
5. Untuk perbandingan harga bata ringan merk Citicon hanya bentuk harga produk jual di pasaran.
6. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen OPC (*Ordinary Portland Cement*), merk Tiga Roda yang berada di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII.
7. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi UII. Sedangkan pembuatan sampel dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi (PIMVM) UII.

8. Tingkat keawetan batako sekam padi tidak dilakukan riset dalam penelitian ini.
9. Orientasi penelitian diasumsikan untuk produksi massal sehingga dapat menjadi lahan usaha.

1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat berupa, antara lain:

1. Pemilik toko bangunan, konsultan, dan kontraktor dapat memberikan variasi material dinding berupa batako sekam padi untuk pembangunan rumah tinggal dan infrastruktur yang lain.
2. Bagi pemilik kerajinan batu dapat memanfaatkan limbah atu yang terbuang.
3. Dalam skala yang lebih luas, bangunan menjadi lebih ringan dapat mendukung konsep rumah tahan bencana gempa bagi perencana bangunan.

1.6 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi (PIMVM) dan Laboratorium Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Jl.Kaliurang Km 15 Sleman.

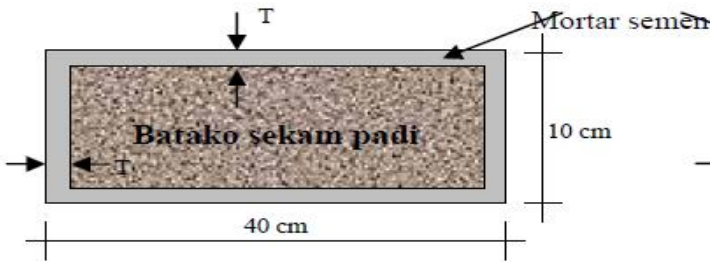
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa referensi. Referensi yang digunakan untuk penelitian ini merupakan terdahulu yang sejenis atau hampir sama dengan penelitian yang akan dilakukan. Berikut ialah penelitian terdahulu yang dijadikan referensi oleh peneliti.

2.1.1 Batako Sekam Padi Komposit Mortar Semen

Sumaryanto dkk (2009) telah meneliti batako sekam padi dengan berbahan semen, sekam padi, dan air. Dengan komposisi semen dan sekam padi (tanpa pasir) sebesar 1 : 0,45 dalam perbandingan berat. Penelitian ini hanya menggunakan volume sekam padi dalam proporsi yang relative kecil. Proporsi di atas menghasilkan kuat desak yang rendah, yaitu 1,12 Mpa (atau sekitar 11,2 kg/cm^2). Untuk mendukung kekuatan batako ini, maka sisi samping batako ini diselimuti dengan lapisan plester. Ketebalan plester bervariasi mulai dari 5 mm, 10 mm, dan 15 mm, dan terdapat kawat anyaman untuk penguat juga. Bahan penyusun plester adalah campuran semen dan pasir dengan perbandingan 1 : 1,5. Penelitian ini diakhiri dengan perhitungan biaya material penyusunnya Gambar 2.1 menguraikan skema batako yang dilapisi mortar semen atau plester.



Gambar 2.1 Batako Sekam Padi Dilapisi Plester Mortar Semen
(Sumaryanto, dkk)

Secara garis besar, kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai berat satuan bahan sebesar 113 kg/cm^3 dan kadar air sekam sebesar 21,14 %.
2. Nilai serapan air lapisan luar diperolah sebesar 2,01% untuk perendaman selama 10 menit dan sebesar 7,06 % untuk peredaman selama 24 jam. Nilai persentase serapan air ini memenuhi syarat dari SNI 03-0349-1989 tentang bata beton, dimana nilai serapan air lebih kecil dari syarat penyerapan air maksimum 25% untuk batako mutu I.
3. Kuat desak batako sekam dengan tambahan plester tebal 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam, berturut-turut adalah 16,8 Mpa, 5,16 Mpa, dan 6,51 Mpa. Sedangkan menggunakan kawat ayam, berturut-turut adalah 1,97 Mpa, 5,72 Mpa, dan 6,70 Mpa.
4. Klasifikasi mutu dan kuat desak minimum yang disyaratkan SNI 03-0349-1989, hanya batako sekam dengan variasi ketebalan 10 mm dan 15 mm, baik tanpa kawat maupun yang menggunakan kawat ayam yang memenuhi syarat batako mutu III.
5. Berat volume batako sekam dengan tebal plester 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam yang dihasilkan berturut-turut 929,01 kg/m^3, 1149,62 kg/m^3, dan 1307,63 kg/m^3. Sedangkan sampel yang menggunakan kawat ayam menghasilkan berat volume berikut berturut-turut 1072,32 kg/m^3, 1260,55 kg/m^3, 1417,54 kg/m^3.
6. Berat per biji batako sekam dengan tebal plester 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam dihasilkan berturut-turut 7,88 kg, 9,42 kg, dan 10,70 kg. Sedangkan menggunakan kawat ayam dihasilkan berturut-turut 9,28 kg, 10,46 kg, dan 11,71 kg.
7. Berat per m^2 luas dinding batako sekam komposit variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam antara dihasilkan berturut-turut 102,44 kg, 122,46 kg, dan 139,10 kg. Sedangkan sampel dengan menggunakan kawat ayam menghasilkan berat beruturut-turut 120,40 kg, 135,98 kg, dan 152,23 kg.

8. Batako sekam yang optimal adalah yang memiliki tebal plester 10 mm tanpa kawat ayam, ditinjau dari hasil kuat desak yang telah memenuhi persyaratan, berat yang ringan, dan segi biaya yang ekonomis.

2.1.2 Batako Sekam Padi Berlubang dengan *Filler* dan tanpa Pasir

Hesti (2014) telah meneliti batako sekam padi tanpa pasir tetapi dengan ditambah *filler* dari pasir halus hasil limbah penggergajian batu andesit. Di tempat penggergajian batu andesit, bongkahan besar batu andesit digergaji untuk dijadikan ubin atau aksesoris batu alam yang sering digunakan untuk memperindah bangunan rumah atau gedung. Saat ini terdapat banyak penggergajian batu andesit yang berada di sekitar Gunung Merapi, Yogyakarta, sehingga volume limbah penggergajian ini cukup melimpah. Sementara sekam padi sabagai hasil buangan dari penggilingan padi tersedia dalam volume yang sangat banyak di Yogyakarta dan sekitarnya.

Dalam penelitian ini, perbandingan volume yang optimal dari semen, *filler,* dan sekam padi adalah 1:3:4 (atau sekitar 1:1,19:0,89 dalam perbandingan berat). Proporsi sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini jumlahnya lebih besar dari penelitian yang dilakukan Sumaryanto (2009). Komposisi campuran ini memiliki kuat desak batako yang mencapai 20,85 kg/cm^2 atau sekitar 2,08 Mpa. Pada kondisi perbandingan optimal antara semen dan *filler* , yaitu 1;3. Hesti tidak mengkaji lebih lanjut bagaimana kekuatannya apabila komponen semen dan *filler* dibuat konstan sedangkan volume sekam dibuat variasi dengan dinaikkan dari angka 4 dan seterusnya. Kadar air dari material penyunun batako sekam padi juga tidak ada analisisnya.

2.1.3 Batako Sekam Padi dengan Perbandingan Kekuatan dan Biaya Produksi

Penelitian ini melanjutkan penelitian Hesti (2014). Winarno (2018) membuat batako sekam padi dengan tipe batako berlobang, dengan berbahan semen, *filler* abu batu, dan sekam padi. Dengan komposisi semen dan sekam padi

(tanpa pasir) sebesar 1:0,63 (atau sekitar 1:0,25 dalam perbandingan berat) dengan konstan. Gambar 2.2 menguraikan skema batako berlobang sekam padi.



Gambar 2.2 Batako Sekam Padi Berlubang (Winarno, 2018)

Proses pencetakan batako sekam padi dengan mesin press dilakukan dengan posisi batako berdiri dengan tinggi batako sebesar 20 cm. Proses ini cenderung menghasilkan batako yang memilki banyak keretakan atau cacat karena batako segar yang sudah selesai dicetak (masih rapuh) harus dipindahkan atau diangkut secara manual dari mesin cetak oleh tukang cetak ke tempat rak pengerasan. Batako menjadi retak karena pada saat pemindahan ke tempat pengeringan sering terjadi goncangan. Kemampuan produksi dengan mesin press adalah hanya 150 buah batako/hari. Proses pencetakan manual dengan posisi tidur adalah penyelesaian yang tepat sehingga kecacatan produk dapat dihindari.

Proporsi *filler* yang digunakan dalam penelitian ini jumlahnya lebih kecil dari penelitian yang dilakukan Hesti (2014), akan tetapi Winarno (2018) mengkaji lebih lanjut dengan bagaimana kekuatannya apabila komponen semen dan *filler* dibuat konstan dan variasi sekam padi dinaikan menjadi 2, 4, 6, 8, 10, dan 12. Dalam penelitian ini menghasilkan kuat desak batako yang memenuhi Standar SNI (sebesar 17 kg/cm^2 tipe batako berlobang) tercapai pada komposisi 1 Semen; 0,63 *Filler* : 4 Sekam dengan kuat desak hasil pengujian rata-rata adalah 19,02 kg/cm^2 (atau sekitar 1,90 MPa). Dalam penelitian ini juga mencari perhitungan harga pokok produksi batako berlubang sekam padi yang didapatkan harga pokok

produksi per buah batako berlubang sekam padi adalah Rp 3.298 per buah, sangat relevan terhadap harga batako sejenis dengan harga perbuah adalah 3.300 per buah.

Dari hasil ketiga penelitian di atas, penelitian Winarno (2018) mendapatkan kuat desak 19,02 kg/cm^2 dengan catatan komponen semen dan *filler* dibuat konstan, yaitu 1:0,63 dan variasi sekam 2, 4, 6, 8, 10, dan 12, dengan proses pencetakan batako menggunakan skema pencetakan mengunakan mesin press dan posisi berdiri. Hasil ini mengindikasikan bahwa penelitian lanjutan dari Winarno (2018) yang lebih detil dengan memanfaatkan sekam padi (sebagai material buangan dari hasil pertanian) secara maksimal, memiliki campuran yangg homogen, dan mudah dalam proses produksinya sangat perlu untuk dilakukan. Pada saat yang sama, penelitian lanjutan tentang batako sekam padi ini yang tidak menggunakan pasir, tetapi memanfaatkan limbah penggergajian batu andesit ini akan sangat relavan dengan konsep material konstruksi yang ramah lingkungan.

2.1.5 Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual

Penelitian tentang batako sekam padi yang dicetak secara manual telah dilakukan oleh Amali (2019) dan Winarno (2021). Proses pencetakan dilakukan dalam posisi tidur. Amali (2019) menghasilkan temuan bahwa pada komposisi 1 semen : 3 abu batu : 6 sekam padi memiliki kuat desak 25,24 kg/cm^2 dan berat volume 1807 kg/m^3. Sedangkan Winarno (2021) mencoba untuk membuat berat volumenya menjadi lebih ringan dengan cara mengurangi komposisi: abu batu dan sekam padi. Perbandingan komposisinya adalah 1:2,2:7,6 dan telah menghasilkan kuat desak 26,24 kg/cm^2 dan berat volume 1536 kg/m^3. Proses pencetakan batako yang dilakukan Amali (2019) dan Winarno (2021) adalah dilakukan dengan manual tanpa bantuan mesin cetak. Proses pencetakan manual ini telah menyebabkan produktivitas rendah, sehingga perlu diteliti karakteristik batako sekam padi yang dicetak dengan mesin. Proporsi sekam padi optimal pada penelitian Amali (2019) adalah 6, sedangkan pada Winarno (2021) adalah 7,6. Agar diperoleh berat volume yang lebih ringan dan dapat bersaing dengan berat

volume bata ringan yang beredar di pasaran, pada penelitian ini akan di ujicoba dengan pengurangan komposisi abu batunya, sedangkan komposisi sekam padi dimulai dari proporsi 4 sampai dengan 12.

