

**ANALISIS SUHU RUANGAN DENGAN
PEMANFAATAN SABUT KELAPA SEBAGAI
CAMPURAN BATAKO**

SKRIPSI

RAINBOW TOHA NUGROHO

158110089



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA SUHU RUANGAN DENGAN PEMANFAATAN SABUT KELAPA SEBAGAI CAMPURAN BATAKO

SKRIPSI

*Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Menempuh
Ujian Sarjana Teknik Sipil*

Disusun oleh :

RAINBOW TOHA NUGROHO

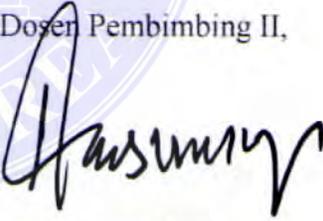
15 811 0089

Disetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

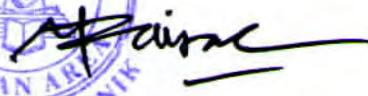

(Ir. Nurmaidah, MT)


(Ir. Amsuardiman, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Prodi Teknik Sipil,


(Dr. Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT)


(Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

17/10/19

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan Penulisan Karya Ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA

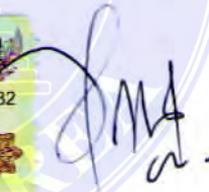
LEMBAR PERNYATAAN

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

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lain nya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 12 Juli 2019




Rainbow Toha Nugroho
NPM 15 811 0089

ABSTRAK

Bentuk dan komposisi material penyusun dinding sangat mempengaruhi kondisi suhu di dalam suatu ruangan. Kondisi sekarang ini keberadaan dinding bata semen (batako) lebih dominan digunakan dalam hal dinding bangunan. Dinding dengan material bata semen yang solid lebih stabil dalam peningkatan dan penurunan suhu didalam ruangan suatu bangunan yang disebabkan oleh pengaruh radiasi matahari dari luar ruangan. Hal ini terjadi pada saat dinding menerima kalor dan melepaskan kalor. Peneliti dalam penelitian ini berupaya untuk meminimalisir suhu udara dalam ruang dengan memfokuskan penelitian kedalam batako dinding. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji besar suhu dalam ruang bangunan menggunakan dinding batako konvensional (normal) dan batako campuran sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai perbandingan dari dinding ruang dengan batako konvensional (normal) dan ruang dinding batako campuran sabut kelapa. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area. Penelitian yang dilakukan dengan membuat batako campuran sabut kelapa dan batako konvensional sebagai benda uji. Dan membuat sampel berupa ruang dengan ukuran (100 x 100 x 100) cm. Berdasarkan hasil dari pengamatan suhu rata-rata dalam pengamatan tiga hari ruang dengan dinding batako sabut kelapa sebesar 30°C dan ruang dinding batako konvensional 32°C. Selisih dari perbandingan suhu sebesar 2°C. Dalam penggunaannya, pada dinding batako sabut kelapa dalam skala kecil bisa dikatakan meminimalisir suhu ruang namun tidak terlampau jauh dibandingkan batako konvensional (normal).

Kata kunci: perbandingan suhu ruangan, batako, sabut kelapa.

ABSTRACT

The shape and composition of the wall constituent material greatly affect the temperature condition in a room. In this current condition, the brick wall is more dominantly used in terms of the building wall. Wall with solid brick material is more stable in increasing and decreasing temperatures in a building's room caused by the influence of solar radiation from outside. It happens when the wall receives heat and releases heat. The researcher sought to minimize the air temperature inside the room by focusing the research into wall brick. This study is conducted to assess the temperature inside the building using conventional brick and coconut coir mixture brick. It aims to determine the wall comparative value of conventional brick and coconut coir mixture brick. The location of this study is conducted at the Medan Area Civil Engineering Laboratory. This study is conducted by making conventional brick and coconut coir mixture brick as test specimens and make a room sample in size (100 x 100 x 100) cm. The results show that in the three-day observation the average temperature of the room with coconut coir mixture brick wall is 30°C and the conventional brick wall is 32°C. The ratio of temperature difference is 2°C. By the usage of a small scale, the coconut coir mixture brick wall can be said to minimize room temperature but there are no significant differences compared to the conventional brick wall.

Keywords: *room temperature comparison, brick, coconut coir.*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Pengambilan Data	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dinding	5
2.2 Batako.....	6
2.3 Jenis Dan Ukuran Batako	13
2.4 Jenis–Jenis Batako.....	15
2.4.1 Batako Trass/ Putih	15
2.4.2 Batako Semen	15
2.5 Bahan-Bahan Penyusun Batako	18
2.5.1 Semen.....	18
2.5.2 Pasir	26
2.5.3 Air	28
2.6 Sabut Kelapa.....	31
2.7 Suhu Udara	34
2.8 Skala Temperatur	38
2.8.1 Skala Celcius.....	49

2.8.2 Skala Kelvin.....	40
2.8.3 Skala Farenheit	40
2.8.4 Skala Reamur	42
2.8.5 Skala Renkin	43
2.9 Jenis Alat Pengukur Pada Temperatur	43
2.9.1 Thermometer.....	43
2.9.2 Cara Kerja Thermometer	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1 Gambaran Umum	51
3.2 Lokasi Penelitian	51
3.3 Bahan Penelitian.....	52
3.4 Peralatan Penelitian	52
3.5 Pembuatan Benda Uji.....	52
3.5.1 Penggunaan Cetakan.....	52
3.5.2 Pemotongan Sabut Kelapa.....	53
3.5.3 Komposisi Material BendaUji	53
3.5.4 Pencampuran Dan Pengadukan Bahan	56
3.6 Pembuatan Batako	56
3.6.1 Batako Konvensional.....	56
3.6.2 Batako Sabut Kelapa.....	57
3.7 Perawatan	58
3.8 Pelaksanaan Penelitian	59
3.9 Tahapan Penelitian	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Hasil Pengukuran Suhu	62
4.2 Analisis Perbandingan Suhu.....	66
4.3 Pembahasan	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan.....	74

5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	79
FOTO DOKUMENTASI.....	79



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Harga Satuan Pekerja Beton.....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Material Dinding Bangunan.....	9
Tabel 2.3 Syarat Fisis Bata Beton.....	10
Tabel 2.4 Persyaratan Ukuran Dan Toleransi.....	13
Tabel 2.5 Persyaratan Kuat Tekan Minimum Batako Pejal	13
Tabel 2.6 Komposisi Semen Portland.....	22
Tabel 2.7 Komposisi Kimia Semen Portland.....	26
Tabel 2.8 Persyaratan Air Untuk Beton.....	30
Tabel 2.9 Komposisi Kimia Sabut Kelapa.....	33
Tabel 2.10 Sifat-sifat Mekanis Sabut Kelapa.....	33
Tabel 2.11 Komposisi Kelapa.....	34
Tabel 4.1 Pengukuran Suhu Sabtu, 6 Juli 2019	64
Tabel 4.2 Pengukuran Suhu Senin, 8 Juli 2019	64
Tabel 4.3 Pengukuran Suhu Rabu, 9 Juli 2019	65
Tabel 4.4 Rata-rata Suhu Selama Tiga Hari.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batako Padat Dan Lubang.....	14
Gambar 2.2 Batako Trass.....	15
Gambar 2.3 Batako Semen.....	16
Gambar 2.4 Thermometer Laboratorium.....	43
Gambar 2.5 Thermometer Ruangan.....	44
Gambar 2.6 Thermometer Klinis.....	44
Gambar 2.7 Thermometer Sixx-Bellani	45
Gambar 2.8 Thermometer Digital	46
Gambar 2.9 Thermometer Infra Merah	47
Gambar 2.10 Thermometer Alkohol.....	47
Gambar 2.11 Thermometer Air Raksa.....	48
Gambar 3.1 Alat Penguji Suhu Ruang.....	51
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian.....	52
Gambar 3.3 Cetakan Batako.....	53
Gambar 3.4 Pemotongan Sabut Kelapa.....	53
Gambar 3.5 Pasir.....	54
Gambar 3.6 Semen Portland.....	55
Gambar 3.7 Sabut Kelapa.....	55
Gambar 3.8 Mixer Pengaduk.....	56
Gambar 3.9 Batako Konvensional.....	57
Gambar 3.10 Batako Sabut Kelapa.....	59
Gambar 3.11 Sampel Benda Uji.....	62
Gambar 3.12 Pengamatan Suhu.....	61
Gambar 3.13 Skema Penelitian	62
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Suhu Sabtu, 6 Juli 2019	66
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Suhu Senin, 8 Juli 2019	68
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Suhu Rabu, 10 Juli 2019	69
Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Perbandingan Suhu Selama Tiga Hari.....	70

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahrabbi'l'alamin, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang diberi judul “Analisis Suhu Ruang Dengan Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Campuran Batako” skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan, motivasi dan doa yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, SST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, MT, Sebagai Dosen Pembimbing I
5. Bapak Ir. Amsuardiman, MT, Sebagai Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, Ahmad Syayuti dan Mahrita Pohan, S.Pd yang telah banyak memberikan

kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.

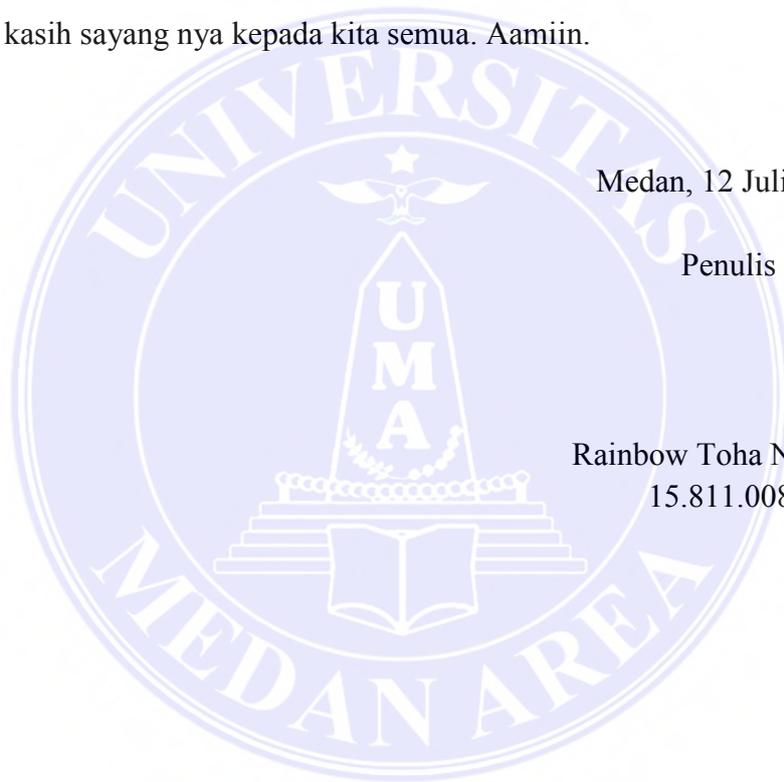
8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2015 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, khususnya Yunita Ariani Nasution, ST serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberikan rahmat kasih sayang nya kepada kita semua. Aamiin.

Medan, 12 Juli 2019

Penulis

Rainbow Toha Nugroho
15.811.0089



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batako merupakan bahan utama dalam konstruksi karena untuk memperkuat, daya tahan, pemuatan, kekompakan dan ringan. Bata merujuk pada unit kecil bahan bangunan, sering dibuat dari tanah liat maupun pasir dan dijamin dengan mortir, agen ikatan yang terdiri dari semen, pasir, dan air. Sifat umum dari bata beton dengan mudah memungkinkan perpindahan panas dan menjaga panas dalam untuk waktu yang lama yang berarti kapasitas panas tinggi, sehingga bata beton sesuai untuk bahan konstruksi.

Beton ringan atau beton ringan cetak yaitu beton yang agregatnya diganti dengan agregat ringan seperti agregat halus, semen, air dengan perbandingan tertentu. Batako merupakan salah satu beton ringan cetak yang saat ini sering digunakan dalam pembuatan dinding, karena batako lebih praktis dan lebih efisien waktu. Batako dalam penelitian ini dikembangkan sedemikian rupa dengan adanya penambahan campuran antara lain dengan menambahkan serat kelapa. Sebagai salah satu negara penghasil kelapa terbesar, Indonesia telah menjadikan komoditas ini sebagai penggerak utama perekonomian di Indonesia. Dalam pelaksanaannya, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu adanya pengembangan kreatifitas setiap orang sebagai modal agar pembangunan dapat dilaksanakan secara lebih baik.

