

**PERBANDINGAN SUHU RUANG MEMAKAI BATU BATA
BIASA DENGAN BATU BATA STYROFOAM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

**WAHYU DAVID K. NAPITUPULU
158110018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 12/9/22

Access From (repository.uma.ac.id)12/9/22

LEMBARAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN SUHU RUANG MEMAKAI BATU BATA BIASA DENGAN BATU BATA STYROFOAM

SKRIPSI

· Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

WAHYU DAVID K. NAPITUPULU
158110018


Disetujui :

Dosen Pembimbing 1



Ir. H. Irwan, MT
NIDN : 0004045901

Dosen Pembimbing 2



Hermansyah, ST, MT
NIDN : 0106088004

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom.
NIDN : 0105058004

Ketua Prodi Teknik Sipil



Hermansyah, ST, MT
NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/9/22

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

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Medan, Agustus 2022



Wahyu David K. Napitupulu

158110018

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu David K. Napitupulu

NPM : 158110018

Program Studi : Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **PERBANDINGAN SUHU RUANG MEMAKAI BATU BATA BIASA DENGAN BATU BATA STYROFOAM**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 1 Agustus 2022

Yang menyatakan



(Wahyu David K Napitupulu)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Suhu Ruang Memakai Batu Bata Biasa Dengan Batu Bata Styrofoam”.

Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk lulus dan memperoleh gelar Sarjana Srata 1 (S-1) Teknik di Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis menyadari bahwa semua proses penyelesaian skripsi ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area sekaligus selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan masukan dan arahan serta memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan masukan dan arahan serta memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Seluruh Staf Pengajar atau Dosen di Program Studi Teknik Sipil Teknik Universitas Medan Area yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Orang Tua penulis Timbul Napitupulu dan Ramot Hutabarat yang selalu memberikan semangat baik secara motivasi dan materil serta selalu

memberikan dukungan doa sehingga membuat penulis dapat merasakan cinta, kasih sayang dan semangat mulai dari awal perkuliahan hingga dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Angelina Napitupulu selaku adik perempuan saya yang telah membantu dan membuat pusing.
8. Meli Peronika Sianturi S.Psi selaku wanita yang saya cintai dan selalu mendukung saya untuk menyelesaikan kuliah.
9. Seluruh teman-teman IMS UMA (Ikatan Mahasiswa Sipil Universitas Medan Area) yang memproses saya dalam setiap kegiatan mahasiswa
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2015, yang sudah membantu dan memotivasi.
11. Destry Anita Purba SE selaku teman yang telah membantu saya untuk mengerjakan skripsi.
12. Evan Ganda Tua Sidabuke selaku teman yang sudah membantu saya dalam proses penelitian.
13. Vijay Agus Hutasoit selaku teman saya yang membantu pada proses bimbingan.
14. Teman-teman TKM (Team Kilometer) yang sudah menemani kejenuhan saya menulis skripsi dari tahun 2021, terkhusus Dedi Mandala Putra Simanjuntak ST (Batak bukan Bata), Ferdiansyah Saragih (Anca bukan Ari Anca), Andre Tarigan (Ngab Lapas), Hanafy (Bg Pakam) dan Rio Ananda Purba S.Kom (Bg io-io).
15. Warung Om Botak DKK yang sudah memberi saran dan masukan.
16. Percetakan Bintang Timur yang sudah membantu, memberi saran dan masukan.

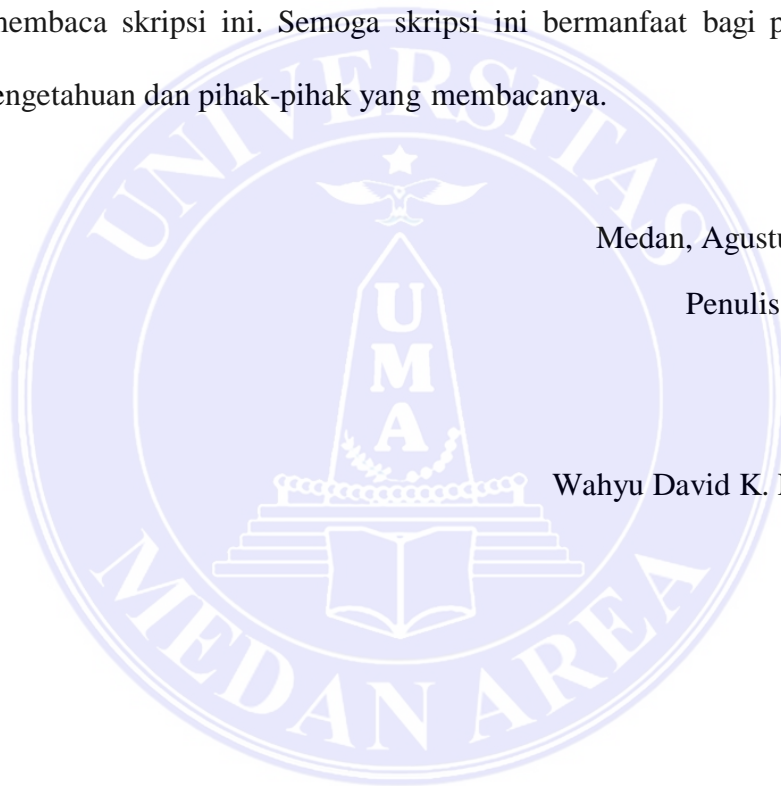
17. Teman-teman ATM (Agoes Team Motor) yang menyediakan tempat istirahat saat jenuh mengerjakan skripsi.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan maaf serta berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang membaca skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membacanya.

Medan, Agustus 2022

Penulis,

Wahyu David K. Natipupulu



DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peneliti Terdahulu	4
2.2 Dinding	5
2.3 Batu-bata	6
2.3.1 Bahan Penyusun Batu-Bata	9
2.3.2 Proses Pembuatan Batu-Bata	17

2.4	Styrofoam	24
2.5	Zat Alkali	27
2.5.1	Sodium Hidroksida (NaOH)	27
2.5.2	Sodium Silikat (NA ₂ Sio ₃)	29
2.6	Suhu Udara	33
2.6.1	Skala Temperatur	35
2.6.2	Jenis Alat Pengukuran pada Temperatur	38
2.6.3	Cara Kerja Termometer	45
BAB III	METODE PENELITIAN	46
3.1	Gambaran Umum	46
3.2	Lokasi Penelitian	46
3.3	Teknik Pengumpulan Data	47
3.4	Bahan Penelitian	47
3.5	Peralatan Penelitian	48
3.6	Proses Benda Uji	48
3.7	Pembuatan Batu-bata	49
3.8	Perawatan	51
3.9	Pelaksanaan Penelitian	51
3.10	Tahapan Penelitian	52
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Hasil Pengukuran	54
4.2	Analisis Perbandingan Suhu	60
4.3	Pembahasan	64
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	65

5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

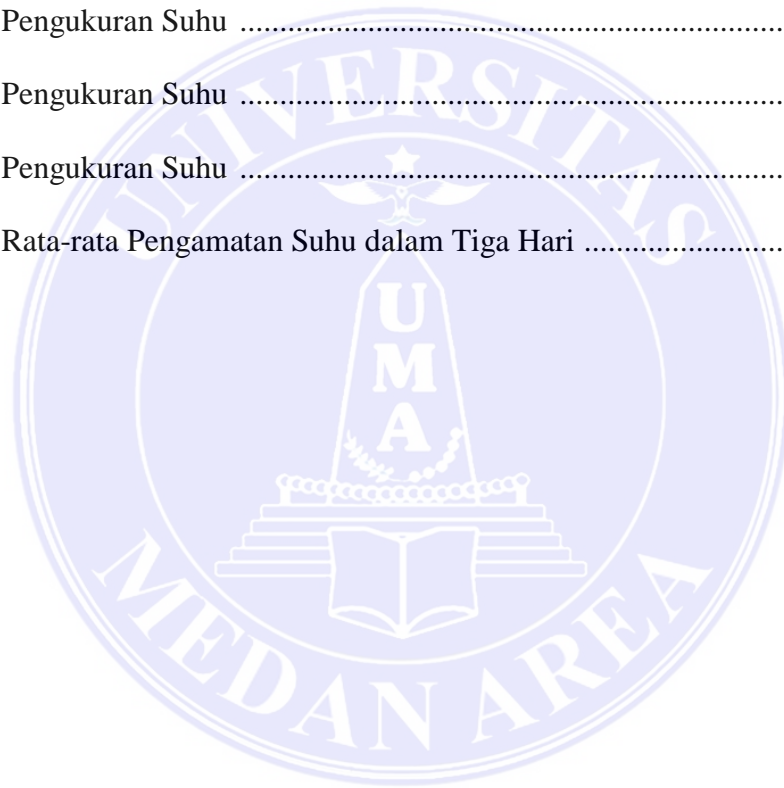


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 (i) Batu bata sebelum dibakar (ii) Batu bata setelah dibakar	22
Gambar 2.2 Thermometer Laboratorium	39
Gambar 2.3 Thermometer Ruangan	40
Gambar 2.4 Thermometer Klinis	40
Gambar 2.5 Thermometer Six-Bellani	41
Gambar 2.6 Thermometer Digital	42
Gambar 2.7 Thermometer Infra Merah	43
Gambar 2.8 Thermometer Alkohol	44
Gambar 2.9 Thermometer Air Raksa	45
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	46
Gambar 3.2 Ukuran Batu-bata	51
Gambar 3.3 Sketsa Ruang Tampak Samping	51
Gambar 3.4 Alir Penelitian	54
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Suhu Ruang	59
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Suhu Ruang	60
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Suhu Ruang	61
Gambar 4.4 Grafik Rata-Rata Perbandingan Suhu Ruang	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ukuran batu-bata berdasarkan SNI -15-2094-2000	7
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tanah Liat	11
Tabel 2.3 Perubahan Warna Tanah Liat	14
Tabel 4.1 Pengukuran Suhu	56
Tabel 4.2 Pengukuran Suhu	57
Tabel 4.3 Pengukuran Suhu	58
Tabel 4.4 Rata-rata Pengamatan Suhu dalam Tiga Hari	59



ABSTRAK

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Proses pembuatan batu bata selama ini mengalami masalah pada proses pembuatan yang lama karena harus melalui pembakaran lagi. Di era saat ini suhu bumi sekarang mengalami kenaikan suhu hingga diperlukan ruangan seperti ac atau kipas atau penyejuk ruangan lainnya. Penggunaan barang elektronik penyejuk ruangan dapat mengakibatkan dampak yang kurang baik bagi lingkungan, oleh karena itu dilakukan inovasi batu bata yang di styrofoam diharapkan dapat menetralsisir suhu ruangan.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui apakah suhu ruang dapat dinetralsisir oleh batu bata yang di styrofoam tanpa pembakaran dan untuk Mengetahui perubahan batu bata biasa dengan batu bata yang di Styrofoam tanpa pembakaran. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh oleh peneliti, maka peneliti mendapatkan hasil bahwa dalam kondisi ruang bangunan dalam tiga hari pengamatan dengan dinding menggunakan Batu-bata Konvensional suhu rata-rata total dari hasil pengamatan $30,2^{\circ}\text{C}$, dan pada dalam ruang batu-bata suhu rata-rata yaitu $29,6^{\circ}\text{C}$, sehingga terdapat perbedaan rata-rata suhu ruang antara dinding batu-bata konvensional dan dinding batu-bata styrofoam selisih $0,6^{\circ}\text{C}$. penggunaan dinding batu-bata styrofoam tanpa pembakaran dalam skalakecil dari hasil penelitian bisa dikatakan meminimalisirsedikit suhu yang ada dalam ruang, namun dalam skala besar belum bisa dikatakan signifikan dalam meminimalisir nilai suhu dalam ruang bangunan, karena tidak terlampau jauh dibandingkan dengan dinding menggunakan batu-bata konvensional, karena terdapat perbedaan selisih suhu yang terlampau kecil dan dibanding nilai ekonomisnya yang tidak terlampau jauh. penggunaan zat kimia (Sodium silikat dan Natrium hidroksida) sebagai tahapan untuk membuat batu-bata styrofoam tanpa pembakaran dinyatakan tidak berhasil, dikarenakan sifat bata yang jika di rendam atau kena air hujan selama ± 24 jam atau 1 hari akan mengalami kerusakan atau batu-bata akan kembali lunak seperti tanah liat.