2.2 Perbedaan Penelitian yang Dilakukan

Berdasarkan paparan dari tinjauan pustaka di atas, maka diperoleh rincian yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Fadholi (2009)**	**Sumaryanto (2009)**	**Hesti (2014)**	**Winarno (2018)**
Judul	Kuat Tekan, Konduktivitas dan Ketahanan Api Batako *Papercrete* dengan 25% *fly ash* menggantikan berat semen sebagai material dinding bangunan	Batako Sekam Padi Komposit Mortar Semen	Batako Sekam Padi dengan *Filler* dan tanpa pasir	Batako Sekam Padi dengan Sifat Fisik,Kemudahan Produksi, dan Harga Pokok Produksi.
Tujuan Penelitian	Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya kuat tekan, nilai ketahanan kondutivitas termal, dan ketahanan terhadap api pada	Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan peningkatan kekuatan secara komposit dengan memberikan lapisan luar berupa campuran semen	Untuk mengetahui proses produksi batako sekam padi yang dicetak pada posisi berdiri dengan menggunakan mesin cetak berpenggetar, mengetahui komposisi	Mengetahui komposisi campuran material penyusun batako sekam padi agar memenuhi persyaratan sifat-sifat fisik yang sesuai dengan Standar SNI 03-0349-1989

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Fadholi (2009)**	**Sumaryanto (2009)**	**Hesti (2014)**	**Winarno (2018)**
Penelitian	*papercrete* yang apabila 25% berat semen diganti dengan menggunakan *fly ash.*	Dan pasir (mortar semen)	material penyusun batako sekam padi agar memenuhi syarat kuat desak yang sesuai dengan Standar SNI 03-0349-1989 tentang bata beton.	Material penyusun batako sekam padi agar memenuhi syarat kuat desak yang sesuai dengan Standar SNI 03-0349-1989 tentang bata beton.
Metode Pencetakan	Menggunakan cetakan silinder untuk mencetak sampel dengan cara manual	Beton praletak (*preplaced concrete*), dimana meletakkan terlebih dahulu campuran beton sekam padi yang sudah berbentuk batako kedalam cetakan batako sesuai dengan variasi	Menggunakan mesin mixer dan mesin cetak berpenggetar,pencetakan batako dilakukan pada posisi berdiri.	Terdapat dua proses metode percetakan, yaitu menggunakan mesin press dengan posisi batako berdiri dan secara manual dengan posisi batako tidur

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Fadholi (2009)**	**Sumaryanto (2009)**	**Hesti (2014)**	**Winarno (2018)**
Metode pencetakan		ketebalan lapisan luar yang dibutuhkan.		
Bahan tambah	Kertas dan *fly ash* (abu terbang), *fly ash* mensubtitusi semen sebanyak 25% sehingga kebutuhan semen menjadi 75% dari kebutuhan semen normal.	Sekam padi, dan penambahan sisi samping batako ini diselimuti dengan lapisan plester, ketebalan plester bervariasi mulai dari 5 mm, 10 mm, dan 15 mm. dan terdapat kawat anyam untuk penguat juga.	Sekam padi dan *filler* abu batu	sekam padi dan *filler* abu batu
Hasil Penelitian	Hasil penelitian menunjukkan bahwa varian 1 : 2 : 2 menghasilkan kuat	Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai berat satuan bahan	Dalam penelitian ini, perbandingan volume yang optimal dari semen, *filler* ,dan sekam padi	Proses pencetakan batako sekam padi menggunakan mesin press dengan posisi batako berdiri cenderung

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Fadholi (2009)**	**Sumaryanto (2009)**	**Hesti (2014)**	**Winarno (2018)**
Hasil Penelitian	tekan beton terbesar yaitu 41,927 kg/cm^2. Menurut SNI 03-034901989 varian 1 : 2 : 2 tergolong dalam bata beton untuk dinding non struktural, sedangkan varian 1 : 2 : 3 dan 1 : 2 : 4 tergolong bata beton untuk dinding non struktural terlindungi dari cuaca. Pengujian konduktivitas menghasilkan nilai konduktivitas rerata	sebesar 113 kg/m^3 dan kadar air sekam sebesar 21,14 %. Kuat tekan batako sekam komposit untuk variasi 5 mm, 10 mm dan 15 mm tanpa kawat ayam, berturut-turut adalah 1,68 Mpa, 5,16 Mpa, dan 6,51 Mpa. Sedangkan menggunakan kawat ayam, berturut-turut adalah 1,97 MPa, 5,72 MPa, dan 6,70 MPa.	adalah 1:3:4 (atau sekitar 1:1,9:0,89 dalam perbandingan berat) dan komposisi campuran ini memiliki kuat desak batako yang mencapai 20,85 kg/cm^2 atau sekitar 2,08 MPa	menghasilkan batako yang memiliki banyak keretakan atau cacat karena batako segar rentah rapuh saat di pindahkan oleh tukang ke tempat lainnya, sedangkan proses pencetakan manual dengan posisi tidur adalah penyelesaian yang tepat sehingga tidak ada batako cacat. Batako yang paling optimal (memenuhi standar type IV) adalah

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian	**Fadholi (2009)**	**Sumaryanto (2009)**	**Hesti (2014)**	**Winarno (2018)**
Hasil penelitian	pada *papercrete* varian 1 : 2 : 2 sebesar 2,543 W/m°C, untuk *papercrete* varian 1 : 2 :3 sebesar 2,35 W/m°C, sedangkan *papercrete* varian 1 : 2 : 4 sebesar 2,543 W/m°C. Hal ini membuktikan semakin banyak kandungan kertas pada *papercrete* akan membuat nilai konduktivitasnya semakun menurun.	Ketebalan 10 mm dan 15 membaik tanpa kawat maupun yang menggunakan kawat ayam yang memenuhi syarat batako mutu III.		pada kompoisi campuran semen, *filler*, dan sekam padi sebesar 1:0,63:6 atau komposisi volume sebesar 1:0,25:5 dan pada perhitungan harga pokok produksi batako sekam padi adalah Rp. 3.298.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Batako

Bata beton atau yang biasanya dikenal dengan batako merupakan suatu jenis unsur bahan bangunan berbentuk bata yang dibentuk dari meterial utama yaitu pasir bercampur dengan semen dan air. Menurut SNI 03-0349-1989 bata beton (*concrete block*) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau pozolan, pasir, air, dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Sedangkan menurut PUBI-1982, "Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lingkungan yang lembab"

Batako di fokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Batako yang baik adalah batako yang memiliki permukaan rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggu. Batako sendiri dibedakan menjadi dua jenis yaitu bata beton pejal dan bata berlobang. Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampangan pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75%, volume bata seluruhnya. Bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan memiliki volume lubang lebih dari 25% volume batas seluruhnya. Batako pejal dan batako berlubang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Batako Pejal



Gambar 3.2 Batako Berlubang

Menurut Heinse (1999) menyatakan pemakaian batako bila di bandingkan dengan bata merah terlihat penghematannya dalam beberapa segi sebagai berikut.

1. Per m^2 luas tembok lebih sedikit jumlah batako yang di butuhkan, sehingga terdapat penghematan.
2. Terdapat pula penghematan dalam pemakaian adukan sampai 75%.
3. Berat tembok lebih ringan sehingga beban yang diterima pondasi juga berkurang.
4. Jika kualitas batako yang dihasilkan baik, maka tembok tidak perlu diplester
5. Dapat dibuat dengan mudah dan dengan alat-alat atau mesin yang sederhana dan tidak perlu dibakar.

Syarat fisik dan ukuran batako atau sesuai dengan SNI 03-0349-1989 dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Syarat-syarat Fisik Bata Beton

Syarat fisis	Satuan.	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/cm²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat-tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	—	—	25	35	—	—

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

Tabel 3.2 Ukuran Bata Beton

satuan : mm

Jenis	Ukuran			Tebal dinding sekatan lobang, minimum	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	390 + 3 − 5	90 ± 2	100 ± 2	—	—
2. Berlobang.					
a. Kecil	390 + 3 − 5	190 + 3 − 5	100 ± 2	20	15
b. Besar	390 + 3 − 5	190 + 3 − 5	200 ± 3	25	20

Sumber: SNI 03-0349-1989

Berdasarkan persyaratan mutu bata beton dibedakan menjadi empat tingkatan mutunya, yaitu mulai tingkat mutu I sampai tingkat mutu IV, sebagai berikut.

1. Bata beton mutu I adalah beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap).
2. Bata beton mutu II adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaanya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (untuk konstruksi dibawah atap).
3. Bata beton mutu III adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, untuk dinding penyekat serta konstruksi lainnya (dibawah atap).
4. Bata beton mutu IV adalah bata beton yang digunakan untuk konstruksi seperti penggunaan dalam mutu III tetapi selalu terlindungi dari hujan dan terik matahari(diplester dan di bawah atap).

3.2 Material Penyusun Batako

3.2.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik disector konstruksi bangunan. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregrat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregrat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*) (Mulyono, 2013).

Semen *portland* dibuat dari sebruk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasat yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Bahan utama pembentuk semen *portland* adalah kapur (CaO, silica (SiO3), alumina (Al2O3), sedikit magnesia (MgO), dan terkadang sedikit alkali. Untuk mengkontrol komposisinya, terkadang ditambahkan oksidasi besi, sedangkan gypsum (CaSO4.2H2O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen (Mulyono, 2003).

Dalam tujuan pemakaiannya, semen *portland* di Indonesia (PUBI-1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I. Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain,
2. Jenis II. Semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III. Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menurut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV. Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah, dan
5. Jenis V. Semen *Portland* yang dalam penggunaannya menurut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Beberapa jenis semen lainnya tergolong dalam semen campuran. Semen campuran merupakan semen yang dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen *portland*.

3.2.2 Air

Air merupakan kebutuhan dalam pembuatan batako, salah satunya ketika air dicampur dengan semen *portland* maka akan terjadi reaksi kimia terkandung dalam semen *portland*. Reaksi kimia dengan air ini disebut “hidrasi’’. Hasil dari reaksi kimia ini menentukan bagaimana semen *portland* mengeras dan memperoleh kekuatan.

Air yang digunakan dalam pembuatan batako harus menggunakan yang bersih. Air yang mengandung garam, minyak, asam, alkali atau bahan lainnya tidak boleh digunakan karena mengurangi kualitas batako.

3.2.3 Sekam Padi

Sekam padi merupakan kulit luar dari butiran beras. Sekam padi diperoleh dari hasil penggilingan atau penumpukkan gabah yang merupakan lapisan keras yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras, sekam akan terpisah dari bulir beras dan menjadi bahan sisa/limbah. Unsur-unsur yang terkadung dalam sekam padi dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kandungan Kimia Sekam Padi

Komponen	**% Berat**
Sellulosa	50%
Lignin	25% - 30%
Silika	15% - 20”

Sumber :Ismail dan Waliuddin, (1996)

Sekam padi dikatergorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, abu gosok, bahan bakar, dan sebagai pembuatan batu bata. Dibandingkan jika sekam padi dibuang dalam jumlah yang banyak akan membutuhkan lahan yang banyak pula dan dapat mengurangi estetika atau dibakar secara langsung dapat menambah emisi karbon dalam atmosfer. Untuk memaksimalkan limbah sekam padi, sangat perlu untuk dicari alternatif inovasi teknologi yang lebih bermanfaat. Secara umum,

pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di indonesia cukup pesat. Hampir 60% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (Hartono, 2001). Sekam padi yang dimaksud disini adalah sekam yang telah dibersihkan dan di angin-anginkan kemudian dicampurkan dengan bahan material pembuatan batako agar dapat digunakan sebagai material dinding bangunan.

Penggunaan sekam padi mentah dan utuh dalam bahan batako atau beton tanpa pembakaran jarang diselidiki. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukan pemanfaatan sekam padi sebagai campuran komposisi batako dimana didapatkan keuntungan ekonomis dan struktural bangunan. Secara struktural yaitu dengan penambahan sekam padi dapat mengurangi berat batako sehingga besarnya beban yang bekerja pada struktur mati bangunan dapat berkurang. Dengan pengurangan pada beban struktur mati bangunan tersebut, beban yang harus ditanggung oleh pondasi bangunan juga akan berkurang dan kebutuhan akan pondasi yang lebih besar dapat dihindarkan sehingga nilai RAB juga dapat diperkecil.

3.2.4 Filler dari Abu Batu Hasil Limbah Penggergajian batu

Filler yang dipakai dalam penelitian ini adalah abu batu hasil limbah penggergajian batu andesit yang banyak terdapat di Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Abu batu ini menjadi material buangan yang belum banyak dimanfaatkan. Pengunaan abu batu ini selaras dengan isu lingkungan yang saat ini banyak menjadi tantangan bagi peneliti untuk memanfaatkannya. Filler dari abu batu dipakai untuk membuat batako sekam padi menjadi lebih padat dan juga unutk menghemat penggunaan semen.

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

volume sebesar 1100 kg/m^3 dan pasir memiliki berat volume sebesar 1400 kg/m^3. Sehingga beban pada batako sekam padi semakin ringan.

3.3 Pengujian Batako Sekam Padi dan Bata Ringan

Berikut ini adalah pengujian batako yang dilakukan pada penelitian ini.

3.3.1 Uji Kuat Desak

Kuat desak beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu proporsi bahan penyusun, metode perancangan, perawatan, dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan. (Mulyono,2003).

Murdock dan Brook (1991) menyatakan beton dapat mancapai kuat tekan 80 Mpa atau lebih, bergantung pada perbandingan air dan semen dan tingkat pemadatannya. Di samping dipengaruhi oleh perbandingan air dan semen kuat tekan, kualitas agregrat, efisiensi perwatan, umur beton, dan jenis bahan admixture.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBL, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus Persamaan 3.1 :

$$f'c = \frac{P}{A} \tag{3.1}$$

Keterangan :

f'c = Kuat desak beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)

Standar yang digunakan untuk memenuhi karakteristik kuat desak dan nilai porositas bata beton berdasarkan SNI 03-0349-1989. SNI tersebut berisikan tantang bata beton untuk pasangan dinding, dimana bata beton yang diisyaratkan terdiri dari 2 macam yaitu:

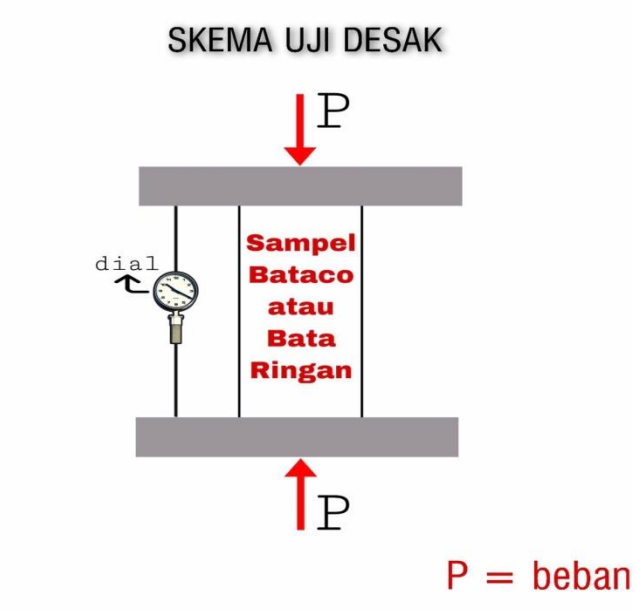
1. Bata Beton Pejal

Yaitu bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.