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 menyampaikan bahwa faktor utama yang berpengaruh terbentuknya kenyamanan termal meliputi metabolisme tubuh (aktifitas), pakaian, temperatur udara, radiant temperature, kecepatan udara, tingkat kelembaban. 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.

Penelitian ini mencoba mengaplikasikan konsep penggunaan serat kelapa dalam campuran batako, yang akan diteliti adalah penggunaan serat kelapa pada batako mengukur perbandingan antara suhu ruangan dinding batako normal dengan dinding batako campuran serat kelapa. Pemilihan serat kelapa dikarenakan bahan ini mudah didapat mempunyai nilai ekonomis.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk membuat analisis suhu ruangan dinding batako konvensional dengan suhu ruangan dinding batako campuran serat kelapa, sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan suhu ruangan dinding batako konvensional dengan suhu ruangan dinding batako campuran serat kelapa.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Seberapa besar suhu dalam ruangan yang menggunakan dinding dengan batako campuran serat sabut kelapa dan seberapa besar suhu dalam ruangan yang menggunakan dinding dengan batako konvensional.
2. Seberapa besar perbedaan suhu dalam ruangan antara dinding dengan batako campuran serat sabut kelapa dan dinding dengan batako konvensional.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar pokok permasalahan tidak meluas dan terfokus pada masalah utama yang akan diteliti. Adapun batasan masalah yang dibuat dalam penelitian ini adalah mengukur seberapa besar suhu dan perbedaan suhu antara ruangan yang menggunakan dinding dengan batako campuran serat sabut kelapa dan seberapa besar suhu dalam ruangan yang menggunakan dinding dengan batako konvensional.

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 dan data sekunder, data primer didapat langsung di lapangan. Data tersebut mencakup besar suhu dalam ruangan dan juga perbedaan suhu dalam ruangan dengan menggunakan batako campuran sabut

kelapa dan batako konvensional menggunakan sampel-sampel yang akan diukur. Data sekunder didapat dari referensi jurnal dan buku-buku yang terkait didalam penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding

Dinding bangunan gedung adalah suatu komponen bangunan gedung yang terbentuk bidang vertikal yang berguna untuk melingkungi, membagi, atau membatasi suatu ruang dengan ruang lain (Cornelia Rimba, dkk, 2009). Dalam proyek konstruksi dinding, beberapa material yang bisa digunakan yaitu batu bata, batako, beton ringan, beton pra cetak, dan berbagai material alternatif lainnya.

Fungsi utama dari dinding yaitu sebagai berikut (Ningrum, 2014).

1. Sebagai pemisah antar ruangan.
2. Sebagai pemisah ruang yang bersifat pribadi dan bersifat umum.
3. Sebagai penahan cahaya, angin, hujan, banjir, dan lain-lain yang bersumber dari alam.
4. Sebagai pembatas dan penahan struktur (untuk fungsi tertentu seperti dinding lift, reservoir, dan lainnya).
5. Sebagai penahan kebisingan untuk ruang yang memerlukan ambang kekedapan suara tertentu seperti studio rekaman atau studio siaran.
6. Sebagai penahan radiasi sinar atau zat-zat tertentu seperti pada ruang radiologi, ruang operasi, laboratorium, dan lain-lain. Sebagai fungsi artistik tertentu dan penyimpan surat-surat berharga seperti brankas di bank dan lain-lain.

Dinding pembatas ruang biasanya menggunakan pasangan 1/2 bata, sedangkan untuk dinding struktur minimal menggunakan pasangan satu bata.

Material untuk komponen dinding bangunan gedung yang tersedia di pasaran bermacam – macam. Mulai dari batu bata, batako, bata ringan atau beton ringan, dinding batu alam/batu kali, dinding kayu, dinding sirap, dinding kaca dan sebagainya. Pada kajian pustaka hanya akan dibahas dinding batako konvensional dengan dinding batako campuran pemanfaatan sabut kelapa

2.2 Batako

Batako merupakan salah satu bahan bangunan penyusun untuk dinding pada bangunan/gedung. Seperti paving block, batako berasal dari kata bata concrete atau bata beton dalam bahasa teknik sering disebut bataton. Bata ini tidak dibuat dari tanah liat seperti umumnya bata merah, tetapi campuran bahan pembuatan batako atau bataton ini layaknya beton, yaitu pasir, semen, kericak dan air.

Beberapa produsen batako ada juga yang memproduksi tanpa menggunakan kericak, adapun batako yang menggunakan kricak yaitu batu kricak yang ukurannya masih dalam kadar agregat halus. Definisi Batako Berdasarkan PUBI 1982 Bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Batako berlubang adalah batako yang mempunyai luas penampang lubang dan isi lubang, masing- masing tidak melebihi 25% dari seluruh luas penampang dan seluruh isi batanya.

Batu batuan atau batu cetak yang tidak dibakar (batako) dari tras dan kapur, kadang-kadang juga dengan sedikit semen portland, sudah mulai dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan dan sudah pula dipakai untuk pembuatan

rumah dan gedung (Frick,Heinz.1996). Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan non struktural. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (hollow block) dan batu cetak yang tidak berlubang (solid block) serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Supribadi menyatakan bahwa batako adalah “Semacam batu cetak yang terbuat dari campuran tras, kapur, dan air atau dapat dibuat dengan campuran semen, kapur, pasir dan ditambah air yang dalam keadaan pollen (lekat) dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu”.

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982) pasal 6, “Batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lembab”.

Menurut SNI 03-03491989, “Conblock (concrete block) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding”.

Sedangkan Frick Heinz dan Koesmartadi berpendapat bahwa: ” Batu-batuan yang tidak dibakar, dikenal dengan nama batako (bata yang dibuat secara pemadatan dari trass,kapur,air)”.

Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan abu ampas

tebu sebagai bahan pengisi antara campuran tersebut atau bahan tambah lainnya (additive). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharaannya 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. Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal sebagai bahan bangunan dinding dapat dilihat pada tabel berikut,

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 : 4 pasir. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan nonstruktural.

Tabel 2.1 Perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan

No.	Nilai K Beton	K omposisi Campuran				Mutu Beton (MPa)
		Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Krikil (Kg)	Air (Liter)	
1	K-100	247	869	999	215	8,3
2	K-125	276	828	1012	215	10,38
3	K-150	299	799	1017	215	12,35
4	K-175	326	760	1029	215	14,53
5	K-200	352	731	1031	215	16,60
6	K-225	371	698	1047	215	18,68
7	K-250	384	692	1039	215	20,75
8	K-275	406	684	1026	215	22,83
9	K-300	413	681	1021	215	24,90
10	K-325	439	670	1006	215	26,98
11	K-350	448	667	1000	215	29,05

(Sumber : SNI 7394-2008)

Supribadi (1986: 5) mengatakan bahwa batako adalah “ semacam batu cetak yang terbuat dari campuran tras, kapur, dan air atau dapat dibuat dengan campuran semen, kapur, pasir dan ditambah air yang dalam keadaan pollen (lekat) dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu”. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (hollow block) dan batu cetak yang tidak berlubang (solid block) serta mempunyai ukuran yang bervariasi. Karakteristik bata beton yang umum ada dipasaran adalah memiliki densitas rata-rata $> 2000\text{kg/m}^3$, dengan kuat tekan bervariasi 3-5 Mpa. Ditinjau dari densitasnya batako tergolong cukup berat sehingga untuk proses pemasangan sebagai konstruksi dinding memerlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon T. 2009).

Ditinjau dari densitasnya batako tergolong cukup berat sehingga untuk proses pemasangan sebagai konstruksi dinding memerlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon T. 2009).

Menurut SNI-0021-1978 juga dijelaskan tentang spesifikasi material dinding bangunan gedung. Yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi Material Dinding Bangunan Gedung.

Bahan	BJ (Kg/m^3)	Kuat Tekan (N/mm^2)	Tebal Spesi (mm)	Tahan (jam)	Kebutuhan $/\text{m}^2$ (buah)
Bata Merah	Kering 1500 Normal 2000	2,5 -25	20-30	2	30-35
Batako Pres	Kering 950 Normal 1000	5,5	20-30	4	20-25
Bata Beton Ringan	Kering 520 Normal 650	> 4	3-5	4	8-9

Sumber: SNI-0021-1978

Berdasarkan SNI No. 03-0349-1989 syarat fisis bata beton untuk pasangan dinding dapat dilihat pada tabel dibawah ini : Tabel 2.2 Syarat Fisis Bata Beton Untuk Pasangan Dinding

Tabel 2.3 Syarat Fisis Bata Beton Untuk Pasangan Dinding

Syarat Fisis			Satuan				Tingkat Mutu Bata			
			Tingkat Mutu Bata		Tingkat Mutu Bata		beton pejal		beton berlubang	
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat tekan	kg/cm ²	bruto rata-rata minimal	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan	kg/cm ²	benda bruto masing-masing benda uji minimal	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapan	air	% rata-rata maksimal	25	35	--	--	25	35	--	--

Sumber: SNI No. 03-0349-1989

Batako mempunyai kelebihan dibanding bahan bangunan lain antara lain sebagai berikut :

1. Praktis: mudah pemasangannya dan sangat cepat. Perbandingan dengan bata merah 1:4. Batako padat memiliki 2 ukuran yaitu "satuan utuh" dan "tengahan". Dengan adanya ukuran menengah tersebut, pekerja/tukang tidak perlu memotong batako satuan sendiri. Selain memakan waktu kerja, juga dapat mempengaruhi kerapian bangunan nantinya. Batako juga memiliki 2 jenis, khusus untuk pondasi (merah) dan khusus untuk dinding (kuning).
2. Cepat: karena mudah pemasangannya, otomatis cepat waktu dalam pengerjaannya. Penghematan waktu artinya penghematan biaya untuk

ongkos tukang. Dengan batako tersebut bangunan dapat langsung diaci, tanpa pemlesteran terlebih dahulu. Sehingga kita tidak perlu kehilangan pasir dan semen lebih banyak. Dapat dibayangkan berapa banyak penghematan yang bisa kita lakukan. Kita sudah mendapatkan suatu bangunan dengan kualitas yang dapat dipertanggung jawabkan.

3. Kuat: adukan dengan komposisi yang tepat dengan bahan yang baik, menjadi jaminan kualitas. Bahan: pasir putih, semen dan puing ditambah pengeras, semua dengan variasi dan komposisi yang tepat. Komposisi penggunaan semen pada batako padat merah (khusus pondasi) tidak sama dengan batako padat kuning (khusus dinding), karena kita sesuaikan dengan fungsinya. Kekuatan batako juga disebabkan oleh bentuknya, yang dicetak sedemikian rupa sehingga memiliki daya ikat yang sangat kuat satu dengan yang lainnya. Batako memiliki cekungan disekelilingnya, yang menghasilkan ikatan/cengkeram sangat kuat.
4. Ekonomis: menyangkut harga dibandingkan dengan kualitas bangunan. Dinding 1 m x 1 m menggunakan 19 batako, tanpa kita harus kehilangan biaya lebih utk membeli pasir, semen dan ongkos tukang lebih banyak, 1 m₃ dapat digunakan untuk membangun dinding menjadi 11 m₂. Penggunaan adukan dapat lebih hemat, tanpa ada adukan yang harus banyak terbuang karena jatuh ke tanah (pemlesteran). Karena bentuk dan ukuran tetap, perkiraan jumlah penggunaan batako dapat lebih mudah diprediksi/perkiraan. Sehingga resiko kelebihan pembelian batako dapat ditekan.

5. Murah : selain penghematan penggunaan bahan (pasir dan semen), waktu dan ongkos tukang.
6. Salah satu keunggulan batako adalah berat jenisnya yang ringan dengan kekuatan material yang memadai. Perbandingan berat jenis beberapa jenis material disajikan per 1 tabel. Selain itu bahan ini memiliki bahan konduktivitas panas yang cukup rendah sehingga bisa digunakan sebagai bahan isolator panas.

Menurut SNI 03-0349-1989, “Conblock (concrete block) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen . Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding”.