Kata Kunci : Suhu Ruang, Batu Bata, Styrofoam

ABSTRACT

Brick is one of the materials used to make walls. The process of making bricks has been experiencing problems in the process the old one because it has to go through burning again. In the current era, the earth's temperature is now experiencing an increase in temperature up to space is needed such as ac or fan or other air conditioners. Use air conditioning electronic goods can have an unfavorable impact for the environment, that's why an innovation of bricks in styrofoam was made expected to neutralize the room temperature.

This study aims to determine whether the room temperature can be neutralized by bricks that are styrofoam without burning and to find out the change in the value of the compressive strength of ordinary bricks with bricks made Styrofoam without burning. Based on the research results obtained by the researchers, the researchers got the results that in the condition of the building space in three days of observation with walls using Conventional Bricks temperature the total average of the observations is 30.2° C, and in the average room temperature of bricks is 29.6°C, so there is a difference in the average room temperature between conventional brick walls and brick walls styrofoam difference 0.6° C. use styrofoam brick walls without burning on a scale small from the results of the study can be said to minimize a little temperature that is in the room, but on a large scale yet can be said to be significant in minimizing the temperature value in building space, because it is not too far compared to the wall using conventional bricks, because there is a temperature difference that is too small and compared to its economic value which is not too far away. use of chemicals (Sodium silicate and Sodium hydroxide) as steps for making styrofoam bricks without burning is declared no successful, due to the nature of the brick which when soaked or exposed to water rain for ± 24 hours or 1 day will be damaged or the bricks will come back soft like clay.

Keywords : Room Temperature, Bricks, Styrofoam

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Batu-bata menjadi bahan material utama dalam sebuah bangunan, dimana digunakan sebagai pembangun dinding. Batu-bata umumnya digunakan dalam konstruksi bangunan sebagai bangunan non-struktural, akan tetapi dapat juga digunakan sebagai struktural dalam sebuah bangunan. Batu-bata yang digunakan sebagai struktural dalam bangunan tidak dapat digunakan untuk memikul beban yang cukup berat. Fungsi struktural dari batu-bata dapat digunakan sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya, seperti pada konstruksi bangunan sederhana dan pondasi.

Pada proses pembuatan batu-bata memakan waktu yang cukup lama dan memerlukan proses pembakaran. Pada proses pembakaran menimbulkan pencemaran udara yang dapat merusak lingkungan, kerusakan lingkungan yang terjadi dari proses pembakaran tercemarnya *Karbon Monoksida (CO)*, *Nitrogen Dioksida (No₂)*, *Carbon Dioksida (CO₂)* dan gas berbahaya lain yang dapat merusak lapisan atmosfer. Untuk mencegah kerusakan lingkungan, penulis melakukan inovasi untuk menghindari proses pembakaran pada batu-bata dengan melakukan percobaan dengan inovasi atau rekayasa material dengan melakukan penambahan zat alkali pada proses pengadukan bahan mentah batu-batu.

Pada saat ini suhu bumi sekarang mengalami kenaikan suhu hingga diperlukan ruangan seperti ac atau kipas atau penyejuk ruangan lainnya. Penggunaan barang elektronik penyejuk ruangan dapat berdampak yang kurang yang tidak baik bagi

lingkungan, oleh karena penulis melakukan inovasi untuk menghindari penggunaan barang elektronik penyejuk ruangan dengan menggunakan batu-bata yang di tambahkan styrofoam pada proses pengadukan bahan mentah batu-bata. Penambahan styrofoam ini diharapkan dapat menetralsir suhu ruangan sehingga nyaman saat beraktifitas di dalam ruangan.

Penggunaan Styrofoam pada-batu bata harus mengalami perubahan dalam proses pembuatan batu-bata, sehingga proses pembakaran yang tadinya sudah diterapkan dapat dihilangkan. Batu bata yang di styrofoam hanya dilakukan pada proses pengeringan (Agaeing).

1.2 Tujuan Penelitian.

Penelitian yang dilakukan dengan tujuan : Untuk mengetahui apakah suhu ruang dapat dinetralsir oleh batu bata yang di styrofoam tanpa pembakaran.

1.3 Rumusan Masalah.

Permasalahan yang akan dibahas penulis pada penelitian ini, yakni : Apakah batu bata yang di styrofoam tanpa pembakaran dapat menetralsir suhu ruang?

1.4 Batasan Masalah.

Peneliti melakukan batasan masalah pada penelitian ini dengan menjelaskan perbandingan suhu ruang batu-bata biasa dengan batu-bata yang ditambahkan Styrofoam tanpa pembakaran dapat menetralsir suhu ruang.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini penulis mengharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut : Inovasi bagi masyarakat dan mahasiswa dimana batu bata yang di styrofoam tanpa pembakaran dapat mentralisir suhu ruang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu.

Dimana pada penelitian perbandingan suhu ruang batu-bata biasa (Konvensional) dengan batu bata styrofoam merupakan hasil pengembangan dari penulis terdahulu dengan judul “PEMBUATAN BATU BATA TANPA BAKAR DENGAN CAMPURAN SODIUM HIROKSIDA (NaOH) DAN SODIUM SILIKAT (Na₂SiO₃)”, data hasil dari penelitian tersebut merupakan sebagai acuan penulis. Dimana teknik pengumpulan data ini disebut teknik pengumpulan data sekunder, data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (didapat dari penelitian sebelumnya) untuk bahan/jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

Pada jurnal “PEMBUATAN BATU BATA TANPA BAKAR DENGAN CAMPURAN SODIUM HIROKSIDA (NaOH) DAN SODIUM SILIKAT (Na₂SiO₃)” yang ditulis oleh Budi Witjaksana₁, Gede Sarya₂, Herry Widhiarto₃ menyimpulkan :

- a. Batu-bata biasa tanpa proses pembakaran dengan campuran sodium hidrosida dan sodium silikat ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.048 Mpa dibandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa.
- b. Batu-bata tanpa proses pembakaran mempunyai daya elastisitas yg cukup tinggi.

Penulis menjadikan acuan penggunaan bahan komposisi pada campuran adukan pembuatan batu-bata styrofoam tanpa pembakaran, akan tetapi pada penelitian ini penulis menambahkan penggunaan styrofoam pada pembuatan batu-bata. Penggunaan styrofoam sebagai bahan penambah pada batu-bata, mengharuskan menghilangkan proses pembakaran. Dari hal tersebut peneliti menjadikan acuan jurnal tersebut untuk membuat batu-bata styrofoam.

2.2 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 batu bata konvensional dengan dinding batu bata campuran Styrofoam.

2.3 Batu-Bata.

Batu bata adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan. Batu bata terbuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain. Beberapa tahap pengerjaan batu bata adalah menggali tanah, mengolah tanah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna. Jika didinginkan maka akan mengeras seperti batu dan tidak akan hancur bila direndam dalam air (Miftakhul, 2012).

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun di perkotaan yang berfungsi untuk bahan bangunan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata umumnya

dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan non-struktural, disamping berfungsi sebagai struktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban yang ada di atasnya

Bentuk batu bata pada umumnya merupakan prisma tegak (balok) dengan penampang empat persegi panjang, ada juga batu bata yang berlubang-lubang, batu bata semacam ini kebanyakan digunakan untuk pasangan dinding peredam suara. Ukuran batu bata diberbagai tempat dan daerah tidak sama besarnya disebabkan oleh karena belum ada keseragaman ukuran dan teknik pengolahan. Ukuran batu bata umumnya berkisar $23 \times 11 \times 5$ cm.

Tabel 2.1 Ukuran batu-bata berdasarkan SNI -15-2094-2000

Pajang	Lebar	Tebal
240 mm	115 mm	52 mm
230 mm	110 mm	50 mm

(Sumber : SNI -15-2094-2000)

Batu-bata menjadi bahan terpenting dalam pembangunan dinding bangunan, dimana umumnya digunakan di indonesia masyarakat menggunakan batu-bata untuk membangun rumah atau bangunan lainnya. Tanah liat adalah bahan utama yang digunakan dalam pembuatan batu-bata. Pembuatan batu-bata dilakukan dengan berbagai proses kerja, yaitu melalui tahapan pengolahan tanah liat, pencetakan, pengeringan, pembakaran tanah liat yang dibakar pada suhu tinggi

hingga berubah warna dan keras. Batu-bata setelah proses pembakaran kemudian didinginkan dan batu-bata tidak akan dihancurkan atau dikembalikan ke tanah liat ketika direndam dalam air.

Bahan dasar yang digunakan dalam proses pembuatan batu-bata adalah tanah liat, di mana tanah liat memiliki sifat plastik dan akan menyusut saat kering. Sifat platis yang dimiliki tanah liat akan memudahkan proses pencetakan pembuatan batu-bata. Sifat plastis dari tanah liat dapat dipengaruhi oleh kehalusan komponen yang ditemukan di tanah liat. Kegunaan sifat plastis dari tanah liat berfungsi untuk mengikat tanah liat dalam proses pembentukan batu-bata sehingga dapat dibentuk dan tidak berubah setelah proses pencetakan batu bata. Tanah liat setelah proses pembentukan dan kondisinya cukup kering, memiliki kekuatan yang stabil, tidak berubah bentuk saat diangkat untuk melakukan proses pengeringan dan pada saat persiapan dalam proses pembakaran.

Bahan baku yang digunakan oleh batu-bata terbuat dari bahan dasar berupa tanah liat dengan atau tanpa menggunakan bahan campuran. Bahan campuran yang umum digunakan seperti abu cangkang padi, pasir, *fly-ash* (Abu terbang) dan serbuk gergaji. Dalam proses pembuatan batu-bata, penambahan bahan campuran dapat digunakan dalam proses pembuatan batu bata untuk meningkatkan kualitas tanah liat yang akan digunakan sebagai bahan baku. Hal ini agar tanah liat menjadi bahan baku yang dapat dengan mudah dibentuk. Sifat fisik batu bata adalah sebagai berikut :

- a. Senyawa logam dan non-logam.

Senyawa logam dan non-logam ini memiliki ikatan kovalen dan ionik.

Kehadiran ikatan kovalen dan ionik ini mengakibatkan bahan keramik

memiliki stabilitas yang relatif cukup tinggi dan tahan terhadap perubahan fisik dan kimia yang tinggi. Dengan adanya kadungan bahan logam pada tanah liat, sehingga menghasilkan batu-bata yang memiliki kualitas yang lebih baik dan memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi.

b. Bersifat isolator.

