

**ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH BATANG PADI
SEBAGAI CAMPURAN BATAKO TERHADAP
PENGARUH SUHU RUANGAN**

SKRIPSI

OLEH :

**RIDHO PRASETYA WIGUNA
15.811.0026**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)19/10/20

**ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH BATANG PADI
SEBAGAI CAMPURAN BATAKO TERHADAP
PENGARUH SUHU RUANGAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana dan Sebagai Salah
Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area



OLEH :

**RIDHO PRASETYA WIGUNA
15.811.0026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)19/10/20

**ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH BATANG PADI SEBAGAI
CAMPURAN BATAKO TERHADAP PENGARUH SUHU RUANGAN**

SKRIPSI

OLEH :

RIDHO PRASETYA WIGUNA

15.811.0026

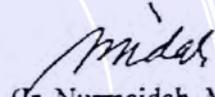
DISETUJUI OLEH :

Pembimbing I

Pembimbing II



(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

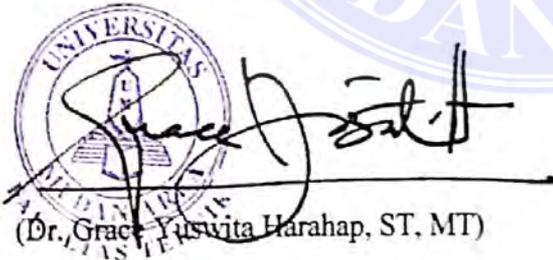


(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ka. Prodi Teknik Sipil


(Dr. Grace Yulvita Harahap, ST, MT)
(Ir. Nurmaidah, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 20 Februari 2020



Ridho Prasetya Wiguna

(15.811.0026)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ridho Prasetya Wiguna

Npm : 158110026

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan area Hak Bebas *Royalti Noneklusif (Non-Exclusive Royalti-Free right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisa Pemanfaatan Limbah Batang Padi Sebagai Campuran Batako Terhadap Pengaruh Suhu Ruangan, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 26 februari 2020



Ridho Prasetya Wiguna
158110026

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/10/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)19/10/20

ABSTRAK

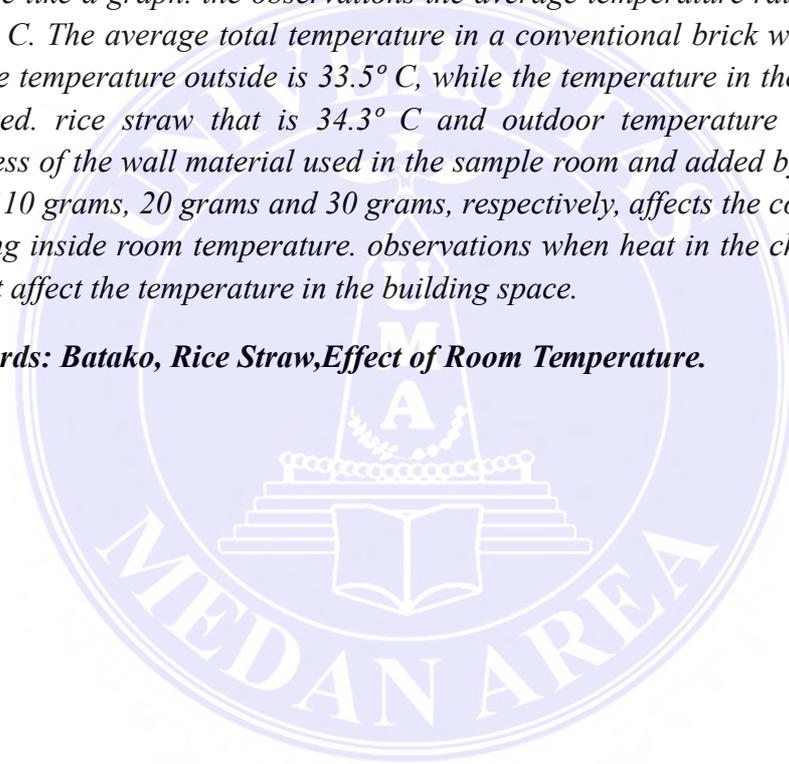
Penggunaan material dinding-dinding bangunan selain memakai batu bata, bisa juga menggunakan beton dan material yang dimodifikasi antara lain dengan mencampurkan hasil dari limbah pertanian, disini penulis menggunakan limbah jerami padi sebagai pembuatan material dinding batako, penelitian ini menggunakan ruangan yang ukurannya 1m x 1m dengan diuji suhu ruangnya menggunakan alat thermometer sederhana, untuk mengetahui suhu yang ada di dalam dan luar ruangan, menggunakan atap seng yang di atasnya di bakar menggunakan bara arang maupun menggunakan panas matahari, Data hasil pengukuran yang dilakukan pada dinding batako konvensional dan dinding batako campuran jerami padi 10 gram, 20 gram, dan 30 gram, dapat di ambil rata-rata seperti grafik. hasil pengamatan rata-rata perbandingan suhu yang terjadi yaitu 3-4° C. Rata-rata total suhu dalam ruangan dinding batako konvensional 31,8° C, dan suhu di luar 33,5° C, sedangkan suhu yang ada di dalam ruangan dinding batako pemanfaatan jerami padi yaitu 34,3° C dan suhu di luar ruangan 37,5° C. Ketebalan material dinding yang digunakan dalam ruang sampel dan di tambah oleh jerami dengan ukuran masing-masing 10 gram, 20 gram, dan 30 gram, mempengaruhi terhadap kondisi bangunan dalam suhu ruangan. hasil pengamatan ketika suhu panas pada bara arang meningkat tidak berpengaruh terhadap suhu di dalam ruang bangunan.

Kata Kunci : Batako, Jerami Padi, Pengaruh Suhu Ruangan.

ABSTRACT

The use of building wall materials in addition to using bricks, can also use concrete and modified materials such as by mixing the results of agricultural waste, here the authors use rice straw waste as a brick making material, this study uses a room whose size is 1m x 1m with tested the room temperature using a simple thermometer, to find out the temperature inside and outside the room, using the zinc roof above which is burned using charcoal or using the sun's heat, the measurement data are carried out on conventional brick walls and concrete mixed brick walls 10 grams of rice, 20 grams and 30 grams, can be taken on average like a graph. the observations the average temperature ratio that occurs is 3-4° C. The average total temperature in a conventional brick wall is 31.8° C, and the temperature outside is 33.5° C, while the temperature in the brick wall is exploited. rice straw that is 34.3° C and outdoor temperature 37.5° C. The thickness of the wall material used in the sample room and added by straw with a size of 10 grams, 20 grams and 30 grams, respectively, affects the condition of the building inside room temperature. observations when heat in the charcoal ember did not affect the temperature in the building space.

Keywords: *Batako, Rice Straw, Effect of Room Temperature.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Skripsi ini dapat dikatakan sebagai prasyarat terakhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu. Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir.Nurmaidah, M.T., selaku kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak, Ir.Edy Hermanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan penelitian dan pengambilan data.
8. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, Bapak Ngadianto dan ibu Poniah yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.

Medan, 20 Februari 2020

Penyusun :

Ridho Prasetya Wiguna

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Pengambilan Data.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Bangunan Gedung	4
2.2 Dinding	5
2.3 Beton.....	6
2.4 Batako	9
2.5 Jenis-Jenis Batako.....	14
2.5.1 Batako Putih	14
2.5.2 Batako Semen/Batako Pres.....	15
2.6 Padi	17
2.7 Pengertian Limbah Padi.....	18
2.8 Macam-Macam Limbah Padi	19
2.8.1 Sekam Padi	20
2.8.2 Jerami Padi	21
2.9 Bahan-Bahan Pembuat Batako	24

2.9.1 Pasir atau Agregat Halus	24
2.9.2 Semen	26
2.9.3 Air	33
2.10 Skala Temperatur	35
2.10.1 Skala Celcius	36
2.10.2 Skala Kelvin	36
2.10.3 Skala Fahrenheit	37
2.10.4 Skala Reamur	37
2.10.5 Skala Rankine	38
2.11 Jenis Alat Pengukur Pada Temperatur	38
2.11.1 Thermometer	38
2.11.2 Cara Kerja Thermometer	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
3.1 Gambaran Umum	48
3.2 Lokasi Penelitian	48
3.3 Bahan Penelitian	49
3.4 Peralatan Penelitian	49
3.5 Pembuatan Benda Uji	50
3.5.1 Penggunaan Cetakan	50
3.5.2 Pemetongan Jerami Padi	50
3.5.3 Penimbangan Jerami Padi	51
3.5.4 Komposisi Material Benda Uji	52
3.5.5 Pencampuran Dan Pengadukan Bahan	55
3.6 Pembuatan Batako	55
3.6.1 Batako Konvensional	55
3.6.2 Batako Jerami Padi	56
3.7 Perawatan	58
3.8 Pelaksanaan Penelitian	58
3.9 Tahapan Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Hasil Pengukuran Suhu	62
4.2 Analisis Perbandingan Suhu	65

4.3 Pembahasan	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bata Beton Pejal dan Bata Beton Berlobang	7
Tabel 2.2 Kelas Mutu Beton	7
Tabel 2.3 Deviasi Standard	8
Tabel 2.4 Jumlah Semen dan Nilai Faktor Air Semen Maksimum	8
Tabel 2.5 Ukuran dan Toleransi Batako Standard	11
Tabel 2.6 Syarat Fisis Batako Standard	11
Tabel 2.7 Syarat-Syarat Fisis Bata Beton	13
Tabel 2.8 Kandungan Serat Jerami Beton.....	22
Tabel 2.9 Syarat-Syarat Semen Portland Standard	31
Tabel 2.10 Sifat dan Syarat Semen Pozoland SPP 400 dan SPP 200	33
Tabel 4.1 Pengukuran Suhu Batako Jerami Padi 10 gram.....	63
Tabel 4.2 Pengukuran Suhu Batako Jerami Padi 20 gram.....	63
Tabel 4.3 Pengukuran Suhu Batako Jerami Padi 30 gram.....	64
Tabel 4.4 Rata-Rata Suhu Batako Jerami Padi 10,20,30 gram	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batako Padat dan Lubang.....	14
Gambar 2.2 Batako Tras	15
Gambar 2.3 Batako Semen.....	16
Gambar 2.4 Pintalan Jerami Untuk Bahan Bangunan.....	24
Gambar 2.5 Thermometer Laboratorium	39
Gambar 2.6 Thermometer Ruangan	40
Gambar 2.7 Thermometer Klinis	41
Gambar 2.8 Thermometer Sixx-Bellani.....	42
Gambar 2.9 Thermometer Digital.....	43
Gambar 2.10 Thermometer Infra Merah.....	43
Gambar 2.11 Thermometer Alkohol.....	44
Gambar 2.12 Thermometer Air Raksa.....	45
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	48
Gambar 3.2 Alat Pembuatan Batako.....	49
Gambar 3.3 Alat Termometer Suhu Ruangan.....	49
Gambar 3.4 Cetakan Batako Ukuran 30x8x15 cm	50
Gambar 3.5 Pemotongan Jerami Padi.....	51
Gambar 3.6 Penimbangan Jerami Padi	51
Gambar 3.7 Pasir.....	52
Gambar 3.8 Semen Portland	53
Gambar 3.9 Jerami Padi	54
Gambar 3.10 Mixer Pengaduk	55
Gambar 3.11 Batako Konvensional	56
Gambar 3.12 Batako Jerami Padi.....	57
Gambar 3.13 Sampel Benda Uji.....	58

Gambar 3.14 Pengamatan Suhu	60
Gambar 3.15 Skema Penelitian	61
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Suhu Jerami 10 gram	65
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Suhu Jerami 20 gram	66
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Suhu Jerami 30 gram	67
Gamabr 4.4 Grafik Rata-Rata Perbandingan Suhu Jerami 10,20, dan 30 gram.....	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pasir untuk pembuatan batako	76
Lampiran 2 Semen Portland	76
Lampiran 3 Jerami padi.....	77
Lampiran 4 pemotongan Jerami padi.....	77
Lampiran 5 Penimbangan Jerami 10 gram, Penimbangan Jerami 20 gram, Penimbangan Jerami 30 gram	78
Lampiran 6 Mixer Pengaduk	78
Lampiran 7 Selasai Pengadukan	79
Lampiran 8 Mesin Cetak Batako	79
Lampiran 9 Pencetakan Batako	80
Lampiran 10 Batako yang sudah siap	81
Lampiran 11 Pembuatan Ruangan Pengujian	82
Lampiran 12 Ruangan Pengujian Sudah Jadi.....	83
Lampiran 13 Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 10 gram	84
Lampiran 14 Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 20 gram	85
Lampiran 15 Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 30 gram	86
Lampiran 16 Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 10, 20 dan 30 gram.....	87
Lampiran 17 Ruangan pengujian batako campuran jerami 10, 20, dan 30 gram.....	88
Lampiran 18 Ruangan pengujian batako campuran jerami 10,20, dan 30 gram.....	89
Lampiran 20 Pengukuran Suhu Batako Campuran Jerami 10 gram	90