2.3 Jenis Ukuran Batako

Ukuran dan jenis batako/bata cetak bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Ukuran batako yang standar adalah sebagai berikut Supriyadi (1986:58):

- a) Type A Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlobang untuk tembok/dinding pemikul beban dengan tebal 20 cm.
- b) Type B Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlobang untuk tembok/dinding tebal 20 cm sebagai penutup atap pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.
- c) Type C Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

- d) Type D Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi/pemisah dengan tebal 20 cm.
- e) Type E Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ tidak berlobang untuk tembok-tembok setebal 10 cm, juga dipergunakan sebagai dinding pengisi atau pemikul sebagai hubungan sudut-sudut dan pertemuan.
- f) Type F Ukuran 8 x 20 x 40 cm³ tidak berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

Tabel 2.4 Persyaratan Ukuran dan Toleransi

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

(Sumber : SNI 03-0349-1989)

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata cetak beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, dkk. 2009).

Tabel 2.5 Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal.

Mutu	Kuat Tekan Minimum (Mpa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

Sumber: SNI 03-0349-1989

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata cetak beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, dkk.2009).

2.4 Jenis-Jenis Batako

Berdasarkan bentuknya, batako digolongkan ke dalam dua kelompok utama:



Gambar 2.1 : (a) Batako Padat, (b) Batako Berlubang
Sumber: Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako, Yocogoo (Jurnal), 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.

2.4.1 Batako Trass/Putih

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 20cm–30cm, tebal 8cm–10cm, dan tinggi 14cm–18cm.



Gambar 2.2 : Batako Trass (putih)

Sumber: Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako, (Jurnal), 2018.

2.4.2 Batako Semen

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 permukaannya. 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

Sumber: Pengaruh Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Batako, (Jurnal), 2018.

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 yaitu : batako ringan berpori (aerated concrete) dan batako ringan non aerated. (Wisnu wijanarko. 2008)

Batako ringan berpori adalah beton yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori-pori, beton semacam ini diproduksi dengan bahan batu dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO₃ dan katalis aluminium. Dengan adanya katalis Al selama menjadi reaksi hidrasi semen akan menimbulkan panas sehingga timbul gelembung-gelembung yang menghasilkan gas yang menghasilkan pori-pori yang membuat batako semakin ringan. Berbeda dengan

batako non aerated, pada beton ini akan menjadi ringan dalam pembuatannya ditambahkan agregat ringan. Banyak kemungkinan agregat ringan yang digunakan antara lain batu apung (pumice), perlit, serat sintesis, slag baja dan lain-lain. Pembuatan batako ringan berpori tentunya jauh lebih mahal karena menggunakan bahan-bahan kimia tambahan dan mekanisme pengontrolan reaksi cukup sulit.

Batako yang baik adalah yang masing-masing permukaannya 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.

2.5 Bahan-bahan Penyusun Batako

2.5.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran secara kimiawi aktif setelah berhubunga dengan air. Agregt tidak memainkan peranan dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahanperubahan 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 agregt (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%-75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing penyusun tersebut perlu di pelajari.

Sejarah semen mulai di tinggalkan orang seiring dengan mundurnya kerajaan romawi. Baru sekitar 1770, J. Smeaton dari Inggris menemukan bahwa kapur yang mengandung lempung dan di bakar akan mengeras di dalam air. Bahan ini mirip dengan semen yang di buat oleh bangsa romawi. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat di bedakan menjadi 2 kelompok yaitu semen non hidrolis semen hidrolis.

Semen non hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, contoh utama dari semen non hidrolis adalah kapur. Kapur di hasilkan oleh proses kimiawi dan mekanisme di alam. Kapur telah digunakan selama berabad-abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan. Hal tersebut terlihat pada pirmida-piramida di

mesir yang di bangun 4500 sebelum masehi. Kapur digunakan sebagai bahan pengikat selama zaman Romawi dan Yunani . orang-orang romawi menggunakan beton untuk membangun koloseum dan parthenon, dengan cara mencangkul kapur dengan abu gunung yang mereka peroleh di dekat pozzuoli, italia dan mereka namakan pozzolan.

Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalm air. Conoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen pozzolan, semen terak, semen alam,semen portland, semen portland-pozzolan,semen portland reaktif tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen-semen untuk keperluan khusus. Dalam penelitian ini jenis semen yang saya gunakan adalah semen portland.

Semen pozzolan merupakan suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral lain menjadi suatu massa yang padat. Defnisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan semen yang biasa digunakan untuk konstruksi beton untuk bangunan. Secara kimiawi semen dicampur dengan air untuk membentuk massa yang mengeras, semen semacam ini disebut semen hidrolis atau sering juga semen portland.

Menurut Mulyono, Tri (2004) Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah

mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). Semen *Portland* dapat dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips dalam jumlah yang sesuai.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu masa padat dan mengisi rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

Adapun sifat-sifat fisik semen yaitu :

a) Kehalusan Butir.

Kehalusan semen mempengaruhi waktu pengerasan pada semen. Secara umum, semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada batako segar dan dapat mengurangi bleeding (kelebihan air yang bersama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar), akan tetapi menambah kecendrungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

b) Waktu Ikatan.

Waktu ikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu tahap dimana pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu tersebut dihitung sejak air tercampur dengan semen. Waktu dari pencampuran semen dengan air sampai saat kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal, dan pada waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras disebut waktu ikat akhir. Pada semen portland biasanya batasan

waktu ikatan semen adalah : waktu ikat awal > 60 menit dan Waktu ikat akhir > 480 menit. Waktu ikatan awal yang cukup awal diperlukan untuk pekerjaan beton, yaitu waktu transportasi, penuangan, pemadatan, dan perataan permukaan.

c) Panas hidrasi

Silikat dan aluminat pada semen bereaksi dengan air menjadi media perekat yang memadat lalu membentuk massa yang keras. Reaksi membentuk media perekat ini disebut hidrasi.

d) Pengembangan volume (lechatelier)

Pengembangan semen dapat menyebabkan kerusakan dari suatu beton, karena itu pengembangan beton dibatasi sebesar $\pm 0,8 \%$ (A.Neville,1995)

Semen *Portland* terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina dan oksidasi besi. Oksida-oksida tersebut saling berinteraksi sehingga terbentuk serangkaian produk yang lebih kompleks selama proses peleburan. Pada tabel 2.6, ditunjukkan komposisi kimia komponen yang ada di dalam semen Portland.

Tabel 2.6 Komposisi Semen Portland

Oksida	Persen (%)
Kapur, CaO	60-65
Silika, SiO ₂	17-25
Alumina, Al ₂ O ₃	3-8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5-6
Magnesia, MgO	0,5-4
Sulfur, SO ₃	1-2
Soda/potash, Na ₂ O+K ₂ O	0,5-1

Sumber: Buku Teknologi Beton, Oleh Ir. Tri Mulyono, MT, 2004.

Masa jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3,15 gr/cm³, pada kenyataannya masa jenis semen yang diproduksi berkisar 3,03 gr/cm³ sampai 3,25 gr/cm³. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dalam campuran beton. Pengujian masa jenis ini dapat dilakukan dengan menggunakan *Le Chatelier Flask* menurut standar ASTM C 348-97.

Semen portland pozzolan adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling bersama-sama klinker semen Portland dan bahan yang mempunyai sifat pozzolan, atau mencampur secara merata bahan bubuk yang mempunyai sifat pozzolan (SNI 15-0302-1989). Selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan-bahan lain selama tidak mengakibatkan penurunan mutu.

Syarat dan karakteristik kimia semen portland ada 2 yaitu senyawa kimiawi dan sifat kimia yaitu:

a. Senyawa kimiawi

Secara garis besar, ada 4 senyawa kimiawi utama yang menyusun semen portland yaitu, 1. Trikalsium silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), 2. Dikalsium Silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), 3. Tertrakalsium aluminiferit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{FeO}_3$). senyawa tersebut menjadi kristal yang saling mengikat mengunci ketika menjadi klinker. Persejawaan ini dinamakan proses hidrasi, dan hasilnya dinamakan hidrasi semen. Peraturan beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) 5 jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu :

1. Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi
4. Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

b. Sifat Kimia

Sifat kimia semen meliputi keseragaman semen, sisa yang taklarut dan yang paling utama adalah komposisi sayarat yang

diberikan. Keseragaman Semen kehilangan berat akibat pembakaran di lakukan pada semen yang bersuhu 900-1000C. kehilangan berat ini terjadi karena kelembaban yang menyebabkan prehidrasi dan karbonisasi dalam bentuk kapur bebas atau magnesium yang menguap.

Factor yang terpenting dari sifat semen adalah komposisi kimia dan kehalusan. Kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap workabilitas dan kekuatan beton. Sebagai contoh, persentase kandungan *silica* dalam semen akan mempengaruhi persentase volume *Calcium Silicate Hydrate* dalam pasta semen, dimana hasil hidrasi tersebut merupakan perekat utama glue yang mengikat material menjadi bahan komposit. Pada semen yang kehalusannya lebih besar mempunyai *specific surface area* yang lebih besar sehingga banyak air yang diserap. Oleh karena itu, untuk mendapatkan workabilitas tertentu semen dengan *specific area* yang lebih besar memerlukan lebih banyak air. Sifat ketahanan terhadap kotoran dalam air lebih baik, sehingga sangat tepat jika dipakai untuk bangunan di laut, bangunan pengairan, dan beton massa (Tjokrodimuljo 1996).

Menurut SII 0031-81 (Tjokrodimuljo, 1996), semen (sering disebut dengan semen *Portland*) yang dipakai di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis, yaitu

- Jenis I: semen *Portland* untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus

- Jenis II: semen *Portland* untuk beton tahan sulfat dan mempunyai hidrasi sedang. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan dari beton yang berhubungan secara terus menerus dengan air kotor dan air tanah.
- Jenis III: semen *Portland* untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras). Semen ini digunakan untuk pekerjaan beton di daerah yang bersuhu rendah terutama daerah yang beriklim dingin, apabila suhu turun dibawah titik beku air.
- Jenis IV: semen *Portland* untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, semen jenis ini perkerasannya lambat. Penggunaan jenis semen ini untuk pembuatan bangunan yang berukuran besar dengan tebal dari 2 meter. Misalnya untuk pembuatan bendungan (DAM), pondasi jembatan yang berlandaskan mesin yang berukuran besar.
- Jenis V: semen *Portland* untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat. Penggunaan jenis semen ini berhubungan dengan bangunan pada pasir laut, air buangan industry, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat yang persentasenya tinggi.

Tabel 2.7 Komposisi kimia semen portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO	60,0 - 65,0
SiO ₂	17,0 – 25,0
AL ₂ O ₃	3,0 – 8,0
Fe ₂ O ₃	0,5 – 4,0
MgO	0,5 – 4,0
SO ₃	1,0 – 2,0
Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1,0

Sumber: Buku Teknologi Beton, Oleh Ir. Tri Mulyono, MT, 2004.

2.5.2 Pasir (Agregat Halus)

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton. Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir, dan lain sebagainya) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus

(pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Pasir umumnya terdapat disungai-sungai yang besar. Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat. Syarat-syarat untuk pasir adalah sebagai berikut:

- a) Butir-butir pasir harus berukuran antara (0,15 mm dan 5 mm).
- b) Harus keras, berbentuk tajam, dan tidak mudah hancur dengan pengaruh perubahan cuaca atau iklim.
- c) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering).
- d) Bila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasirnya harus dicuci.
- e) Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya.

Pasir untuk pembuatan adukan harus memenuhi persyaratan diatas, selain pasir alam (dari sungai atau galian dalam tanah) terdapat pula pasir buatan yang dihasilkan dari batu yang dihaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses. (Daryanto, 1994)

a. Pasir Galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat

yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

b. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dalam sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butirnya agak kurang karena butir yang bulat. Karena ukuran butirannya kecil, maka baik dipakai untuk memplester tembok juga untuk keperluan yang lain.

c. Pasir Laut

Pasir laut ialah pasir yang di ambil dari pantai. Butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Karena itu, sebaiknya pasir pantai (laut) tidak dipakai dalam campuran beton.

2.5.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan agar bereaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut *initial set* (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut *final set* (akhir pengikatan). Waktu pengikatan adalah jangka waktu

dari mulai mengikatnya semen setelah berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut.

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan *bleeding*. Hasil *bleeding* ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton.

Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
3. Penting untuk mencairkan bahan / material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
5. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

Air untuk pembuatan beton sebaiknya menggunakan air bersih yang dapat diminum. Air yang diambil dari dalam tanah (misalnya air sumur) atau air yang berasal dari Perusahaan Air Minum, pada umumnya cukup baik bila dipakai untuk pembuatan beton. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 (PBI1971), air yang digunakan untuk pembuatan dan

perawatan beton tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Air harus bersifat basa, dan mempunyai PH antara 4,5– 8,5 melalui PH indicator. Persyaratan air untuk beton dapat dilihat pada table 2.8.

Tabel 2.8 Persyaratan air untuk beton

No.	Jenis bahan	Persyaratan izin	Berdasarkan pemeriksaan
1	PH	4,5 – 8,5	PB-0301-76
2	Bahan padat	2000 Ppm	PB-0302-76
3	Bahan truspensi	2000 Ppm	PB-0303-76
4	Bahan organik	2000 Ppm	PB-0304-76
5	Minyak	2 % berat semen	PB-0305-76
6	Ion sulfat	1000 Ppm	PB-0306-76
7	Ion chlor	1000 Ppm	PB-0307-76

Sumber : M Nevil & JJ brooks Concrete Technology

Air pada pembuatan beton berfungsi untuk mempermudah sifat pengerjaan beton atau meningkatkan kinerja (*workability*) beton. Jumlah air untuk campuran beton pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen *Portland* pada campuran adukan, dan pada Peraturan Beton Indonesia (PBI-1971) dikenal dengan istilah factor air semen yang disingkat fas, sedangkan peraturan pengganti (SNI 03-2847-2002) disebut rasio air semen yang disingkat ras, atau *water cement ratio* (wcr). Jadi fas atau ras dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$fas \text{ atau ras} = \frac{\text{berat air pada campuran beton}}{\text{berat semen pada campuran beton}}$$

Pada umumnya makin besar nilai fas, makin besar pula jumlah air yang digunakan pada campuran beton, berarti adukan beton makin encer dan mutu beton akan makin turun/rendah.

2.6 Sabut Kelapa

Sebagai Negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan Negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 miliar butir kelapa, yang sebagian besar (95 persen) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun social budaya. Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan juga merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa yaitu 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya. Serat sabut kelapa atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco fibre*, *coir fibre*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rugs*, merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuat sapu, keset dan lain-lainya.

Kelapa dikenal sebagai tanaman yang serbaguna karena seluruh bagian tanaman ini bermanfaat bagi kehidupan manusia serta mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Salah satu bagian yang terpenting dari tanaman kelapa adalah

buah kelapa. Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yaitu kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung kelapa (*endocarp*), daging buah (*endosperm*), dan air kelapa (Palungkun, 2001).

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan hardboard. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan potasium (Rindengan, et al., 1995). India dan Sri Lanka adalah produsen terbesar produk-produk dari sabut dengan volume ekspor tahun 2000 masing-masing 55.352 ton dan 127.296 ton dan masing-masing terdiri atas 6 dan 7 macam produk. Pada saat yang sama, Indonesia hanya mengekspor satu jenis produk (berupa serat mentah) dengan volume 102 ton. Angka ini menurun tajam dibandingkan eksportertinggi pada tahun 1996 yang mencapai 866 ton (Ditjenbun, 2002; BPS, 2002).

Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 2 - 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat dan sekam (*dust*). Namun pemanfaatan yang paling optimal digunakan hanya bagian seratnya saja. Hal ini pula yang menjadi latar belakang untuk mencoba meneliti sejauh mana kontribusi penambahan serabut kelapa dalam mempengaruhi kekuatan beton.

Komposisi kimia sabut kelapa secara umum terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tannin, dan potasium. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan serbuk sabut kelapa 175 gram (25 % dari sabut).

Tabel 2.9 Komposisi Kimia Sabut kelapa.

Parameter	Kadar (%)
Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Air	8
Komponen Ekstraktif	4,2
Unsur Anhidraf	3,5
Nitrogen	0,1
Abu	0,5

Sumber: Explorasi Limbah Sabut Kelapa, (Jurnal), Maulia Shofiyah Hanum, 2015.

Pengolahan sabut kelapa sudah banyak yang dilakukan, baik diolah dari segi fisik maupun dengan menambahkan berbagai jenis larutan sehingga dapat membentuk material yang baru. Sudah banyak produk yang sudah dihasilkan dari penggunaan material sabut kelapa seperti keset, jaring-jaring, dan media tanam dan sebagainya, namun pengolahan tersebut belum berpengaruh besar dikarenakan minimnya kemampuan masyarakat dan sedikitnya informasi yang diterima sehingga banyak peneliti yang mencoba berbagai terobosan baru mengenai pemanfaatan atau bahkan pengolahan sabut kelapa menjadi produk atau material baru sehingga bertujuan mengurai jumlah sabut kelapa yang belum dapat dimanfaatkan atau diolah secara maksimal.

Tabel 2.10 Sifat-Sifat Mekanis Serat Kelapa

Panjang serat	Diameter serat (mm)	Specific gravity	Modulus Elastisitas (Gpa)	Kuat tarik batas (Mpa)
50 - 350	0,1 - 0,4	1,12 - 1,15	19 - 26	120 - 200

Sumber: Pengujian sifat mekanis batak pejal dengan serat kelapa dengan variasi (Jurnal).

Adapun komposisi buah kelapa disajikan pada tabel 2.11

Tabel 2.11 komposisi kelapa

Bagian buah	Jumlah berat (%)
Sabut	35
Tempurung	12
Daging buah	28
Air kelapa	25

Sumber: <http://www.kebonkembang.com/panduan-dan-tip-rubrik-35/145-ragam-media-tanam.html>
2010

Sabut kelapa kaya akan serat serta cukup kokoh. Selain itu bahan ini tergolong murah dan mudah didapatkan di Indonesia. Sabut kelapa merupakan hasil sampingan, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya.

2.7 Suhu Udara

Dalam kehidupan sehari – hari, temperatur sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup makhluk hidup. Temperatur memegang peranan penting dalam kehidupan di dunia ini, contohnya temperatur berperan dalam siklus hidrogen, oksigen, nitrogen, dan lain sebagainya. Semua benda di dunia ini mempunyai temperatur yang menjadi sifat dari benda itu sendiri.

Nilai kenyamanan suhu hanya dibatasi pada kondisi udara tidak ekstrim (*moderate thermal Environment*), dimana manusia tidak memerlukan usaha apapun, seperti halnya menggigil atau mengeluarkan keringat. Dalam rangka mempertahankan suhu tubuh agar tetap normal sekitar 37° C. Daerah suhu inilah yang kemudian disebut dengan “suhu netral atau nyaman”. Menurut Farida Idelistina (1991:1) mengatakan bahwa suhu nyaman diperlukan manusia untuk mengoptimalkan produktifitas kerja.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 mengenai Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, bahwa persyaratan udara ruangan yang baik memiliki range suhu berkisar 18 °C – 28 °C dan kelembaban udara 40% - 60%. Apabila suhu udara diatas 28° C maka diperlukan alat penata udara seperti kipas angin atau Air Conditioner (AC). Oleh karena itu, sistem monitoring dan kendali terhadap suhu pun berperan penting untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi dan juga dapat bermanfaat untuk mempertahankan atau menjaga suhu.

Temperatur itu sendiri merupakan ukuran panas sesuatu. Temperatur juga dapat didefinisikan sebagai sifat fisik suatu benda untuk menentukan apakah 2 benda berada pada kesetimbangan termal tertentu. Sifat – sifat benda yang berubah karena pengaruh temperatur disebut sifat *termometrik*.

Menurut Ir. Sarsinta temperatur adalah suatu ukuran dingin atau panasnya keadaan atau sesuatu lainnya. Satuan ukur dan temperatur yang banyak digunakan di Indonesia adalah °C (derajat Celcius) sementara satuan ukur yang banyak digunakan di luar negeri adalah derajat Fahrenheit.

Menurut Wirastuti temperatur udara adalah panas atau dinginnya suatu udara. Perubahan temperatur udara disebabkan oleh adanya kombinasi kerja antara udara, berbagai kecepatan proses pendinginan dan pemanasan suatu daerah, dan jumlah kadar air serta permukaan bumi. Alat untuk mengukur temperatur udara ini adalah termometer.

Pada dasarnya temperatur adalah ukuran yang menyatakan panas dinginnya sesuatu bisa dalam bentuk padat, cair ataupun gas. Biasanya dinyatakan dalam satuan derajat. Semakin panas suatu benda maka nilai derajatnya akan semakin tinggi, sebaliknya semakin dingin suatu benda maka nilai derajatnya juga akan semakin turun.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor:1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang pedomanan penyehatan udara dalam ruangan kerja Nilai Ambang Batas (NAB) atau standar untuk temperature ruangan adalah 18°C sampai 30°C kelembaban udara dalam ruangan kerja yaitu berkisar antara 40% sampai 60% untuk situasi kerja masih bisa dihadapi oleh tenaga kerja di dalam bekerja sehari-hari dimana tidak mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dan menurut Manuaba suhu nyaman dalam ruangan adalah 22°C - 28°C .

Suhu merupakan keadaan suatu benda dilihat dari panas dinginnya benda tersebut. Suhu dapat diukur dengan menggunakan alat ukur fisika yang dinamakan *thermometer*. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur suhu dengan valid. Pada abad 17 ada 30 jenis skala yang membuat para ilmuwan

kebingungan. Hal ini memberikan inspirasi pada Anders Celcius (1701 - 1744) sehingga pada tahun 1742 dia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai pedoman pengukuran suhu. Skala ini diberi nama sesuai dengan namanya yaitu Skala Celcius. Apabila benda didinginkan terus maka suhunya akan semakin dingin dan partikelnya akan berhenti bergerak, kondisi ini disebut kondisi nol mutlak. Skala Celcius tidak bisa menjawab masalah ini maka Lord Kelvin (1842 - 1907) menawarkan skala baru yang diberi nama Kelvin. Skala kelvin dimulai dari 273 K ketika air membeku dan 373 K ketika air mendidih. Sampai nol mutlak sama dengan 0 K atau -273°C . Selain skala tersebut ada juga skala Reamur dan Fahrenheit. Untuk skala Reamur air membeku pada suhu 0°R dan mendidih pada suhu 80°R sedangkan pada skala Fahrenheit air membeku pada suhu 32°F dan mendidih pada suhu 212°F .

Panas sangat berpengaruh terhadap properti dari suatu materi seperti ekspansi termal, radiasi, serta efek elektrik. Ketiga properti tersebut menjadi dasar untuk membuat alat ukur temperatur sesuai dengan pengaruh perubahan suhu terhadap properti suatu benda. Tingkat presisi alat ukur temperatur sangat bergantung kepada properti material yang digunakan, properti material yang diukur, serta desain dari alat ukur itu sendiri. Sehingga penentuan alat ukur yang tepat sesuai dengan media kerja yang akan diukur sangat mempengaruhi hasil akhir pengukuran.

Dalam dunia keteknikan, temperatur menjadi faktor utama dalam segala kerja suatu sistem. Oleh sebab itu, ketepatan dalam penentuan temperatur sangat diharuskan. Dari latar belakang tersebut, kami tertarik untuk membahas bagaimana pengukuran temperatur itu sendiri.

Contohnya air yang mendidih biasanya pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan es membeku pada suhu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. dalam dunia internasional ada beberapa jenis satuan derajat suhu diantaranya K = Kelvin, F = Farenheit, R = Reameur, $^{\circ}\text{C}$ = Celcius, dan Ra = Rankine. Yang merupakan satuan derajat yang umum digunakan di Indonesia.

Dampak panas dari radiasi matahari dinyatakan dengan suhu udara *sol-air*. Suhu udara *sol-air* meliputi tiga komponen suhu, yang pertama adalah ruang luar (*outdoor*), yang kedua radiasi matahari yang jatuh pada permukaan dan diserap. Yang ketiga perpindahan panas akibat radiasi gelombang panjang dari lingkungan (Givoni, 1976)

Di iklim panas lembab, kegiatan manusia terbanyak dilakukan pada pagi hari yang sejuk, dan intensitas kegiatannya makin siang makin menurun. Hal ini menunjukkan metabolisme manusia dan produksi panas tubuh manusia dikurangi pada waktu terpanas sepanjang hari. Oleh karena itu di iklim panas lembab, suhu udara dalam bangunan seharusnya lebih nyaman dibandingkan suhu udara diluar bangunan untuk menjamin kenyamanaa terhadap panas bagi aktivitas penghuni, karena suhu tubuh manusia harus selalu konstan. (Moore,1993)

2.8 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.