Batu-bata atau benda yang memiliki bahan mentah serupa lainnya merupakan isolator, karena mereka memiliki cukup sedikit elektron bebas atau mungkin tidak ada. Elektron bebas pada batu-bata ini berbagi dengan atom yang memiliki jarak berdekatan membentuk ikatan yang kovalen atau berubah menjadi elektron valensi dari kation ke anion yang akan membentuk ikatan ion.

c. Elastisitas tinggi.

Modulus elastis mewakili tingkat kekakuan atau tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan satu unit regangan elastis. Tanah liat yang sudah dilakukan proses pembakaran sering dianggap sebagai bahan mudah pecah dan tidak elastis. Kekuatan tekan tanah liat yang sudah dilakukan proses pembakaran pada tekanan memiliki kekuatan sangat baik, sehingga penggunaan gaya dicoba dalam desain produk keramik yang akan dikompresi. Sebaliknya karena cacat permukaan, kekuatan tarik keramik bahkan terlalu rendah.

2.3.1 Bahan Penyusun Batu-Bata.

1. Tanah Liat.

Tanah liat adalah salah satu jenis tanah yang dihasilkan dari adanya proses pelapukan kerak bumi yang sebagiannya disusun oleh jenis batuan

feldspatik. Kerak bumi tersebut mengandung berbagai unsur utama seperti silikon, oksigen, serta aluminium sebagai unsur dominannya. Kemudian, karena adanya aktivitas panas bumi dan bantuan asam karbonat, kerak bumi melapuk lalu jadilah tanah liat. Bila melihat pada gambar tanah liat, kamu tak akan bisa melihat kerangka dasar silikatnya secara jelas karena ukurannya sangat kecil, berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Hal itu terjadi karena struktur tanah liat yang banyak mengandung leburan aluminium dan silika yang sangat halus. Sifat kohesif dan plastis merupakan sifat yang dimiliki dari Tanah liat. Tanah liat terbentuk dengan melalui proses pelapukan batuan-batuan silika yang berasal dari aktivitas panas bumi dan sebagian dihasilkan asam karbonat. Tanah liat merupakan tanah yang memiliki partikel-partikel mineral yang dihasilkan dari sifat plastis pada tanah liat apabila tanah dicampur dengan air.

Tanah liat mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Salah satu sifat tanah liat yaitu dapat membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Tanah liat memiliki sifat-sifat yang khas yaitu bila dalam keadaan basah akan mempunyai sifat plastis tetapi bila dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan bila dibakar akan menjadi padat dan kuat (Wikipedia, 2013). Kandungan kimia yang terdapat pada tanah liat dapat dilihat di tabel.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tanah Liat

Komponen	Jumlah (% berat)
SiO ₂	60,67 – 67,00
Al ₂ O ₃	15,18 – 26,00
Fe ₂ O ₃	2,90 – 7,83
CaO	0,11 – 0,79
Na ₂ O	0,07 – 0,56
K ₂ O	2,10 – 3,55
MnO	0,01 – 0,02
TiO ₂	0,97 – 1,18
MgO	1,10 – 1,20
P ₂ O ₅	0,036 – 0,805
SO ₃	0,47 – 0,55
BaO	0,11
ZnO	0,01
ZrO	0,01

(Sumber : Sultana et al. 2014)

Unsur-unsur utama yang terkandung dalam tanah liat :

a) Silika.

Silika memiliki efek di tanah liat untuk menurunkan sifat plastis, penyusutan pada saat pengeringan, penyusutan pada saat pembakaran, meningkatkan kekuatan tekan dan tarik. Zat silika dalam tanah liat berperan dalam proses pengeringan dan pembakaran untuk menentukan kualitas tanah liat.

b) Alumina.

Unsur zat alumina juga sangat berperan dalam mengurangi sifat elastis dari tanah liat. Alumunina adalah unsur penyusun tanah liat yang

mengandung logam dan berbentuk partikel halus, alumina juga berperan dalam mengurangi nilai penyusutan kering dan penyusutan pada saat proses pembakaran dalam proses pembuatan batu bata.

c) Alkali.

Pada dasarnya, unsur-unsur zat yang mengandung alkali dicampur dengan zat alumina unsur. Unsur-unsur yang mengandung zat alkali memiliki dampak yang signifikan pada sifat tahan api tanah liat, dan jika tanah liat mengalami proses pembakaran, itu tidak akan retak atau merusak bentuk sesuai dengan cetakan yang telah terbentuk. Kandungan zat alkali juga berperan dalam kepadatan tanah liat pada saat pembakaran, sehingga batu-bata tidak memiliki pori-pori atau rongga udara.

d) Besi.

Unsur besi yang dapat ditemukan di tanah liat adalah senyawa besi karbon, senyawa besi sulfida besi dan oksida besi (lemonit). Mineral besi dalam tanah liat mempengaruhi perubahan warna dan dapat mengurangi sifat tanah liat tahan api.

e) Mineral kalsium.

Kalsit, argonet, gypsum, anhidrit dan apabit adalah mineral kalsium yang ditemukan di tanah liat atau tanah liat. Senyawa kalsium mempengaruhi peleburan, pada suhu rendah (setelah mengajar) mengurangi nilai kontraksi dalam proses pembakaran dan dapat mempercepat proses pengeringan, Zat kalsium juga berperan dalam menentukan warna batu bata setelah pembakaran. Selain warna merah

yang disebabkan oleh senyawa besi, setelah membakar lumpur, senyawa kalsium sulfat dapat menyebabkan pembengkakan pada tubuh bata.

f) Magnesium.

Senyawa magnesium yang ditemukan di tanah liat termasuk magnesium, dolomit dan sel perantara. Senyawa magnesium ini memiliki efek pada tanah liat, terutama akan mengurangi sifat tahan apinya.

g) Karbon.

Ini ditemukan dalam bentuk residu tanaman dan senyawa organik lainnya. Efek bahan karbon pada tanah liat, antara lain, memberikan warna gelap menjadi hitam dalam keadaan mentah, menghasilkan atmosfer rendah di dapur saat terbakar, dan akan mempengaruhi warna dan ketika terbakar dengan sangat cepat membentuk inti hitam.

Tanah liat yang sudah melalui proses pembakaran akan mengalami perubahan warna tergantung dari kandungan unsur yang ada di dalamnya. Warna tanah liat bervariasi tergantung pada tingkat oksidasi teroksidasi yang ditemukan di tanah liat, seperti karbon, besi, kalsium dan mangan. Tanah liat mengandung senyawa besi didalamnya akan membuat batu-bata menjadi warna merah setelah dibakar. Tanah liat memiliki kandungan oksida besi yang berbeda-beda, sehingga setelah melalui proses pembakaran akan menciptakan warna yang berbeda. Berikut perubahan warna pada tanah liat setelah melalui proses pembakaran :

Tabel 2.3 Perubahan warna tanah liat setelah proses pembakaran.

Warna tanah liat	Perubahan warna setelah di bakar
Merah	Merah atau coklat
Kuning tua	Kuning tua, coklat, atau merah
Coklat	Merah atau coklat
Putih	Putih atau putih kekuningan
Abu-abu atau hitam	Merah, kuning tua, atau putih
Hijau	Merah

Merah Kuning, abu-abu tua kuning kehijauan pada saat melebur

(Sumber: Sri Handayani, 2010)

Tanah liat memiliki sifat dasar lunak sehingga mudah dibentuk. Dan memang benar, salah satu sifat utama tanah liat adalah bentuknya yang lengket ketika basah dan mengeras ketika kering. Namun, lebih daripada itu tanah liat juga memiliki karakteristik yang lain. Berikut adalah sifat dari tanah liat, diantaranya:

a) Bersifat Lengket

Salah satu ciri-ciri utama dari tanah liat adalah sifatnya yang lengket. Tanah liat umumnya lengket ketika basah sehingga mudah untuk mengubah bentuknya. Namun, tanah liat bisa menjadi gumpalan keras ketika sudah kering. Hal ini dikarenakan kandungan jenis mineral lempung yang banyak terdapat dalam tanah liat.

b) Sulit Menyerap Air

Tanah liat memiliki sifat sulit menyerap air sehingga lebih banyak diperuntukkan sebagai bahan untuk bangunan. Atas dasar ini juga tanah liat tidak disarankan untuk sebagai lapisan tanah untuk media tanaman.

c) Warnanya Abu-abuan

Umumnya tanah liat tidak memiliki warna yang terlalu gelap atau terang. Warna tanah liat cenderung hanya berwarna hitam keabu-abuan. Namun beberapa jenis tanah liat memiliki warna dasar kuning kemerah-merahan yang kebanyakan digunakan oleh pengrajin tanah liat.

d) Dapat Berubah Menjadi Butiran Halus

Karena sifatnya yang menggumpal dan keras ketika kering, butiran-butiran kecil dari tanah liat bisa terpecah jika tidak menyatu dengan bentukan awalnya. Butiran ini umumnya seperti kerikil dan pasir yang umum ditemukan di sekitar tanah liat ketika kering.

Pada dasarnya, tanah liat terdiri dari dua jenis yakni tanah liat primer yang bersifat murni dan tanah liat sekunder yang bersifat plastis. Namun, berdasarkan jenis sifatnya tanah liat terbagi atas lima jenis yaitu:

a) Tanah Liat Earthenware

Tanah liat *earthenware* adalah jenis tanah liat yang paling banyak digunakan oleh pengrajin tembikar. Keunggulan dari tanah liat *earthenware* ini adalah tersedia dalam beberapa warna seperti coklat, merah, orange, abu-abu, dan putih. Karena kandungan zat besi dan mineralnya yang tinggi, tanah liat jenis earthenware merupakan salah satu jenis tanah lempung terbaik.

b) Tanah Liat *Kaolin Clays*

Jenis tanah liat *kaolin clays* umumnya sering dipakai untuk pembuatan porselen karena kandungan mineral yang murni. Berbeda

dari *earthenware*, tanah liat kaolin hanya memiliki warna terang dan tidak terlalu lentur sehingga tanah ini sulit dibentuk oleh pengrajin.

Tanah liat kaolin memiliki tingkat kematangan tertinggi yaitu dengan suhu 1.800 derajat *celcius*. Meski begitu, tanah liat kaolin lebih baik hasilnya ketika dicampur dengan tanah liat *ball clay* dalam pembuatan porselen yang sempurna.

c) Tanah Liat Fire Clays

Walaupun tanah liat *fire clays* tidak banyak mengandung bijih mineral, namun tanah liat *fire clays* yang dibakar masih memiliki partikel biji besi. Sama seperti dua jenis tanah liat sebelumnya, *fire clays* sering digunakan dalam pembuatan tembikar, namun juga bisa digunakan sebagai alat pelindung pintu.

d) Tanah Liat *Stoneware Clays*

Tanah liat jenis *stoneware* adalah jenis tanah liat yang memiliki sifat elastis yang mencapai kekerasan maksimum dalam suhu antara 1.204-1.280 derajat *celcius*. Memiliki warna abu-abu terang, tanah liat *stoneware* ini dapat berubah menjadi warna abu-abu netral ketika tanah liat menjadi sedikit lebih lembab. Di sisi lain, tanah liat *stoneware* ini kasar dan mengandung partikel butiran pasir.

e) Tanah Liat Ball Clays

Tanah liat *ball clay* adalah tanah liat yang berwarna abu-abu gelap yang hanya memiliki sedikit kandungan mineral sehingga membuatnya sangat lentur. Tanah liat ini dapat meningkatkan plastisitas ketika ditambah ke jenis tanah liat yang lain, namun tidak dapat untuk digunakan sendiri.