Lampiran 21 Pengukuran Suhu Batako Campuran Jerami	
Padi 20 gram	96
Lampiran 22 Pengukuran Suhu Batako Campuran Jerami	
Padi 30 gram	99
Lampiran 22 Pengukuran Suhu Batako Normal	104



DAFTAR NOTASI

ASV	= actual sensation votes
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
Al ₂ O ₃	= Alumina
BPS	= Badan Pusat Statistik
C	= Celcius
CaO	= Kapur Tohor
CaCO ₃	= Kalsium Karbonat
Ca(OH) ₂	= Kalsium Hidrokida
Cm	= Centimeter
CO ₂	= Karbon Dioksida
Ciln	= Miring
C ₁	= Kandungan khlorida
C ₂ S	= Dikalsium Silikat
C ₃ S	= Trikalsium Silikat
C ₃ A	= Trikalsium Aluminat
C ₄ AF + 2C ₃ A	= Tetrakalsium Aluminofertl di tambah 2 X Trikalsium
C ₄ AF + C ₂ F	= Kader larutan padat
C ₃ S + C ₃ A	= Trikalsium Silikat dan Trikalsium Aluminat
g	= gram
Ha	= Hektar
H ₂ O	= Air
K	= Karakteristik

Kg	= Kilogram
MgO	= Magnesia
ml	= millimeter
Mm	= Milimeter
Mpa	= Kuat Tekan
N	= Newton
Na ₂ O	= Natrium Oksida
S	= Deviasi standard
SNI	= Standard Nasional Indonesia
Sliding	= Geser
SiO ₂	= Silika
SiO ₃	= Silika
SO ₃	= Belerang Trioksida
°F	= Fahrenheit
°R	= Rømer
°Ra	= Réaumur
%	= Persen
σ _{bk}	= Kekuatan tekan karakteristik kubus uji beton
σ _m	= Kekuatan tekan rata-rata kubus uji beton



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batako merupakan bahan bangunan yang relatif ringan dengan memberikan rongga di tengahnya kelebihannya tersebut menjadikan beban yang di tumpuh oleh struktur bangunan menjadi kecil sehingga dapat mengurangi dimensi struktur dan diikuti oleh biaya pembangunan secara keseluruhan yang relatif lebih murah.

Dalam perkembangannya batako merupakan bahan bangunan yang sering digunakan masyarakat sebagai pasangan dinding atau tembok. Penggunaan batako sebagai bahan pembuat dinding mempunyai beberapa kelemahan diantaranya berat jenisnya cukup besar sehingga akan mempengaruhi beban mati yang akan bekerja pada bangunan. Beban mati akibat berat sendiri memegang peranan cukup penting dalam tingkat keamanan dari seluruh struktur, khususnya jika berada pada daerah gempa yang tinggi seperti beberapa daerah di Indonesia. Hal ini disebabkan karena beban gempa meningkat secara linier dengan berat suatu bangunan. Menurut Hermanto, Supardi, & Purwanto (2014:2).

Campuran batako terdiri dari semen portland, agregat, dan air. Pengertian batako atau batu cetak tras-kapur menurut PUBI-1982 adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Bahan bangunan seperti batako secara umum biasanya digunakan untuk dinding tembok. Batako terdiri dari berbagai bentuk dan ukuran. Istilah batako berhubungan dengan bentuk persegi panjang yang digunakan untuk dinding beton Batako digolongkan.

ke dalam dua kelompok utama, yaitu batako padat dan batako berlubang. Batako berlubang memiliki sifat peredam panas yang lebih baik dari batako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama. Menurut Mallisa(2011:2)

Untuk mencegah tingkat suhu di dalam ruang yang panas, maka perlu dicari alternatif bahan lain untuk pembuatan Batako. Salah satu dengan menggunakan bahan alternatif seperti Limbah Batang /Jerami Padi sebagai bahan campuran Batako. Batang Padi/Jerami Padi juga merupakan salah satu tanaman yang mengandung serat dan telah digunakan untuk produksi pulp dan kertas. Begitu juga pemanfaatan jerami sebagai bahan bangunan, semisal digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat Batako.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk membuat analisa berapa besar perbedaan suhu ruangan dinding batako normal dengan suhu ruangan dinding batako campuran batang padi/jerami padi, sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan suhu ruangan dinding batako normal dengan suhu ruangan dinding batako campuran batang padi/jerami padi.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi topik utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh suhu dalam ruangan yang menggunakan dinding dengan batako ringan campuran batang padi dan seberapa besar suhu dalam ruangan yang menggunakan dinding dengan batako normal.
2. Seberapa besar perbedaan suhu dalam ruangan antara dinding dengan batako campuran batang padi dan dinding dengan batako normal.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar pokok permasalahan tidak meluas dan terfokus pada masalah utama yang akan diteliti. Adapun batasan masalah yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah untuk mengukur seberapa besar perbedaan suhu ruangan antara yang menggunakan dinding batako campuran batang padi/jerami padi dan seberapa besar suhu ruangan yang menggunakan dinding dengan batako normal.

1.5 Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dan pengumpulan data dengan cara menguji langsung di laboratorium. Pada pengumpulan data menggunakan data primer, data primer didapat langsung di lapangan. Data tersebut mencakup besar suhu dalam ruangan dan luar ruangan, juga perbedaan suhu dalam ruangan dengan menggunakan batako campuran batang padi dan batako normal menggunakan sampel-sampel yang akan diukur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Gedung

Bangunan gedung merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia untuk memwadhahi aktifitasnya, terutama untuk fungsi hunian. Undang-undang Republik Indonesia nomor 28 tahun 2002 menyatakan bahwa bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas atau di dalam tanah dan atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan social, budaya, maupun kegiatan khusus'' (Mochamad Hilmy dan Indrayadi, 2014).

Pembangunan bidang sipil mengalami peningkatan sangat pesat, seperti pembangunan gedung, jembatan, *tower*, maupun bidang konstruksi lainnya. Pada kegiatan pembangunan tersebut, beton menjadi salah satu bahan yang diminati dalam pembuatan struktur bangunan. Hal ini dikarenakan beton memiliki banyak kelebihan, diantaranya harga relatif murah, memiliki kuat tekan tinggi, dengan bentuk dapat disesuaikan dengan rencana, ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Salah satu komponen pembangunan gedung adalah dinding karena dinding pembatas ruang diperlukan di semua bagian bangunan gedung. Bahan dinding biasanya menggunakan batu bata atau batako yang membutuhkan spesi pengikat, plester *finishing* permukaan luar. (Chundakus Habsya, Anis rahmawati, Sri Sumarni, 2014)

Penggunaan dinding batako pada bangunan gedung memiliki akibat meningkatnya suhu udara di dalam ruang yang dikelilinginya terutama pada sore hingga malam hari. Radiasi matahari yang masuk dan diterima oleh bumi dan isinya akan mendapatkan beberapa perlakuan, yaitu diserap, dipantulkan dan diteruskan (disalurkan). Menurut (Mochamad Hilmy dan Indrayadi, 2014).

2.2 Dinding

Dinding adalah bagian bangunan yang sangat penting perannya bagi konstruksi bangunan. Dinding membentuk dan melindungi isi bangunan baik dari segi konstruksi maupun penampilan artistik dari bangunan. Dinding adalah bagian dari bangunan yang dipasang secara vertikal dengan fungsi sebagai pemisah antar ruang, baik antar ruang dalam maupun ruang dalam dan luar. Terdapat 3 jenis utama dinding, yaitu: dinding bangunan, dinding pembatas (*boundary*) dan dinding penahan (*retaining*). Dinding dapat dibuat dari bermacam-macam material sesuai kebutuhannya, antara lain:

- a. Dinding batu batuan: bata dan batako
- b. Dinding batu alam/batu kali
- c. Dinding kayu: kayu batang, papan dan sirap
- d. Dinding beton (struktural - dinding geser, pengisi - beton pra cetak)

Menurut : Rowland Badenpowell Edny Turang Marthin D. J. Sumajouw, Reky S. Windah 2014

2.3 Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen Portland atau bahan pengikat hidrolis lain yang sejenis, dengan atau tanpa tambahan lain. Campuran dari pada agregat halus air dan semen saja disebut adukan (Mortar).

Bata beton adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat; yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Bata beton di bedakan menjadi bata beton pejal dan bata beton berlubang.

1. bata beton pejal

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

2. bata beton berlubang

bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya.

Tabel 2.1 Bata Beton Pejal dan Bata Beton Berlobang

Jenis	Ukuran Nominal (mm)		
	Panjang	Lebar	Tebal
Pejal	390 + 3	90 ± 2	100 ± 2
	390 – 5		
Berlobang			
-Kecil	390 + 3	190 + 3	100 ± 2
	390 – 5	390 – 5	
-Besar	390 + 3	190 + 3	200 ± 3
	390 – 5	390 – 5	

(Sumber : SNI 03-0349-1989)

persyaratan : Kelas dan mutu beton :

Tabel 2.2 Kelas dan mutu beton

Kelas	Mutu	σ_{bk} kg/cm ² minimum	σ_{bm} kg/cm ²	Tujuan Pemakaian
I	B_0	-	-	Non Struktural
	B1			Struktural
II	K-125	125	} $\sigma_m = \sigma_k + 1,645$	Struktural
	K-175	175		Struktural
	K-225	225		Struktural
	K>225	> 225		Struktural
III	K>225			Struktural

Keterangan : K = karakteristik

σ_{bk} = Kekuatan tekan karakteristik kubus uji beton kg/cm²

σ_m = Kekuatan tekan rata-rata kubus uji beton, kg/cm² yang dihitung sebagai jumlah $\sigma_{bk} + 1,645 S$, dimana S = deviasi standard yang besarnya bergantung pada jumlah dan mutu beton yang dibuat (Tabel 2.3).

Tabel 2.3 Deviasi standard (S)

Isi pekerjaan		Deviasi standard S (kg/cm ²)		
Sebutan	Jumlah beton (m ³)	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	45 < S ≤ 55	55 < S ≤ 65	65 < S ≤ 85
Sedang	1000 - 3000	35 < S ≤ 45	45 < S ≤ 55	55 < S ≤ 75
Besar	> 3000	25 < S ≤ 35	35 < S ≤ 45	45 < S ≤ 65

Sumber: (Tri mulyono, 2004)

Tabel 2.4 Jumlah semen minimum dan nilai factor air semen maksimum.

Lingkungan pemakaian beton	Jumlah semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non korosif.	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif di sebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif.	325	0,50
Beton diluar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung.		
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
Beton yang masuk dalam kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.	325	0,50
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah.	375	0,50
Beton yang kontinu berhubungan dengan air :		
a. Air tawar	275	0,57
b. Air laut	375	0,50

Sumber: (Tri mulyono, 2004)

Jumlah kadar semen minimum dari factor air-semen maksimum untuk berbagai lingkungan beton adalah seperti dalam Tabel 2.4 diatas

2.4. Batako

Batako atau bata cetak tras-kapur adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras,kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya.