2.8.1 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.

2.8.2 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.

2.8.3 Skala Fahrenheit

Skala Fahrenheit dikemukakan oleh seorang ilmuwan dari Jerman bernama Gabriel Fahrenheit. Skala pengukuran Fahrenheit dinyatakan dalam derajat Fahrenheit yang dilambangkan dengan $^{\circ}\text{F}$. 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.

2.8.4 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°R sama dengan $1,25^{\circ}\text{C}$ atau $1,25^{\circ}\text{K}$. 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.

2.8.5 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 $^{\circ}\text{Romer}$ dan $^{\circ}\text{Réaumur}$). 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 $0\text{ }^{\circ}\text{F}$.

2.9 Jenis Alat Pengukuran Pada Temperatur

2.9.1 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 2.4 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 2.5 Thermometer Ruangan.
Sumber: Hasil Penelitian 2019

3. Thermometer Klinis



Gambar 2.6 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 di semua site.

4. Thermometer Six-Bellani



Gambar 2.7 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 2.8 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 2.9 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 2.10 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 2.11 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 karena mengkilat
3. Air raksa cepat mengambil panas dari suatu benda yang sedang diukur.
4. Jangkauan suhu air raksa cukup lebar, karena air raksa membeku pada suhu -40°C dan mendidih pada suhu 360°C .
5. Volume air raksa berubah secara teratur.

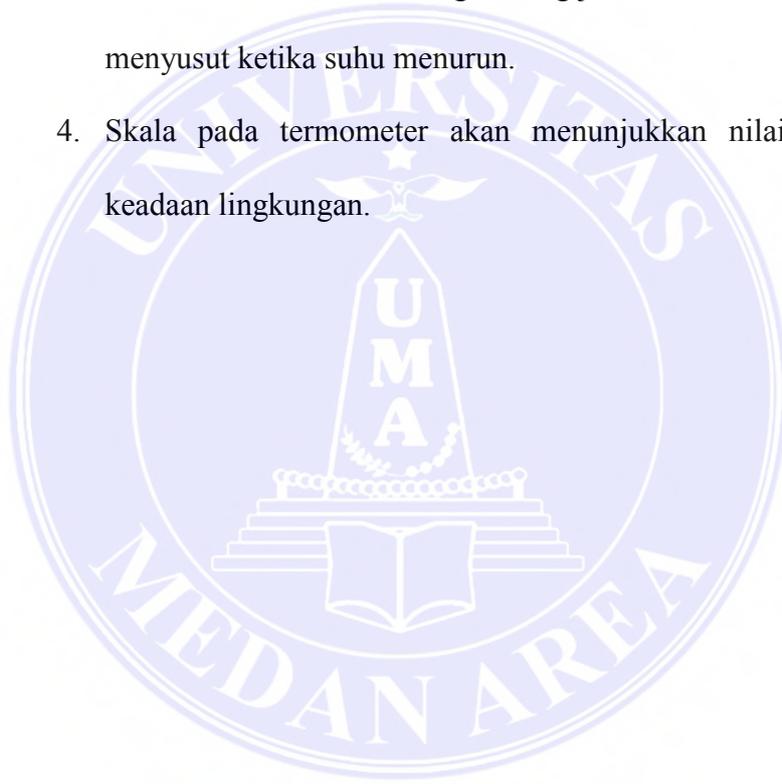
Selain beberapa keuntungan, ternyata air raksa juga memiliki beberapa kerugian antara lain:

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 apabila tabungnya pecah.

2.9.2 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. Pada 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 sabut kelapa 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 3.2 Lokasi Penelitian.
Sumber; Penelitian 2019.

3.3 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan antara lain:

1. Sabut kelapa, berasal dari pabrik pengolahan sabut kelapa di Batang Kuis.
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. Thermometer ruangan.



Gambar 3.1 Alat Penguji Suhu Ruang.
Sumber; Penelitian 2019.

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

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.

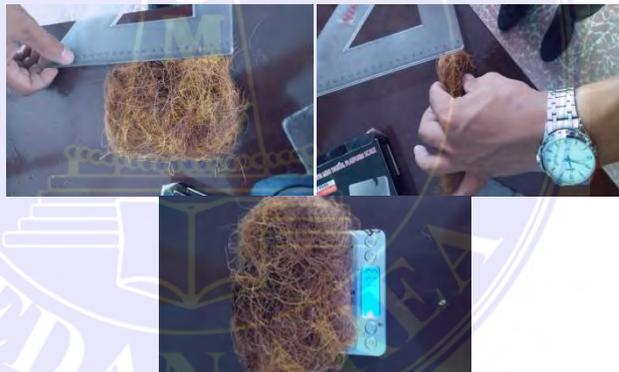


Gambar 3.3 Cetakan Batako Ukuran 30 x 8 x 15 cm.

Sumber; Penelitian 2019.

3.5.2 Pemotongan Sabut Kelapa

Sebelum pemotongan sabut kelapa dipress dengan menggunakan mesin press. Pemotongan sabut kelapa sesuai dengan dimensi yang direncanakan yaitu berkisar 15 x 2 cm x 8 cm dengan berat 17 gram. Pemotongan dilakukan dengan gunting seng.



Gambar 3.4 Pemotongan Sabut Kelapa.

Sumber; Penelitian 2019.

3.5.3 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 3.5 Pasir.
Sumber; Penelitian 2019.

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

Maka pasir yang dibutuhkan untuk satu batako $3702,85 \text{ cm}^3 / 3,7$ liter.

2. Kebutuhan semen

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



Gambar 3.6 Semen Portland.
Sumber; Penelitian 2019.

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

$$= \frac{1}{6} \times 4320 = 617,14 \text{ cm}^3 = 0,62 \text{ liter}$$

Maka semen yang dibutuhkan untuk satu batako 617,14 cm³/0.62 liter.

3. Kebutuhan air

$$\text{Rumus} = 0,6 \times 0,62 = 0,37 \text{ liter}$$

4. Kebutuhan sabut kelapa



Gambar 3.7 Sabut Kelapa.
Sumber; Penelitian 2019.

Dalam pemanfaatan sabut kelapa peneliti mengasumsikan sabut kelapa yang sudah di press berbentuk persegi panjang dengan dimensi perkiraan 15 x 2 x 8 cm dengan berat 17 gram setiap dalam satu batako.

3.5.4 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 3.8 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 digetakkan 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 3.9 Batako Konvensional.
Sumber; Penelitian 2019.

3.6.2 Batako Sabut Kelapa

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 sabut kelapa 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 dilapisi mal yang terbuat dari besi untuk menampung batako.



Gambar 3.10 Batako Pemanfaatan Sabut Kelapa.
Sumber; Penelitian 2019.

3.7 Perawatan

Dalam suatu proses pembuatan batako ini, proses perawatan juga dilakukan. Dalam hal ini, proses perawatan dilakukan dengan meletakkan

batako di tempat terbuka dalam suhu udara normal tanpa perlakuan khusus. Perawatan batako dalam penelitian ini dilakuakn 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 bsinar matahari langsung.



Gambar 3.11 Sampel Benda Uji, Batako Konvensional Dan Batako Pemanfaatan Sabut Kelapa.
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 sabut kelapa dengan ukuran 30 x 8 x 15 cm.

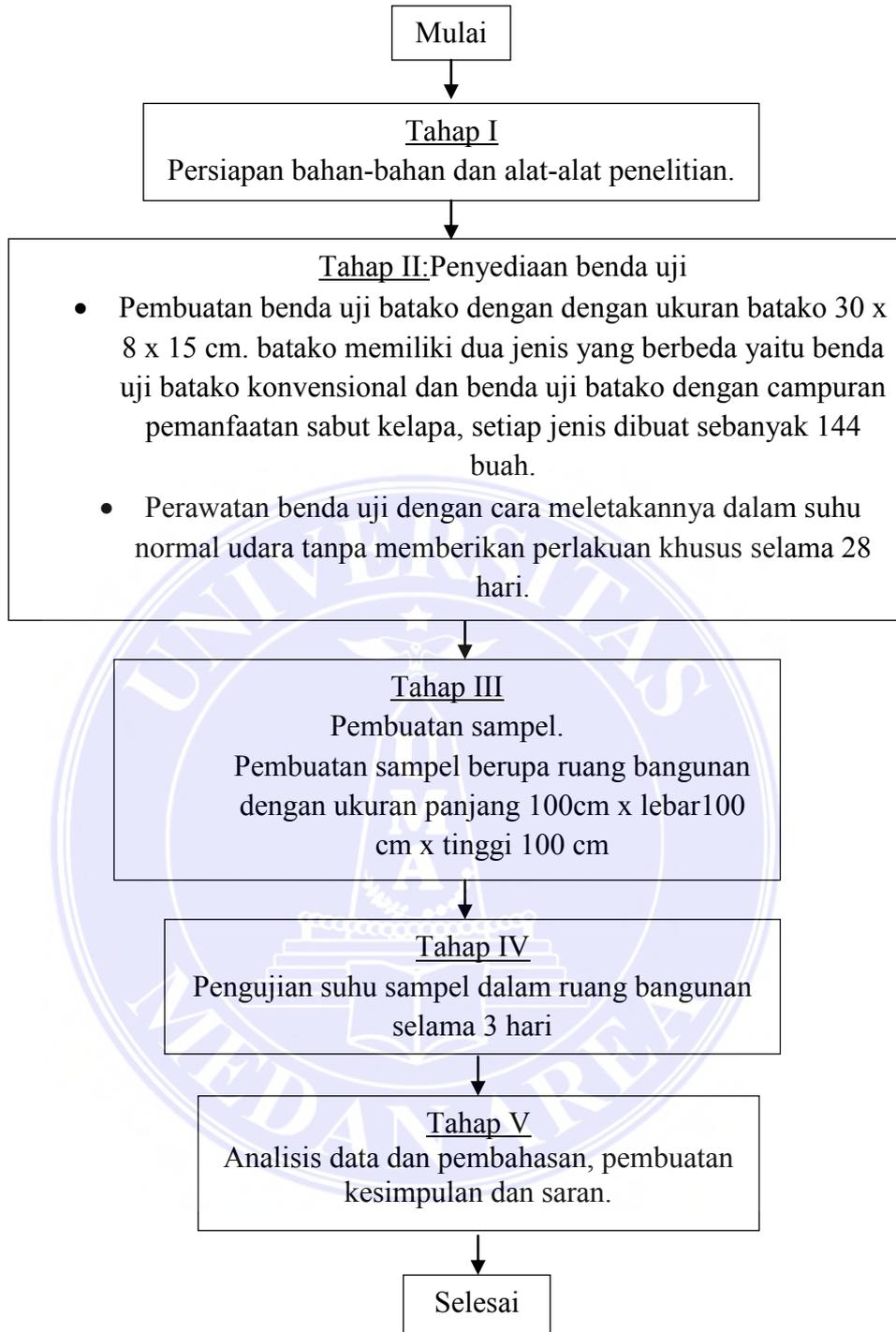
3.9 Tahapan Penelitian

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 bangun.
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 18: 00 yang menghasilkan enam waktu pengambilan data suhu yang berbeda.
5. Pengolahan data membahas perbandingan antara suhu dalam ruang dengan menggunakan batako konvensional dengan batako campuran sabut kelapa.



Gambar 3.12 Pengamatan Suhu Sumber; Penelitian 2019.