Tanah liat *ball clay* pada umumnya sering dipergunakan dalam membuat campuran porselen dengan kaolin atau dengan tanah liat *stoneware* untuk membuat tampilan akhir yang unik.

2. Air

Air menjadi bahan campuran untuk meningkatkan keelastisan pada tanah liat saat dilakukan pencetakan dan berperan sangat penting dalam proses pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu-bata. Air yang ditambahkan pada tanah liat tergantung kondisi tanah tersebut, jika tingkat keelastisan tanah liat sudah dapat untuk dibentuk sesuai dengan cetakan maka tidak diperlukan penggunaan air yang terlalu berlebihan. Jika kandungan air pada tanah liat terlalu banyak maka akan menimbulkan kerusakan pada saat pencetakan. Kondisi air yang dapat digunakan pada proses pembuatan batu-bata ialah sebagai berikut :

- a) Air tawar dan berwarna bening.
- b) Tidak mengandung garam.
- c) Tidak mengandung minyak, asam, alkali, tidak mengandung sampah.

2.3.2 Proses Pembuatan Batu-Bata

Batu bata disusun oleh tanah liat yang terdiri dari lima lapis atom yang menyusun tebal partikel tanah liat. Permukaan partikel lempung bertegangan residu, tidak terlalu luas dan tebalnya terbatas. Atom-atom permukaan cenderung masuk ke ruang untuk memperkecil energi permukaannya. Karena tipisnya partikel, ion-ion tidak tertarik ke dalam namun menjadi kutub yang memberi

muatan positif dan negatif pada permukaan. Muatan ini diimbangi oleh jerapan fisik molekul air yang juga dapat membuat momen dipol. Air akan terikat dan tidak mudah lagi untuk bergerak. Partikel tanah liat dapat tumbuh menyamping, atau tumbuh searah bidang. Bagian tepi partikel merupakan ikatan putus sehingga dapat diimbangi dengan menarik air (Ramli, 2007).

Tanah liat memiliki ukuran partikel yang sangat kecil yaitu kurang dari $2\mu\text{m}$. Akibatnya, tanah liat dapat menyerap air di sekitarnya. Tidak dengan mudah untuk memisahkan air dengan tanah liat kecuali dipanaskan pada suhu di atas 1000°C . Air merupakan bahan untuk melekatkan tanah liat hingga dibentuk dengan cetakan batu-bata. Dalam tanah liat memiliki sedikit kandungan air (kurang dari 10%), air tidak dapat untuk mengkompensasi muatan (dwicultub) fisika kimia dalam partikel.

Partikel bersaing satu sama lain sehingga mereka menempel kuat. Ketika tanah liat yang tercetak dalam bahan cetakan dipanaskan pada suhu 800°C , molekul air menjadi lebih rendah karena penguapan sehingga ikatan antara atom di tanah liat menjadi lebih kuat. Tanah liat dalam kadar air rata-rata (15% -25%), jumlah air cukup untuk mengkompensasi muatan partikel. Kelebihan air ini juga berdampak tanah liat menjadi lumpur dan tidak dapat dibentuk sesuai dengan cetakan. Dengan kandungan air yang besar ini, bahan tanah liat menjadi lebih plastis. Dalam kandungan air yang tinggi, Air akan terhubung di sekitar partikel dan membentuk suspensi dan partikel akan meninggalkan satu sama lain.

Dalam proses pembuatan batu-bata, ada beberapa tahap termasuk penggalan bahan baku, pengolahan bahan, komposisi, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan pemilihan. Tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan

batu-bata, yaitu sebagai berikut (Miftakhul, 2012) :

1) Penggalian Bahan Mentah

Bahan baku batu-bata merupakan tanah yang tidak terlalu plastis, tetapi tanah yang mengandung sedikit pasir untuk menghindari penyusutan akibat pengeringan dan proses pembakaran. Tanah digali menggunakan alat-alat tradisional, seperti cangkul. Tanah lapisan atas digali sekitar 40-50 cm, sebelumnya membersihkan tanah dari akar pohon, plastik, daun, dll agar tidak tercampur pada bahan baku untuk pembuatan batu-bata. Kemudian digali kedalaman hingga 1,5-2,5 meter atau tergantung keadaan tanah. Tanah yang digali dikumpulkan dan disimpan di tempat yang dilindungi. Semakin lama tanah disimpan, semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap ini bertujuan untuk menguraikan organisme yang ditemukan di tanah liat sebagai bahan baku.

2) Pengolahan Bahan Mentah

Tanah liat harus dicampur secara merata sebelum dilakukan proses pencetakan. Pengadukan secara merata dapat dilakukan secara manual dengan menginjaknya dalam keadaan ditambahkan air dengan kaki atau alat traktor. Pencampuran bahan yang ditambahkan pada saat pemrosesan harus dicampur sepenuhnya dengan tanah liat secara merata. Bahan baku ini sebelum dibentuk, terlebih dahulu dibiarkan selama 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberikan kesempatan kepada partikel tanah liat untuk menyerap air menjadi lebih stabil, sehingga jika terbentuk akan terjadi kontraksi yang sama.

3) Pembentukan Batu-Bata

Bahan baku yang dibiarkan selama 2-3 hari dan sudah memiliki sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari kayu

atau kaca sesuai ukuran yang diinginkan. Agar tanah liat tidak menempel pada cetakan, cetakan kayu atau kaca dibasahi dengan air terlebih dahulu. Lantai dasar permukaan cetak batu-bata harus rata dan ditaburi abu kulit padi. Langkah pertama mencetak batu-bata adalah menempatkan cetakan di lantai dasar pencetakan. Tanah liat siap bentuk dilemparkan pada bingkai cetakan secara manual dan ditekan hingga tanah liat memenuhi seluruh sudut ruangan pada bingkai cetakan. Selanjutnya, angkat cetakan dan biarkan batu-bata mentah cetakan saja untuk terkena sinar matahari. Batu-bata mentah kemudian dikumpulkan di tempat yang dilindungi untuk berventilasi.

4) Pengeringan Batu-Bata.

Pengeringan batu-bata dilakukan dengan mengandalkan sinar matahari, pengeringan tergantung pada kemampuan alami. Pengeringan batu-bata akan menjadi lebih baik ketika dilakukan secara bertahap sehingga panas tidak jatuh langsung dari sinar matahari, maka perlu dipasang penutup plastik. Jika proses pengeringan terlalu cepat karena panas sinar matahari terlalu menyengat, maka akan menyebabkan retakan pada batu-bata nantinya. Setelah batu-bata cukup kering, batu-bata ditumpuk satu sama lain untuk dan disusun berongga sehingga batu-bata dapat dialiri angin pada saat proses pengeringan. Proses pengeringan batu-bata membutuhkan waktu 2-3 hari jika kondisi cuaca baik. Dalam kondisi cuaca yang berawan, proses pengeringan batu-bata membutuhkan waktu setidaknya satu minggu.

5) Pembakaran Batu-Bata.

Pembakaran tidak dilakukan langsung pada suhu maksimal, tetapi perlu tahapan pembakaran untuk mencapai suhu maksimal serta kecepatan tahapan

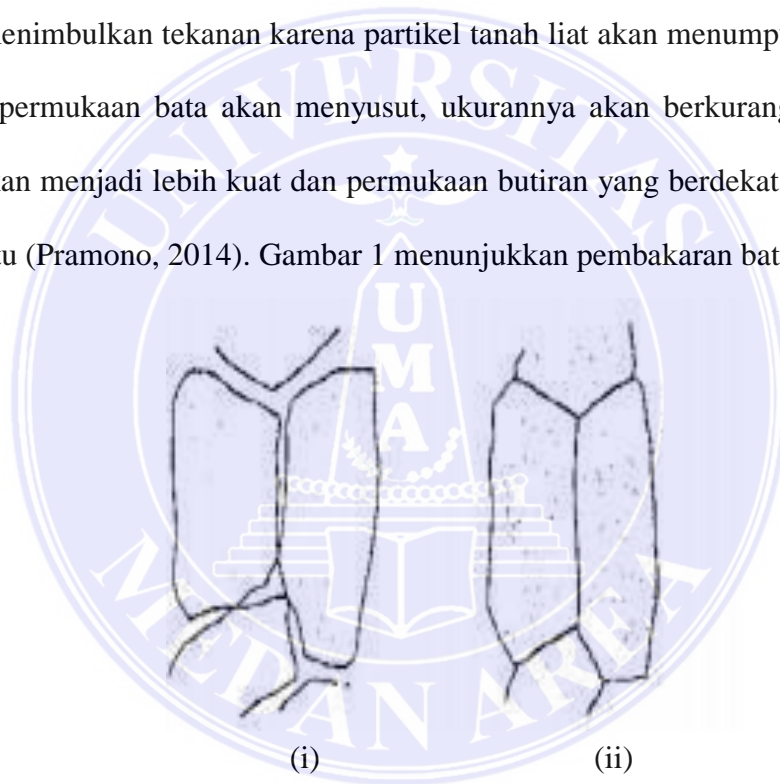
pendinginan. Selama pembakaran ada perubahan fisik, kimia dan mineral.

Proses pembakaran batu-bata dilakukan harus secara seimbang dengan peningkatan suhu dan kecepatan suhu, ada beberapa tahap yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

- a) Penguapan (pengeringan), yaitu untuk menguapkan kadar air yang berlebih pada saat pembentukan atau pencetakan, dilakukan pada suhu temperatur kira-kira 120°C .
- b) Oksidasi, proses pembakaran sisa-sisa tumbuhan (karbon) yang terdapat di dalam tanah liat. Proses ini dilakukan pada suhu temperatur kira-kira 650°C - 800°C .
- c) Pembakaran penuh. Batu-bata dibakar hingga matang dan terjadi perubahan tekstur batu-bata hingga menjadi bata padat. Temperatur pembakaran penuh bervariasi antara 950°C - 1.000°C tergantung dari sifat tanah liat yang dipakai dan kandungan partikel halus pada tanah liat.
- d) Penahanan. Pada tahap ini suhu temperatur dijaga agar tidak lebih atau turun dari tahap pembakaran penuh selama 1-2 jam, agar batu-bata tidak mengalami kerusakan akibat dari perubahan suhu. Pada tahap 1, 2 dan 3 kenaikan temperatur harus perlahan-lahan agar tidak terjadi kerusakan pada batu-bata, di antaranya pecah, terdapat gosong pada bata dan lain-lain.

Pembakaran dipengaruhi oleh ukuran partikel, suhu, waktu, energi permukaan, dll. Melalui proses ini, ada perubahan dalam struktur mikro seperti berkurangnya jumlah pori dan ukuran, pertumbuhan granular, peningkatan kepadatan dan kontraksi. Pada bahan bata, ada perubahan, yaitu berkurangnya luas permukaan, berkurangnya ukuran curah dan peningkatan kekuatan.