Penggunaan dinding batako pada bangunan gedung memiliki akibat meningkatnya suhu udara di dalam ruang yang dikelilinginya terutama pada sore hingga malam hari. Radiasi matahari yang masuk dan diterima oleh bumi dan isinya akan mendapatkan beberapa perlakuan, yaitu diserap, dipantulkan dan diteruskan (disalurkan). Perlakuan tersebut juga terjadi pada material bangunan gedung. Aspal dan semen memiliki daya serap terhadap radiasi matahari yang besar (Hough, 1984). Norbert Lechner dalam bukunya *Heating, Cooling, Lighting* (p: 76) menyampaikan bahwa faktor utama yang berpengaruh terbentuknya kenyamanan termal meliputi metabolisme tubuh (aktifitas), pakaian, temperatur udara, *radiant temperature*, kecepatan udara, tingkat kelembaban. Koen Steemers dan Marylis Ramos (dalam Edward Ng, 2010, p: 110) bahwa untuk mengukur kenyamanan termal dapat menggunakan ASV (actual sensation votes). Metode ASV memiliki beberapa parameter, yakni: globe temperature, wind Speed, relative humidity dan mean radiant temperature. Berdasarkan apa yang telah disampaikan tersebut, peran udara yang dikombinasikan dengan radiasi pada material cukup besar. Hipotesis yang muncul adalah keberadaan rongga di dalam dinding yang berisi udara menjadikan udara yang telah terkena radiasi panas matahari terjebak tanpa dapat tersalur keluar secara lancar. Penelitian terhadap bata berongga telah dilakukan beberapa kali di beberapa tempat. Brick Industry Associate pada tahun 1999 pernah melakukan pengkajian terhadap dinding

berongga yang ditujukan untuk mengalirkan/ menguapkan kelembaban udara yang ada di dalam ruangan. Masonry Advisor Council pada tahun 2002 pernah melakukan pengkajian terhadap material ini dikaitkan dengan pemanfaatannya sebagai upaya mencegah bahaya kebakaran serta sebagai upaya untuk menjaga agar suhu udara di dalam bangunan tetap hangat.(Mochammad Hilmy dan Indrayadi),

Persyaratan :

1. Tampak permukaan batako harus mulus, sisi-sisinya tegak lurus satu sama lain, datar tepinya tidak mudah dirapihkan dengan tangan.
2. Sebelum dipakai pada bangunan, batako harus berumur minimal 1 bulan bila pemeliharaan tidak dilakukan dalam ruang pemeliharaan khusus pada waktu proses peimbuatannya.
3. Pada waktu dipasang pada bangunan, batako harus cukup kering, yang kadar airnya tidak lebih dari 15%.
4. Ukuran dan Toleransi

Ukuran dan toleransi batako standard adalah seperti dalam tabel 2.5

Tabel 2.5 Ukuran dan Toleransi Batako Standard

Jenis	Ukuran nominal, mm ¹⁾			Tabel Kelopak minimum (mm) ²⁾	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dinding Pemisah lubang
Tipis	400	200	100	20	15
Sedang	400	200	100	20	15
Tebal	400	200	100	20	20

Keterangan :1) Ukuran nominal = ukuran bata ditambah 10 mm tebal siar

2) hanya untuk batako berlubang.

Syarat fisis batako standard adalah seperti dalam Tabel 2.6

Tabel 2.6 Syarat fisis batako standard

Batako berlubang	Kuat Tekan bruto minimum (Kg.f/cm ²)		Penyerapan air maksimum (%berat)
	Rata-rata	Masing-masing	
A1	20	17	–
A2	35	30	–
B1	50	45	35
B2	70	65	25

Keterangan : A1 dan A2 untuk dipakai dalam konstruksi yang tidak memikul beban, dimana A1 dipasang pada tempat yang terlindung dari cuaca luar dan diberi lapisan pelindung dan A2 sama dengan A1 tetapi dapat tanpa lapisan pelindung.

B1 dan B2 dapat dipakai dalam konstruksi yang memikul beban dimana B1 ditempat-tempat yang terlindung dari cuaca luar dan B dapat di terlindung dari cuaca luar.(Persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia, 1982).

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen portland dan air dengan perbandingan 1 semen : 7 pasir. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Persyaratan batako menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) pasal 6 antara lain adalah berumur minimal satu bulan, pada waktu pemasangan harus sudah kering, berukuran panjang ± 400 mm, lebar ± 200 mm, tebal $\pm 100-200$ mm, kadar air 25-35% dari berat, dan memiliki kuat tekan antara 2-7 N/mm². Berdasarkan persyaratan fisik batako standar dalam PUBI-1982 memberikan batasan standar bahwa untuk batako dengan nilai kuat tekan 2-3,5 MPa dapat dipakai pada konstruksi yang tidak memikul beban. Untuk kuat tekan 2 MPa dapat dipasang pada tempat yang terlindung dari cuaca luar dan diberi lapisan pelindung (Nursyamsi, 2016).

Mutu batako sangat dipengaruhi oleh komposisi dari penyesun-penyusunnya, di samping itu di pengaruhi oleh cara pembuatannya yaitu melalui proses manual (cetak tangan) dan pres mesin. Perbedaan dari proses pembuatan ini dapat dilihat dari kepadatan permukaannya (Rahman, 2016).

Agar di dapat mutu betako yang berkualitas, banyak faktor yang mempengaruhi. Factor yang mempengaruhi kualitas batako tergantung pada faktor air semen, umur batako, kepadatan batako, bentuk tekstur batuan, ukuran agregat, kekuatan agregat, dan lain-lain(Rahman, 2016).

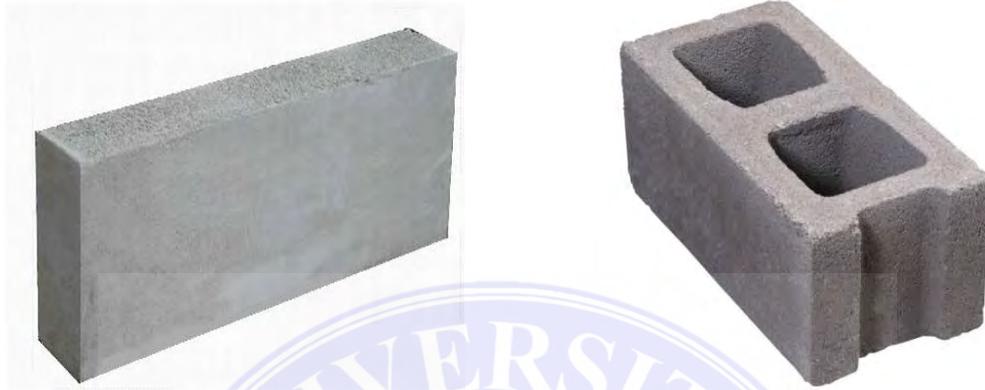
Tabel 2.7 Syarat-Syarat Fisis Bata Beton

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/cm^2	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan masing-masing bruto benda uji Min	Kg/cm^2	90	65	35	21	65	45	30	17
3. penyerapan air rata-rata, Maks.	Kg/cm^2	25	35	-	-	25	35	-	-

- Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi. (SNI 03-0349-19890).

2.5. Jenis-Jenis Batako

Berdasarkan bentuknya, batako digolongkan ke dalam dua kelompok utama :



(a). batako padat

(b). batako berlubang

Gambar 2.1 (a).batako padat, (b).batako Berlubang

Sumber : pengaruh ampas tebu sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan batako (yobel) 2018.

Batako berlubang memiliki sifat penghantar panas yang lebih baik dari batako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama. Batako berlubang memiliki beberapa keunggulan dari batu bata, beratnya hanya 1/3 dari batu bata dengan jumlah yang sama dan dapat disusun empat kali lebih cepat dan lebih kuat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Di samping itu keunggulan lain batako berlubang adalah kedap panas dan suara. Batako merupakan batu cetak yang tidak dibakar, berdasarkan bahan bakunya batako dibedakan menjadi 2, yaitu: batako tras/putih dan batako semen.

2.5.1 Batako Putih (tras)

Batako putih terbuat dari campuran trass, batu kapur, dan air, sehingga sering juga disebut batu cetak kapur trass. Trass merupakan jenis tanah yang berasal dari lapukan batu-batu yang berasal dari gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecokelatan. Ukuran batako trass yang biasa beredar di pasaran memiliki panjang 25cm–30cm, tebal 8cm–10cm, dan tinggi 14cm–18cm.



Gambar 2.2 : Batako putih/ tras

Sumber : pengaruh ampas tebu sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan batako (yobel) 2018.

2.5.2. Batako semen/ batako pres

Batako semen dibuat dari campuran semen dan pasir. Ukuran dan model lebih beragam dibandingkan dengan batako putih. Batako ini biasanya menggunakan dua lubang atau tiga lubang disisinya untuk diisi oleh adukan pengikat. Nama lain dari batako semen adalah batako pres, yang dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pres mesin dan pres tangan. Secara kasat mata, perbedaan pres mesin dan tangan dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Di pasaran ukuran batako semen yang biasa ditemui memiliki panjang 36cm–40cm, tinggi 18cm–20cm dan tebal 8cm–10cm (Susanta,G. 2007).



Gambar 2.3 : Batako semen/batako pres
Sumber: Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako, (Jurnal), 2018.

Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dapat dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air. Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam perawatannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, tetapi dalam pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding (Wisnuwianarko. 2008).

Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong batako yang memiliki densitas sekitar 2200-2400 kg/m³ dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (mix design). Sedangkan untuk beton ringan adalah suatu batako yang memiliki densitas < 1800 kg/m³, begitu juga kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (mix design). Jenis batako ringan

ada dua golongan yaotu : batako ringan berpori (aerated concrete) dan batako ringan non aerated. (Wisnu wijanarko. 2008)

Batako yang baik adalah yang masing-masing permukaanya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Persyaratan batako menurut PUBI 1982 pasal 6 antara lain adalah “ permukaan batako harus mulus, berumur minimal satu bulan, pada waktu pemasangan harus sudah kering, berukuran panjang 400 mm, lebar 200 mm dan tebal 100-200 mm, kadar air 25-35 % dari berat, dengan kuat tekan antara 2-7 N/mm²”.

Sebelum dipakai dalam bangunan, maka batako minimal harus sudah berumur satu bulan dari proses pembuatannya, kadar air pada waktu pemasangan tidak lebih dari 15 %. Agar didapat mutu batako yang memenuhi syarat SI banyak faktor yang mempengaruhi.

Faktor yang mempengaruhi mutu batako tergantung pada :

1. Faktor air semen
2. Umur batako
3. Kepadatan batako
4. Bentuk dan struktur batuan
5. Ukuran agregat, dan lain-lain.

2.6. Padi

Tanaman padi merupakan salah satu komoditas utama yang berkembang di negara Indonesia. Indonesia menjadi negara penghasil padi tertinggi di asean dengan luas lahan persawahan mencapai 13.769.913 Ha dengan hasil bobot panen mencapai 70.866.571 ton pada tahun 2013 (BPS, 2014). Dari total bobot panen, sebesar 22-30% menghasilkan limbah sekam dan belum termasuk limbah jerami.

Kebanyakan limbah kemudian dibakar atau ditumbuk dan dibusukkan untuk menyuburkan sawah. Sebagian kecil dibuat kompos atau dimanfaatkan sebagai makanan ternak. Setiap hektar sawah menghasilkan berton-ton limbah dan baru sebagian kecil yang dimanfaatkan, sisanya dibuang atau dijual tanpa pengolahan.

Pertanaman padi tidak hanya menghasilkan gabah tetapi juga jerami. Dari satu hektar pertanaman padi dihasilkan rerata 6 ton jerami/pada musim tanaman. Bila pengusahaan padi dilakukan 3 kali per tahun, berarti jumlah gabah maupun jerami yang di hasilkan menjadi tiga kali lipat.

2.7 Pengertian Limbah padi

Padi setelah dituai berasnya menyisakan limbah berupa sekam dan jerami (damen). Sekam memiliki kerapatan jenis (*bulk densil*) 1125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 k.kalori, serta memiliki *bulk density* 0,100 g/ml, nilai kalori antara 3300 -3600 kkalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU (Houston, 1972 dalam Aventi). Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur, dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan (Haryadi, 2006 dalam Aventi). Selain dalam wujud sekam, setelah panen hasil padi juga menyisakan batang atau jerami yang tidak dipergunakan lagi dan terbuang. Jerami adalah limbah pertanian yang melimpah di Indonesia. Dari berbagai kemungkinan pemanfaatan jerami sebagaimana disebutkan, pemakaian jerami sebagai konstruksi bangunan secara langsung belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Sementara itu di negara maju, jerami telah dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan bangunan yang justru

memberikan nilai tambah sesuai kondisi cuaca setempat, yaitu mampu menjadi insulator pada saat berlangsungnya musim dingin (Mediastika, 2007).