Gambar 3.13 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. Suhu udara di luar ruangan akan di transfer kedalam ruang bangunan melalui material selimut bangunan. Bentuk (dimensi) dan ketebalan material dinding memiliki dampak yang berpengaruh terhadap suhu udara di dalamnya.
2. Berdasarkan hasil pengamatan suhu luar ruang bangunan rata-rata 36°C, tingkat suhu tertinggi pada pukul 12:00 yaitu 39,5°C.
3. Kondisi dalam ruang bangunan dalam tiga hari pengamatan dengan dinding menggunakan batako konvensional suhu rata-rata total dari hasil pengamatan 32° C, dan pada dalam ruang bangunan dengan dinding menggunakan batako pemanfaatan sabut kelapa suhu rata-rata yaitu 30°C.
4. Terdapat perbedaan rata-rata suhu dalam ruang bangunan antara dinding batako konvensional dan dinding batako dengan pemanfaatan sabuk kelapa sebagai tambahan campuran yaitu dengan selisih 2° C.
5. Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, penggunaan dinding batako dengan pemanfaatan sabut kelapa sebagai tambahan campuran dalam skala kecil dari hasil penelitian bisa dikatakan meminimalisir

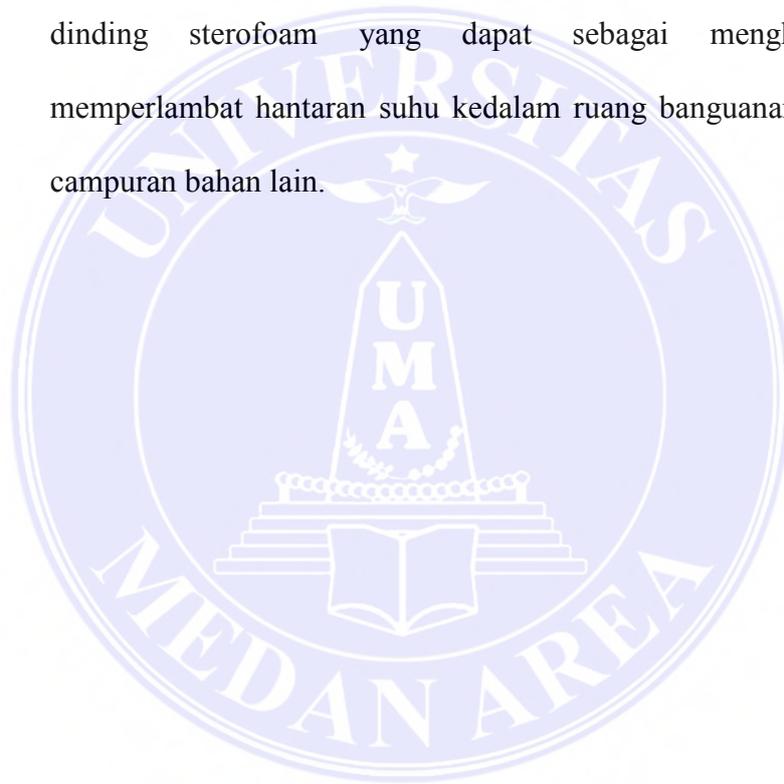
sedikit suhu yang ada dalam ruang, tetapi dalam skala besar belum bisa dikatakan signifikan dalam meminimalisir nilai suhu dalam ruang bangunan, karena tidak terlampau jauh (memiliki nilai perbandingan suhu yang kecil) dibandingkan dengan dinding menggunakan batako konvensional, karena terdapat perbedaan selisih suhu yang terlampau kecil dan dibanding nilai ekonomisnya yang tidak terlampau jauh.

6. Hasil dari pengamatan suhu ruang setiap dua jam sekali dalam pukul 08:00 sampai 18:00 yang dilakukan, suhu dinding menggunakan pemanfaatan sabut kelapa dibawah suhu normal tubuh manusia yaitu 37°C .

5.2 Saran

1. Penelitian yang telah dilakukan ini terbatas dengan alat pengujian thermometer ruangan yang masih menggunakan alat dengan sistem kerja alat air raksa agar lebih memilih alat yang lebih efisien dengan sistem digital.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih penggunaan plafon perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih focus dalam pengambilan data suhu karena atap seng mempengaruhi tingkat panas dalam ruang.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjut 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.

4. Penelitian lanjut dilakukan dengan menambahkan variasi dari campuran sabut kelapa sebanyak mungkin, agar mendapatkan hasil yg lebih maksimal dalam perbedaan perbandingan antara kedua sampel.
5. Penelitian lanjut dapat juga membuat variasi sampel ruang dengan ukuran yang berbeda dengan beberapa variasi.
6. Material dinding mempengaruhi besar suhu dalam ruang, peneliti menyarankan dengan melakukan penelitian selanjutnya menggunakan dinding sterofoam yang dapat sebagai menghambat atau memperlambat hantaran suhu kedalam ruang bangunan atau dengan campuran bahan lain.



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/>
- 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.
- 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.
- Ir. Tri Mulyono, MT, 2004,2005,2019. *Teknologi Beton*, CV. Andi OFFSET, Yogyakarta.
- Maulia Shofiyah Hanum, 2015. (Jurnal). *Explorasi Limbah Sabut Kelapa*, Prodi Teknik Industri, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Bandung.
- 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.

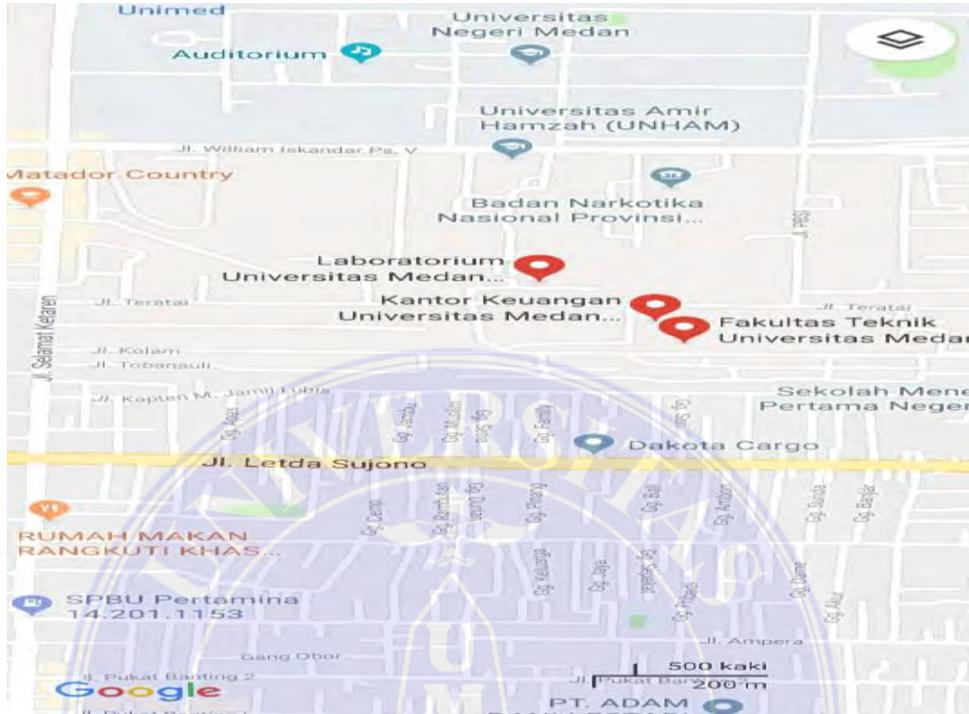
V. Totok Noerwasito dan Mas Santosa, 2006. (Jurnal). *Pengaruh Thermal Properties Material Bata Merah dan Batako Sebagai Dinding, Terhadap Efisiensi Energi Dalam Ruang Di Surabaya*, Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

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

FOTO DOKUMENTASI



Gambar 1. Lokasi Laboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area.



Gambar 2. Mesin Penggetar Dan Pengepress Batako.



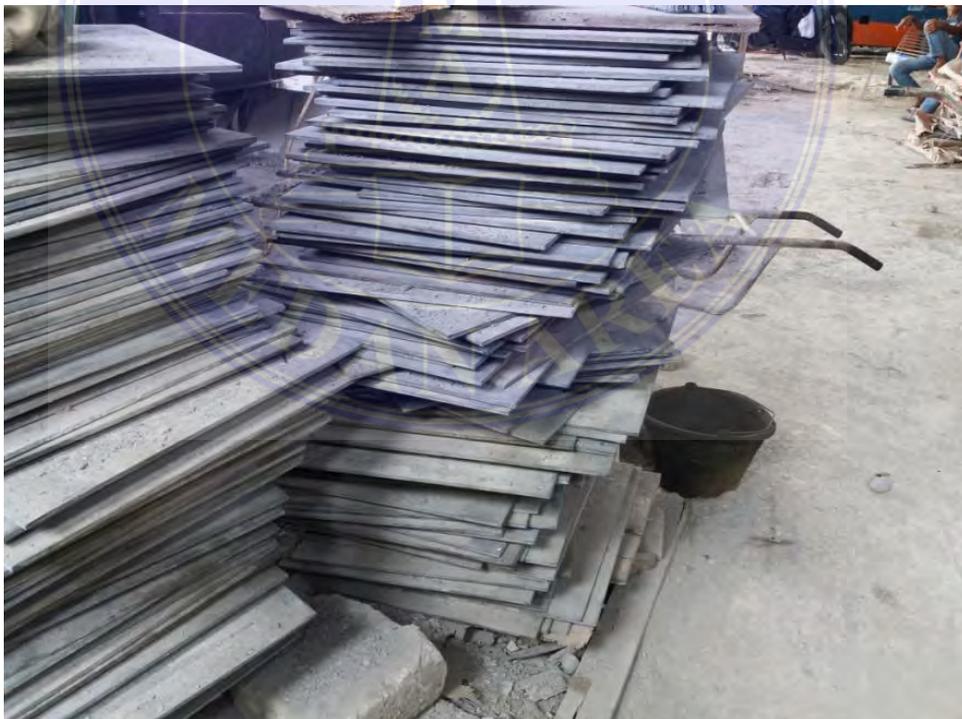
Gambar 3. Cetakan Batako.



Gambar 4. Alat Pengepress Batako



Gambar 5. Wadah Pengaduk Campuran Batako.



Gambar 6. Alas (Mal) Pembuat Batako



Gambar 7. Proses Pemotongan Sabut Kelapa.



Gambar 8. Proses Pengadukan Campuran Batako.



Gambar 9. Proses Memasukan Campuran Adonan Batako Dan Sabut Kelapa.



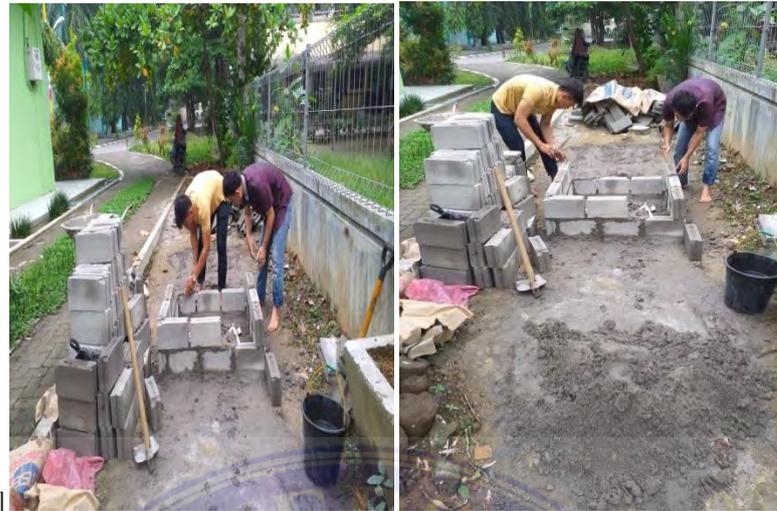
Gambar 10. Proses Pengetaran Dan Pengepressan.



Gambar 11. Proses Pengeluaran Dari Cetakan.



Gambar 12. Hasil Batako.



Gambar 13. Proses Pembuatan Sampel Benda Uji.