Tanah liat memiliki permukaan yang sangat besar dan karena ukurannya yang kecil, yang mengarah ke muatan besar di permukaan sehingga tanah liat dapat secara fisik dan kimia menghubungkan air di sekitarnya. Tidak lagi mudah untuk memisahkan air yang terendam dari lumpur kecuali dengan memanaskannya di atas 1000°C . Air hidroksida mulai keluar pada 600°C . Oleh karena itu, batu bata dengan suhu pembakaran kurang dari 600°C akan mudah rapuh karena gugus hidroksida yang tidak dilepaskan dalam proses pembakaran akan menimbulkan tekanan karena partikel tanah liat akan menumpuk pada bahan padat, permukaan bata akan menyusut, ukurannya akan berkurang dan struktur bata akan menjadi lebih kuat dan permukaan butiran yang berdekatan akan saling menyatu (Pramono, 2014). Gambar 1 menunjukkan pembakaran batu bata.



Gambar 2.1. (i) Batu bata sebelum dibakar (ii) Batu bata setelah dibakar
(Sumber: Pramono, 2014)

Gambar di atas menunjukkan proses pembakaran di industri batu bata. Gambar 1 (i) adalah partikel sebelum terbakar dengan dua permukaan terpisah di dekatnya. Gambar 1 (ii) adalah bahwa setelah terbakar, biji-bijian memiliki satu batas. Gaya gerakan pembakaran adalah untuk mengurangi luas permukaan (yang berarti penurunan energi permukaan).

Dari Gambar 1, ada dua permukaan antara setiap partikel sebelum pembakaran. Setelah sintering, ada satu batas untuk biji-bijian. Kedua permukaan adalah batas energi yang tinggi. Biji-bijian maksimum memiliki energi yang jauh lebih sedikit. Oleh karena itu, interaksi ini terjadi dengan sendirinya jika suhunya cukup tinggi sehingga sejumlah besar atom dapat menyebar. Partikel menjadi lebih ketat, mengakibatkan penyusutan dan porositas berkurang (Pramono, 2014).

Secara umum, semakin tinggi dan lama proses pembakaran, semakin baik kualitas produk batu bata. Suhu yang sempurna adalah di mana kristal silika larut secara efektif dan mengalami recreating sempurna. Dalam industri batu bata, suhu sulit dicapai, karena pembakaran menggunakan bahan bakar langsung tanpa menggunakan ruang oven.

Bahan bakar yang digunakan saat membakar batu bata bisa dari kayu atau kulit beras. Suhu yang bisa dicapai dalam pembakaran menggunakan kayu lebih baik daripada penggunaan kulit, ditambah lagi suhunya juga bisa lebih tinggi memiliki unsur karbon, sehingga batu bata menjadi padat. Penting untuk mengetahui informasi bahan bakar yang digunakan pada batu bata asli. Analisis batu bata asli perlu perhatian terhadap keberadaan residu arang dari bahan pembakar yang sering masih terhubung ke permukaan batu bata.

Faktor-faktor yang menentukan proses dan mekanisme lainnya adalah jenis bahan, komposisi, bahan pengotor dan ukuran partikel. Proses sintering dapat terjadi jika ada transfer material antara butiran yang disebut proses propagasi dan ada sumber energi yang dapat mengaktifkan transfer material. Energi digunakan untuk memindahkan biji-bijian sehingga ada koneksi dan ikatan yang ideal.

2.4 Styrofoam

Styrofoam memiliki nama lain untuk polystyrene, banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Polystyrene adalah hidrokarbon yang terbuat dari minyak. Pada suhu kamar, polystyrene biasanya padat dan dapat larut pada suhu yang lebih tinggi. Polystyrene adalah senyawa aromatik. Polystyrene pertama kali dibuat pada tahun 1839 oleh Edward Simin, seorang apoteker Jerman. Ketika bahan itu diisolasi dari resin alami, dia tidak menyadari apa yang dia temukan. Ahli kimia organik Jerman lainnya, Hermann Stodinger, menyadari bahwa penemuan Simon terdiri dari serangkaian panjang molekul styren, yang merupakan polimer plastik.

Polystyrene baja murni adalah plastik padat tidak berwarna dengan elastisitas terbatas yang dapat dibentuk dalam berbagai bentuk dengan detail yang tepat. Menambahkan karet pada waktu polimerisasi dapat meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan guncangan: jenis polystyrene ini dikenal sebagai polystyrene berdampak tinggi.

Styrofoam atau foam polystyrene (FPS) ringan dan praktis dalam kategori tipe plastik. Styrofoam terdiri dari monomer styren melalui polimerisasi ketegangan di beberapa piston dan suhu, kemudian dipanaskan untuk melunakkan resin dan menguapkan sisa kecemasan. Bahan dasar yang digunakan adalah 90-95% polystyrene dan 5-10% gas seperti n-butana atau pentana. Sifat polystyrene ringan, kaku, transparan, rapuh dan murah. Karena rapuh, polystyrene dicampur dengan senyawa seng dan biotadine. Hal ini menyebabkan polystyrene kehilangan sifat yang jelas dan mengubah warnanya menjadi putih susu. Kemudian untuk fleksibilitasnya bahan plastik seperti dioktiltalate (DOP) ditambahkan.

Ada beberapa sifat Styrofoam antara lain, yaitu :

1. Mempunyai berat jenis yang relative ringan
2. Mudah larut dalam aromatikdan beklor, seperti benzene dan karbon tetraklorida.
3. Tahan terhadap asam, basa, dan zat korosif lainnya.
4. Mempunyai titik leleh pada suhu 102-106⁰c
5. Mampu menahan suhu panas atau dingin (stabil terhadap suhu).

Dibalik manfaat ekonomis yang dimiliki *styrofoam*, ternyata limbah yang dihasilkan sulit untuk dihancurkan dan mampu bertahan hingga ratusan tahun tanpa terurai secara alami. *Styrofoam* dapat dimasukkan dalam kelompok plastik dan mengandung berbagai zat kimia yang berbahaya bagi manusia, diantaranya *benzene* dan *styrene*. Apabila manusia terpapar zat beracun tersebut, maka risiko kanker akan meningkat. Berikut bahaya dari styrofoam pada lingkungan ;

1. Merusak Lapisan Ozon

Bahan pembuatan *styrofoam* juga mengandung Polistirena dan gas CFC (freon) yang dapat merusak lapisan ozon.

2. Limbah Kelima Paling Berbahaya di Dunia

WHO (*World Health Organization*) dan EPA (*Environmental Protection Association*) memasukkan *styrofoam* dalam kategori benda yang memiliki kandungan tidak sehat.

3. Mengandung 57 Jenis Zat Berbahaya

Dalam proses pembuatan *styrofoam* akan menimbulkan polusi udara berupa bau tidak sedap dan dapat mengganggu pernapasan. Dalam polusi yang dihasilkan tersebut, terkandung 57 macam zat berbahaya bagi makhluk hidup.

4. Merusak Lingkungan

Karena sulit terurai secara alami, sampah dari *styrofoam* dapat mencemari lingkungan seperti pencemaran tanah dan pencemaran air.

5. Menghasil Gas Beracun

Masih berkaitan dengan sulitnya *styrofoam* terurai secara alami, maka untuk mengurainya diperlukan teknologi tinggi dan mahal. Banyak masyarakat yang menghancurkannya dengan cara dibakar, namun justru akan menimbulkan bahaya baru berupa emisi beracun dan gas karbon yang beracun.

6. Meningkatkan Risiko Kanker

WHO (*World Health Organization*) telah memberikan pernyataan bahwa *benzene* dan *styrene* (bahan pembuan *styrofoam*) bersifat karsiogenik dan dapat menyebabkan tumbuhnya sel kanker di dalam tubuh manusia jika kandungan di dalam tubuh melebihi 5000 ppm.

2.5 Zat Alkali

2.5.1 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik alkali merupakan mineral basa kaustik. Natrium hidroksida adalah basa yang umum di laboratorium kimia. Natrium hidroksida (NaOH) banyak digunakan di banyak

industri, penggunaan Natrium Hidroksida terutama sebagai bahan kimia penting yang kuat dalam pulp, kertas, tekstil, air minum, sabun, deterjen dan sebagai pembersih saluran pembuangan.

Natrium hidroksida merupakan komponen cukup penting dari industri kimia. Dalam jumlah yang cukup besar umum digunakan sebagai solusi untuk pembersih kandungan yang terdapat di air, karena memiliki nilai ekonomis yang lebih murah dan memiliki kemudahan dalam penggunaan. Natrium Hidroksida dapat digunakan untuk menginduksi reaksi kimia dan digunakan sebagai penetralan zat asam. Natrium Hidroksida juga dapat digunakan sebagai bahan penetral dalam pemurnian minyak dan juga digunakan untuk pembersihan industri.

Natrium Hidroksida (NaOH) Terbentuk dari kalsium teroksidasi natrium disulfida dalam air. Natrium Hidroksida Memformat Solothion Alcaline Kuat Yen Disulfid Ke Dalam Air. Ini digunakan di berbagai bidang industri dan sebagian besar digunakan sebagai dasar dalam proses produksi pulp, kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah bahan kimia yang paling umum digunakan di laboratorium kimia.

Natrium hidroksida murni berwarna putih padat dan tersedia dalam bentuk butiran atau pil dan larutan jenuh 50%. Natrium Hidroksida adalah cairan lembab yang secara otomatis menyerap karbon dioksida dari udara bebas. Natrium Hidroksida sangat larut di dalam air dan akan menimbulkan uap panas pada saat dilarutkan di dalam cairan. Natrium Hidroksida juga dapat larut di dalam etanol dan metanol, akan tetapi tingkat kelarutan NaOH pada etanol dan metanol memiliki tingkat kelarutan yang lebih kecil dari kelarutan koh. Natrium

Hidroksida tidak dapat larut di dalam ditilena eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan menimbulkan bintik-bintik kuning pada kain dan kertas.

Berikut ini adalah 10 kegunaan natrium hidroksida dalam kehidupan sehari-hari dan industri:

1. NaOH digunakan secara langsung untuk mengendalikan tingkat keasaman atau pH pada fasilitas pengolahan air atau *water treatment*.
2. Natrium hipoklorit atau NaOCl biasa digunakan sebagai bahan kimia untuk disinfektan dalam pengolahan air, termasuk air industri. Ternyata, NaOH adalah salah satu bahan baku pembuatan NaOCl dalam skala industri.
3. NaOH juga sering digunakan pada proses regenerasi anion resin yang terdapat pada *anion exchanger*, pada unit pembuatan air bebas mineral atau *purified water*.
4. NaOH merupakan salah satu bahan kimia terpenting dalam industri kertas. NaOH atau natrium hidroksida yang dicampur dengan natrium sulfida, digunakan sebagai larutan untuk membersihkan selulosa kayu dari material yang tidak diinginkan.
5. Dalam industri daur ulang kertas, NaOH dimanfaatkan untuk memisahkan tinta dari serat kertas, sebelum digunakan kembali.
6. Jika anda pernah mengalami masalah saluran pembuangan dari dapur yang mampet, maka biasanya NaOH akan digunakan sebagai bahan kimia anti-mampet. Kok bisa? Ya bisa. NaOH yang dimasukkan ke dalam saluran air buangan akan bereaksi dengan minyak atau lemak yang menyebabkan

saluran tersumbat. Hasilnya, terbentuklah sabun dan panas reaksi. Sehingga dengan mudah saluran bisa lancar kembali.