2.8 Macam – Macam Limbah Padi

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana mayoritas penduduk memiliki mata pencaharian di bidang pertanian. Letak geografis Indonesia yang dilewati barisan pegunungan dunia menyebabkan wilayah daratan Indonesia sangat subur sehingga berpotensi untuk bercocok tanam. Tanaman padi merupakan salah satu komoditas utama yang berkembang di negara Indonesia. Indonesia menjadi negara penghasil padi tertinggi di Asean dengan luas lahan persawahan mencapai 13.769.913 Ha dengan hasil bobot panen mencapai 70.866.571 ton pada tahun 2013 (BPS, 2014). Dari total bobot panen, sebesar 22-30% menghasilkan limbah sekam dan belum termasuk limbah jerami. Kebanyakan limbah kemudian dibakar atau ditumbuk dan dibusukkan untuk menyuburkan sawah. sebagian kecil dibuat kompos atau dimanfaatkan sebagai makanan ternak. Setiap hektar sawah menghasilkan berton-ton limbah dan baru sebagian kecil yang dimanfaatkan, sisanya dibuang atau dijual tanpa pengolahan.

Limbah padi sendiri berupa jerami (damen) dan sekam pada kondisi mentah tanpa pengolahan lanjutan dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Jerami dapat dimanfaatkan sebagai material utama atap atau bahkan dinding bangunan. Sedangkan sekam padi pada pengujian terbaru yang dilakukan oleh R & D Services, Inc dengan metode berdasarkan *American Society for Testing and Material* (ASTM) standar di Cookeville, Tennessee, menunjukkan bahwa sekam padi dalam keadaan mentah dan belum diolah merupakan Kelas A atau Kelas I bahan insulasi/isolasi (Lee et al, 2013).

Dengan penerapan khusus sekam padi dapat dimanfaatkan menjadi bahan insulasi radiasi matahari untuk pendinginan bangunan. Selain pemanfaatan pada kondisi mentah, limbah padi juga dapat dimanfaatkan sebagai material bangunan melalui proses pengolahan. (Mediastika, Christina E). 2007. Potensi Jerami Padi Sebagai Bahan Baku Panel Akustik.

2.8.1 Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil samping dari proses penggilingan padi. Sekitar 20 % dari bobot bulir padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15 % dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1986). Sekam padi selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran batu merah, pembakaran untuk memasak atau dibuang begitu saja. Dari catatan, 1995-2001, produksi sekam padi di Indonesia dapat mencapai 4 juta ton per tahunnya. Berarti abu sekam yang dihasilkan diperkirakan mencapai 400 ribu ton per tahun.

Penanganan limbah sekam padi yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Abu hasil pembakaran sekam padi,

Abu hasil pembakaran sekam padi, yang pada hakikatnya hanyalah limbah, merupakan sumber silika dan karbon yang cukup tinggi. Sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi (600 0C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia.

Secara umum kandungan silika dari abu sekam adalah 94 - 96 % dan apabila nilainya mendekati atau di bawah 90 % kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan material lain yang kandungan silikanya rendah. (Sriyanto dan Darwanta, 2017).

2.8.2. Jerami Padi

Jerami padi merupakan limbah pertanian yang paling potensial dijadikan pakan ternak dan terdapat hampir diseluruh daerah di Indonesia dengan produksi sekitar 52 juta ton bahan kering per tahun. Dari jumlah tersebut sebagian besar dihasilkan di Pulau Jawa dan Bali yaitu sebanyak 21 juta ton bahan kering per tahun (BPS, 2004). Lahan sawah di Indonesia berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2002 luasnya sekitar 7,75 juta ha. Jerami padi merupakan limbah pertanian terbesar di Indonesia. Produksi per hektar sawah bisa mencapai 12 – 15 ton bahan kering setiap kali panen, tergantung lokasi dan varietas tanaman. Sejauh ini, pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak baru mencapai 31 – 39 % , sedangkan yang dibakar atau dimanfaatkan sebagai pupuk 36 – 62 % , dan sekitar 7 – 16 % digunakan untuk keperluan industri.

Jerami merupakan batang padi yang terdiri dari batang, pucuk, kelopak daun, daun dan kaya akan serat kasar kandungan lili, pentosan dan lignin dari jerami pada pencetakan dengan suhu 150-250°C dapat bertindak sebagai perekat. Pada umumnya jerami padi belum dimanfaatkan secara optimal, jerami padi saat ini masih di pergunakan sebagai makanan ternak, bahan pembuatan kertas dan sebagian besar dilakukan pembakaran. (Raisa Muharrisa dan Rahmi Karolina),

Tabel 2.8 Kandungan Serat Jerami Padi

Kandungan Serat Jerami	
Panjang Serat	1.1 – 1,5 mm
Diameter	9 – 13 μ m
Kadar Selulosa	33 – 38%
Kadar Lingnin	17 – 19%
Kadar Pentose	27 – 32%
Kadar Abu*	6 – 8%
Serat Kasar	29.2%
Silika (SiO_2)**	12 – 16%

Sumber : Idris, Nadhiroh, 1976 , Jakson, 1977 dan Wahyu, 1991

Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian yang cukup besar jumlahnya dan belum sepenuhnya dimanfaatkan. Produksi jerami padi bervariasi yaitu dapat mencapai 12 – 15 ton per hektar sekali panen, atau 4 – 5 ton bahan kering tergantung pada lokasi dan jenis varietas tanaman yang digunakan.

Berbagai upaya dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pemanfaatan jerami padi, baik dengan cara fisika, kimia, maupun biologi. Dengan cara fisik misalnya, memerlukan investasi yang mahal, secara kimiawi meninggalkan residu yang mempunyai efek buruk sedangkan dengan cara biologis memerlukan peralatan yang mahal dan hasilnya kurang disukai ternak (bau ammonia yang menyengat)''(Budi Siswanto, Sri Sumarni, 2012)''

Jerami mempunyai berat satuan yang sangat ringan sehingga apabila digunakan untuk campuran beton ringan dalam bentuk batako tentunya akan

sangat menghasilkan bata yang lebih ringan dibandingkan dengan batu bata atau batako pada umumnya.

Karena beratnya ringan, maka hal ini akan mempunyai keuntungan antara lain:

1. lebih mudah dalam pengangkutan dan pemasangan.
2. dapat lebih menghemat biaya komponen struktur seperti pondasi, kolom dan balok.

Alasan lain penggunaan bahan jerami untuk bahan campuran beton ringan adalah menciptakan bangunan yang ramah lingkungan (*eco-architecture*) dengan sentuhan teknologi baru. Perlu diingat fakta menunjukkan bahwa bangunan adalah pengguna energy terbesar mulai dari konstruksi, bahan bangunan, operasional bangunan dan perawatan bangunan hingga bangunan dihancurkan. Apabila dilakukan *lifecycle analysis* sebuah bangunan akan terlihat berbagai dampaknya terhadap lingkungan dan dapat disimpulkan biaya keseluruhan dari arsitektur yang tidak berkelanjutan adalah jauh lebih tinggi dari yang sustainable. Sehingga dengan meyakini *eco-architecture* ini akan menghemat

Karena berat struktur berkurang maka beban gempa yang bekerja akan lebih kecil sehingga diharapkan akan lebih aman dan sangat cocok untuk perumahan di daerah rawan gempa. Pintalan jerami dapat dilihat seperti:



Gambar 2.4 Pintalan jerami untuk bahan bangunan
Sumber : Penggunaan Jerami Padi Untuk Beton Ringan (Batajer) (Budi Siswanto, Sri Sumarni),2012

2.9 Bahan – Bahan Pembuat Batako

2.9.1 Pasir Atau Agregat Halus

Pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butirnya sebagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5%

Agregat ringan dipakai untuk menghasilkan beton ringan dalam sebuah bangunan yang beratnya sendiri sangat menentukan. Beton yang menggunakan bahan ini mempunyai sifat tahan api cukup baik. Agregat ini mempunyai banyak pori, sehingga daya serapnya jauh lebih besar dibandingkan dengan daya serap jenis agregat lainnya. Dengan demikian dalam pemakaiannya untuk campuran beton dilakukan secara volumetrik. Masa jenis agregat ringan sekitar 0,35 – 0,85 gr/cm³. Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis agregat, yaitu agregat pasir biasa dan agregat pasir sekam padi.

Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan batako ringan adalah pasir yang lolos ayakan 3/8” atau yang lolos diameter 10 mm. Adapun kegunaan

pasir dalam pembuatan batako ini adalah sebagai bahan agregat utama juga untuk mencegah terjadinya retakan apabila batako sudah mengering. Karena dengan adanya pasir akan mengurangi terjadinya penyusutan mulai dari pencetakan sampai dengan pengeringan.

Pasir memang sangat penting dalam pembuatan batako ringan, tapi apabila kadarnya terlalu sedikit akan mengakibatkan kerapuhan jika sudah mengering. Hal ini disebabkan daya rekat antara partikel-partikel agregat berkurang dengan adanya sekam padi dalam jumlah besar, sebab sekam tersebut tidak bersifat merekat akan tetapi hanya sebagai pengisi (filer). Pasir yang baik digunakan untuk pembuatan batako adalah pasir yang bersih, bentuknya bersudut, tidak mengandung lempung dan tidak mengandung bahan-bahan kimia.

Persyaratan :

1. Pasir beton harus bersih. Bila diuji memakai larutan pencuci khusus, tinggi endapan pasir yang kelihatan dibandingkan dengan tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70%.
2. Kandungan bagian yang lewat ayakan 0,063 mm tidak lebih dari 5% berat (kadar lumpur).
3. Angka kehalusan fineness modulus terletak antara 2,2 – 2,3 bila diuji memakai rangkaian ayakan dengan mata ayakan berukuran berturut-turut 0,16 – 0,315, 0,63 – 1,25 – 2,5 – 5 – 10 mm dengan fraksi yang lewat ayakan 0,3 mm minimal 15% berat.
4. Pasir tidak boleh mengandung zat-zat organik yang dapat mengurangi mutu beton. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.

2.9.2 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencengah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang di hasilkan.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karekteristik dari masing – masing bahan penyusun tersebut perlu di pelajari.

1. Sejarah Semen

Beton mulai ditinggal orang seiring dengan mundurnya kerajaan Romawi. Baru sekitar tahun 1970, J. Smeaton dari Inggris menemukan bahwa kapur yang mengandung lempung dan dibakar akan mengeras dia dalam air. Bahan ini mirip dengan semen yang dibuat oleh bangsa Romawi.

Penyelidikan lebih lanjut yang mengarah pada kepentingan komersial dilakukan oleh J.Paker pada masa yang sama. Bahan tersebut mulai digunakan sekitar awal abad ke -19 di Inggris dan kemudian di Prancis. Karya konstruksi sipil pertama dikerjakan pada tahun 1816 di Souillac, Prancis berupa jembatan yang di buat dengan beton tak bertulang. Nama sement potland (*Potland Cement*) Di usulkan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 karena campuran air, pasir dan batuan-batuan yang bersifat pozzolan dan berbentuk bubuk ini pertama kali diolah di pulau potland, dekat pantai Dorset, Inggris. Semen Portland pertama kali di produksi di dekat pantai Dorset, Inggris. Semen Portland pertama kali di produksi

di pabrik oleh David Saylor di Coplay Pennsylvania, Amerika Serikat pada tahun 1875. Sejak saat itu semen Portland berkembang dan terus dibuat sesuai dengan kebutuhan.

Indonesia telah pula memiliki banyak pabrik semen Portland modern dengan mutu internasional. Pabrik yang tersebar di Sumatera, Jawa dan Sulawesi itu antara lain:

- (1). Pabrik semen Indarung yang memproduksi Semen Padang di Padang Sumatera Barat serta semen Baturaja yang memproduksi semen Tiga Gajah. Keduanya terletak di Sumatera.
- (2). Pabrik semen Gresik, Cibinong, Semen Tiga Roda dan Semen Nusantara di Jawa.
- (3). Pabrik semen Tonasa di Sulawesi.

2. Jenis-Jenis Semen

Semen merupakan hasil industry yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: 1). Semen non-hidrolik dan 2). semen hidrolik.

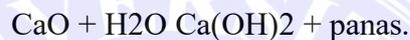
a. Semen Non-Hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan selama berabad-abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium

hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur tersebut dihasilkan dengan membakar batu kapur atau kalsium karbonat bersama beserta bahan-bahan pengotornya, yaitu magnesium, silikat, besi, alkali, alumina dan belerang, sehingga kalsium karbonat terurai menjadi kalsium oksida dan karbondioksida dengan reaksi kimia sebagai berikut:



Kalsium oksida yang terbentuk disebut kapur tohor, dan jika berhubungan dengan air akan menjadi kalsium hidroksida serta panas. Reaksi kimianya adalah:



Proses ini dinamakan proses mematikan kapur (slaking) dan hasilnya yaitu kalsium hidroksida, sering disebut sebagai kapur mati. Selanjutnya proses pengerasan berlangsung akibat reaksi karbondioksida dari udara dengan kapur mati. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Dari reaksi kimia di atas terlihat bahwa akan terbentuk kembali kristal-kristal kalsium karbonat, sering disebut sebagai kapur putih. Kapur putih ini cocok untuk menjernihkan plesteran langit-langit, untuk mengapur kamar-kamar yang tidak penting dan garasi, atau untuk membasmi kutu-kutu dalam kandang. Kapur putih merupakan komponen utama dari bata yang terbuat dari pasir dan kapur. Kekuatan kapur sebagai bahan pengikat hanya dapat mencapai sepertiga kekuatan semen portland (Tri, Mulyono.2004).

b. Semen Hidrolik

Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan,

semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozollan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus (Tri,Mulyono.2004).