Gambar 14. Hasil Ruang Sampel Batako Konvensional Dan Batako Sabut Kelapa (100x100 x100)

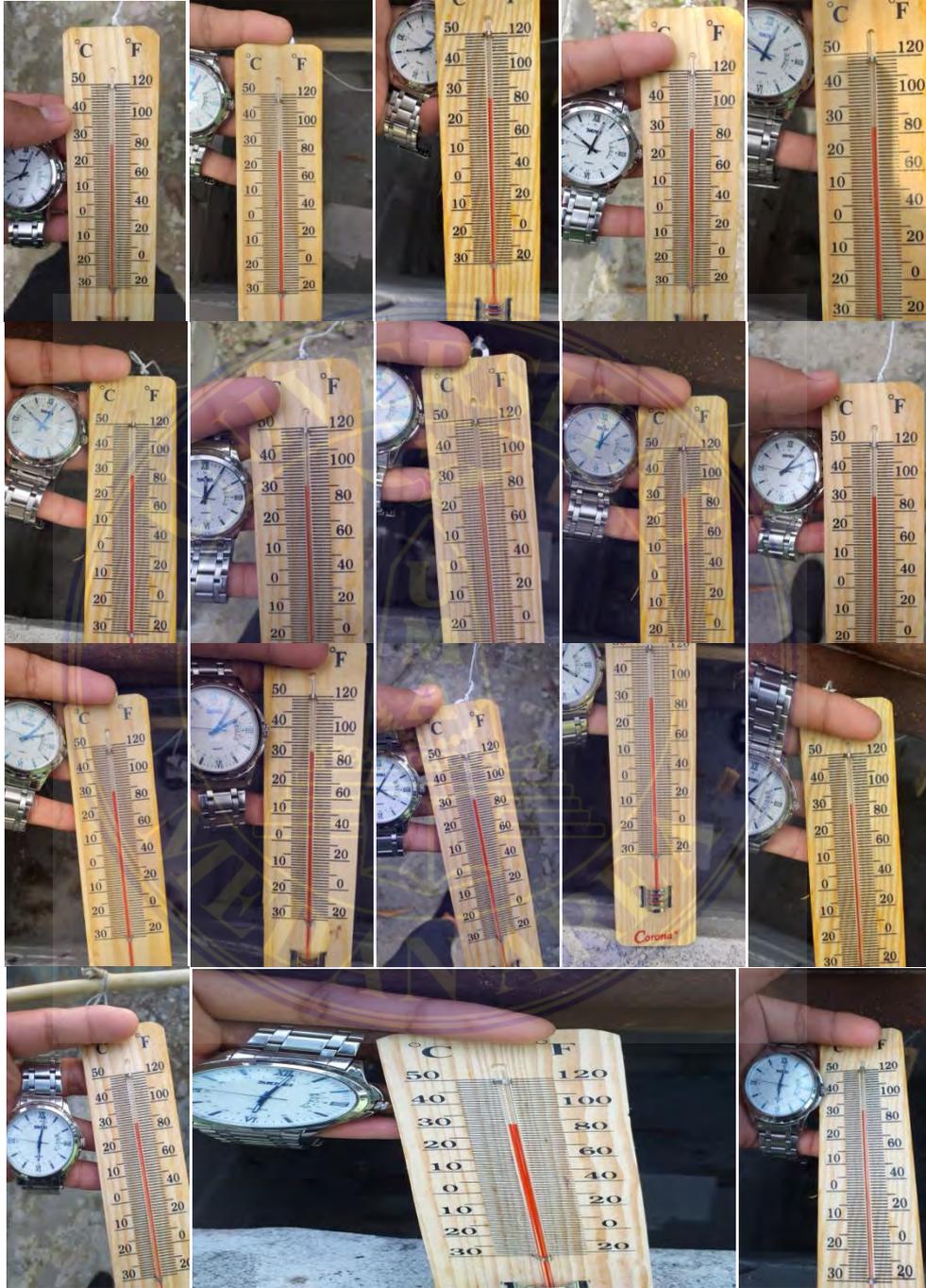
CM.



Gambar 15. Proses Pemasangan Alat Ukur Suhu Ruang (Thermometer Ruang).



Gambar 16. Proses Pengambilan Data Suhu.



Gambar 17. Contoh Beberapa Hasil Pengamatan.

Analisis suhu ruangan dengan pemanfaatan sabut kelapa sebagai campuran batako

Analysis of room temperature using coconut fiber as a mixture of batako

Rainbow toha Nugroho⁽¹⁾, Nurmaidah⁽²⁾, Amsuardiman⁽³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Email: rainbowtohanugroho@gmail.com

Abstrak

Bentuk dan komposisi material penyusun dinding sangat mempengaruhi kondisi suhu di dalam suatu ruangan. Kondisi sekarang ini keberadaan dinding bata semen (batako) lebih dominan digunakan dalam hal dinding bangunan. Dinding dengan material bata semen yang solid lebih stabil dalam peningkatan dan penurunan suhu didalam ruangan suatu bangunan yang disebabkan oleh pengaruh radiasi matahari dari luar ruangan. Hal ini terjadi pada saat dinding menerima kalor dan melepaskan kalor. Peneliti dalam penelitian ini berupaya untuk meminimalisir suhu udara dalam ruang dengan memfokuskan penelitian kedalam batako dinding. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji besar suhu dalam ruang bangunan menggunakan dinding batako konvensional (normal) dan batako campuran sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai perbandingan dari dinding ruang dengan batako konvensional (normal) dan ruang dinding batako campuran sabut kelapa. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Medan Area. Penelitian yang dilakukan dengan membuat batako campuran sabut kelapa dan batako konvensional sebagai benda uji. Dan membuat sampel berupa ruang dengan ukuran (100 x 100 x 100) cm. Berdasarkan hasil dari pengamatan suhu rata-rata dalam pengamatan tiga hari ruang dengan dinding batako sabut kelapa sebesar 30°C dan ruang dinding batako konvensional 32°C. Selisih dari perbandingan suhu sebesar 2°C. Dalam penggunaannya, pada dinding batako sabut kelapa dalam skala kecil bisa dikatakan meminimalisir suhu ruang namun tidak terlampau jauh dibandingkan batako konvensional (normal).

Kata kunci: perbandingan suhu ruangan, batako, sabut kelapa.

Abstract

The shape and composition of the wall constituent material greatly affect the temperature condition in a room. In this current condition, the brick wall is more dominantly used in terms of the building wall. Wall with solid brick material is more stable in increasing and decreasing temperatures in a building's room caused by the influence of solar radiation from outside. It happens when the wall receives heat and releases heat. The researcher sought to minimize the air temperature inside the room by focusing the research into wall brick. This study is conducted to assess the temperature inside the building using conventional brick and coconut coir mixture brick. It aims to determine the wall comparative value of conventional brick and coconut coir mixture brick. The location of this study is conducted at the Medan Area Civil Engineering Laboratory. This study is conducted by making conventional brick and coconut coir mixture brick as test specimens and make a room sample in size (100 x 100 x 100) cm. The results show that in the three-day observation the average temperature of the room with coconut coir mixture brick wall is 30°C and the conventional brick wall is 32°C. The ratio of temperature difference is 2°C. By the usage of a small scale, the coconut coir mixture brick wall can be said to minimize room temperature but there are no significant differences compared to the conventional brick wall.

Keywords: : room temperature comparison, brick, coconut coir.

PENDAHULUAN

Batako merupakan bahan utama dalam konstruksi karena untuk memperkuat, daya tahan, pemuatan, kekompakan dan ringan. Bata merujuk pada unit kecil bahan bangunan, sering dibuat dari tanah liat maupun pasir dan dijamin dengan mortir, agen ikatan yang terdiri dari semen, pasir, dan air. Sifat umum dari bata beton dengan mudah memungkinkan perpindahan panas dan menjaga panas dalam untuk waktu yang lama yang berarti kapasitas panas tinggi, sehingga bata beton sesuai untuk bahan konstruksi.

Beton ringan atau baton ringan cetak yaitu beton yang agregatnya diganti dengan agregat ringan seperti agregat halus, semen, air dengan perbandingan tertentu. Batako merupakan salah satu beton ringan cetak yang saat ini sering digunakan dalam pembuatan dinding, karena batako lebih praktis dan lebih efisien waktu. Batako dalam penelitian ini dikembangkan sedemikian rupa dengan adanya penambahan campuran antara lain dengan menambahkan serat kelapa. Sebagai salah satu negara penghasil kelapa terbesar, Indonesia telah menjadikan komoditas ini sebagai penggerak utama perekonomian di Indonesia. Dalam pelaksanaannya, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu adanya pengembangan kreatifitas setiap orang sebagai modal agar pembangunan dapat dilaksanakan secara lebih baik.

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 menyampaikan bahwa faktor utama yang berpengaruh terbentuknya kenyamanan termal meliputi metabolisme tubuh (aktifitas), pakaian, temperatur udara, radiant temperature, kecepatan udara, tingkat kelembaban. 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.

Penelitian ini mencoba mengaplikasikan konsep penggunaan serat kelapa dalam campuran batako, yang akan diteliti adalah penggunaan serat kelapa pada batako mengukur perbandingan antara suhu ruangan dinding batako normal dengan dinding batako campuran serat kelapa. Pemilihan serat kelapa dikarenakan bahan ini mudah didapat mempunyai nilai ekonomis.

Penelitian bertujuan untuk meminimalisir suhu udara dalam ruang dengan memfokuskan penelitian kedalam batako dinding. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji besar suhu

17/10/19

dalam ruang bangunan menggunakan dinding batako konvensional (normal) dan batako campuran sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai perbandingan dari dinding ruang dengan batako konvensional (normal) dan ruang dinding batako campuran sabut kelapa.

Batako

Batako merupakan salah satu bahan bangunan penyusun untuk dinding pada bangunan/gedung. Seperti paving block, batako berasal dari kata bata concrete atau bata beton dalam bahasa teknik sering disebut bataton.

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 : 4 pasir. Batako difokuskan sebagai konstruksi-konstruksi dinding bangunan nonstruktural.

Ukuran dan jenis batako/bata cetak bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan. Ukuran batako yang standar adalah sebagai berikut Supriyadi (1986:58):

- a) Type A Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlobang untuk tembok/dinding pemikul beban dengan tebal 20 cm.
- b) Type B Ukuran 20 x 20 x 40 cm³ berlobang untuk tembok/dinding tebal 20 cm sebagai penutup atap pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.
- c) Type C Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

- d) Type D Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi/pemisah dengan tebal 20 cm.
- e) Type E Ukuran 10 x 20 x 40 cm³ tidak berlobang untuk tembok-tembok setebal 10 cm, juga dipergunakan sebagai dinding pengisi atau pemikul sebagai hubungan sudut-sudut dan pertemuan.
- f) Type F Ukuran 8 x 20 x 40 cm³ tidak berlobang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

Tabel 1 Persyaratan Ukuran dan Toleransi

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

(Sumber : SNI 03-0349-1989)

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang bata cetak beton (batako), persyaratan nilai penyerapan air maksimum adalah 25% (Sumaryanto, dkk. 2009).

Tabel 2 Persyaratan kuat tekan minimum batako pejal.

Mutu	Kuat Tekan Minimum (Mpa)
I	9,7
II	6,7
III	3,7
IV	2

Sumber: SNI 03-0349-1989

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.

Sabut Kelapa

Sebagai Negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan Negara penghasil kelapa yang utama di dunia.

Kelapa dikenal sebagai tanaman yang serbaguna karena seluruh bagian tanaman ini bermanfaat bagi kehidupan manusia serta mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi.

Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 2 - 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat dan sekam (*dust*). Namun pemanfaatan yang paling optimal digunakan hanya bagian seratnya saja.

Hal ini pula yang menjadi latar belakang

untuk mencoba meneliti sejauh mana kontribusi penambahan serabut kelapa dalam mempengaruhi kekuatan beton.

Tabel 3 Komposisi Kimia Sabut kelapa.

Parameter	Kadar (%)
Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Air	8
Komponen Ekstraktif	4,2
Unsur Anhidraf	3,5
Nitrogen	0,1
Abu	0,5

Sumber: Explorasi Limbah Sabut Kelapa, (Jurnal), Maulia Shofiyah Hanum, 2015.

Suhu Udara

Dalam kehidupan sehari - hari, temperatur sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup makhluk hidup. Temperatur memegang peranan penting dalam kehidupan di dunia ini, contohnya temperatur berperan dalam siklus hidrogen, oksigen, nitrogen, dan lain sebagainya.

Nilai kenyamanan suhu hanya dibatasi pada kondisi udara tidak ekstrim (*moderate thermal Environment*), dimana manusia tidak memerlukan usaha apapun, seperti halnya menggigil atau mengeluarkan keringat. Dalam rangka mempertahankan suhu tubuh agar tetap normal sekitar 37° C. Daerah suhu inilah yang kemudian disebut dengan "suhu netral atau nyaman".

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 mengenai Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, bahwa persyaratan udara ruangan yang baik memiliki range suhu berkisar 18 °C – 28 °C dan kelembaban udara 40% - 60%. Apabila suhu udara diatas 28° C maka diperlukan alat penata udara seperti kipas angin atau Air Conditioner (AC). Oleh karena itu, sistem monitoring dan kendali terhadap suhu pun berperan penting untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi dan juga dapat bermanfaat untuk mempertahankan atau menjaga suhu.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

1. Semen, jenis semen yang digunakan dalam penelitian yaitu semen conch.
2. Pasir, berasal dari toko material di Medan.
3. Air, yang bersumber dari pdam.
4. Seng.