7. NaOH juga memegang peranan penting dalam industri minyak dan gas. Ia digunakan untuk mengendalikan alkalinitas dan pH, dan menguraikan material organik. Selain itu, ia juga dimanfaatkan untuk menghilangkan gas-gas pengotor seperti senyawa sulfur dan karbon dioksida.
8. Natrium hidroksida juga digunakan dalam proses produksi *epoxy resin*.
9. Anda tentu sudah mengenal atau mendengar *fuel cell*. Ternyata NaOH digunakan dalam proses produksi *fuel cell*.
10. Dalam dunia kesehatan, NaOH dimanfaatkan pula dalam pembuatan berbagai macam obat dan produk farmasi seperti *anticoagulant*, obat untuk mengurangi kolesterol dalam darah dan obat penghilang rasa sakit.

2.5.2 Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Sodium Silikat adalah salah satu zat tertua dan teraman yang sering digunakan dalam industri kimia, karena proses produksi yang lebih sederhana, sehingga sejak tahun 1818 Sodium Silikat telah berkembang pesat. Sodium Silikat dapat dibuat dengan 2 proses, yaitu proses kering dan basah. Dalam proses kering, pasir dicampur dengan Natrium Karbonat atau dengan Kalium Karbonat. Hasil reaksi menghasilkan kaca terlarut dalam air pada tekanan tinggi dalam cairan yang sedikit transparan dan kental. Selama proses pembuatan basah, pasir dicampur dengan Natrium Hidroksida (NaOH) melalui proses filtrasi akan menghasilkan Sodium Silikat murni (Andi dan Calvin, 2006).

Sodium Silikat datang dalam dua bentuk, yaitu padat dan larutan. Untuk

campuran beton digunakan lebih luas dengan bentuk larutan. Natrium silikat, yang dikenal sebagai kaca air, pada awalnya digunakan sebagai campuran dalam industri sabun. Namun dalam perkembangannya, natrium silikat dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk campuran semen, ikatan keramik, cat, campuran cat, dan dalam beberapa keperluan industri, seperti kertas, tekstil dan serat. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa natrium silikat dapat digunakan untuk bahan campuran dalam beton (Hartono. B. dan Sutanto. E, 2005).

Dalam penelitian ini natrium silikat digunakan sebagai salah satu steroid alkali. Natrium silikat adalah salah satu larutan alkali yang memainkan peran penting dalam proses polimerisasi. Karena natrium silikat memiliki fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi terjadi lebih cepat dalam larutan alkali yang mengandung banyak larutan hidroksida.

Penggunaan sodium silikat dapat digunakan untuk menyerap kandungan aluminium dan besi yang terdapat pada tanah liat. Sodium silikat dapat menyerap kandungan aluminium mencapai 88,43% dan kandungan besi mencapai 41,6%. Kandungan aluminium dan besi pada liat mempengaruhi kualitas dari tanah liat untuk menjadi bahan baku pada pembuatan batu-bata.

Manfaat Sodium Silicate (Waterglass) pada industri :

1. Perekat

Aplikasi larutan waterglass terbesar adalah perekat untuk memproduksi karton. Saat digunakan sebagai perekat karton sambungan waterglass cenderung merekah dalam beberapa tahun sehingga tidak lagi menahan permukaan kertas yang direkatkan.

2. Cairan Pengeboran.

Waterglass sering digunakan dalam cairan pengeboran untuk menstabilkan lubang bor dan menghindari runtuhnya dinding bor.

3. Perawatan beton dan susunan bata.

Beton yang diolah dengan larutan waterglass membantu mengurangi porositas pada sebagian besar produk batu. Efek ini membantu dalam mengurangi penetrasi air tetapi diketahui tidak memiliki efek pada pengurangan transmisi dan emisi uap air.

4. Bahan pembantu deterjen.

Waterglass berfungsi sebagai pengikat material dalam sabun colek sehingga memberi kesan berkilau pada sabun colek dan butiran deterjen mendapatkan tekstur kasar.

5. Pengolahan air.

Waterglass digunakan sebagai koagulan tawas dan flokulan besi di instalasi pengolahan air limbah. Waterglass atau Sodium silikat akan mengikat molekul koloid dengan menciptakan agregat yang lebih besar yang tenggelam ke dasar kolom air. Waterglass akan berinteraksi dengan Partikel bermuatan negatif mikroskopis yang tersuspensi dalam air.

6. Penggunaan tahanan api

Waterglass saat dicampurkan dengan bahan refraktori bisa menahan suhu tinggi karena bekerja sebagai bahan pengikat.

7. Pengecoran pasir.

Digunakan sebagai pengikat pasir saat melakukan pengecoran pasir besi atau baja.

8. Tambahkan pewarna

Waterglass digunakan sebagai pengikat zat pewarna reaktif misalnya penggunaan pada batik. Kain akan dicelupkan pada waterglass untuk penguat warna batik.

9. Proteksi kebakaran pasif.

Waterglass tersuspensi di dalam lapisan karet merah setebal 6,5 mm tipe 3M FS195 dan dimasukkan ke dalam pipa logam yang kemudian dipanaskan cukup kuat untuk menutup pipa plastik yang meleleh.

10. Perbaiki logam.

Waterglass ditambah dengan magnesium silikat dapat digunakan untuk memperbaiki knalpot. Sodium silikat adalah perekat suhu tinggi maka kaolin hanya berfungsi sebagai zat pewarna suhu tinggi yang kompatibel.

11. Perbaiki otomotif.

Seperti sebelumnya waterglass sering dimanfaatkan untuk menyambung atau menutupi retak pada pipa knalpot, resonator dan lainnya.

12. Konstruksi yang aman.

Waterglass ditambahkan dengan serbuk gergaji digunakan sebagai pelapis ganda pada lemari tertentu agar konstruksi lebih aman.

13. Taman kristal.

Krystal dan metallic salt ditambahkan dengan waterglass maka stalagmit sederhana bercabang dari metallic salt berwarna akan terbentuk sehingga sering digunakan oleh produsen mainan.

14. Tembikar

waterglass digunakan sebagai peptisasi pada slip pengeboran viskositas sehingga dapat menggabungkan potongan tanah liat.

15. Penyegehan struktur yang mengandung air bocor.

Pada april 2011 jepang menggunakan Waterglass ditambah dengan aditif untuk disuntikkan kedalam tanah agar mencegah kebocoran lebih lanjut air yang sangat radioaktif.

16. Kartrid senjata api.

Sifat perekat waterglass digunakan untuk pembuatan katrid senjata api.

2.6 Suhu Udara

Dalam kehidupan sehari-hari, suhu diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme hidup. Suhu memainkan peran penting dalam kehidupan di dunia ini, misalnya suhu berperan dalam siklus hidrogen, oksigen, nitrogen, dll. Semua hal di dunia memiliki suhu yang merupakan sifat tubuh itu sendiri.

Nilai kenyamanan suhu terbatas hanya pada kondisi udara yang tidak keras (lingkungan termal sedang), di mana manusia tidak memerlukan usaha apa pun, seperti getaran atau keringat. Untuk menjaga suhu tubuh Anda agar tetap normal sekitar 37 °C. Area suhu ini. Ini disebut "suhu netral atau nyaman". Suhu yang nyaman dibutuhkan oleh manusia untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

Berdasarkan dari Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, tentang 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 sangat berperan penting untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi dan juga dapat bermanfaat untuk mempertahankan atau menjaga suhu.

Temperatur merupakan suatu ukuran atau kondisi dingin atau panas udara atau benda. Satuan ukuran temperatur yang banyak digunakan di Indonesia adalah °C (derajat Celcius) sementara satuan ukur yang banyak digunakan di luar negeri adalah derajat Fahrenheit.

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 18⁰C sampai 30⁰C 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.

Suhu merupakan kondisi suatu benda atau udara yang dapat dirasakan dari indra peraba manusia. Suhu dapat diukur dengan menggunakan alat pengukuran fisik yang disebut termometer. Pada kehidupan sehari-hari, makhluk hidup dapat mengukur suhu dengan menggunakan indra peraba, akan tetapi saat ini teknologi sudah berkembang sehingga dapat mengukur dan memperlihatkan nilai suhu. Termometer diciptakan untuk mengukur suhu dengan benar dan dapat menunjukkan nilai suhu yang disekitar termometer.

Panas secara signifikan mempengaruhi sifat-sifat material seperti ekspansi termal, radiasi dan efek listrik. Ketiga sifat ini menjadi dasar pembuatan alat pengukur suhu sesuai dengan efek perubahan suhu pada properti tubuh. Tingkat

pengukuran suhu sangat tergantung pada properti bahan yang digunakan, karakteristik bahan yang diukur, dan desain alat ukur itu sendiri. Menentukan alat pengukuran yang benar sesuai dengan alat kerja yang akan diukur secara signifikan mempengaruhi hasil akhir pengukuran.

Di iklim panas yang lembab, sebagian besar aktivitas manusia dilakukan pada pagi yang dingin, dan intensitas aktivitas menurun. Ini menunjukkan bahwa metabolisme manusia dan produksi panas tubuh manusia berkurang pada waktu terpanas dalam sehari. Oleh karena itu, di iklim lembab yang panas, suhu udara di gedung harus lebih nyaman daripada suhu udara di luar gedung untuk memastikan keamanan termal untuk kegiatan penduduk, karena suhu tubuh manusia harus selalu konstan.

2.6.1 Skala Temperatur

Ada dua jenis skala pengukuran suhu yang umum digunakan, skala celsius dan skala Fahrenheit. Ukuran yang paling umum digunakan di Indonesia adalah skala celsius, akan tetapi skala fahrenheit banyak digunakan di Amerika Serikat, dan skala suhu yang sangat penting dalam sains adalah skala absolut atau kelvin.

Skala celsius dan skala Fahrenheit menggunakan titik beku dan air mendidih. Titik beku adalah suhu di mana bentuk padat dan bentuk cair berada dalam keadaan seimbang. Sebaliknya, titik didih ialah suhu di mana bentuk cair dan gas seimbang, akan tetapi titik beku dan titik didih selalu berubah terhadap tekanan udara sehingga tekanan yang perlu kita sesuaikan terlebih dahulu. Pada umumnya menggunakan tekanan standar yaitu 1 ATM.

Setiap negara menggunakan pengukuran suhu yang berbeda, tetapi hasil pengukuran dinyatakan dalam derajat. Pengukur suhu diketahui ada lima, yaitu :

1. Skala Celcius

Seorang astronom Swedia, Anders Celcius orang pertama kali mempresentasikan tentang skala Celcius yang dirumuskannya pada tahun 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). Dengan 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 $^{\circ}\text{C}$. Skala Celcius merupakan skala pengukuran yang biasa digunakan di Indonesia.

2. Skala Kelvin

Skala Kelvin diperkenalkan oleh Lord Kelvin, seorang fisikawan dari Inggris. Dengan memeriksa energi motorik partikel yang terkait dengan suhu tinggi, Kelvin menemukan bahwa pada suhu -273°C , partikel berhenti bergerak. Akibatnya, suhu tidak dapat diukur karena energi motorik partikel sama dengan nol. Penemuan angka ini menjadi dasar dari jumlah kelvin 273 kelvin di mana air membeku dan pada suhu 373 kelvin mendidih air. Berdasarkan penemuan ini, Kelvin menyarankan nol mutlak, suhu terendah yang bisa dimiliki suatu objek. Pengukuran suhu dinyatakan menggunakan skala Kelvin dengan derajat Kelvin K-code.