Semen yang umum dipergunakan untuk pembuatan batako adalah semen portland dan semen portland pozollan yang merupakan jenis semen hidrolis yang berfungsi untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi padat. Semen portland ini diproduksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu kapur atau kapur tulis dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Sebelum tahun 1845 Isaac Johnson membakar bahan yang sama bersama-sama dalam suatu dapur atau pembakaran kapur sampai melebur dan mengeras kembali, sehingga dihasilkan sejenis semen yang amat mirip dan cocok dengan sifat kimia pokok dari portland semen modern (Murdock, L. J. & Brook, K. M.1991). Semen portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu-ikat (umumnya gips). Klinker semen portland dibuat dari batu kapur (CaCO_3), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi (Sagel, R. & H.Kesuma Gideon, 1997).

Semen Portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling halus klinker, yang terdiri terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.

Klarifikasi

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland dibagi dalam 5 jenis, sebagai berikut :

1. Jenis I : untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
2. Jenis II : Untuk konstruksi umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Untuk konstruksi-konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Persyaratan :

Semen Portland standard harus memenuhi persyaratan kimia dan fisik sebagai mana tercantum dalam Tabel 2.9

Tabel 2.9 Syarat-syarat Semen Portland Standard

Jenis Semen Portland	I	II	III	IV	V
- Magnesium oksida, MgO maks. % berat	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
- Belerang Trioksida, SO_3 maks. % berat.					
- Bila $C_3 A < 8\%$	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
- Bila $C_3 A > 8\%$	3,5	-	4,5	-	-
- Hilang Pijar, maks. % berat					
- Bagian Tidak Larut, maks. % berat	3,0 1,5	3,0 1,5	3,0 4,5	2,5 1,5	3,0 1,5
- Alkali sebagai Na_2O , maks. % berat*)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Trikalsium Silikat, $C_3 S$, maks. % berat**)	-	-	-	35	-
- Dikalsium Silikat, $C_2 S$, min. % berat **)	-	-	-	40	-
- Trikalsium Aluminat, $C_3 A$, mak.% berat**)	-	8	15	7	5
- Tetrakalsium Aluminoferlt di tambah 2 X Trikalsium Aluminat ($C_4 AF + 2C_3 A$) atau Kader larutan padat (C_4 $AF + C_2 F$), maks. % berat **)	-	-	-	-	20
- Jumlah Trikalsium Silikat dan Trikalsium Aluminat ($C_3 S$ $+ C_3 A$) maks.% berat **)	-	58	-	-	-

Keterangan tabel 2.9 (semen Portland) :

*) Hanya berlaku bila dipakai dengan agregat yang bersifat alkali reaktif.

***) Bila perbandingan antara % Al_2O_3 dan % Fe_2O_3 atau lebih, maka perhitungan % $C_3 S$, % $C_2 S$, % $C_3 A$, % $C_4 AF$ adalah sebagai berikut :

$$C_3 S = (4,071 X \% CaO) - (7,600 X \% SiO_2) - (6,718 X \% Al_2O_3) - (1,430 X \% Fe_2O_3) - (2,852 x \% SO_3)$$

$$C_2 = (2,867 X \% SiO_2) - (0,7544 X \% C_3S)$$

$$C_3A = (2,650 \times \% Al_2O_3 - (1,692 \times \% Fe_2O_3))$$

$$C_4AF = 3,043 \times \% Fe_2O_3$$

Semen Portland Pozolan (SPP)

Semen Portland Pozolan adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus klinker semen Portland dan pozolan, atau sebagai campuran yang merata antara bubuk semen Portland dan bubuk pozolan, selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan-bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutunya.

Semen Portland Pozolan jenis (SPP) dibedakan dalam 2 jenis berdasarkan penggunaannya, yaitu :

- semen Portland pozolan jenis SPP 400 :

Adalah semen Portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan didalam pembuatan aduk dan beton.

- semen Portland pozolan jenis SPP 200 :

Adalah semen Portland pozolan yang perkembangan kekuatannya lebih lambat dari pada semen Portland pozolan jenis 400 dan hanya dapat dipergunakan untuk tujuan-tujuan tertentu di dalam adukan dan konstruksi beton dengan mutu setinggi-tingginya sama dengan B_1 menurut ketentuan PBI (NI – 2).

Tabel 2.10 Sifat dan Syarat semen Portland pozolan jenis SPP 400 dan semen Portland pozolan jenis SPP 200 :

Sifat-sifat yang diuji	Syarat	
	Jenis SPP 200	Jenis SPP 400
1. Kehalusan		
- Sisa diatas ayakan 1,2 mm dan lain % berat.	0	0
- Sisa maksimum di atas ayakan 0,09 mm dalam % berat.	20	15
2. Pengikat awal, minimum dalam menit.	60	60
3. Kekekalan bentuk :		
a. perobahan otoklaf pemuaiian dan penyusutan maksimum dalam %.	0,8	0,8
b. percobaan kueh, direbus :	Kueh-kueh tidak boleh menampakkan retak,pecah atau	
c. percobaan kueh, direndam dalam air dingin :	Kueh-kueh tidak boleh menampakkan peristiwa kerja retak, pecah atau perubahan lainnya.	

2.9.3 Air

Air yang dimaksud disini adalah air sebagai bahan pembantu dalam konstruksi bangunan meliputi kegunaannya dalam pembuatan dan perawatan beton pemataman kapur, adukan pasangan dan adukan plesteran. (Persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia, 1982)

Air diperlukan pada pembuatan batako untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan batako. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran batako. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran batako akan menurunkan kualitas batako, bahkan dapat mengubah sifat-sifat batako yang

dihasilkan (Tri,Mulyono.2004). Air yang digunakan untuk campuran batako harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak batako atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (Tri,Mulyono.2004).

Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan selama minimal 24 jam atau jika dapat disaring terlebih dahulu. Dalam proses pembuatan beton ataupun batako, air mempunyai fungsi sebagai berikut

1. Agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran air semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.
2. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pekerjaan.

Persyaratan :

1. air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 g/liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organic dsb) lebih dari 15 g/liter. Kandungan khlorida (C1), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO_3

5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang makai suling, makan penurunan kekuatan adukan dan beton yang makai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
7. Khusus untuk beton praktekkan, kecuali syarat-syarat tersebut di atas tidak boleh mengandung khlorida lebih dari 50 p.p.m. (Persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia, 1982)

2.10 Skala Temperatur

Agar termometer bisa digunakan untuk mengukur suhu maka perlu ditetapkan skala suhu. Terdapat dua skala suhu yang sering digunakan, antara lain skala celcius dan skala Fahrenheit. Skala yang paling banyak digunakan saat ini adalah skala celcius. Skala fahreheit paling banyak digunakan di Amerika Serikat, skala suhu yang cukup penting dalam bidang sains adalah skala mutlak atau kelvin. Halliday Resnick (1978:705)

Titik tetap celsius dan skala fahrenheit menggunakan titik beku dan titik didih air. Titik beku suatu zat merupakan temperatur dimana wujud padat dan wujud cair berada dalam keseimbangan (tidak ada perubahan zat). Sebaliknya, titik didih suatu zat merupakan temperatur dimana wujud zat cair dan gas berada dalam keseimbangan. Perlu diketahui bahwa titik beku dan titik didih selalu berubah terhadap tekanan udara, karena itu, tekanan perlu kita tetapkan terlebih dahulu. Biasanya digunakan tekanan standar, yaitu 1 atm. Yusrizal (2009:151).

Suhu yang kita ukur dinyatakan dalam suatu skala pengukuran. Setiap negara menggunakan skala pengukuran suhu yang berbeda-beda, tetapi hasil

pengukuran suhu tetap dinyatakan dalam derajat. Skala pengukuran suhu yang telah dikenal ada empat, yaitu skala Celcius, skala Kelvin, skala Fahrenheit, skala Rankine dan skala Reamur.

2.10.1 Skala Celcius

Skala Celcius ini dikemukakan oleh Anders Celcius, seorang astronom Swedia. Anders Celcius pertama kali mempresentasikan tentang skala Celcius yang dirumuskannya pada 1742, dalam publikasinya “the origin of the Celsius temperature scale”. Skala Celcius ditetapkan berdasarkan titik lebur es dan titik didih air pada tekanan 1 atmosfer (atm). Di desain agar titik beku jatuh pada suhu 0 °C dan jatuhnya titik didih air pada 100 °C. Titik lebur es digunakan sebagai titik tetap bawah dan titik didih air digunakan sebagai titik tetap atas. Es yang digunakan untuk menetapkan titik tetap bawah skala Celcius haruslah es murni. Jika es tidak berasal dari air murni, titik leburnya bisa lebih rendah daripada seharusnya. Skala pengukuran suhu dengan skala Celcius dinyatakan dalam derajat Celcius yang dilambangkan dengan °C. Skala Celcius merupakan skala pengukuran yang biasa digunakan di Indonesia.

2.10.2 Skala Kelvin

Skala Kelvin dikemukakan oleh Lord Kelvin, seorang ilmuwan fisika yang berasal dari negara Inggris. Dengan meneliti energi kinetik suatu partikel yang dihubungkan dengan kenaikan suhu, Kelvin menemukan bahwa pada suhu -273 °C, partikel berhenti bergerak. Akibatnya, tidak ada lagi suhu yang dapat diukur karena energi kinetik partikel sama dengan nol. Sehingga penemuan angka ini menjadi dasar angka untuk kelvin yakni 273 K di mana air mengalami pembekuan dan pada suhu 373 K air mengalami pendidihan. Jadi, dalam penulisan

konversinya hanya perlu di tambah dengan temperatur kelvin yang berjumlah 273 dan temperatur Celcius yang telah terkondisi .Berdasarkan penemuan ini, Kelvin mengusulkan adanya nol mutlak, yaitu suhu terendah yang mungkin dapat dimiliki oleh sebuah benda. Pengukuran suhu yang menggunakan skala pengukuran Kelvin dinyatakan dalam derajat Kelvin dengan lambang K.

2.10.3 Skala Fahrenheit

Skala Fahrenheit dikemukakan oleh seorang ilmuwan dari Jerman bernama Gabriel Fahrenheit. Skala pengukuran Fahrenheit dinyatakan dalam derajat Fahrenheit yang dilambangkan dengan °F. skala fahrenheit ini lebih akurat di bandingkan dengan skala celcius maupun reamur di karenakan rentang dari satuan sklanya yang cukup banyak antara (212 – 32) 180 sehingga untuk perubahan suhu yang kecil dapat terukur.walaupun memiliki titik keakurasian yang tinggi tetapi bila terjadi pengkonversian kepada temperatur lain maka dapat di hasilkan nilai yang tidak stabil terhadap temperatur yang di tuju maupun dari berbagai macam temperatur menuju ke fahrenheit.akan tetapi prinsip Sama halnya dengan skala Celcius, skala Fahrenheit juga menggunakan titik lebur es untuk titik tetap bawah dan titik didih air untuk titik tetap atas. Bedanya, pada skala Fahrenheit, titik lebur es diberi angka 32 °F dan titik didih air diberi angka 212 °F. Skala Fahrenheit biasa digunakan di negara Amerika Serikat dan eropa.

2.10.4 Skala Reamur

Skala Reamur dikemukakan oleh René Antoine Ferchault de Réaumur, seorang ilmuwan dari Prancis, pada 1731. Titik beku air pada skala Reamur sama dengan skala Celcius, yaitu 0 (nol) derajat. Namun, titik didih air diberi angka 80

derajat. Dengan demikian, $1\text{ }^{\circ}\text{R}$ sama dengan $1,25^{\circ}\text{C}$ atau $1,25\text{ }^{\circ}\text{F}$. Rentang yang di dapat dari termometer reamur ialah hanya 80, sehingga untuk ke akuratan terhadap perubahan suhu yang kecil kurang dapat terukur dengan baik. Termometer skala Reamur pertama kali dibuat menggunakan cairan alkohol. Dulunya, alat ini banyak digunakan di negara-negara Eropa, terutama di Jerman dan Prancis. Sekarang, termometer Reamur telah digantikan oleh termometer Celcius sehingga termometer Reamur relatif jarang ditemukan, kecuali di industri permen dan keju.