2. Bata Beton Berlubang

   Yaitu bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume luas seluruhnya.

Untuk skema pengujian desak sampel batako dan bata ringan dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.3 Skema Uji Desak

3.3.2 Uji Penyerapan Air

Pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui presentase penyerapan air beton dalam kondisi keras. Standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI 03-0343-1989 yang dirumuskan dalam Persamaan 3.2 berikut ini:

$$Daya\ Serap\ Air = \frac{(Wb-Wk)}{Wk}\ x\ 100\% \qquad (3.3)$$

Keterangan :

Wk = Berat benda uji kering oven (gram)

Wb = Berat piknometer berisi air (gram)

3.3.3 Uji Redaman Panas

Setiap material pasti mengalami proses perpindahan panas, namun proses ini tidak diamati tetapi pengaruhnya bisa dirasakan dan dikur. Perpindahan panas meliputi konduksi, konveksi, dan radiasi, dimana proses-proses perpindahan panas ini banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contohnya, yaitu saat memanaskan air. Proses perpindahan panas yang pada umumnya terjadi pada zat cair. Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas yang diikuti pergerakan media perambatnya.

Perpindahan panas adalah perpindahan energi yang terjadi pada benda atau material yang bersuhu tinggi menuju ke suhu yang lebih rendah, hingga tercapainya kesetimbangan panas. Kesetimbangan panas terjadi jika panas dari sumber panas sama dengan jumlah panas benda yang dipanaskan dengan panas yang disebebkan oleh benda tersebut ke medium sekitarnya. Proses perpindahan panas ini berlangsung 3 mekanisme, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

Konduksi adalah perpindahan panas atau kalor satu jenis zat sehingga konduksi merupakan satu proses pendalaman karena proses perpindahan kalor ini hanya terjadi di dalam bahan. Arah aliran energi kalor adalah dari titik bersuhu tinggi ke titik bersuhu rendah. Perpindahan panas konduksi umunya terjadi pada zat padat. Proses perpindahan panas konduksi dalam kehidupan sehari-hari yaitusaat mengaduk kopi dengan sendok, ujung pegangan sendok juga akan terasa panas walaupun jari tidak tercelup ke dalam kopi yang panas.

Teori mengenai perpindahan panas melalui suatu benda yang mengacu pada hukum Fourier akan dijelaskan dalam Persamaan 3.4

$$\Delta T = T1 - T2 \qquad (3.4)$$

Keterangan :

ΔT = Selisih suhu pada permukaan atas dan bawah

T1 = Suhu pada permukaan

T2 = suhu pada bawah permukaan.

3.4 Harga Pokok Produksi

Perhitungan harga pokok produksi sangat berpengaruh terhadap penetapan harga jual suatu produk, sekaligus penetapan keuntungan yang diinginkan. Perhitungan harga pokok produksi harus benar-benar diperhatikan, karena kesalahan pada perhitungan dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan tersebut. Harga suatu produk akan mempengaruhi keuntungan dan kemampuan bersaing produk sejenis yang dihasilkan perusahaan lain.

Harga produksi adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau kemungkinan terjadi untuk memperoleh penghasilan (Mulyadi, 2007) dalam Setiawan (2018). Berdasarkan pengertian para ahli yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk pada waktu tertentu yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya *overhead* pabrik.

Terdapat beberapa unsur dari harga pokok produksi, yaitu sebagai berikut.

1. Biaya bahan baku

   Biaya bahan baku yaitu semua biaya yang dimasukkan langsung dalam perhitungan biaya produksi, seperti halnya biaya alat, biaya perawatan alat, biaya material, dan biaya papan alas.

2. Biaya tenaga kerja langsung

   Biaya tenaga kerja langsung yaitu upah yang diperoleh oleh tenaga kerja yang melakukan pengelolahan produk, baik menggunakan kemampuan fisik maupun dengan bantuan mesin yang dapat mengubah bahan mentah menjadi produk jadi. Misalnya, upah diberikan kepada pekerja perusahaan batako.

3. Biaya *overhead* pabrik

   Biaya *overhead* pabrik bisa disebut dengan biaya tidak langsung. Maksud dari biaya tidak langsung adalah biaya yang mencakup semua biaya produksi, selain biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung. Biaya *overhead*

pabrik ditekankan pada istilah produksi, seperti biaya konsumsi, biaya THR, biaya pengiriman, dan keuntungan.

Harga pokok produksi memiliki fungsi sebagai berikut.

1. Sebagai penetapan harga jual

   Harga pokok produksi sangat penting untuk diketahui oleh perusahaan, karena harga produksi dapat berpengaruh terhadap penentuan harga jual suatu produk.

2. Sebagai dasar penetapan laba

   Setelah perusahaan membuat perhitungan harga pokok produksi, maka perushaan tersebut dapat menetapkan laba yang diharapkan. Laba tersebut akan mempengaruhi tingkat harga jual suatu produk.

3. Sebagai dasar penilaian efisiensi

   Harga pokok produksi dapat dijadikan sebagai dasar pengontrol pemakaian bahan, upah,dan biaya tidak langsung. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menetapkan harga pokok standar terlebih dahulu, kemudian membandingkan dengan harga pokok aktual. Lalu diteliti apakah terdapat selisih pada perhitungan harga pokok tersebut. Jika terdapat selisih negatif, maka pelaksanaan proses produksi belum efisiensi dan perushaan perlu mengetahui penyebabnya, sehingga kesalahan tersebut dapat dikoreksi lalu diperbaiki. Jika terdapat selisih positif, maka perlu ditelusuri lebih lanjut. Apakah karena perusahaan telah melaksanakan proses produksi secara efisien ataukah perhitungan harga pokok standar yang kurang tepat.

4. Sebagai dasar pengambil keputusan manajemen

   Harga pokok produksi adalah pedoman penting dan juga dapat dijadikan sebagai unsur untuk mengambil keputusan khusus bagi perushaan, misalnya :

   a. Menetapkan perubahan harga jual.
   b. Menetapkan penyesuaian proses produksi.
   c. Menetapkan strategi persaingan di pasaran.
   d. Menetapkan ekpansi perusahaan.

e. Pengambilan keputusan-keputusan khusus manajemen, seperti apakah perusahaan akan membeli atau membuat suku cadang sendiri, apakah perushaan menerima suatu pesanan dengan harga khusus atau tidak

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian ialah langkah-langkah untuk melakukan penelitian terhadap suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi (PIMVM) UII dan sampel di uji di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII. Metode eksperimen ialah suatu penelitian untuk mencari pengaruh variable tertentu terhadap variable yang lain dalam suatu kondisi yang terkontrol (Winarno, 2018), penelitian ini terdapat variable bebas (*independent variable*) dan variable terikat (*dependent variable*). Variable bebas ialah penambahan sekam padi pada campuran batako tersebut, sedangkan variable terikat ialah berupa kekuatan desak, serapan air, redaman panas, dan harga pokok produksinya.

4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian di bagi dalam beberapa tahap, yaitu :

4.2.1 Tahap Persiapan Penelitian

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

1. Alat-alat yang digunakan

   Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

   a. Terpal sebagai alas untuuk mengangin-anginkan sekam padi dan abu batu agar memiliki kondisi jenuh dan kering permukaan (*Saturated Suface Dry* (SSD)).
   b. Saringan ukuran 5 mm dan 2 mm untuk menyaring abu batu dari gumpalan-gumpalan.

c. Sekop, berfungsi untuk meratakan sekam padi dan memindahkan abu batu dari satu tempat ke tempat lain sedikit demi sedikit.

d. Ember digunakan sebagai tempat dan alat ukur komposisi campuran,

e. Gelas ukur, unutk sebagai tempat dan alat ukur komposisi campuran.

f. *Mixed Machine,* sebagai alat untuk mengaduk campuran. Alat *mixed machine* dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Alat *mixer machine*.

g. *Press Machine*, sebagai alat untuk membuat batako press, alat *press machine* dapat dilihat pada **Gambar** 4.2.



Gambar 4.2 Alat *press machine*

h. Cetakan batako dengan ukuran 40 cm x 12 cm x 22 cm, alat cetak batako dapat dilihat pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Alat cetak batako

i. Minyak solar 1 liter untuk melapisi cetakan batako agar batako yang selesai dicetak mudah dikeluarkan dari cetakannya dan tidak lengket.
j. Papan kayu, ukuran 50 x 30 cm yang berfungsi sebagai media untuk alas batako segar yang telah dicetak dan kemudian dipindahkan ketempat yang teduh.
k. Kamera, untuk medokumentasikan proses penelitian.
l. Alat bantu: timbangan, cetok, semen, kuas pembersih, kalkulator, penggaris, meteran, buku catatan, dan alat tulis.

2. Bahan-Bahan Penyusun

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

a. Semen : Semen Portland Tiga Roda
b. Filler : Abu batu dari hasil limbah penggergajian batu andesit di sekitar Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman.

c. Air : Air sumur di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII.
d. Sekam padi : sekam padi dari areal persawahan Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman.

4.2.2 Perencanaan Komposisi

Pembuatan bahan komposisi campuran batako diukur dalam satuan volume unutk memudahkan proses pencampuran. Digunakan lima (5) campuran dengan takaran komposisi masing-masing komponen yang berbeda.

Proses pencetakan dengan mesin press berpenggetar ini sama dengan apa yang dilakukan Hesti (2014). Berikut komposisi campuran pada pembuatan batako sekam padi pada Tabel 4.1. Dalam setiap variasi campuran, benda uji untuk masing-masing varian sebanyak sebelas (11), maka total sampel benda uji pada setiap skema adalah sebanyak lima puluh lima (55) buah. Sebagai pembanding terdapat 5 buah varian sampel bata ringan merek Citicon.

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Batako

Varian	Komposisi dalam volume		
	PC	Filler	Sekam padi
I	1	1	4
II	1	1	6
III	1	1	8
IV	1	1	10
V	1	1	12

4.2.3 Pelaksanaan Penelitian

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

1. Persiapan
   a. Pengambilan sampel sekam padi dan abu batu dari tempat asalnya.

b. Sekam padi dan abu batu di anging-anginkan sehingga mencapai *Saturated Surface Dry* (SSD) dengan menggunakan alas terpal.
c. Abu batu disaring untuk menyingkirkan agregrat yang berbentuk kerikil dengan ayakan 5 mm dan 2 mm.
d. Sekam padi dan abu batu yang sudah SSD diukur kadar airnya dan berat volumenya. Dapat dilihat pada **Gambar 4.4**



Gambar 4.4 Bahan Batako

e. Mengukur berat volume semen.

2. Tahap Pencampuran Bahan Susun Batako
   a. Pembersihan *Mixer Machine* dan membasahi sedikit air kepada setiap sisi *Mixer Machine* agar pada saat pengadukan bahan tidak terjadi resapan air di sisi *Mixer Machine* yang mengakibatkan berkurangnya volume air pada bahan campuran. Dapat dilihat pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 Pembersihan alat *mixxer machine*

b. Penimbangan terhadap komposisi bahan campuran seperti: sekam padi, abu batu, semen, dengan perbandingan volume dapat dilihat pada Tabel 4.1

c. Pemasukan abu batu dan sekam padi bersamaan sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan seperti pada Tabel 4.1 ke dalam *Mixer Machine* sambil di aduk perlahan. Lalu masukkan semen perlahan lahan sampai semua bahan tercampur dengan rata dan homogen, kemudian tahap akhir ditambahkan air. Hasil campuran diuji dengan digenggam memakai telapak tangan. Untuk mengukur apakah campuran mudah dicetak atau belum. Penambahan air dihentikan jika campuran di dalam genggaman telapak tangan tidak pecah jika telapak tangan dibuka, atau sudah banyak air yang melekat di atas telapak tangan. Volume air yang ditambahkan dicatat untuk menghitung fas nya. Pencampuran bahan didalam alat *mixxer machine* dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Pencampuran bahan didalam alat *mixxer machine*

d. Proses pencampuran dilakukan hingga semua bahan yang dicampur dengan menggunakan *Mixer Machine* tercampur merata dan tampak homogen. Dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



Gambar 4.7 Bahan batako yang sudah tercampur rata

e. Adonan batako segar yang sudah homogen dikeluarkan dari alat *mixer* dengan membuka penutup lubang bagian bawah, sehingga adonan batako siap dicetak.

f. Sebelum melakukan pencetakan, disiapkan adonan 1 semen dan 4 pasir untuk mengisi lapisan bagian atas batako agar permukaan batako menjadi rata dan rapi. Lapisan ini memiliki ketebalan 4-5 mm.