3. Skala Fahrenheit

Skala Fahrenheit diperkenalkan oleh seorang ilmuwan Jerman bernama Gabriel Fahrenheit. Skala Fahrenheit derajat Fahrenheit, yang disebut sebagai F. Fahrenheit lebih akurat dari pada celsius dan reamur dalam rentang satuan billboard, yang terlalu banyak antara (212-32) 180 sehingga perubahan kecil dalam suhu dapat diukur. Meskipun memiliki titik akurasi tinggi tetapi jika ada konversi ke suhu lain, itu dapat diproduksi pada nilai yang tidak stabil ke suhu yang dimaksudkan atau dari berbagai jenis suhu ke Fahrenheit. Perbedaannya adalah, pada skala Fahrenheit, titik leleh es diberi angka 32 derajat Fahrenheit dan tingkat didih air diberi angka 212 derajat Fahrenheit. Skala Fahrenheit umumnya digunakan di Amerika Serikat dan Eropa.

4. Skala Reamur

Skala Remor diperkenalkan oleh René Antoine Verschault de Riomore, seorang ilmuwan dari Perancis, pada tahun 1731. Titik beku air pada skala Remoor sama dengan skala 100 °C, yaitu 0 (nol) derajat. Namun, titik didih air diberi angka 80 derajat. Dengan demikian, 1°R sama dengan 1,25°C atau K. Kisaran yang diperoleh dari termometer reamur hanya 80, sehingga untuk akurasi hingga perubahan suhu kecil kurang terukur. Termometer pada skala Reamur pertama kali diproduksi menggunakan cairan alkohol. Di masa lalu, alat ini telah banyak digunakan di negara-negara Eropa, terutama di Jerman dan Prancis. Sekarang, termometer Reamur telah diganti dengan termometer. Derajat Celcius sehingga termometer reamur jarang ditemukan relatif, kecuali dalam pembuatan permen dan keju.

5. Skala Rankine

Skala Rankin adalah skala suhu termodinamika yang dinamai insinyur Skotlandia William John McCorn Rankin, yang mengusulkannya pada tahun 1859. Simbolnya adalah $^{\circ}\text{R}$ (atau Ra° untuk membedakannya dari R° mer dan Réaumur). Seperti skala Kelvin, goresan pada skala Rankin adalah nol mutlak, tetapi satu derajat rankin didefinisikan sebagai sama dengan satu derajat Fahrenheit. 459.67°R sama dengan 0°F .

2.6.2 Jenis Alat Pengukuran Pada Temperatur

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 termometerair raksa. Termometer pertama sekali digagaskan oleh Galileo dengan menggunakan pemuai 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

Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur suhu air dingin atau air panas. Termometer laboratorium menggunakan merkuri atau alkohol sebagai indikator suhu. Merkuri dimasukkan ke dalam tabung yang sangat kecil (tabung rambut), kemudian tabung dibungkus dengan kaca tipis. Tujuannya agar panas dapat diserap dengan cepat oleh termometer. Skala pada termometer laboratorium biasanya dimulai dari 0°C hingga 100°C , 0°C menyediakan suhu es yang meleleh, sementara suhu 100°C menyediakan suhu air mendidih. Termometer ini digunakan untuk peralatan langsung di laboratorium. Bentuknya adalah tabung panjang dengan cairan pengisi alkohol yang diberi warna merah.

Fungsi termometer laboratorium untuk peralatan langsung laboratorium dan keuntungan termometer laboratorium, yaitu skala pengukuran di bawah nol.



Gambar 2.2 Thermometer Laboratorium

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

2. Thermometer Ruang

Termometer ruang angkasa biasanya dipasang di dinding rumah atau kantor. Termometer ruangan mengukur suhu udara di beberapa titik. Termometer ini dari -50°C hingga 50°C . Ukuran ini digunakan karena suhu udara di beberapa tempat dapat mencapai kurang dari 0°C , misalnya di Eropa. Di sisi lain, suhu udara tidak pernah melebihi 50°C .

Fungsi termometer ruang angkasa digunakan untuk mengukur suhu ruangan dan keuntungan dari termometer ruang angkasa adalah termometer ekstrim, dan ukuran tandon dibuat besar agar lebih sensitif terhadap perubahan suhu. Termometer ruang ini akan digunakan untuk mencari suhu ruang bangunan.



Gambar 2.3 Thermometer Ruangan.

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

3. Thermometer Klinis

Termometer klinis juga disebut termometer demam. Dokter menggunakan termometer ini untuk mengukur suhu tubuh pasien. Dalam kesehatan yang baik, suhu tubuh manusia adalah sekitar 37°C . Namun pada saat demam, suhu tubuh bisa melebihi angka ini dan bahkan bisa mencapai angka 40.

Klinis hanya dari 35°C hingga 43°C. Menurut suhu tubuh manusia, suhu tubuh tidak mungkin di bawah 35°C dan melebihi 43°C.

Fungsi termometer klinis biasanya digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia dan kelebihan termometer klinis adalah ketika menempel pada tubuh akan dibaca secara otomatis dan ditampilkan dalam bentuk angka, tidak mudah rusak, menangkap suhu dengan cepat / mengubur suhu dengan tubuh yang diukur dan dapat digunakan di semua lokasi.



Gambar 2.4 Thermometer Klinis.

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

4. Thermometer Six-Bellani

Termometer Six-Bellani juga disebut termometer maksimum yang lebih rendah. Termometer ini dapat merekam suhu tertinggi dan terendah selama periode waktu tertentu. Termometer ini mengandung 2 cairan, yaitu alkohol dan merkuri dalam satu termometer.

Fungsi termometer Six-Bellani digunakan untuk mengukur suhu maksimum dan minimum tempat itu, dan fitur termometer enam-Bellani dilengkapi dengan magnet tetap untuk menarik sprite baja terkait merkuri. Termasuk termometer khusus mereka digunakan untuk menyesuaikan suhu tertinggi

dan terendah di suatu tempat, menggunakan 2 pengukur, skala minimum di tabung kiri dan skala maksimum di tabung kanan.



Gambar 2.5 Thermometer Six-Bellani.

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

5. Thermometer Digital

Termometer digital adalah termometer yang menggunakan sensor digital dan layar LCD untuk menunjukkan tingkat suhu. Sensor yang digunakan biasanya duals termal. Termometer digital banyak digunakan karena akurasi dan sensitivitasnya. Termometer ini banyak digunakan untuk mengukur suhu tubuh, sebagai bantuan untuk memasak, dan di laboratorium.



Gambar 2.6 Thermometer Digital.

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

6. Thermometer Infra Merah

Termometer inframerah adalah termometer yang mengukur suhu dengan mendeteksi radiasi termal menggunakan laser. Termometer ini ditandai dengan fakta bahwa alat tidak perlu menyentuh sesuatu. Termometer inframerah dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh di bagian-bagian tertentu dan di industri.

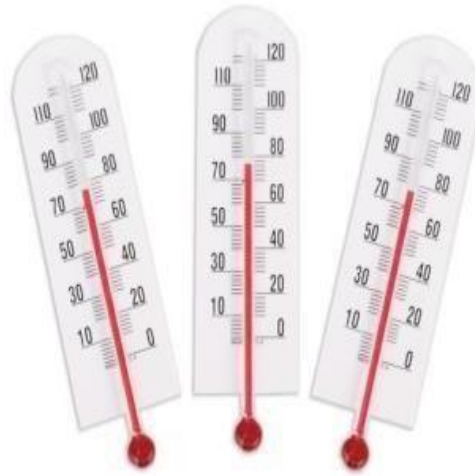


Gambar 2.7 Thermometer Infra Merah.

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

7. Thermometer Alkohol.

Termometer alkohol adalah alternatif untuk termometer merkuri. Pekerjaan di antara keduanya serupa. Tetapi tidak seperti termometer merkuri, termometer alkohol lebih aman dan lebih lambat untuk menguap. Alkohol yang digunakan biasanya etanol karena lebih murah dan aman jika termometer pecah. Termometer etanol dapat mengukur suhu hingga hanya 78 ° C, sehingga sering digunakan untuk mengukur suhu tubuh dan suhu kamar.



Gambar 2.8 Thermometer Alkohol.

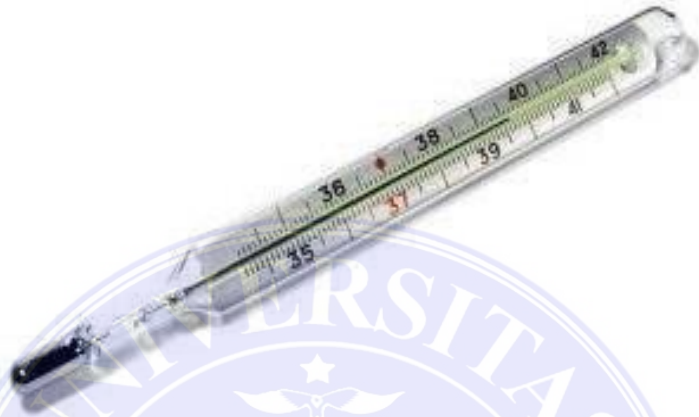
Sumber: <https://sentralalkes.com/blog/jenis-termometer/>, (Artikel) 2018.

8. Thermometer Air Raksa

Termometer merkuri adalah termometer cair yang menggunakan merkuri sebagai pengisi. Termometer merkuri banyak digunakan termometer dibandingkan dengan termometer alkohol. Termometer merkuri sering disebut termometer ekstrim karena mereka dapat mengukur suhu yang sangat tinggi. Jika suhu panas, merkuri akan mengembang sehingga kita melihat merkuri pada tabung kaca naik. Ketika suhu turun, merkuri akan tetap di tempatnya ketika suhu panas. Hal ini disebabkan oleh gangguan yang mencegah merkuri kembali ke keadaan semula. Oleh karena itu, untuk mengembalikan merkuri ke posisi utamanya, kita harus mengguncang termometer ini dengan kuat.

Jika Anda menggunakan termometer merkuri, bertahan sekitar 3-5 menit atau sampai merkuri tidak bergerak lagi, maka lihat hasilnya. Sementara dengan termometer digital relatif lebih cepat. Jika hasil pengukuran menunjukkan angka di atas $37,5^{\circ}\text{C}$, itu berarti bahwa anak mengalami demam. Hal ini juga bisa jadi karena pakaian bayi terlalu tebal atau suhu

tubuhnya meningkat karena ia banyak bergerak. Jika kurang yakin, lakukan pengukuran lain setelah sekitar 30 menit. Setelah digunakan, jangan lupa untuk membersihkan termometer lagi menggunakan pembersih beralkohol.



Gambar 2.9 Thermometer Air Raksa.

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

2.6.3 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

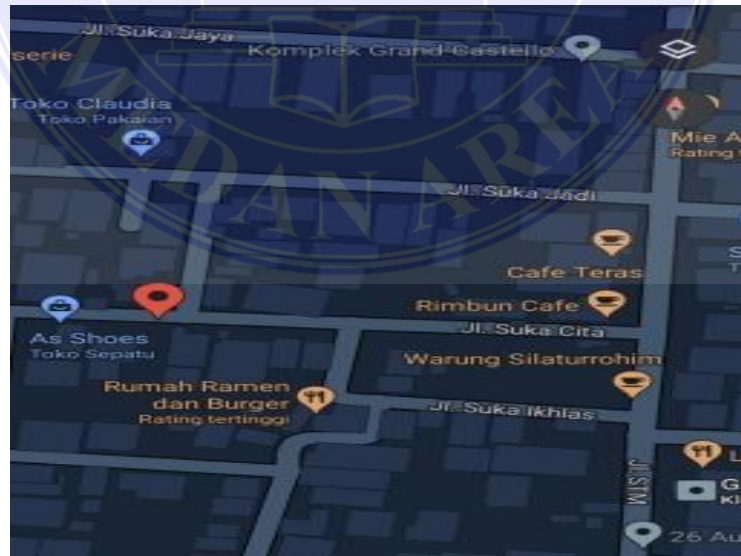
METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penulis melakukan penelitian dan pengumpulan data dengan cara menguji langsung di laboratorium. Pada pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Dari hasil penelitian ini mengetahui suhu ruang pada batu-bata biasa dan batu-bata styrofoam tanpa pembakaran.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pengujian sampel yang saya lakukan berada di halaman PT. Surya Marzq Konsultindo Jl. Suka Cita, Kec. Medan Johor, Kota Medan.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.
Sumber; Google Maps.