2.10.5 Skala Rankine

Skala Rankine adalah skala suhu termodinamis yang dinamai menurut insinyur Skotlandia William John Macquorn Rankine, yang mengusulkannya pada 1859. Lambangnya adalah $^{\circ}\text{R}$ (atau $^{\circ}\text{Ra}$ untuk membedakannya dari $^{\circ}\text{R}\ddot{o}\text{mer}$ dan $^{\circ}\text{R}\acute{\text{e}}\text{aumur}$). Seperti skala Kelvin, titik nol pada skala Rankine adalah nol absolut, tapi satu derajat Rankine didefinisikan sama dengan satu derajat Fahrenheit. $459,67\text{ }^{\circ}\text{R}$ sama dengan $0\text{ }^{\circ}\text{F}$.

2.11. Jenis Alat Pengukuran Pada Temperatur

2.11.1 Thermometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu. Istilah termometer berasal dari bahasa Latin *thermo* yang berarti bahang dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Prinsip kerja termometer ada bermacam-macam, yang paling umum digunakan adalah termometer air raksa

Termometer pertama sekali digagaskan oleh Galileo dengan menggunakan pemuaian gas. Tetapi termometer yang pertama sekali dikenal adalah termometer yang dibuat oleh Academi Del Cimento (1657-1667) di Florence. Termometer

yang dikenal ini terdiri dari tabung kaca dengan ruang ditengahnya yang diisi air raksa atau alkohol yang diberi merah.

Termometer dibuat berdasarkan prinsip bahwa volume zat cair akan berubah apabila dipanaskan atau didinginkan. Volume zat cair akan bertambah apabila dipanaskan sedangkan apabila didinginkan akan berkurang. Naik atau turunnya cairan tersebut digunakan sebagai acuan untuk menentukan suhu suatu benda.

Ada beberapa macam jenis Termometer, yaitu:

1. Thermometer Laboratorium



Gambar 2.5 Thermometer Laboratorium

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur suhu air dingin atau air yang sedang dipanaskan. Termometer laboratorium menggunakan raksa atau alkohol sebagai penunjuk suhu. Raksa dimasukkan ke dalam pipa yang sangat kecil (pipa kapiler), kemudian pipa dibungkus dengan kaca yang tipis. Tujuannya agar panas dapat diserap dengan cepat oleh termometer.

Skala pada termometer laboratorium biasanya dimulai dari 0 °C hingga 100 °C. 0 °C menyatakan suhu es yang sedang mencair, sedangkan suhu 100°C menyatakan suhu air yang sedang mendidih. Termometer ini digunakan untuk

perlengkapan praktikum di laboratorium. Bentuknya pipa panjang dengan cairan pengisi alkohol yang diberi warna merah.

Fungsi termometer laboratorium digunakan untuk perlengkapan praktikum di laboratorium dan kelebihan dari Termometer Laboratorium, yaitu skala ukurnya luas hingga di bawah nol.

2. Thermometer Ruang

Termometer ruang biasanya dipasang pada tembok rumah atau kantor. Termometer ruang mengukur suhu udara pada suatu saat. Skala termometer ini adalah dari -50°C sampai 50°C . Skala ini digunakan karena suhu udara di beberapa tempat bisa mencapai di bawah 0°C , misalnya wilayah Eropa. Sementara di sisi lain, suhu udara tidak pernah melebihi 50°C .

Fungsi dari termometer ruang yaitu digunakan untuk mengukur suhu suatu ruangan dan kelebihan dari termometer ruang merupakan termometer maksimum, ukuran tandon dibuat besar agar menjadi lebih peka terhadap perubahan suhu. Thermometer ruang ini yang akan di pakaidalam proses penelitian suhu ruang bangunan.



Gambar 2.6 Thermometer Ruangan.
Sumber: Hasil Penelitian 2019

3. Thermometer Klinis



Gambar 2.7 Thermometer Klinis.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer klinis disebut juga termometer demam. Termometer ini digunakan oleh dokter untuk mengukur suhu tubuh pasien. Pada keadaan sehat, suhu tubuh manusia sekitar 37°C . Tetapi pada saat demam, suhu tubuh dapat melebihi angka tersebut, bahkan bisa mencapai angka 40.

Skala pada termometer klinis hanya dari 35°C hingga 43°C . Hal ini sesuai dengan suhu tubuh manusia, suhu tubuh tidak mungkin di bawah 35°C dan melebihi 43°C .

Fungsi dari termometer klinis biasanya digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia dan kelebihan termometer klinis adalah saat ditempelkan pada tubuh akan membaca secara otomatis dan ditampilkan dalam bentuk angka, tidak mudah rusak, cepat menangkap suhu/ menyamakan suhu dengan benda yang diukur dan bisa digunakan disemua site.

4. Thermometer Six-Bellani



Gambar 2.8 Thermometer Six-Bellani.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer Six-Bellani disebut pula termometer maksimum-minimum. Termometer ini dapat mencatat suhu tertinggi dan suhu terendah dalam jangka waktu tertentu. Termometer ini mempunyai 2 cairan, yaitu alkohol dan raksa dalam satu termometer.

Fungsi dari termometer Six-Bellani yaitu digunakan untuk mengukur suhu maksimum dan minimum suatu tempat dan kelebihan Termometer Six-Bellani yaitu dilengkapi magnet tetap untuk menarik keping baja turun melekat pada raksa. Termasuk termometer khusus karena digunakan untuk mengatur suhu tertinggi dan terendah di suatu tempat, menggunakan 2 skala, skala minimum di pipa kiri dan skala maksimum di pipa kanan.

5. Thermometer Digital



Gambar 2.9 Thermometer Digital.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer digital adalah termometer yang menggunakan sensor digital dan layar LCD untuk menunjukkan tingkat suhu. Sensor yang digunakan biasanya termokopel. Termometer digital digunakan secara luas karena akurasi dan sensitivitasnya. Termometer ini digunakan secara luas untuk mengukur suhu badan, sebagai alat bantu memasak, dan laboratorium.

6. Thermometer Infra Merah



Gambar 2.10 Thermometer Infra Merah.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer inframerah adalah termometer yang mengukur suhu dengan mendeteksi radiasi termal menggunakan laser. Termometer ini memiliki keunggulan yakni alatnya tidak perlu menyentuh objek. Termometer inframerah

dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh di bagian tertentu dan dalam industry

7. Thermometer Alkohol



Gambar 2.11 Thermometer Alkohol.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer alkohol adalah alternatif dari termometer air raksa. Fungsi antara keduanya pun mirip. Namun tidak seperti termometer air raksa, termometer alkohol lebih aman dan lebih lambat menguap. Alkohol yang digunakan biasanya berjenis etanol karena lebih murah dan lebih aman jika termometer pecah. Termometer etanol hanya bisa untuk mengukur suhu sampai 78°C sehingga sering digunakan untuk mengukur suhu badan dan suhu ruangan.

8. Thermometer Air Raksa



Gambar 2.12 Thermometer Air Raksa.

Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

Termometer air raksa adalah termometer cairan yang menggunakan air raksa sebagai pengisinya. Termometer air raksa merupakan termometer yang banyak digunakan dibandingkan dengan termometer alkohol. Termometer air raksa sering disebut termometer maksimum karena dapat mengukur suhu yang sangat tinggi. Jika suhu panas, air raksa akan memuai sehingga kita akan melihat air raksa pada tabung kaca naik. Ketika suhu turun, air raksa akan tetap berada pada posisi ketika suhu panas. Hal itu disebabkan adanya kontraksi yang menghambat air raksa untuk kembali ke keadaan semula. Oleh karena itu, untuk mengembalikan air raksa ke posisi dasar, kita harus mengibas-ngibaskan termometer ini dengan kuat.

Jika menggunakan termometer air raksa, tahan sekitar 3-5 menit atau sampai air raksa tidak bergerak lagi, baru dilihat hasilnya. Sementara jika dengan termometer digital relatif lebih cepat. Jika hasil pengukuran menunjukkan angka lebih dari $37,5^{\circ}\text{C}$, artinya anak demam. Hal ini bisa juga karena baju anak terlalu

tebal atau suhu tubuhnya meningkat karena banyak bergerak. Jika kurang pasti, lakukan lagi

pengukuran sekitar 30 menit kemudian. Setelah pemakaian, jangan lupa membersihkan kembali termometer dengan pembersih beralkohol.

Beberapa keuntungan air raksa sebagai pengisi thermometer antara lain:

1. Air raksa tidak membasahi dinding pipa kapiler, sehingga pengukurannya menjadi teliti.
2. Air raksa mudah dilihat karna mengkilat
3. Air raksa cepat mengambil panas dari suatu benda yang sedang diukur.
4. Jangkauan suhu air raksa cukup lebar, karna air raksa membeku pada suhu - 40 °C dan mendidih pada suhu 360 °C.
5. Volume air raksa berubah secara teratur.

Selain beberapa keuntungan, ternyata air raksa juga memiliki beberapa kerugian antara lain:

1. Air raksa harganya mahal.
2. Air raksa tidak digunakan untuk mengukur suhu yang sangat rendah.
3. Air raksa termasuk zat yang beracun sehingga berbahaya pabila tabung nya pecah.

2.12. Cara Kerja Termometer

Adapun cara kerja termometer secara umum adalah sebagai berikut:

1. Sebelum terjadi perubahan suhu, volume air raksa berada pada kondisi awal.
2. Perubahan suhu lingkungan disekitar termometer direspon air raksa dengan perubahan volume.

3. Volume merkuri akan mengembang jika suhu meningkat dan akan menyusut ketika suhu menurun.
4. Skala pada termometer akan menunjukkan nilai suhu sesuai keadaan lingkungan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penelitian ini penulis melakukan penelitian dan pengumpulan data dengan cara menguji langsung di laboratorium. Pengumpulan data menggunakan data primer, data primer didapat langsung di lapangan. Data tersebut mencakup besarsuhu dalam ruangan, dan juga data sekunder yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku-buku dan jurnal. Data tersebut mencakup besar suhu dalam ruangan dan perbedaan suhu ruangan dinding batako normal dengan suhu ruangan batako pemanfaatan Jerami Padi menggunakan sampel-sampel yang akan diuji.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pengujian sampel yang saya lakukan berada di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.
Sumber; Penelitian 2019.

3.3 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan antara lain:

1. Jerami Padi, berasal dari limbah hasil panen para petani.
2. Semen, berasal dari toko bahan bangunan di Medan.
3. Pasir, berasal dari toko bangunan di Medan.
4. Air, berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Seng, berasal dari toko bangunan di Medan.

3.4 Peralatan Penelitian

1. Alat pembuatan batako sebagai sampel uji suhu dalam ruangan.



Gambar 3.2 Alat Pembuatan Batako
Sumber; Penelitian 2019.

2. Alat Thermometer ruangan



Gambar 3.3 Alat Thermometer suhu ruangan
Sumber: Penelitian 2019.

3.5 Pembuatan Benda Uji

3.5.1 Penggunaan Cetakan

Cetakan yang digunakan untuk menahan campuran batako selama campuran dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Cetakan yang digunakan adalah terbuat dari bahan besi dengan ukuran dimensi 30cm x 8 cm x 15cm, berasal dari pabrik pengolahan di Delitua Medan.



Gambar 3.4 Cetakan Batako Ukuran 30 x 8 x 15 cm.

Sumber; Penelitian 2019.

3.5.2 Pemotongan jerami padi

Sebelum pemotongan jerami padi dipress dengan menggunakan mesin press. Pemotongan jerami padi di sesuaikan dengan dimensi yang direncanakan yaitu berkisar 15 x 2 cm x 8 cm dengan berat 1 gram, 2 gram, 3 gram, Pemotongan dilakukan dengan gunting seng.



Gambar 3.5 Pemotongan jerami

Sumber; Penelitian 2019.

3.5.3 Penimbangan Jerami Padi

Setelah jerami padi di potong lalu, Jerami padi di timbang dan di sesuaikan dengan kebutuhan yang di perlukan sebagai campuran batako yaitu dengan variasi : 1 gram, 2 gram, 3 gram lalu di letakkan ditengah-tengah adukan beton.