3. Tahap Pencetakan

a. Cetakan dilapisi minyak solar di sisi bagian dalam agar batako tidak lengket ke cetakan dan mudah dilepaskan sehingga tidak terjadi cacat bentuk.

b. Cetakan batako yang dipakai adalah cetakan besi dan posisi batako pada saat dicetak ialah posisi tidur,.

c. Papan kayu diletakkan sebagai alas cetakan besi di dalam mesin press berpenggetar. Papan kayu diberi lapisan yang tidak menyerap air, misalnya plastik tebal atau terpal. Dapat dilihat pada **Gambar 4.8**



Gambar 4.8 Papan kayu

d. Masukkan adonan batako sekam padi ke dalam cetakan sambil mesin digetarkan sekitar 10 detik agar adukan menjadi padat.
e. Penggetar mesin tidak boleh terlalu lama, agar pasta semen (semen+filler+air) tidak bergerak atau mengalir ke bawah secara gravitasi sehingga mengisi lapisan bagian bawah.
f. Berikutnya, campur pasir+semen dihamparkan (tebal 3 mm – 5 mm) di bagian atas agar diperoleh permukaan atas batako yang rata dan rapi. Cetakan diisi penuh dan diratakan dengan kayu perata.
g. Proses pengepresan dilakukan dengan melepaskan tuas beban kepermukaan batako dan kemudian mesin digetarkan sekitar 10 detik.
h. Setelah dipress, tuas beban dan cetakan diangkat bersamaan sehingga terbentuk batako press yang utuh dan tanpa cacat.Dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



Gambar 4.9 Batako press yang utuh

i. Batako segar yang sudah dicetak segera diangkat beserta papan kayunya untuk dipindahkan dan di tata ke rak pengerasan di tempat yang teduh. Dapat dilihat pada **Gambar 4.10**



Gambar 4.10 Penataan batako setelah dicetak

j. Keesokan harinya, batako yang sudah berumur 1 hari tersebut dilepaskan dari papan alasnya kemudian ditumpuk-tumpuk pada tempat yang teduh dan lembab sehingga proses hidrasi antara semen dan air dapat berlangsung dengan sempurna. Dapat dilihat pada **Gambar 4.11**



Gambar 4.11 Tumpukkan batako sehari setelah dicetak

4.3 Prosedur Pengumpulan dan Analisis Data

4.3.1 Pengumpulan Data melalui Pengamatan Proses Produksi

Selama proses produksi, komposisi masing-masing bahan penyusun batako ditakar dengan teliti sebelum diaduk menjadi satu. Bahan penyusun terdiri dari semen, filler, sekam padi, dan air, dan dicatat pula: berapa buah produksi batako per harinya, berapa volume bahan susun yang diperlukan untuk membuat satu unit batako, berapa lama waktu siklus dalam pembuatan batako mulai dari pencampuran, pengadukan, pencetakan, dan pemindahan ke tampat teduh.

4.3.2 Pengumpulan Data melalui Pengujian Laboratorium

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

1. Pengujian Bahan-bahan Penyusun

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

2. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji (*curring*) ini bertujuan agar permukaan beton segar selalu teduh dan lembab hingga beton dianggap cukup keras. Kelembababan dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Dalam penelitian ini benda uji hanya diteduhkan dan ditutup plastik agar lembab. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kelembaban batako sekam padi yang telah dicetak sampai dengan umur 1 bulan.

3. Pengujian Sampel Batako Sekam Padi dan Bata Ringan

Sampel yang diuji adalah sampel batako sekam padi dan sampel bata ringan. Terdapat empat pengujian,yaitu berat volume, kekuatan desak (beserta regangannya), serapan air, dan konduktivitas panas. Pengujian ini dilakukan terhadap benda uji yang telah berumur 1 bulan. Untuk pengujian kuat desak benda uji dilakukan pengecekan agar batako tegak berdiri secara vertical. Bila dirasa miring karena adanya semen yang tidak rata maka dilakukan perataan permukaan batako agar benda uji tegak vertikal lurus. Berikut terdapat empat pengujian pada batako sekam padi sebagai berikut .

a. Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume dilakukan untuk masing-masing varian tipe sebanyak lima buah dengan menggunakan alat timbangan dan penggaris ukur panjang di Laboratium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia.

Langkah-langkah pengujian berat volume adalah sebagai berikut.

i. Pemberian nama pada batako agar memudahkan dalam memberikan nilai kuat desak batako kemudian batako ditimbang.
ii. Pengukuran dimensinya panjang tinggi dan tebal.

iii. Perhitungan volumenya berdasarkan dimensinya.

iv. Pengukuran beratnya dengan timbangan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



Gambar 4.12 Pengukuran berat batako

v. Perhitungan berat volumenya, dengan cara berat dibagi dengan volumenya

vi. Perhitungan rata-rata berat volume pada semua sampel.

b. Pengujian Kuat Desak

Pengujian kuat desak dilakukan untuk masing-masing varian tipe sebanyak lima buah dengan menggunakan alat uji desak di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia.

Langkah-langkah pengujian kuat desak adalah sebagai berikut :

i. Pemberian nama pada batako agar memudahkan dalam memberikan nilai kuat desak batako.

ii. Benda uji diletakkan pada alat desak. Dapat dilihat pada **Gambar 4.13**



Gambar 4.13 Batako diletakkan pada alat desak

iii. Pemasangan dial pengukur penurunan selama pembebanan.

iv. Pengaktifan mesin alat kuat desak dan pembebanan pada benda uji dimulai

v. Pencatatan beban dan penurunan pada setiap interval pembebanan sebesar 250 kgf..

vi. Pembebanan dilakukan terus secara bertahap sampai sampel hancur.

c. Pengujian Serapan Air

Pengujian penyerapan air juga dilakukan pada masing-masing varian tipe sebanyak satu benda uji. Benda uji berupa kubus dengan dimensi 10 cm x 3 cm x 5.5 cm, yang diperoleh dari pemotongan sampel utuh sehingga diperoleh ukuran kubus yang dimaksud. Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

i. Pemotongan batako,1 buah batako utuh di potong sehingga ada 4 sampel dalam 1 variasi. Dapat dilihat pada **Gambar 4.14**



Gambar 4.14 Potongan batako dalam 1 sampel

ii. Penimbangan benda uji dengan timbangan yang memiliki ketelitian tinggi.

iii. Perendaman benda uji dalam air bersih yang bersuhu ruangan, selama 24 (dua puluh empat) jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 (satu) menit, lalu permukaan bidang benda uji disekat dengan kain lembab, agar air yang berkelebihan masih merekat dibidang permukaan benda uji terserap oleh kain lembab itu. Benda uji kemudian di timbang (A). Dapat dilihat pada **Gambar 4.15**



Gambar 4.15 Pengelabpan Permukaan Batako

iv. Pengeringan benda uji dalam dapur perngeringan pada suhu 105 ± 5 ℃.

v. Penimbangan batako yang telah kering (B).

vi. Perhitungan penyerapan air dengan Persamaan 3.2

d. Pengujian Redaman Panas

Pengujian ini di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi UII. Sampel pengujian ini berukuran 40 cm x 22 cm x 12 cm. uji konduktivitas panas dilakukan dengan menggunakan alat thermometer. Setiap variasi sekam padi terdapat 2 sampel pengujian Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian konduktivitas panas menggunakan alat thermometer adalah sebagai berikut:

I. Pembuatan rangka batako untuk menutupi sisi-sisi batako dari pancaran matahari dan melubangi bagian batako untuk mencari suhu yang mengalir

II. Batako di jemur terlebih dahulu, jangka waktu penjemuran dari jam 07:00 – 12 : 00, seperti di sajikan pada **Gambar 4.16** sebagai berikut ini



Gmabar 4.16 Penjemuran Batako

III. Setelah dilakukannya penjemuran, maka batako di cek suhu dari titik atas(T1) dan titik bawah batako (T2) secara per 5 menit selam 4 kali pengukuran untuk satu batako. Bisa dilihat pada **Gambar 4.17** sebagai berikut ini pada halaman berikutnya.



Gambar 4.17 Pengecekkan suhu menggunakan alat Thermometer

4.3.3 Pengumpulan Data melalui Analisis Harga Pokok Produksi

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

1. Objek Penelitian

   Objek penelitian ini adalah harga pokok produksi batako dan harga jual batako dengan sekam padi.

2. Data yang diperlukan

   Data yang diperlukan untuk menghitung harga pokok produksi ialah :

   a. Biaya alat
   b. Biaya bangunan
   c. Biaya operasional
   d. Biaya papan dasar
   e. Biaya upah kerja
   f. Biaya material batako
   g. Biaya makan
   h. Biaya tunjangan hari raya

3. Metode Pengumpulan Data

   a. Wawancara
   b. Dokumentasi
   c. Studi Pustaka

4.3.4 Tahap Analisis Data dan Pembahasan

Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan varian batako sekam padi mana yang paling baik. Kriteria baik dari sisi mutu adalah tipe-tipe batako yang memenuhi standar SNI. Semakin bermutu baik, pada umumnya harga pokok produksinya juga semakin mahal. Dalam penelitian ini akan

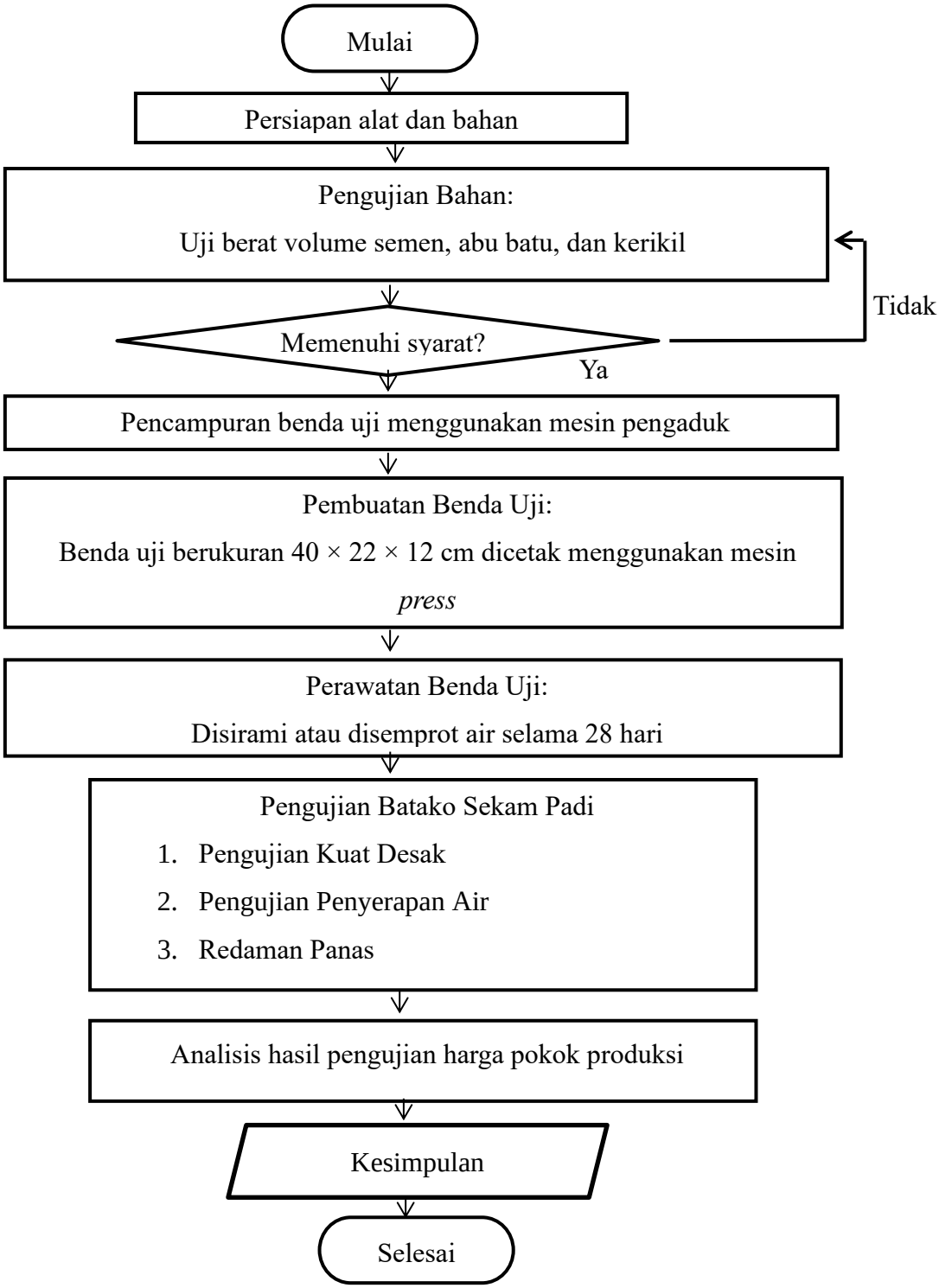
dilakukan optimasi sedemikian rupa sehingga diperoleh batako yang memenuhi standar SNI dan memiliki harga yang paling murah.

4.3.5 Tahap Kesimpulan

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

4.3.6 Bagan Alir Penelitian

Uraian-uraian di atas menggambarkan proses penelitian yang akan dilakukan. Adapun secara sederhana, bagan alir penelitian disajikan dalam **Gambar 4.18** di halaman berikutnya.



Gambar 4.18 Bagan Alir Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen penelitian batako sekam padi yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia dan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi (PIMVM) Universitas Islam Indonesia. Hasil pengujian pada batako sekam padi tersebut dianalisis mengenai besarnya kuat desak, penyerapan air, konduktivitas panas, dan harga pokok produksi. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan kemudian dibandingkan dengan batako ringan atau disebut hebel yang bermerek Citicon. Berikut hasil penelitian ini di lampirkan dalam bentuk tabel dan grafik.

5.2 Hasil Penelitian bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Inovasi Material Vulkanis UII pada benda uji semen, sekam padi, dan abu batu. Pada benda uji tersebut mendapatkan hasil berat volume, tiap jenis bahan dalam kondisi SSD berikut hasil berat volume setiap jenis bahan yang diuji dalam keadaan SSD yang dapat dilihat pada **Tabel 5.1** sebagai berikut.