Peralatan Penelitian

1. Alat pembuatan batako berupa cetakan berdimensi (30 x 8 x 15) cm yang terdapat di produksi batako Delitua.
2. Alat pengujian suhu ruang berupa thermometer ruang yang terdapat dari toko alat kimia di Medan.

Pembuatan Batako

Pembuatan batako konvensional dan batako sabut kelapa sebagai benda uji. 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 digetarkan 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.



Gambar 1. proses pembuatan batako konvensional.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.

Pada proses pencetakan batako dengan sabut kelapa 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 2. proses pembuatan batako sabut kelapa.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.

Sampel Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium dengan cara membuat sampel pengujian. 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 sabut kelapa dengan ukuran 30 x 8 x 15 cm.

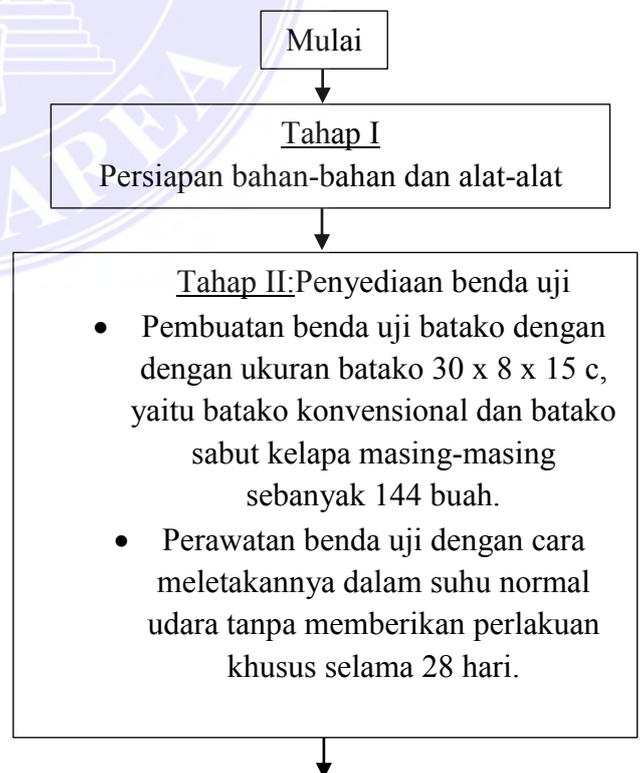


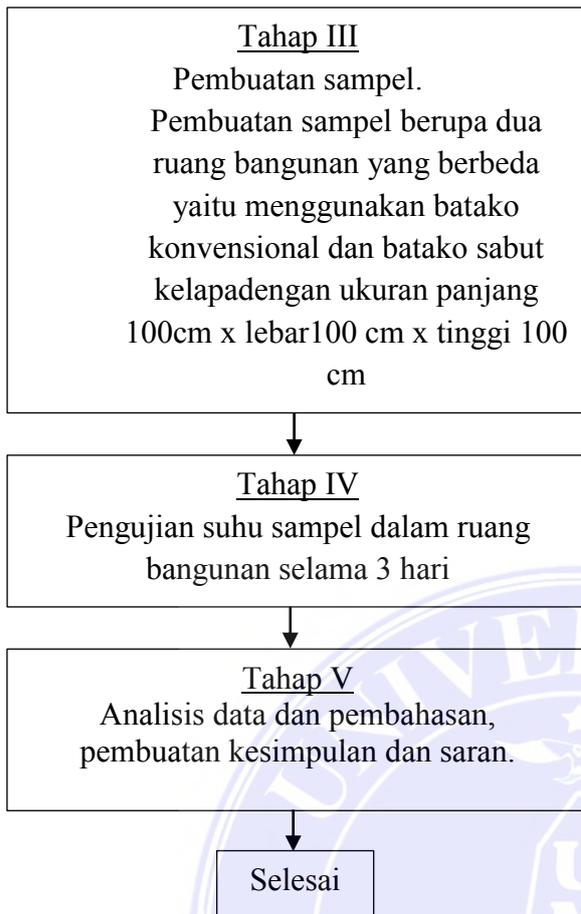
Gambar 3. Ruang sampel.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.

Pengujian

1. 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 bangunan.
2. Sampel kemudian ditutup menggunakan seng yang di rancang sesuai ukuran sampel ruang bangunan.
3. 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 18: 00 yang menghasilkan enam waktu pengambilan data suhu yang berbeda.

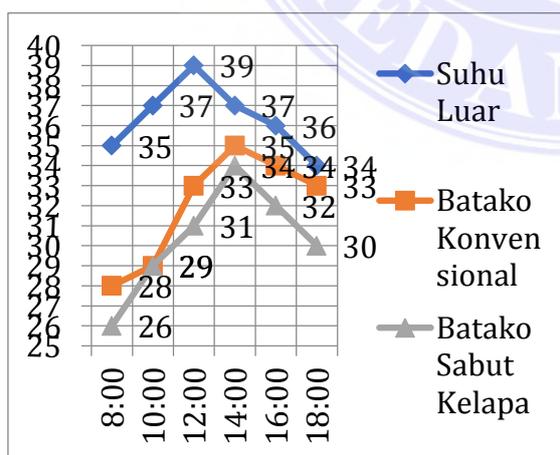




Gambar 4 Skema penelitian.
Sumber: Hasil Penelitian 2019.

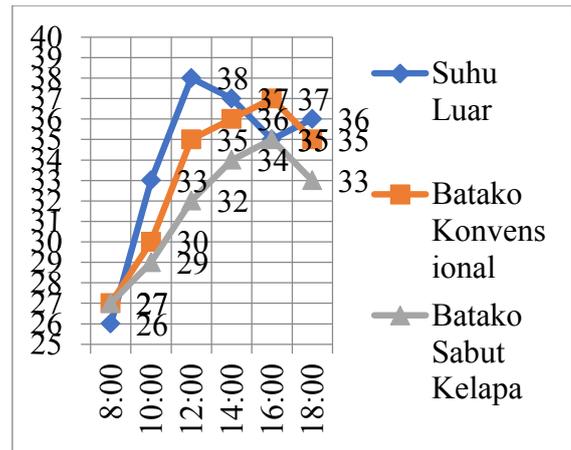
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian



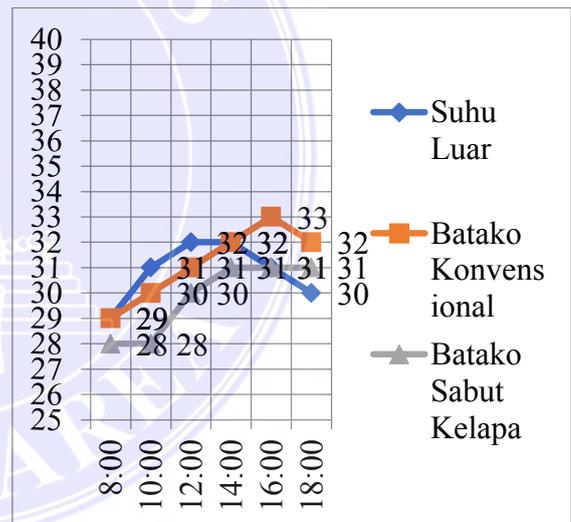
Gambar 5. Grafik perbandingan suhu dalam ruang bangunan batako dinding konvensional dan dinding batako pemanfaatan sabut kelapa hari Sabtu, 6 Juli 2019.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.



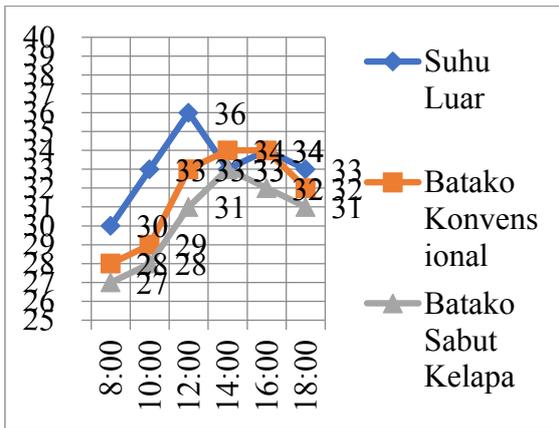
Gambar 6. Grafik perbandingan suhu dalam ruang bangunan batako dinding konvensional dan dinding batako pemanfaatan sabut kelapa hari Senin, 8 Juli 2019.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.



Gambar 7. Grafik perbandingan suhu dalam ruang bangunan batako dinding konvensional dan dinding batako pemanfaatan sabut kelapa hari Rabu, 10 Juli 2019.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.



Gambar 8. Grafik rata-rata pengamatan suhu dalam tiga hari.

Sumber: Hasil Penelitian 2019.

Data hasil pengukuran yang dilakukan selama tiga hari dapat diambil rata-rata seperti grafik diatas. Menurut hasil pengamatan yang dilakukan perbandingan suhu ruang dalam dinding material batako konvensional dan material dinding batako pemanfaatan sabut kelapa tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil pengamatan rata-rata perbandingan suhu yang terjadi yaitu 2°C . Rata-rata total suhu untuk ruang dinding material batako konvensional 32°C , dan dinding dengan material batako pemanfaatan sabut kelapa yaitu 30°C , dengan perlakuan suhu luar $33,5^{\circ}\text{C}$.

Simpulan

1. Berdasarkan hasil pengamatan suhu luar ruang bangunan rata-rata 36°C , tingkat suhu tertinggi pada pukul 12:00 yaitu $39,5^{\circ}\text{C}$.
2. Kondisi dalam ruang bangunan dalam tiga hari pengamatan dengan dinding menggunakan batako konvensional suhu rata-rata total dari hasil pengamatan

32°C , dan pada dalam ruang bangunan dengan dinding menggunakan batako pemanfaatan sabut kelapa suhu rata-rata yaitu 30°C .

3. Terdapat perbedaan rata-rata suhu dalam ruang bangunan antara dinding batako konvensional dan dinding batako dengan pemanfaatan sabuk kelapa sebagai tambahan campuran yaitu dengan selisih 2°C .
4. Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, penggunaan dinding batako dengan pemanfaatan sabut kelapa sebagai tambahan campuran dalam skala kecil dari hasil penelitian bisa dikatakan meminimalisir sedikit suhu yang ada dalam ruang, tetapi dalam skala besar belum bisa dikatakan signifikan dalam meminimalisir nilai suhu dalam ruang bangunan, karena tidak terlampau jauh (memiliki nilai perbandingan suhu yang kecil) dibandingkan dengan dinding menggunakan batako konvensional, karena terdapat perbedaan selisih suhu yang terlampau kecil dan dibanding nilai ekonomisnya yang tidak terlampau jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Tri Mulyono, MT, 2004,2005,2019. *Teknologo Beton*, CV. Andi OFFSET, Yogyakarta.
- Standart Nasional Indonesia, 1989. *SNI 03-0349-1989*, Badan Standart Nasional Indonesia.
- Bambang Wintoko. *Sukses Wirausaha Batako & Paving Block*, Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Mochamad Hilmy, 2014. (Jurnal). *Pengaruh Rongga Terhadap Dinding Batako Terhadap Suhu Ruang*, Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak.
- 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.
- Nur Aini Fauziah, 2017. (Jurnal). *Analisa Kuat Tekan Batako*, Prodi Teknik, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- 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.
- Eka Tri Karlina, 2017. (Jurnal). *Pemanfaatan Abu Sabu Kelapa dan Pengaruh Penambahan Sikacim Concree Addictive Pada Pembuatan Batako*, Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Maulia Shofiyah Hanum, 2015. (Jurnal). *Explorasi Limbah Sabut Kelapa*, Prodi Teknik Industri, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Bandung.
- 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.
- 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.
- Dwi Angriawan, 2014. (artikel). *Pengukuran Suhu*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang. <https://dwianggriawan.wordpress.com/2014/05/01/makalah-temperatur-suhu/>
- 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/>
- 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>

M Husni Kotta, 2008. (Jurnal). *Suhu Netra dan Rentang Suhu Nyaman Manusia Indonesia*, Fakultas Teknik, Universitas Haluoleo, Makasar.