Gambar 3.6 Penimbangan Jerami Dengan Berat 10 gram, 20 gram, 30 gram

Sumber; Penelitian 2019.

3.5.4 Komposisi Material Benda Uji

Kebutuhan bahan campuran yakni melingkupi kebutuhan bahan yang diperlukan untuk pembuatan benda uji batako dan batako utuh yakni meliputi kebutuhan pasir, semen, dan air. Dalam penelitian ini, telah ditetapkan memakai perbandingan pc : ps = 1 : 6. Selanjutnya perbandingan ini di konversikan kedalam perbandingan volume. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah perencanaan kebutuhan bahan per adukan dalam membuat sejumlah benda uji batako.

Dengan volume batako $30 \times 8 \times 15 = 3600 \text{ cm}^3$

Volume batako dikalikan faktor keamanan $3600 \text{ cm}^3 \times 1,2 = 4320 \text{ cm}^3$

Maka kebutuhan bahan untuk 1 batako, yaitu:

1. Kebutuhan pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini sudah sesuai standart mutu yang di tentukan.



Gambar 3.7 Pasir.
Sumber; Penelitian 2019.

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \frac{\text{perbandingan pasir}}{\text{total perbandingan pasir}} \times \text{volume batako} \\ &= \frac{6}{7} \times 4320 = 3702,85 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Maka pasir yang dibutuhkan untuk satu batako 3702,85 cm³.

2. Kebutuhan semen

Semen yang digunakan dalam penelitian jenis semen Portland merek semen conch yang sudah memenuhi mutu dan standart semen.



Gambar 3.8 Semen Portland.
Sumber; Penelitian 2019.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{perbandingan semen}}{\text{total perbandingan semen}} \times \text{volume batako}$$

$$= \frac{1}{6} \times 4320 = 617,14 \text{ cm}^3$$

Maka semen yang dibutuhkan untuk satu batako 617,14 cm³

3. Kebutuhan air secukupnya tergantung kelembapan pasir dan campuran betonnya
4. Kebutuhan Jerami padi 10,20 dan 30 gram



Gambar 3.9 Jerami padi
Sumber; Penelitian 2019.

Pemanfaatan Jerami padi dalam penelitian ini menggunakan Jerami padi yang sudah di potong, lalu di timbang berbentuk persegi panjang dengan dimensi yang sama dengan ukuran 15 x 2 x 8 cm dengan berat 10 gram, 20 gram, 30 gram, setiap dalam satu batako.

3.5.5 Pencampuran Dan Pengadukan Bahan

Dilakukan pencampuran bahan untuk benda uji berupa semen dan pasir dengan perbandingan 1 semen : 6 pasir. Pencampuran bahan dilakukan didalam mixer batako. Pencampuran dan pengadukan dilakukan dengan cara menambahkan air sedikit demi sedikit kedalam campuran bahan sampai di dapatkan adonan yang sesuai untuk pengepresan. Setelah semua bahan sudah tercampur merata maka yang selanjutnya dikerjakan adalah menuangkan adonan kedalam cetakan.



Gambar 3.10 Mixer Pengaduk.

Sumber; Penelitian 2019.

3.6 Pembuatan Batako

3.6.1 Batako Konvensional

Bahan yang sudah dicampur dan diaduk siap untuk dituangkan kedalam cetakan yang sudah disediakan. Cetakan yang di rencanakan berdimensi 30 x 8 x 15 cm sesuai dengan cetakan yang ada di pabrik batako. Sebelum di lakukan press bahan yang telah dimasukkan kedalam cetakan digetatrkan terlebih dahulu

dengan alat penggetar mesin supaya mendapatkan hasil kepadatan yang maksimal. Kemudian dilakukan pengepressan, alat press yang digunakan adalah press mesin sebagaimana batako-batako pada umumnya di pasaran. Setelah itu batako dikeluarkan dari cetakan dengan alat pemadat secara perlahan ditekan kebawah yang sebelumnya bagian bawah cetakan sudah di lapis mal yang terbuat dari besi untuk menampung batako.



Gambar 3.11 Batako Konvensional.
Sumber; Penelitian 2019.

3.6.2 Batako Jerami Padi

Bahan yang sudah dicampur dan diaduk siap untuk dituangkan kedalam cetakan yang sudah disediakan. Cetakan yang di rencanakan berdimensi 30 x 8 x 15 cm sesuai dengan cetakan yang ada di pabrik batako. Pada proses pencetakan batako dengan jerami padi bahan yang dimasukkan $\frac{3}{4}$ dari cetakan dan digetarkan. Kemudian bagian tengah dari bahan yang didalam cetakan di beri

celah menggunakan tongkat besi untuk memasukkan sabut kelapa yang sudah disiapkan. Setelah itu dimasukkan kembali bahan campuran untuk memenuhi cetakan batako yang kosong dan dilanjutkan dengan getaran kembali dengan alat penggetar mesin supaya mendapatkan hasil kepadatan yang maksimal. Kemudian dilakukan pengepressan, alat press yang digunakan adalah press mesin sebagaimana batako-batako pada umumnya di pasaran. Setelah itu batako dikeluarkan dari cetakan dengan alat pemadat secara perlahan ditekan kebawah yang sebelumnya bagian bawah cetakan sudah di lapis mal yang terbuat dari besi untuk menampung batako.



Gambar 3.12 Batako Pemanfaatan Jerami Padi
Sumber; Penelitian 2019.

3.7 Perawatan

Proses pembuatan batako ini dan pengaruh perawatannya harus dilakukan. Dengan baik, proses perawatan dilakukan dengan meletakkan batako di tempat terbuka dalam suhu udara normal tanpa perlakuan khusus. Perawatan batako dalam penelitian ini dilakukan selama 28 hari.

3.8 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang berupa studi literatur dilakukan dengan membaca literatur dan jurnal. Pengukuran temperatur udara relatif pada kedua ruang sampel benda uji. Penelitian pengujian temperature udara ruangan untuk membandingkan kondisi termal antar ruang sampel satu dan ruangan sampel dua. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Universitas Medan Area tepatnya di halaman terbuka yang terpancar sinar matahari langsung.



Gambar 3.13 Pembuatan ruangan batako konvensional dan campuran jerami padi

Sumber: Penelitian 2019.

Adapun sampel pengujian dibuat sebagai berikut:

1. Sampel berupa ruang bangunan dengan ukuran 100 x 100 x 100 cm. Penyusun dinding ruangan satu menggunakan batako konvensional (normal) dengan ukuran 30 x 8 x 15 cm.
2. Sampel berupa ruang bangunan dengan ukuran 100 x 100 x 100 cm. Penyusun dinding ruangan dua menggunakan batako dengan campuran Jerami Padi dengan Variasi 1 gram, 2 gram, dan 3 gram, dengan ukuran 30 x 8 x 15 cm.

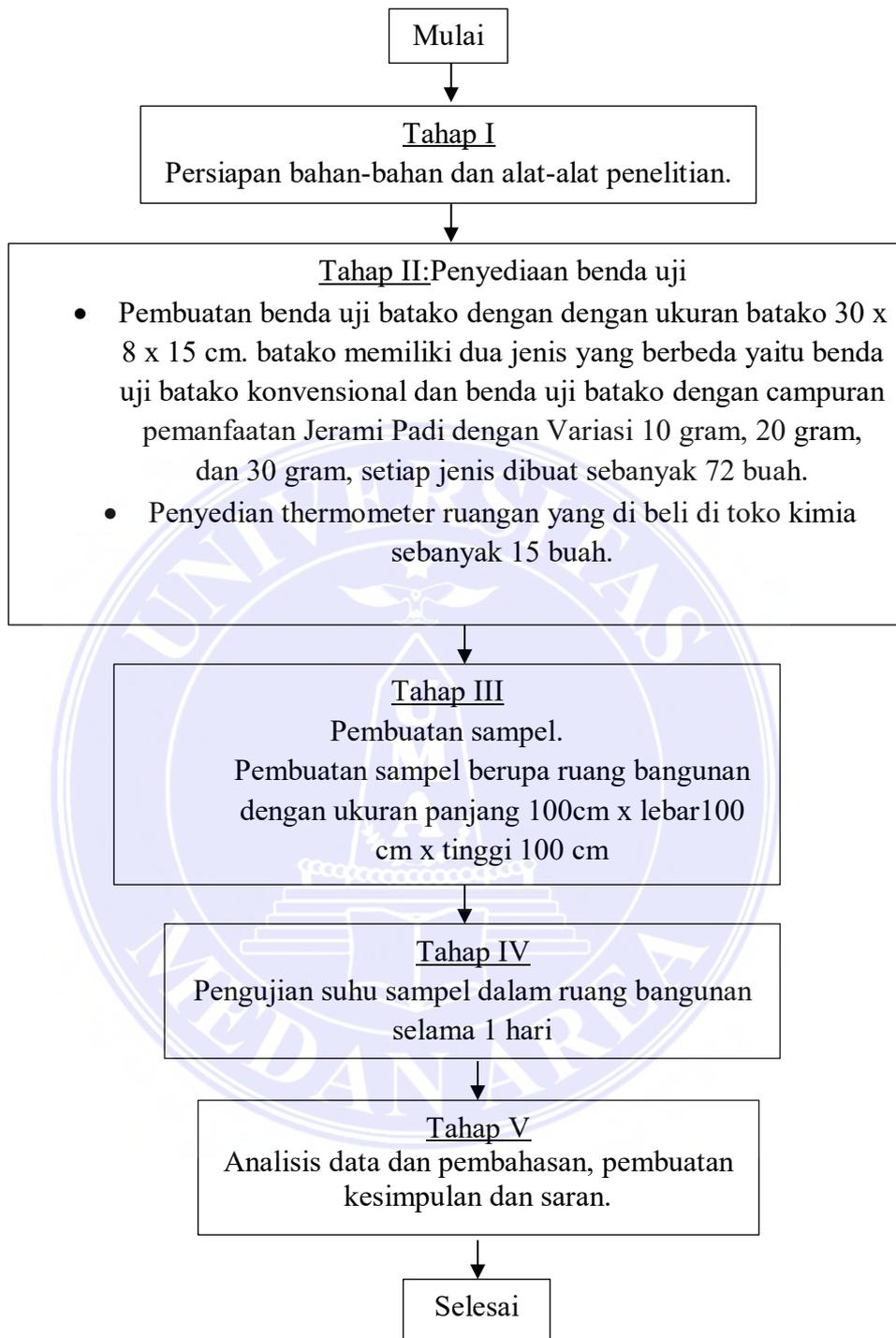
3.9 Tahapan Penelitian

1. Sebelum melakukan pengujian pastikan sampel ruang bangunan yang di buat benar-benar kering.
2. Pengujian sampel dengan cara meletakkan thermometer suhu kedalam masing-masing sampel ruang bangunan sebanyak 6 buah dengan cara di gantung. Dan meletakkan thermometer suhu di luar sampel ruang banguna.
3. Sampel kemudian ditutup menggunakan seng yang di rancang sesuai ukuran sampel ruang bangunan.
4. Pengambilan data suhu ruang sampel dalam bangunan dan luar sampel bangunan dilakukan dalam 2 jam sekali dimulai pukul 08:00 dalam setiap satu thermometer. Proses pengambilan data dilakuakn sampai pukul 16: 00 yang menghasilkan lima waktu pengambilan data suhu yang berbeda.

5. Pengolahan data membahas perbandingan antara suhu dalam ruang dengan menggunakan batako konvensional dengan batako campuran Jerami Padi



Gambar 3.14 Pengamatan Suhu
Sumber; Penelitian 2019.



Gambar 3.15 Skema penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dinyatakan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengamatan suhu luar ruang bangunan rata-rata $37,7^{\circ}\text{C}$, tingkat suhu tertinggi pada pukul 12:00 yaitu 40°C .
2. Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, penggunaan dinding batako dengan pemanfaatan jerami padi sebagai tambahan campuran dengan menggunakan variasi 10 gram, 20 gram dan 30 gram, dari ketiga variasi tersebut batako campuran 30 gram lah yang suhu nya paling berpengaruh terhadap suhu yang ada dalam ruang.
3. Hasil dari pengamatan suhu ruang setiap dua jam sekali dalam pukul 08:00 sampai 16:00 yang dilakukan, suhu dinding menggunakan pemanfaatan jerami padi bisa dijadikan alternatif karena cukup berpengaruh dengan berselisih antara $4-5^{\circ}\text{C}$. dengan keadaan suhu di dalam ruangan yaitu 32°C dengan panas suhu luar ruangan mencapai 38°C sampai 40°C , karena suhu normal manusia berada diantara 28°C sampai 31°C .