Tabel 5.1 Berat Volume Bahan Batako Sekam Padi

No.	BV Semen (gr/cm^3)	BV Abu Batu (gr/cm^3)	BV Sekam Padi (gr/cm^3)
1	0,810	0,964	0,334
2	0,804	0,958	0,502
3	0,804	0,997	0,669
4	0,810	0,932	0,836
5	0,808	0,963	1,003
Rata-rata	0,807	0,963	0,669

1. Analasis Perhitungan

a. Berat Bahan

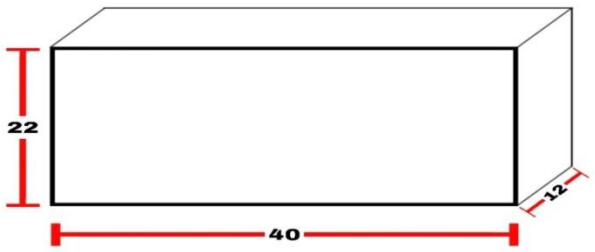
Berat volume diperoleh dari hasil perhitungan berat bahan. Untuk itu dilakukan pengujian berat bahan sebagai berikut, dapat dilihat pada **Tabel 5.2** Berat Bahan.

Tabel 5.2 Berat Bahan Batako Sekam Padi

No.	Berat Semen (gr)	Berat Abu Batu (gr)	Berat Sekam Padi (gr)
1	12600	15000	5200
2	12500	14900	7800
3	12500	15500	10400
4	12600	14500	13000
5	12560	15000	15600
Rata-rata	12552	14980	10400

b. Volume Batako

Berikut adalah perhitungan dimensi dan volume batako sebelum pengujian kuat desak yang dapat dilihat pada **Gambar 5.1** sebagai berikut.



Gambar 5.1 Batako Pejal

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

Volume Batako pejal = P x L x T

= 40 cm x 12cm x 22cm

= 10560 cm^3

c. Volume Ember Ukur

Berikut adalah perhitungan dimensi dan volume ember untuk perbandingan skala ukur setiap bahan pembuatan batako sekam padi, dapat dilihat **Gambar 5.2**.sebagai berikut.



Gambar 5.2 Volume Ember ukur

Volume ember = Px L x T

= 39,5 x 31,5 x 12,5

= 15553,12 cm^3

d. Berat Volume Bahan Batako

1) BV semen $= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Volume cetakan}}$

$= \frac{12600}{15553,12}$

= 0,810 gr/cm^3

2) BV abu batu $= \frac{\text{Berat abu filler}}{\text{Volume cetakan}}$

$= \frac{15000}{15553,12}$

= 0,964 gr/cm^3

3) BV sekam padi $= \frac{\text{Berat sekam padi}}{\text{Volume cetakan}}$

$= \frac{5200}{15553,12}$

= 0,334 gr/cm^3

e. Berat Volume Batako

Berikut ini adalah hasil hitungan mencari berat volume batako sekam padi , dapat di lihat pada **Tabel 5.3** sebagai berikut

Tabel 5.3 Hasil Hitungan Berat Volume Batako

Komposisi Campuran	Berat Beton Kering (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (m^3)	Berat Volume (kg/m^3)	Berat volumeRata-rata (kg/m^3)
Batako sekam padi 1:1:4	11.49	40	22	12	0.0106	1088.07	1085.80
	11.44	40	22	12	0.0106	1083.33	
	10.52	40	22	12	0.0106	996.21	
	12.06	40	22	12	0.0106	1142.05	
	11.82	40	22	12	0.0106	1119.32	
Batako sekam padi 1:1:6	10.21	40	22	12	0.0106	966.86	970.45
	10.17	40	22	12	0.0106	963.07	
	11.06	40	22	12	0.0106	1047.35	
	10.13	40	22	12	0.0106	959.28	
	9.67	40	22	12	0.0106	915.72	
Batako sekam padi 1:1:8	9.29	40	22	12	0.0106	879.73	866.67
	9.36	40	22	12	0.0106	886.36	
	9.30	40	22	12	0.0106	880.68	
	8.75	40	22	12	0.0106	828.60	
	9.06	40	22	12	0.0106	857.95	
Batako sekam padi 1:1:10	8.44	40	22	12	0.0106	799.24	759.28
	8.11	40	22	12	0.0106	767.99	
	7.95	40	22	12	0.0106	752.84	
	8.15	40	22	12	0.0106	771.78	
	7.44	40	22	12	0.0106	704.55	
Batako sekam padi 1:1;12	6.96	40	22	12	0.0106	659.09	692.42
	7.66	40	22	12	0.0106	725.38	
	7.76	40	22	12	0.0106	734.85	
	7.22	40	22	12	0.0106	683.71	
	6.96	40	22	12	0.0106	659.09	
bata ringan merk Citicon	9.80	60	20	10	0.0120	816.67	801.67
	9.50	60	20	10	0.0120	791.67	
	9.50	60	20	10	0.0120	791.67	
	9.60	60	20	10	0.0120	800.00	
	9.70	60	20	10	0.0120	808.33	

Berikut perhitungan cara mencari berat volume batako sekam padi, sebagai berikut.

Berat kering batako sekam padi (W) = 11.49 kg
Volume batako sekam padi (v) = 0.01056 m3
Berat volume beton (d) =1088.068 kg/m3

Dari hasil yang di Tabel 5.4 dapat dibandingkan bahwa batako sekam padi yang memiliki berat volume rata-rata tertinggi adalah batako sekam padi variasi 1:1:4 sebesar 1085.795 kg/cm dan hebel sebesar 759.280 kg/m3. Semakin bertambah komposisi sekam padi pada batako, maka semakin rendah berat volume batako tersebut. Dengan demikian dapat di terik kesimpulan Batako sekam padi keseluruhan variasi masuk dalam batako ringan (<1400 kg/m^3).

5.3 Perhitungan Kebutuhan Campuran

Dalam perhitungan kebutuhan campuran, diperlukan perbandingan campuran. Perbandingan campuran dapat dilihat pada **Tabel 5.4** sebagai berikut.

Tabel 5.4 Perbandingan Campuran pada Batako Sekam Padi

No.	Semen	Abu Batu	Sekam Padi	Jumlah Perbandingan	Jumlah Sampel
1	1	1	4	6	11
2	1	1	6	8	11
3	1	1	8	10	11
4	1	1	10	12	11
5	1	1	12	14	11

Air yang dibutuhkan dalam campuran ini bervariasi, karena disesuaikan dengan tingkat kelecakan dan kemudahan pencampuran dan pemadatannya. Secara umum, kelecakan adukan batako sekam padi yang baik pada campuran ini berkisar 0,7-0,8. Berikut perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap benda uji batako sekam padi.

Volume 1 benda uji = 40 x 22 x 12 = 10560 cm^3

1. Analisis Pehitungan

a. Kebutuhan semen untuk 1 batako $= \frac{1}{6}$ x V batako x BV semen

$= \frac{1}{6}$ x 10560 x 0,810

= 1420,391 gram.

b. Kebutuhan semen untuk 11 batako = 11 x 1420,391 gram

= 15624,302 gram

c. Kebutuhan abu batu untuk 1 batako $= \frac{1}{6}$ x V batako x Bv abu batu

$= \frac{1}{6}$ x 10560 x 0,964

= 1695,145 gram

d. Kebutuhan abu batu untuk 11 batako = 11 x 1695,145 gram

= 1846,594 gram

e. Kebutuhan sekam padi 1 batako $= \frac{4}{6}$ x V batako x BV batako

$= \frac{4}{6}$ x 10560 x 0.034

= 4707,478 gram

f. Kebutuhan sekam padi 11 batako = 11 x 4707,478 gram

=51782,262 gram

Berdasarkan analisis perhitungan di atas, maka kebutuhan bahan batako sekam padi setiap variasinya dengan jumlah sampel 11 dapat dilihat pada **Tabel 5.5** sebagai berikut.

Tabel 5.5 Komposisi Campuran Batako Sekam Padi

No.	Variasi Campuran	Semen (kg)	Abu Batu (kg)	Sekam Padi (kg)	Jumlah sampel
1	1 : 1 : 4	15,624	18,647	51,782	11
2	1 : 1 : 6	11,718	13,985	58,255	11
3	1 : 1 : 8	9,375	11,188	62,139	11
4	1 : 1 :10	7,812	9,323	64,728	11
5	1 : 1 :12	6,696	7,991	66,577	11
Total Benda Uji					55

Dari 11 benda uji batako, 5 diantaranya digunakan untuk uji kuat desak, 1 untuk pengujian penyerapan air, 2 untuk pengujian insulasi panas.

5.4 Pengujian Kuat Desak Batako Sekam Padi

Pada pengujian kuat desak digunakan 5 sampel untuk setiap variasi campuran batako sekam padi. Terdapat 5 variasi campuruan yang akan dilakukan uji kuat desak, sehingga yang di uji sebanyak 25 buah dan 5 buah hebel untuk pembanding. Pengujian kuat desak di lakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII.

Pengujian kuat tekan batako dilaksanakan setelah uji berumur 28 hari yang bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan batako dari pemberian beban oleh alat tekan. Beban harus diterapkan secara bertahap dengan laju 250 kg/menit hingga mencapai kekuatan maksimum. Kekuatan yang dicapai tergangtung pada banyaknya faktor seperti faktor air semen, kualitas, metode produksi dan proporsi campuran bahan benda uji. Menurut SNI 03 – 0349 – 1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding, kuat tekan minimum untuk bata beton pejal yaitu 25 kg/cm^2 dan rata-rata bata beton pejal 21 kg/cm^2. Berikut adalah hasil pengujian dari kuat desak batako sekam padi dan hebel dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Hasil Kuat Desak dan Berat Volume

Jenis Batako	No. Sampel	Berat Batako (kg)	Beban Maks (kg)	A (cm^2)	σ (kg/cm^2)	σ Rata-rata	Berat Volume rata-rata (kg/cm^3)
Batako Sekam Padi 1 ; 1 ; 4	1	11.49	6300	480	13.13	13.77	1104.48
	2	11.44	6200	480	12.92		
	3	12.06	7325	480	15.26		
Batako Sekam Padi 1 ; 1 ; 6	1	10.21	3800	480	7.92	8.75	976.64
	2	9.67	4300	480	8.96		
	3	11.06	4500	480	9.38		
Batako Sekam Padi 1 ; 1 ; 8	1	9.06	2825	480	5.89	6.63	875.00
	2	9.36	3550	480	7.40		
	3	9.3	3175	480	6.61		
Batako Sekam Padi 1 ; 1 ; 10	1	8.44	2050	480	4.27	3.92	779.67
	2	8.11	2125	480	4.43		
	3	8.15	1475	480	3.07		
Batako Sekam Padi 1 ; 1 ; 12	1	6.96	1050	480	2.19	2.47	706.44
	2	7.66	1150	480	2.40		
	3	7.76	1350	480	2.81		
Bata Ringan Citicon	1	9.8	7200	600	12.00	12.64	800.00
	2	9.5	7925	600	13.21		
	3	9.5	7625	600	12.71		

Sebagai contoh perhitungan kuat desak, diambil hasil pengujian kuat desak batako sekam padi sampel 1 dengan komposisi 1 : 1: 4 .

Panjang = 40 cm

Lebar = 22 cm

Tinggi = 12 cm

Beban Maks = 7325 kg/cm^2

$$\sigma = \frac{Beban\ maks}{Luas}$$

$$= \frac{7325}{480}$$

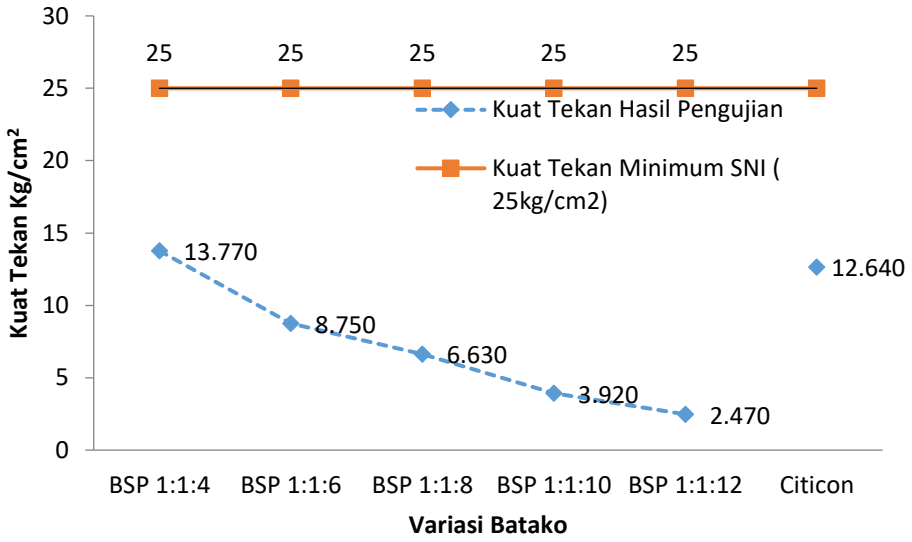
=15,26 kg/cm^2.

Perhitungan kuat desak pada sampel 2,3,4 dan 5 sama seperti perhitungan pada sampel 1. Berikut adalah perhitungan kuat desak rata-rata batako sekam padi pada komposisi campuran 1 : 1 : 4 berikut ini.

$$\Sigma\text{rata-rata} = \frac{13{,}12+12{,}91+15{,}26}{3}$$

= 13,77 kg/cm^2.

Hasil pengujian kuat desak dapat dibuat grafik berdasarkan hasil kuat desak rata-rata setiap variasi campuran seperti pada **Gambar 5.3** berikut.



Gambar 5.3 Kurva Kuat Tekan Bruto Batako dan Citicon

Berdasarkan Gambar 5.3 di atas, Nilai kuat desak standar batako adalah 25 kg/cm^2. Batako sekam padi maksimum adalah 13,77 kg/cm2 sedangkan Citicon adalah 12,64 kg/cm^2. Artinya batako sekam padi lebih baik kuat desaknya sebesar 8.93 % dari pada Citicon, meskipun tidak memenuhi Standar SNI. Fakta tersebut membuktikan bahwa penurunan nilai kuat desak diikuti dengan variasi penambahan jumlah sekam padi yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh komposisi sekam padi yang semakin bertambah banyak, namun komposisi semen dan abu batu tetap atau tidak bertambah, sehingga pasta semen tersebut tidak dapat mengisi rongga-rongga pada batako. Dapat diketahui bahwa nilai uji kuat

desak pada batako sekam padi tidak memenuhi syarata kuat desak rata-rata standar SNI yaitu sebesar 25 kg/cm2.

5.6 Pengujian Penyerapan Air Batako Sekam Padi

Daya serap air adalah presentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregrat jika direndam air. Dalam penelitian ini, benda uji direndam pada air dalam kurun waktu 24 jam. Perendaman dilakukan untuk mendapatkan hasil penyerapan air maksimal berdasarkan SNI 03-0349-1989 yaitu sebesar 25%.

Pada pengujian penyerapan air digunakan setiap variasi batako sekam padi 1 sampel di potong 4 bagian dan hebel 1 sampel di potong 4 bagian sama rata. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII. Hasil pengujian penyerapan air batako sekam padi dan hebel dapat dilihat Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil Uji Penyerapan Air Batako Sekam Padi

Jenis Batako	kode sampel	berat basah (gr)	berat kering (gr)	penyerapan air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
Batako Sekam Padi 1;1;4	1	3230	2570	25.681	23.993
	2	3330	2710	22.878	
	3	3340	2650	26.038	
	4	3180	2620	21.374	
Batako Sekam Padi 1;1;6	1	3000	2260	32.743	26.068
	2	3120	2530	23.320	
	3	3090	2470	25.101	
	4	2930	2380	23.109	
Batako Sekam Padi 1;1;8	1	2720	2090	30.144	32.648
	2	2660	2020	31.683	
	3	2590	1910	35.602	
	4	2610	1960	33.163	
Batako Sekam Padi 1;1;10	1	2390	1820	31.319	34.669
	2	2240	1610	39.130	
	3	2220	1670	32.934	
	4	2070	1530	35.294	
Batako Sekam	1	2110	1400	50.714	
	2	2180	1430	52.448	

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Uji Penyerapan Air Batako Sekam Padi

Jenis Batako	kode sampel	berat basah (gr)	berat kering (gr)	penyerapan air (%)	Persentase Penyerapan Air Rata-rata (%)
Batako Sekam Padi1;1;12	3	2170	1440	50.694	51.23
	4	2160	1430	51.049	
Bata Ringan Citicon	1	2650	2050	29.268	38.908
	2	2520	1550	62.581	
	3	2570	2080	23.558	
	4	2510	1790	40.223	

Sebagai contoh perhitungan penyerapan air, diambil hasil pengujian penyerapan air batako sekam padi sampel 1 dengan komposisi 1 : 1 : 4 sebagai berikut.

Berat basah [A] = 3230 gram

Berat kering [B] = 2570 gram

Penyerapan air (%) $= \frac{A-B}{B}$ x 100%

$= \frac{3230-2570}{2570}$ x 100%

= 25.681 %

Perhitungan penyerapan air pada sampel 2,3 dan seterusnya seperti perhitungan pada sampel 1. Nilai penyerapan air rata-rata diperoleh dari penjumlahan nilai penyerapan air pada sampel 1, sampel 2, dan seterusnya di bagi dengan banyak sampel. Berikut adalah perhitungan penyerapan air rata-rata batako sekam padi pada komposisi campuran 1 : 1 : 4.

Penyerapan air rata-rata $= \frac{25.681+22.878+26.038+21.374}{4}$

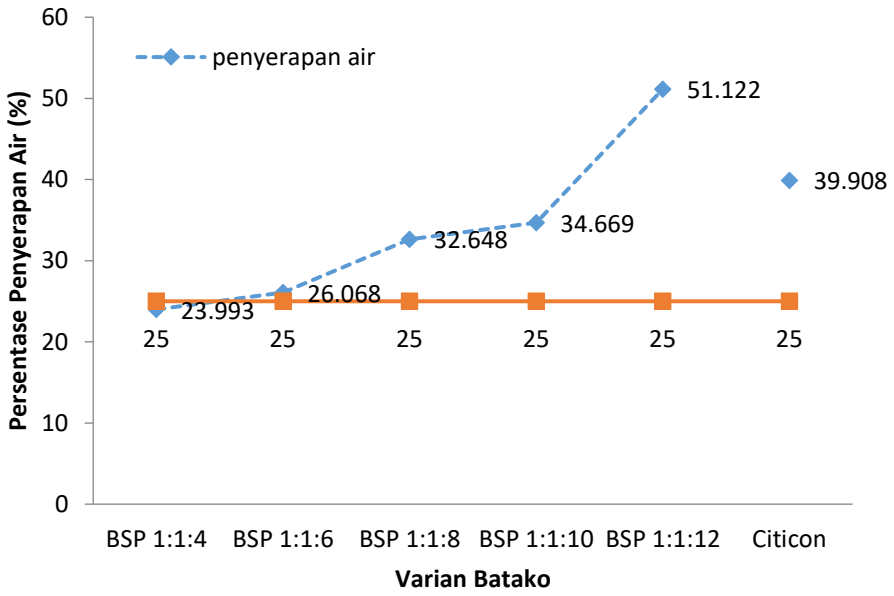
= 23.993 %

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata penyerapan air pada seluruh variasi, maka setiap variasi campuran tersebut dapat dilakukan penggolongan mutu batako sekam padi berdasarkan SNI – 03 – 0343 0 1998 sesuai dengan **Tabel 5.8** berikut.

Tabel 5.8 Penggolongan Mutu Batako Sekam Padi Berdasarkan Nilai Penyerapan Air

No.	Jenis Batako	Persentase Penyerapan Air (%)	Mutu Batako	Fungsi Batako
1	Batako Sekam Padi 1 : 1 : 4	23,99	I	Diluar atap
2	Batako Sekam Padi 1 : 1 : 6	26,06	II	Dibawah atap
3	Batako Sekam Padi 1 : 1 : 8	32,64	II	Dibawah atap
4	Batako Sekam Padi 1 : 1 : 10	34,66	II	Dibawah atap
5	Batako Sekam Padi 1 : 1 : 12	51,23	-	-
6	Bata Ringan Citicon	39,90	-	-

Hasil pengujian penyerapan air pada **Tabel 5.8** diatas kemudian disajikan dalam bentuk kurva pada **Gambar 5.4** sebagai berikut.



Gambar 5.4 Kurva Penyerapan Air Batako

Pada Gamber 5.4 dapat diketehui bahwa nilai penyerapan air yang paling baik nilai rerata penyerapan air terdapat pada BSP 1:1:4 yaitu sebesar 23.99%, sedangkan nilai penyerapan air citicon sebesar 39.908%. Batako sekam padi memiliki penyerapan air yang lebih baik sebesar 39.87%, nilai penyerapan air batako sekam padi cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi campuran sekam padi, semakin tinggi nilai penyerapan air, maka semakin rendah mutu batako sekam padi. Penambahan komposisi campuran sekam padi menyebabkan rongga-rongga pada batako bertambah banyak. Semakin besar dan banyaknya rongga, maka akan semakin besar pula penyerapan air pada batako tersebut. Hal tersebut diakibatkan karena sifat sekam padi yang menyerap air, sehingga semakin banyak kandungan sekam padi dalam campuran mengakibatkan nilai daya serap air batako semakin besar.

Menurut SNI 03 – 0343 – 1998, pada variasi campuran 1 : 1 : 4 tergolong ke dalam bata beton mutu I yang artinya bisa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi (diluar atap), sedangkan variasi campuran 1 : 1 : 6, variasi 1 : 1 : 8, variasi 1 : 1 : 10 tergolong ke dalam mutu bata beton II yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban (untuk konstruksi di bawah atap), dan untuk

batako sekam padi campuran variasi 1 : 1 : 12 dengan citicon tidak masuk dalam kriteria SNI 03 – 0343 -1998

5.6 Pengujian Redaman Panas Batako Sekam Padi

Pada pengujian redaman panas ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai rambatan panas yang dihasilkan pada batako sekam padi, selain itu pengujian ini dilakukan pada bata ringan merk cition juga. Untuk mencari besarnya nilai rambatan panas digunakan 2 sampel setiap variasi batako sekam padi berumur lebih dari 28 hari dan 2 sampel Citicon. Pengujian ini dilakukan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Universitas Islam Indonesia. Pada uji redaman panas menggunakan alat thermometer.

Parameter dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu parameter terukur, parameter kontrol dan parameter terhitung. Parameter terukur yaitu suhu T_2 sebagai suhu yang diterima oleh batako (suhu dari sumber), T_1 sebagai suhu yang diserap oleh batako, waktu t selama pengukuran selama 5 jam dijemur di bawah sinar matahari.

5.6.1 Redaman Panas Batako Sekam Padi dan Citicon Menggunakan Alat Thermometer

Berikut hasil pembacaan suhu menggunakan alat thermometer dengan benda uji batako sekam padi dan Citicon, dipaparkan dalam Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Pembacaan Suhu Batako Sekam Padi

Waktu	Batako 1:1:4 Sampel A		Batako 1:1:4 Sampel B	
	T1 (°C)	T2 (°C)	T1 (°C)	T2 (°C)
5 menit	40	31	40	31
10 menit	37	30	42	30
15 menit	42	33	46	32
20 menit	43	34	46	33
Rata-rata	40.5	32	42.75	31.5

Tabel 5.10 Pembacaan Suhu Citicon

Waktu	Citicon Sampel A		Citicon Sampel B	
	T1 (°C)	T2 (°C)	T1 (°C)	T2 (°C)
5 menit	38	31	36	31
10 menit	40	32	41	32
15 menit	40	32	39	32
20 menit	41	33	39	33
Rata-rata	39,75	31,25	38,75	32

Sebagai contoh perhitungan redaman panas, diambil hasil pengujian redaman panas Citicon sampel 1 dengan komposisi 1:1:4 sebagai berikut.

T1 (suhu yang di permukaan atas) =40,5 °C

T2 (suhu yang di permukaan bawah) =32 °C

Redaman panas = T1-T2

= 40,5 °C-32 °C

= 8,5 °C

Perhitungan redaman panas pada sampel batako selanjutnya sama seperti perhitungan pada sampel batako 1:1:4 sampel 1 di atas. Nilai redaman panas rata-rata diperoleh dari penjumahan nilai redaman panas pada sampel 1 dan sampel 2 di bagi dengan batako sampel. Berikut ini adalah perhitungan redaman panas rata-rata batako sekam padi pada komposisi campuran 1:1:4.

Redaman panas sampel 1 $=\frac{8.5+11.25}{2}$

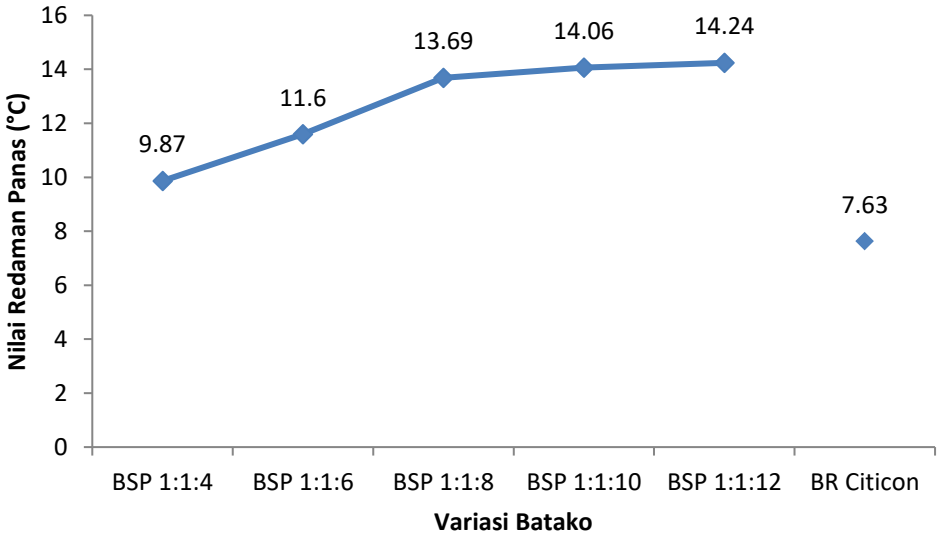
=9.87 °C

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata redaman panas pada batako sekam padi komposisi 1:1:4 sampel 1, maka selanjutnya menghitung semua variasi batako. Berikut tabel 5.11 Hasil Uji Redaman Panas Batako

Tabel 5.11 Hasil Uji Redaman Panas Batako

Jenis Batako	Kode Sampel	T1	T2	Δ T	Δ T Rata-rata
Batako sekam padi 1:1:4	1	40.5	32	8.50	9.88
	2	42.75	31.5	11.25	
Batako sekam padi 1:1:6	1	44.5	31.75	12.75	11.60
	2	42.2	31.75	10.45	
Batako sekam padi 1:1:8	1	45.25	31.75	13.50	13.69
	2	45.625	31.75	13.88	
Batako sekam padi 1:1:10	1	46	31.75	14.25	14.06
	2	45.625	31.75	13.88	
Batako sekam padi 1:1:12	1	46.25	32	14.25	14.24
	2	47.25	33.0125	14.24	
Batako Ringan Citicon	1	39.75	31.25	8.50	7.63
	2	38.75	32	6.75	

Hasil pengujian redaman panas pada **Tabel 5.11** di atas kemudian disajikan dalam bentuk kurva pada **Gambar 5.5** sebagai berikut ini.