5.2 Saran

1. Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan alat pengujian thermometer ruangan yang masih menggunakan alat dengan sistem kerja alat air raksa agar lebih memilih alat yang lebih bagus dengan sisitem alat digital.

2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik, sebaiknya menggunakan plafon atau abes untuk mendapatkan hasil yang lebih focus dan lebih baik dalam pengambilan data suhu karena atap seng mempengaruhi tingkat panas dalam ruang.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya, yaitu dengan menambahkan variasi waktu (hari) lebih banyak lagi dalam pengambilan data suhu thermometer dan menggunakan thermometer digital agar bisa di dapat data yang lebih akurat lagi
4. Penelitian lanjutan dapat juga membuat variasi sampel ruang dengan ukuran yang berbeda dengan beberapa variasi.
5. Material dinding mempengaruhi besar suhu dalam ruang, peneliti menyarankan dengan melakukan penelitian selanjutnya menggunakan dinding batako campuran kertas telur yang dapat sebagai penghambat atau memperlambat hantaran suhu panas kedalam ruang bangunan, bisa juga dengan menggunakan campuran bahan lain yaitu isi dalam batang pinang, atau juga bisa menggunakan styrofoam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Huzein, 2016. (artikel). *Temperatur Suhu*, Prodi Pengolahan Minyak dan Gas, Sekolah Tinggi Mineral dan AKAMIGAS, Jawa Tengah.
<https://abdulhuzein.wordpress.com/2016/10/07/makalah-pengukuran-suhu/>
- Aventi. 2010. *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Dalam Pembuatan Hollow Panel Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Kabupaten Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum
- Bambang Irawan, 2014. (Jurnal). *Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Serbuk Halus Ex Cold Milling*, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Bambang Wintoko. *Sukses Wirausaha Batako & Paving Block*, Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- BSNI. 2014. SNI 03-6572-2001. ciptakarya.pu.go.id/pbl/doc/sni/SNI_VENTI.PDF (diakses tanggal 11 Maret 2014)
- Catra P Yuhandari, 2015. (artikel). *Pengukuran Suhu dan Kelembapan*, Politeknik Kesehatan Yogyakarta, Yogyakarta.
http://catrayuhandari.blogspot.com/2016/01/laporan-praktikum-pengukuran-suhu-dan_6.html
- Dwi Angriawan, 2014. (artikel). *Pengukuran Suhu*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
<https://dwianggriawan.wordpress.com/2014/05/01/makalah-temperatur-suhu/>
- Eka Tri Karlina, 2017. (Jurnal). *Pemanfaatan Abu Sabu Kelapa dan Pengaruh Penambahan Sikacim Concrete Addictive Pada Pembuatan Batako*, Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Guntur, Hartono. 2010. *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Untuk Pembuatan Bata Beton Berlobang*. Cepu: SimetriS Nomor 12, Majalah Ilmiah STTR Cepu ISSN 1693 - 7066.
- Ir. Tri Mulyono, MT, 2004,2005,2019. *Teknologo Beton*, CV. Andi OFFSET, Yogyakarta.
- Lee, Kyu-In; Yeom, Dongwoo dan Kim, Eun-Jin. 2013. *Experimental Research on the Correlation of Temperature, Humidity, and CO₂ Level of a Rice Hull Insulated Indoor Environment*. Korea: Journal of Asian Architecture and Building Engineering.

- Maryati. 2007. *Sekolah Alam, Alternatif Pendidikan Sains yang Membebaskan dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.
- Mediastika , Christina E. 2007. *Potensi Jerami Padi Sebagai Bahan Baku Panel Akustik*. Yogyakarta: Prodi Arsitektur, Universitas Atma Jaya.
- M. Husni Kotta, 2008. (Jurnal). *Suhu Netra dan Rentang Suhu Nyaman Manusia Indonesia*, Fakultas Teknik, Universitas Haluoleo, Makasar.
- Mochamad Hilmy, 2014. (Jurnal). *Pengaruh Rongga Terhadap Dinding Batako Terhadap Suhu Ruangan*, Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil , Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak.
- Nur Aini Fauziah, 2017. (Jurnal). *Analisa Kuat Tekan Batako*, Prodi Teknik, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Redy Butar Buta, 2018 (Skripsi). *Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Agregat Tambah Untuk Pembuatan Batako Kedap Suara*, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan.
- Standart Nasional Indonesia, 1989. *SNI 03-0349-1989*, Badan Standart Nasional Indonesia.
- V. Totok Noerwasito dan Mas Santosa, 2006. (Jurnal). *Pengaruh Thermal Properties Material Bata Merah dan Batako Sebagai Dinding, Terhadap Efisiensi Energi Dalam Ruang Di Surabaya*, Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Yobel Saroa'a Hulu, 2018 (Skripsi). *Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako*, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan

LAMPIRAN



(Pasir untuk pembuatan batako)
Sumber: penelitian 2019



Gambar :Semen Portland.
Sumber; Penelitian 2019.



Gambar : Jerami padi
Sumber; Penelitian 2019.



Gambar : pemotongan Jerami padi
Sumber; Penelitian 2019.



Gambar : Jerami 10 gram gram

Gambar : Jerami 20 gram

Gambar : Jerami 30 gram



Gambar : Mixer Pengaduk.
Sumber; Penelitian 2019



Gambar : Selasai Pengadukan.
Sumber; Penelitian 2019



Gambar : Mesin Cetak Batako
Sumber; Penelitian 2019



Gambar : Pencetakan Batako
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Batako yang sudah siap
 Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Pembuatan Ruang Pengujian
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Ruang Pengujian Sudah Jadi

Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 10 gram
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 20 gram
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 30 gram
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Contoh Benda uji Batako Campuran Jerami 10, 20 dan 30 gram
Sumber : Penelitian 2019



Gambar : Ruang pengujian batako campuran jerami 10, 20, dan 30 gram

Sumber : Penelitian 2019



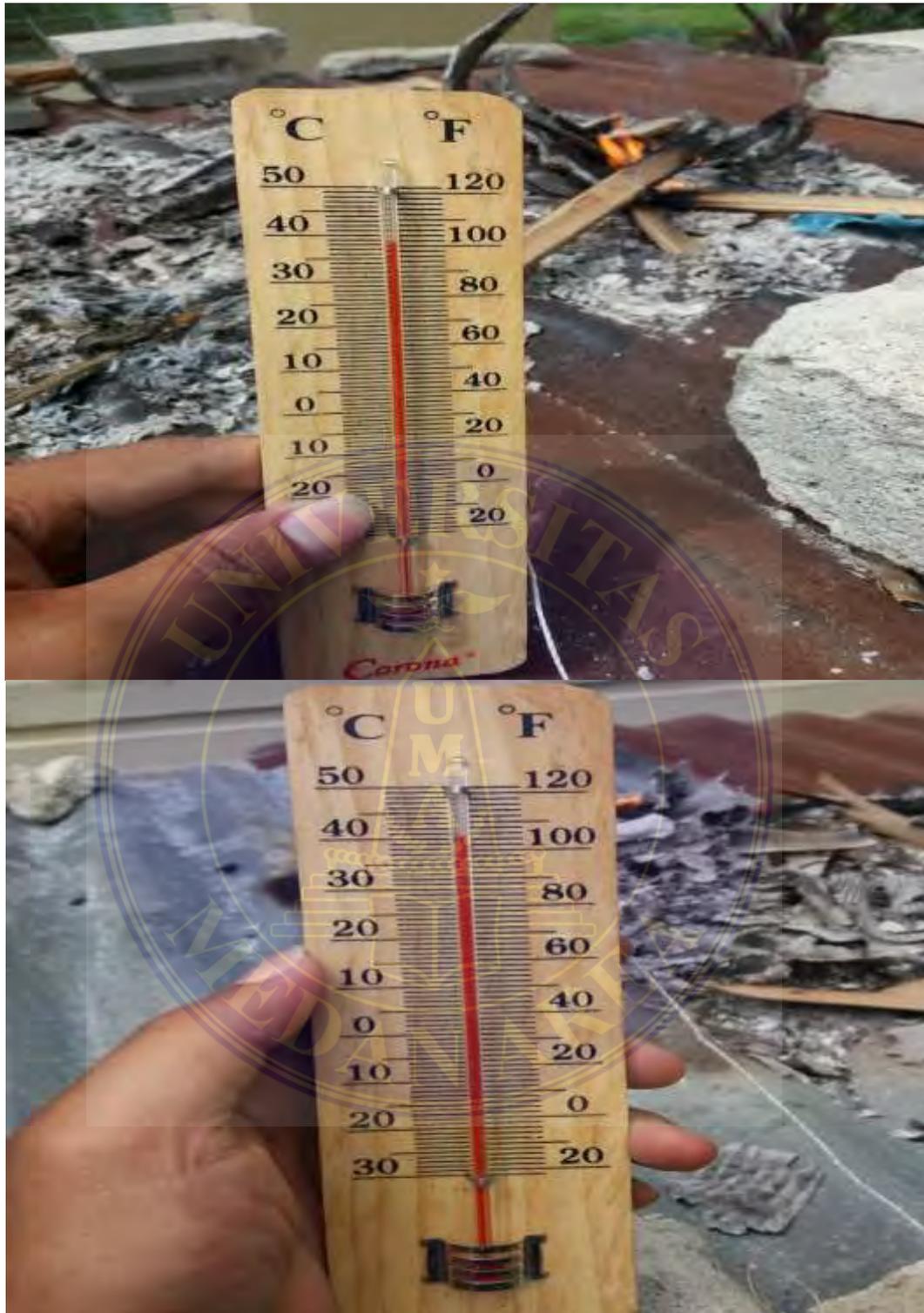
Gambar : Ruang penguji batako campuran jerami 10,20, dan 30 gram
Sumber : Penelitian 2019.

LAMPIRAN

Suhu luar ruangan batako jerami padi 10 dan 20 gram mulai pukul 08:00 sampai pukul 16:00 wib



Suhu Luar ruangan 36 °C batako campuran jerami padi 10 dan 20 gram pada pukul 08:00



Suhu luar ruangan 38 °C dan 40 °C pada batako campuran jerami padi 10 dan 20 gram pada pukul 10:00 dan pukul 12:00 wib



Suhu luar ruangan 38 °C pada pukul 14:00 dan juga 38 °C pada pukul 16:00 pada batako campuran jerami padi 10 dan 20 gram

Suhu dalam ruangan batako jerami padi 10 gram



Suhu dalam ruangan batako 10 gram sebesar 34°C dan suhu di luar ruangan sebesar 36 °C pada pukul 08:00



Suhu dalam ruangan batako 10 gram sebesar 36°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38 °C pada pukul 10:00



Suhu dalam ruangan batako 10 gram sebesar 37°C dan suhu di luar ruangan sebesar 40°C pada pukul 12:00



Suhu dalam ruangan batako 10 gram sebesar 36°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 14:00



Suhu dalam ruangan batako 10 gram sebesar 36°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 16:00

Suhu dalam ruangan batako jerami padi 20 gram



Suhu dalam ruangan batako 20 gram sebesar 33°C dan suhu di luar ruangan sebesar 36°C pada pukul 08:00



Suhu dalam ruangan batako 20 gram sebesar 34°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 10:00



Suhu dalam ruangan batako 20 gram sebesar 37°C dan suhu di luar ruangan sebesar 40°C pada pukul 12:00



Suhu dalam ruangan batako 20 gram sebesar 35°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 14:00



Suhu dalam ruangan batako 20 gram sebesar 35°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 16:00

Suhu dalam ruangan batako Jerami padi 30 gram



Suhu dalam ruangan batako 30 gram sebesar 33°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 08:00



Suhu dalam ruangan batako 30 gram sebesar 33°C dan suhu di luar ruangan sebesar 38°C pada pukul 10:00



Suhu dalam ruangan batako 30 gram sebesar 33°C dan suhu di luar ruangan sebesar 37°C pada pukul 12:00



Suhu dalam ruangan batako 30 gram sebesar 32°C dan suhu di luar ruangan sebesar 37°C pada pukul 14:00



Suhu dalam ruangan batako 30 gram sebesar 32°C dan suhu di luar ruangan sebesar 36°C pada pukul 16:00.

Lampiran
Batako konvensional atau batako Normal







Lampiran
Pengukuran Suhu Batako Normal atau Konvensional