Gambar 5.5 Kurva Redaman Panas Batako

Pada Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa nilai penyerapan panas batako sekam padi yang paling baik pada tipe BSP 1:1:12 dengan nilai rerata peredaman panas yaitu 14,24 ℃ dan yang paling rendah ialah pada komposisi BSP 1:1:4 dengan nilai sebesar 9.87 ℃. Disini kita liat semakin bertambahnya komposisi sekam padi pada batako nilai penyerapan panas di batako semakin baik, ini disebabkan oleh bahan sekam padi di dalam batako yang meredam panas dengan baik. Sedangkan dibandingkan dengan nilai peredaman panas citicon sebesar 7,63 ℃, Maka dapat disimpulkan batako sekam padi komposisi 1:1:4 lebih baik sebesar 29.3% dari pada Citicon.

5.7 Perhitungan Harga Pokok Produksi

Perhitungan harga pokok produksi ini dilakukan dengan cara menganalisis perhitungan kelayakan ekonomi. Berikut ini adalah cara untuk menghitung biaya untuk harga pokok produksi batako sekam padi.

1. Menghitung biaya alat

a. Alat Utama

1) Harga alat *press* dan *mixxer* = Rp.25.000.000,-

2) Umur alat = 5 tahun

3) Nilai sisa alat = Rp 5.000.000,-

4) Jumlah hari kerja = 300 hari/tahun

5) Penyusutan $= \frac{Harga\ cetakan - Nilai\ sisa\ alat}{Umur\ alat - jml\ hari\ kerja\ /th}$

$= \frac{25.000,000}{5x300}$

= Rp. 13.333,- /hari

b. Alat bantu

1) Cangkul@1 = Rp. 40.000,-

2) Cetok@1 = Rp. 15.000,-

3) Ember@3 = Rp. 24.000,-

4) sekop@2 = Rp. 40.000,-

6) Harga total alat bantu = Rp. 119.000,-

7) Umur alat = 3 tahun

8) Nilai sisa alat = Rp. 0,-

9) Jumlah hari kerja = 300 hari

10) Penyusutan $= \frac{119.000}{3\ x\ 300}$

= Rp. 132.22,-/hari

c. Papan alas

1) Total pengerasan batako = 1 hari

2) Kebutuhan batako/hari = 200 batako sekam padi

3) Kebutuhan papan = 100 papan

4) Harga satuan papan = Rp. 10.000

5) Harga total papan = Rp. 1.000.000,-

6) Umur papan = 300 hari

7) Nilai sisa = Rp. 0,-

9) Penyusutan papan per hari $= \frac{1.000.000}{300}$

= Rp 3.333 ,-/hari

2. Menghitung biaya material

a. Membersihkan alat = Rp 0,-

3. Menghitung biaya material

Berat masing-masing material untuk menghasilkan 1 buah batako sekam padi pada variasi 1 : 1 : 4 adalah sebagai berikut.

Semen = 1,420 kg

Abu batu = 1,695 kg

Sekam padi = 4,707 kg

Total berat = 7,823 kg

Kebutuhan material 1 batako sekam padi variasi 1 : 1 : 4

1 Pc : 1 AB : 4 Sekam padi = 7,823 kg

Kebutuhan material 1 batako = 0,008 m^3

Kebutuhan material 200 batako = 1.6 m^3

a. Kebutuhan semen (PC) per hari

Kebutuhan semen (pc) 1 batako = 200 batako x 1,420 kg

= 284 kg

Harga semen per zak = 284 : 40 sak

= 7 sak (dibulatkan)

Biaya semen per hari = 7 sak x Rp 45.000

= Rp 320.000,-/hari (dibulatkan)

b. Kebutuhan abu batu per hari

Kebutuhan abu batu 1 batako = 0,002 m^3

Harga abu batu /m^3 = Rp. 125.000,-

Kebutuhan abu batu per hari = $\frac{0.002}{0.008}$ m^3 x 1.564 m^3

= 0,338 m^3,-

Biaya abu batu per hari = V abu batu per hari x harga abu batu/m^3

= 0,338 m3 x Rp 125.000,-

= Rp 42.265,-/hari

c. Kebutuhan sekam padi per hari

Kebutuhan sekam padi 1 batako = 0,005 m^3

Harga sekam padi m3 = Rp 10.000,-

Kebutuhan sekam padi per hari = $\frac{0.005}{0.008}$ m^3 x 1.564 m^3

= 0,941 m^3,-

Biaya sekam padi per hari = 0,941 x Rp. 10.000

= Rp. 9.415 ,-/hari

d. Total biaya material = Rp 371,268,-/hari

4. Menghitung biaya bangunan

a. Harga beli bangunan = Rp 10.000.000,-

b. Umur bangunan = 5 tahun

c. Nilai sisa bangunan = -

d. Jumlah hari kerja = 300

e. Penyusutan $=\frac{10.000.000}{5\ x\ 300}$

= Rp 6.667,- /hari

5. Menghitung biaya upah tenaga kerja

a. Jumlah pekerja = 2 pekerja

b. Upah pekerja = Rp 85.000,-

c. Total upah pekerja = 2 x Rp 85.000

= Rp 170.000,-

6. Menghitung biaya konsumsi

a. Uang makan = Rp 25.000,-

b. Total uang makan = Rp 50.000,-

7. Menghitung biaya operasional

a. Listrik dan air perbulan = Rp 200.000,-

b. Listrik dan air perhari = Rp. 8.000,-

8. Biaya Konsumsi

a. Uang makan per hari = Rp. 20.000,-

b. Total uang makan @2 orang = Rp. 40.000,-

9.Menghitung biaya THR

a. Jumlah pegawai = 2 orang

b. THR per pegawai = Rp 250.000,-

c. Total THR = Rp 500.000,-

d. Jumlah kerja per tahun = 300 hari

e. Tabungan THR = Rp 1.667,-

10. Rekapituasi pengeluaran per hari

a. Biaya alat utama = Rp 13.000,-/hari

b. Biaya alat bantu = Rp 132,-/hari
c. Biaya papan = Rp 3,333,-/hari
d. Biaya material = Rp 372.000,-/hari
e. Biaya bangunan = Rp 6.667,-/hari
f. Biaya upah tenaga kerja = Rp 270.000,-/hari
g. Biaya konsumsi = Rp 40.000,-/hari
h. Biaya operasional = Rp 10.000,-/hari
i. Biaya tunjangan hari raya = Rp 1.667,-/hari
j. Total pengeluaran per hari = Rp 716.500,-/hari (dibulatkan)

11. Menghitung harga pokok produksi lapangan

Produksi batako diasumsikan 200/hari dan habis terjual 200 batako/hari

a. Produksi batako per hari = 200 batako/hari
b. Total biaya pengeluaran = Rp 716.500,-

HPP lapangan $= \frac{Rp\ 716.500}{200}$

= Rp 3.582,- (dibulatkan)

PPN 10% = Rp. 358,-
Harga dasar batako = Rp. 3.940 ,-/buah (dibulatkan)
Margin perusahaan 20% = Rp. 788 ,-
Harga jual batako = Rp. 4.728,-/buah
= Rp. 5.500,-/buah

13. Menghitung penghasilan produksi per hari

a. Produksi batako sekam padi per hari = 200 batako/hari
b. Harga jual batako sekam padi = Rp 5.500,-/buah
c. Total pemasukan perhari = 200 x Rp 5.500,-
= Rp 1.100.000,-/hari

14. Menghitung keuntungan per batako sekam padi

a. Persentase keuntungan per buah $= \frac{Rp.5.500 - Rp.4.728}{Rp.4.728}$ x 100 %
= 16 %

b. Keuntungan per buah = Harga jual batako – Harga pokok
=Rp. 5.500 – Rp. 4.728
= Rp. 772,-/buah

c. Keuntungan per hari = Total pemasukan – (harga dasar x 200)
= Rp 1.100.000 – (4.728 x 200,-)
= Rp 154.400,-/hari

d. Keuntungan per bulan
Jumlah hari kerja = 25 hari x perhari
Keuntungan per bulan = 25 x Rp 154.400,-/hari
= Rp 3.860.000,-/bulan

e. Keuntungan per tahun
Jumlah hari kerja = 300 hari x perhari
Keuntungan per tahun = 300 x Rp 154.400,-
= Rp 46.320.000,-/tahun

15. Menghitung Break Event Point (BEP)

a. Modal Awal

- Harga alat *press* batako dan *mixxer* = Rp 25.000.000,-
- Cangkul @1 = Rp 40.000,-
- Cetok @1 = Rp 15.000,-
- Ember @3 = Rp 24.000,-
- Sekop @2 = Rp 40.000,-
- Harga Bangunan 20 m x 10 m = Rp 10.000.000,-
- Kebutuhan papan @100 buah = Rp 1.000.000,-
- Jumlah keseluruhan awal modal = Rp 36.119.000,-

b. BEP $= \frac{Modal\ awal}{Harga\ jual - Harga\ dasar}$

$= \frac{Rp\ 36.119.000}{Rp\ 5.500 - Rp\ 4.728}$

BEP per buah jika diasumsikan laku di jual = 468011 buah,-

BEP per hari $= \frac{468011\ buah}{100\ buah/hari}$

= 468 Hari

BEP per bulan $= \frac{468\ hari}{25}$

= 18,7 Bulan

BEP per tahun $= \frac{18,7}{12}$

= 1,6 Tahun

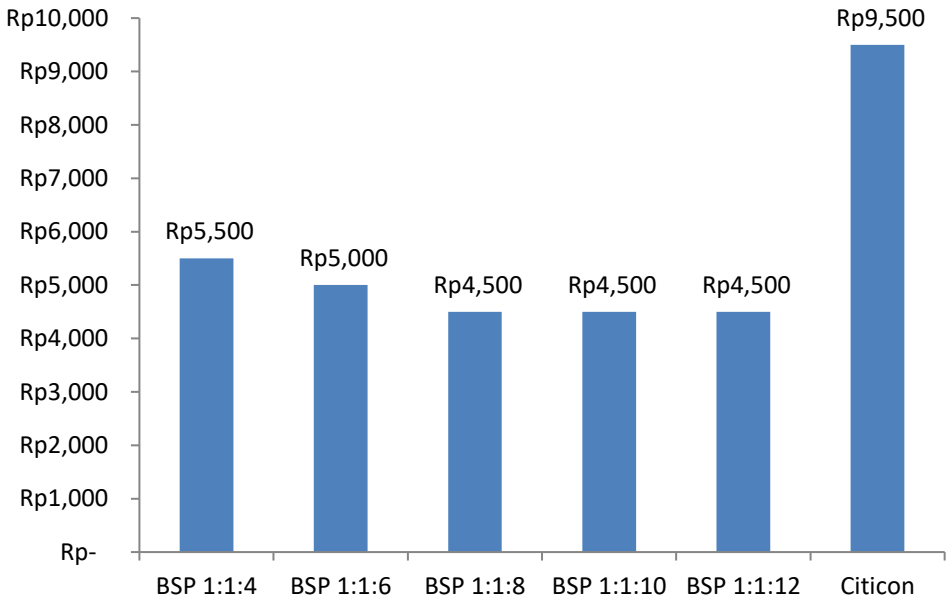
Bila harga produksi batako sekam padi membutuhkan biaya pengeluaran sebesar Rp 715.000,- dengan produksi batako per hari adalah 200 batako maka harga pokok produksi lapangan adalah sebesar Rp 4.7000,- per batako sedangan harga jual per batako sebesar Rp 5.500,- maka menghasilkan keuntungan sebesar Rp 776,- per batako, sedangkan keuntungan bersih per tahun sebesar Rp. 46.320.000,-/tahun. Dari hasil perhitungan BEP, dengan masa investasi 5 tahun maka analisis investasi BEP dinyatakan LAYAK.

Perhitungan di atas merupakan contoh perhitungan harga pokok produksi dari batako sekam padi pada komposisi campuran 1 : 1 : 4. Perhitungan harga pokok produksi pada komposisi campuran lainnya sama dengan perhitungan di atas. Perbedaannya hanya pada harga material.

Berikut adalah detail harga dasar batako produksi batako sekam padi.

1. Komposisi 1 : 1 : 4 = Rp. 5.500,-/buah
2. Komposisi 1 : 1 : 6 = Rp 5.000 ,-/buah
3. Komposisi 1 : 1 : 8 = Rp 4.500 , /buah
4. Komposisi 1 : 1 : 10 = Rp 4.500 ,-/buah
5. Komposisi 1 : 1 :12 = Rp 4.500 ,-/buah

Berikut Grafik detail harga dasar batako produksi sekam padi. Dapat dilihat pada Gambar 5.6 sebagai berikut.



Berdasarkan harga pokok yang didapatkan, maka dapa diketahui bahwa semakin rendah harga pokok produksi, batako yang dihasilkan akan semakin *porous*, kuat desak yang dihasilkan semakin menurun, serta penyerapan air semakin tinggi. Harga pokok produksi yang paling optimal yaitu harga pokok produksi batako sekam padi dengan komposisi 1 : 1 : 4 sebesar Rp 4.700,- per buah dan dijual Rp 5.500,- per buah dengan ukuran 12 cm x 22 cm x 40 cm, atau Rp 46.310.000,- per tahun.

5.8 Hubungan Biaya, Mutu, dan Waktu

Tujuan utama dari usaha Batako sekam padi adalah untuk menghasilkan keuntungan yang sebesar-besarnya dengan sumber daya manusia, material, peralatan dan modal atau biaya yang terbatas. Produksi batako sekam padi per hari dalam jumlah banyak akan menghasilkan keuntungan yang besar.

Setelah dilakukan analisis dari aspek teknis, maka hasilnya semua batako sekam padi dan bata ringan citicon tidak lolos menurut syarat Standar SNI yang di mana kuat desak rata-rata batako sekam padi pada komposisi 1 : 1 : 4 di dapatkan sebesar 13,77 kg/cm^2 dengan berat volume 1104,48 kg/m^3 dan kuat desak rata-rata bata ringan Citicon sebesar 12,64 kg/cm^2 dengan berat volume 800 kg/m^3, sedangkan syarat Standar SNI kuat desak rata-rata sebesar 25 kg/cm^2. Disini kita

ketahui nilai kuat desak batako sekam padi lebih besar 8,93 % dibandingkan kuat desak rata-rata bata ringan Citicon, dan berat volume batako sekam padi lebih berat 86 % di bandingkan bata ringan Citicon.

Berikut ini tabel 5.12 menyajikan rekapitulasi mutu batako sekam padi dan Citicon

Tabel 5.12 Rekaptulasi Mutu dan Biaya Batako Sekam Padi dan Citicon

Komposisi Campuran	Nilai Kuat Desak (kg/cm2)	Presentase Peyerapan Air (%)	Redaman Panas °c	Volume Rata-rata (kg/m3)	Harga Jual /Batako
Batako Sekam Padi 1 : 1 : 4	13.8	23.993	9.875	1104.48	Rp 5,500.00
Batako Sekam Padi 1 : 1 : 6	8.8	26.068	11.6	976.64	Rp 5,000.00
Batako Sekam Padi 1:1:8	6.6	32.648	13.69	875	Rp 4,500.00
Batako Sekam Padi 1 : 1 : 10	3.9	34.669	14.06	779.67	Rp 4,500.00
Batako Sekam Padi 1 : 1 : 12	2.5	51.122	14.24	706.44	Rp 4,500.00
Bata Ringan Citicon	12.64	39.9	7.63	800	Rp 9,500.00

Dilihat dari aspek ekonomi harga dan teknis kelayakan terbaik batako sekam padi dengan komposisi campuran 1:1:4 dengan nilai kuat desak sebesar 13.8 kg/cm^2 dan berat volume rata-rata sebesar 1104.48 kg/m^3, di sini batako sekam padi sudah bisa dikategorikan sebagai batako ringan (syarat batako ringan <1.400 kg/m^3) dengan harga jual batako di pasaran sebesar Rp.5.500,- per batako dengan keuntungan perbulan yang di dapat sebesar Rp 3.859.000,-/bulan.

Dari uraian di atas, dapat diketahui bahwa semakin rendah harga jual, maka batako sekam padi yang dihasilkan semakin berongga atau porous, sehingga nilai kuat desak rendah dan penyerapan air tinggi.

5.9 Analisis Perbandingan

Untuk membandingkan dengan harga di pasaran, sebuah survey telah dilaksanakan pada 3 toko penjual batako. Batako hasil penelitian ini memiliki ukuran 40 cm x 12 cm x 22 cm dengan nilai kuat desak sebesar 13.77 kg/cm^2 , nilai penyerapan air sebesar 23,99%, nilai redaman panas sebesar 9.87 °C dan harga jualnya sebesar Rp. 5.500,-/buah. Sedangkan bata ringan merk Citicon di toko bangunan Dadi Makmur di kawasan Degolan, Sleman memiliki ukuran 60 cm x 12 cm x 20 cm dengan nilai kuat desak didapatkan sebesar 12.64 kg/cm^2 , nilai penyerapan air sebesar 39.90%, nilai redaman panas sebesar 7.63 °C dan harga jualnya sebesar Rp. 9.500,-/buah. Sementara itu, batako di pasaran memiliki ukuran 38 cm x 9 cm x 17 cm dan harga jual sebesar Rp 3.000,-/buah

Agar harganya dapat dibandingkan antara batako sekam padi dan bata ringan Citicon, harga kedua material ini dihitung per m^3. Batako sekam padi dijual Rp 5.500,- / buah dengan ukuran 12 cm x 22 cm x 40 cm, atau Rp 522.500,- per m^3 (dibulatkan). Bata ringan Citicon dengan ukuran 10 cm x 20 cm x 60 cm = 12000 cm^3, harga per buah adalah Rp 9.500,- atau Rp 788.500,- per m^3 (dibulatkan). Dengan demikian, jika dikonversikan dengan ukuran 12 x 22 x 40 cm^3 = 10560 cm^3 akan di peroleh harga batako bata ringan merk Citicon sebesar = (10560/12000) x Rp 9.500 = Rp 8.360,-/buah. Kemudian volume asli batako sejenis di pasaran adalah 9 x 17 x 38 cm^3 = 5814 cm^3 dengan harga Rp 3.000,-/per buah, sehingga jika dikonversikan dengan ukuran 12 x 22 x 40 cm^3= 10560 cm^3 akan diperoleh harga batako di pasaran sebesar = (10560/5814) x Rp 3.000 = 5.448,-/per buah.

Dengan bata ringan merk Citicon harganya mencapai 6.966,-/buah dan batako sejenis di pasaran untuk saat ini harganya mencapai Rp 5.448,-/buah, sedangkan harga jual batako sekam padi sebesar Rp 5.500,-/buah. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa harga batako sekam padi penelitian ini dengan bata ringan merk Citicon masih lebih murah 21 %, sedangkan batako sekam padi dengan batako sejenis di pasaran hanya memiliki selisih sangat kecil, yaitu 0.9 %. Batako sekam padi memiliki harga yang relatif murah dibandingkan dengan bata ringan karena menggunakan bahan yang murah dan proses produksi

yang sangat sederhana dan menggunakan alat *press* batako yang sederhana, di bandingkan dengan bata ringan menggunakan bahan yang mahal, proses produksi yang sangat modren dan menggunakan alat yang mahal, seperti: mesin pengaduk khusus, alat pencetak, alat pemotong, dan oven. Berikut ini Tabel 5.12 menyajikan perbandingan penelitian batako.

Tabel 5.13 Hasil Perbandingan Penelitian Batako jika di Konversikan

Variasi Batako	Bata ringan merk Citicon	Batako konvensional di pasaran	Batako sekam padi
Metode pencetakan	Menggunakan alat moder, pabrik	Di cetak menggunakan mesin *Press*	Di cetak menggunakan mesin *Press*
Hasil	>1000	300	200
Pekerja	>100	2	2
Harga jual	Rp. 6.996	Rp. 5.448	Rp. 5.500

Dari pengamatan proses produksi batako yang telah dilakukan, bahwa proses produksi batako sekam padi yang dicetak pada posisi tidur menggunakan mesin *press* memiliki kemudahan produksi batako yang baik, presisi, dan tanpa cacat. Akan tetapi pada bata ringan Citicon menggunakan alat moderen yang membuat bata ringan tersebut lebih rapi dan menarik dari tampilan fisiknya, hal tersebut dikarenakan proses produksi batako sekam padi sangat sederhana di bandingkan dengan proses produksi bata ringan yang modren. Penyebab dari mahalnya harga bata ringan di banding batako sekam padi ialah proses pembuatannya yang mahal dan bahan baku yang mahal.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada Bab V dapat disimpulkan menjadi beberapa hal sebagai berikut.

1. Batako sekam padi dengan komposisi perbandingan campuran 1 semen : 1 abu batu : 4 sekam padi, memiliki kuat desak tertinggi, yaitu sebesar 13,8 kg/cm^2 dengan berat volume rata-rata sebesar 1104,48 kg/m^3. Komposisi 1:1:12 memiliki kuat desak terendah, sebesar 2,5 kg/cm^2 dan berat volume rata-rata sebesar 706.44 kg/m^3. Pada komposisi 1:1:4, kuat desak batako sekam padi lebih besar 9,18% dibandingkan bata ringan Citicon. Namun, berat volume batako sekam padi lebih besar 27,57% dari pada bata ringan Citicon. Penyerapan air batako sekam padi sebesar 23,99% yang lebih baik dari pada Citicon sebesar 39,9%.
2. Nilai redaman panas pada batako sekam padi yang optimal di dapatkan pada komposisi 1 : 1 : 4 sebesar 9,87% yang lebih baik dari pada Citicon sebesar 7.63%, atau redaman batako sekam padi lebih baik sebesar 29,3%
3. Harga jual batako sekam padi yang optimal pada komposisi 1 : 1 : 4 adalah Rp. 5.500 ,-per buah (atau Rp 522.500 per m^3), sementara itu harga jual Citicon di pasaran adalah sebesar Rp.9.500-per batako (atau Rp. 788.,500 per m3) yang di jual di Toko Bangunan Dadi Makmur di kawasan Degolan, Sleman, Yogyakarta. Harga batako sekam padi lebih murah 50.90%.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada proses pengadukan campuran harus dilakukan dengan cermat agar adukan menjadi homogen sehingga tercampur dengan baik dan merata.
2. Variasi campuran sekam padi di usahakan lebih sedikit agar menghasilkan nilai kuat desak, penyerapan air, redaman panas yang lebih baik.
3. Pada pengujian redaman panas sebaiknya dilakukan penanaman kabel thermokopel dalam batako sekam padi sehingga diketahui suhu di dalam agregrat.
4. Selain menghitung komposisi material bahan batako penelitian selanjutnya di sarankan juga menghitung analisis sensitivitas untuk mengetahui akibat perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sisterm produk.

DAFTAR PUSTAKA

Amali, M, R., Optimasi Batako Sekam Padi yang Dicetak Secara Manual, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. (2019).

Budirahardjo, S., Kristiawan, A., Wardani, A. Pemanfaatan Sekam Padi Pada Batako. Prosiding SNST ke-5 Tahun 2014 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. (2014)

Chabannes, M., Bénézet, J , C., Clerc, L., *Use of Rice Husk as Natural Aggregate in a Lightweight Insulating Concrete An Innovation Application*, Centre de Recherche C2MA, Ecole Des Mines D'ales, 6 Avenue de Clavieres, 30319 Ales Cedex, Prancis. (2014)

Fadholi, I, M. *Kuat Tekan, Konduktivitas dan Ketahanan Api Batako Papercrete dengan 25% fly ash Menggantikan Berat Semen Sebagai Material Dinding Bangunan.* Tugas Akhir, Dipublikasikan, Jurusan Teksnik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (2009).

Hesti, S, I,. *Inovasi Batako Persegi dengan Sekam Padi dan Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir*. Tugas Akhir, Tidak, Dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. (2014).

Moran, M, J., Howard N. Shapiro. Fundamental of Engineering Thermodynamics. Terjemahan oleh Yulianto Sulistyo Nugroho & Adi Surjosatyo. 2004. Jakarta: Erlangga. (2000).

Subdirektorat Statistik Tanaman Pangan, Luas Panen dan Produksi Beras 2020. Badan Pusat Statistik, Jakarta (2018).

Sumaryanto, D., Satyarno, I., Tjokrodimulyo, K. *Batako Sekam Padi Komposit Mortar Semen*. Forum Teknik Sipil No. XIX/1. januari (2009).

Standar Nasional Indonesia. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding* (SNI 03-0349-1989). Bandung. (1989)

Winarno, S., Pramono, W. A., *Batako Sekam Padi: Sifat Fisik, Kemudahan Produksi, dan Harga Pokok Produksi*, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, (2019).

Winarno, S. Comparative Strength and Cost of Rice Husk Concrete Block. *5th Internayional Conference on Sustainable Built Environment, Management of Change for Livable Environment,* 21-26 (2018).

Winarno, S. Preliminary Study on Hand-cast Lightweight Concrete Block using Raw Rice Husk as Aggregate. 6*th International Conference on Sustainable Built Environment, Sustainable Environment and Infrastructure for Smart Cities*, (2021).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Benda Uji



Gambar L 1.1 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 4



Gambar L 1.2 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 6



Gambar L 1.3 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 8



Gambar L 1.4 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 10



Gambar L 1.4 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 10

Lampiran 2 Bukti Pengujian Kuat Desak



Gambar L 2.1 Pengujian Kuat Tekan



Gambar L 2.2 Pengamatan Uji Kuat Tekan

Lampiran 3 Bukti Pengujian Penyerapan Air



Gambar L 3.1 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 4



Gambar L 3.2 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 6



Gambar L 3.3 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 8



Gambar L 3.4 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 10



Gambar L 3.5 Batako Sekam Padi Komposisi 1 : 1 : 10



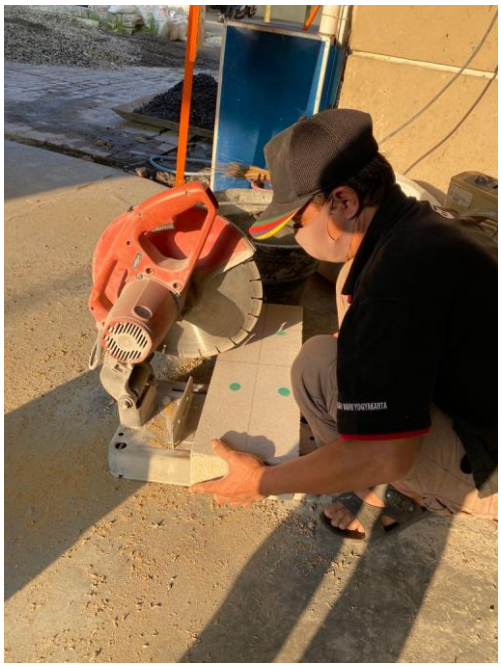
Gambar L 3.6 Hebel



Gambar L 3.7 Penimbangan Saat Uji Penyerapan Air



Gambar L 3.8 Uji Pnyerapan Air



Gambar L 3. 9 Pemotongan Batako



Gambar L 3. 10 Penyeka Permukaan Batako

Lampiran 4 Bukti Pengujian Redaman Panas



Gambar L 4.1 Batako di Jemur



Gambar L 4.3 Pengecekan Suhu menggunakan Thermometer T1



Gambar L 4.4 Pengecekan Suhu menggunakan Thermometer T2