3.3 Teknik Pengumpulan Data.

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal dalam penelitian, digunakan data sekunder yang dikarenakan penelitian ini dikembangkan dari penelitian sebelumnya. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu primer dan sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (didapat dari penelitian sebelumnya) untuk bahan/jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan antara lain:

1. Batu bata biasa, berasal dari toko bahan bangunan di Medan.
2. Styrofoam, berasal dari toko ATK.
3. Tanah liat, berasal dari pabrik batu bata.
4. Zat Alkali, berasal dari toko bahan kimia di Medan.
5. Pasir, berasal dari toko bangunan di Medan.

6. Air, berasal dari sumber air atau Kamar Mandi di PT. Surya Marzq Konsultindo.
7. Seng, berasal dari toko bangunan di Medan.

3.5 Peralatan Penelitian

1. Pengukur suhu, yaitu Thermometer ruangan.
2. Alat pembuatan batu-bata sebagai sampel uji suhu dalam ruangan.

3.6 Proses Benda Uji

1. Penggunaan Cetakan

Cetakan yang digunakan untuk membetuk campuran batu-bata sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Cetakan yang digunakan adalah terbuat dari bahan besi dengan ukuran dimensi 5cm x 11 cm x 22 cm.

2. Pencacahan Styrofoam

Pencacahan Styrofoam dilakukan agar menjadi bulir atau bentuk yang kecil sehingga memudahkan dalam proses pengadukan terhadap tanah liat dengan perbandingan 10% terhadap volume batu bata.

3. Komposisi Material Benda Uji

Komposisi yang digunakan dalam pembuatan batu-bata Styrofoam tanpa bakar digunakan natrium hidroksida dan sodium silikat yang berfungsi sebagai alkali dalam pembentukan batu bata tanpa bakar. Zat alkali yang dibutuhkan pada pembuatan batu-bata masing-masing sebanyak 10% dari volume kebutuhan air pada proses pengadukan bahan baku pembuatan batu-bata, dimana zat alkali tersebut diaduk merata pada campuran tanah liat dan Styrofoam.

4. Pencampuran Dan Pengadukan Bahan

Dilakukan pencampuran bahan untuk benda uji berupa tanah liat, Styrofoam dan zat alkali. Pencampuran bahan dilakukan agar seluruh bahan yang diaduk menjadi senyawa. Pencampuran dan pengadukan dilakukan dengan cara menambahkan zat alkali dan air sedikit demi sedikit kedalam campuran bahan sampai di dapatkan adonan yang sesuai untuk dibentuk menjadi batu bata. Kebutuhan takaran penggunaan air tidak ada ketetapan hanya menyesuaikan kondisi adonan, bila mana adonan sudah cukup liat dan dapat dibentuk. Setelah semua bahan sudah tercampur merata maka yang selanjutnya dikerjakan adalah menuangkan adonan kedalam cetakan..

3.7 Pembuatan Batu-bata

1. Batu-bata biasa

Bahan yang sudah dicampur dan diaduk siap untuk dituangkan kedalam cetakan yang sudah disediakan. Cetakan yang di rencanakan berdimensi 5 x 11 x 23 cm sesuai dengan cetakan di pabrik batu bata. Setelah batu bata di cetak kemudian di jemur dibawah terik matahari selama 3-4 hari atau sesuai kondisi dari batu bata. Setelah batu bata dianggap sudah kering kemudian dibakar di ruangan bakar menggunakan kayu atau sekam padi sebagai bahan bakar, pembakaran dilakukan hingga suhu 1000°C selama 2 hari.

2. Batu bata Styrofoam

Pada proses pembetukan batu bata bahan-bahan yang telah disediakan

diaduk merata. Pengadukan batu-bata Styrofoam sama hal dengan batu bata konvensional, tetapi bahan yang akan diaduk ditambahkan Styrofoam dan zat alkali sesuai dengan komposisinya masing-masing. Setelah bahan berupa adonan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan dikeluarkan untuk kemudian dijemur dibawah terik matahari selama 14 hari.

Penambahan Styrofoam pada pengadukan tanah liat sebanyak 10 % dari volume cetakan batu-bata :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume batu-bata} &= P \times L \times T \\
 &= 5 \times 11 \times 23 \text{ cm} \\
 &= 1.265 \text{ Cm}^3 \\
 \text{Penambahan Styrofoam} &= 10\% \times \text{Volume Batu-bata} \\
 &= 10\% \times 1.265 \text{ Cm}^3 \\
 &= 126,5 \text{ Cm}^3
 \end{aligned}$$

Jadi penambahan styrofoam pada setiap batu-bata ialah 126,5 Cm³

Pada penelitian ini memerlukan ± 240 Buah batu-bata

$$\begin{aligned}
 \text{Total styrofoam} &= 240 \times 126,5 \text{ Cm}^3 \\
 &= 30.360 \text{ Cm}^3
 \end{aligned}$$

Total volume styrofoam yang digunakan pada penelitian ialah ± 30.360 Cm³.

3.8 Perawatan

Dalam suatu proses pembuatan batu-bata styrofoam, proses perawatan juga dilakukan. Dalam hal ini, proses perawatan dilakukan dengan meletakkan

atau menyimpan batu-bata di tempat terbuka dan terkena sinar matahari dengan ditutupi plastik agar tidak terkena air hujan, apabila dipastikan tidak ada air hujan atau benda cair yang membasahi batu-bata styrofoam maka dilakukan penjemuran tanpa tutup plastik. Perawatan batu-bata dalam penelitian memerlukan waktu hingga 14 hari, dimana bata dianggap sudah memiliki tingkat kekeringan atau kadar air yang cukup minim

3.9 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 PT. Surya Marzq Konsultindo tepatnya di halaman terbuka yang terpancar oleh sinar matahari langsung.

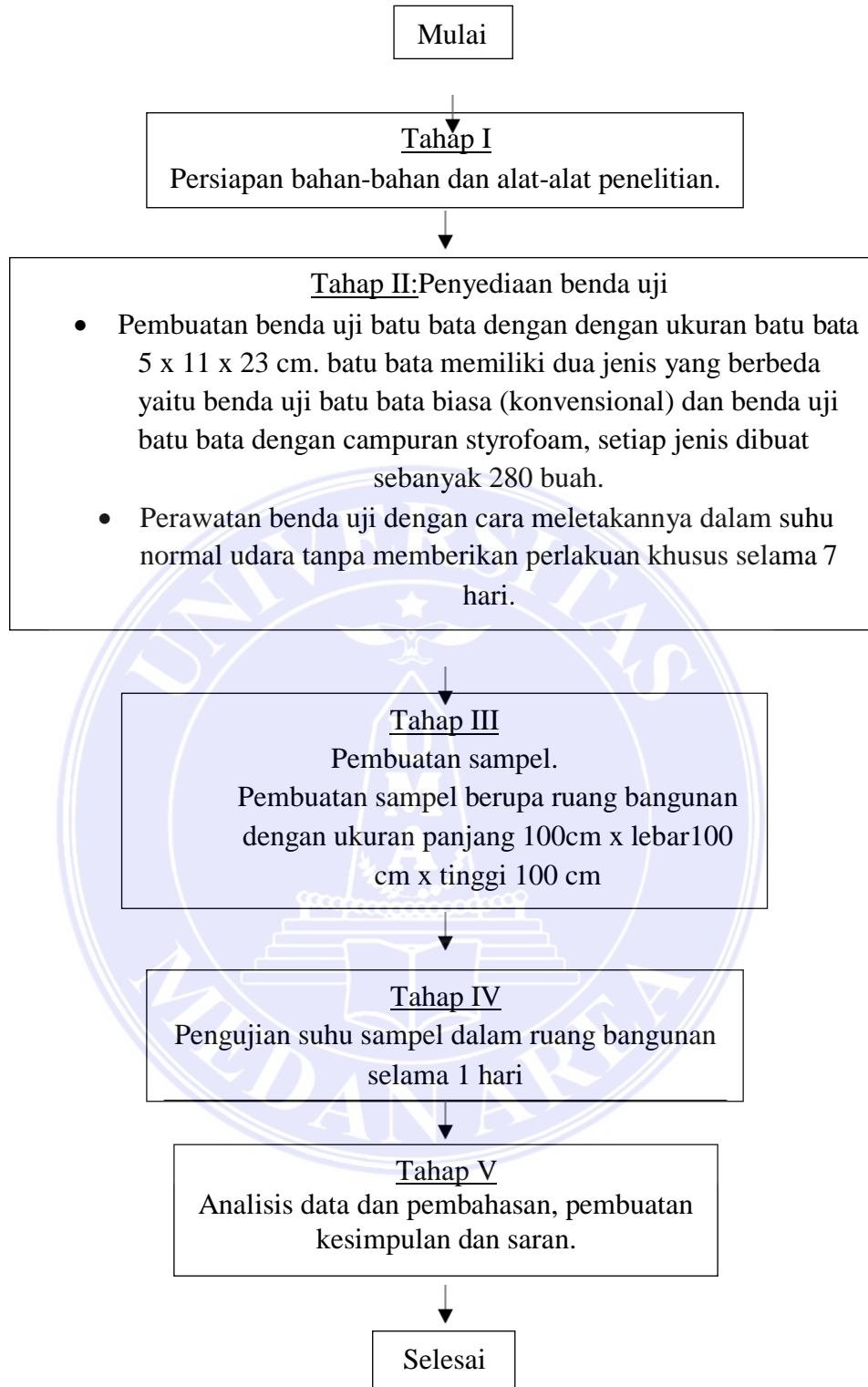
Adapun sampel pengujian dibuat sebagai berikut:

1. Sampel berupa ruang bangunan dengan ukuran 100cm x 100cm x 100 cm. Penyusun dinding ruangan satu menggunakan batu-bata biasa (konvensional) dengan ukuran 5 cm x 11 cm x 23 cm.
2. Sampel berupa ruang bangunan dengan ukuran 100 cm x 100 cm x 100 cm. Penyusun dinding ruangan dua menggunakan batu-bata campuran styrofoam dengan ukuran 5 cm x 11 cm x 23 cm.



3. Sampel kemudian ditutup menggunakan seng yang di rancang sesuai ukuran sampel ruang bangunan.
4. Pengambilan data suhu ruang sampel dalam bangunan dan luar sampel bangunan dilakukan dalam 2 jam sekali dimulai pukul 08:00 dalam setiap satu thermometer. Proses pengambilan data dilakuakn sampai pukul 16:00 yang menghasilkan 6 waktu pengambilan data suhu yang berbeda.
5. Pengolahan data membahas perbandingan antara suhu dalam ruang dengan menggunakan batu-bata biasa (konvensional) dengan batu-bata campuran styrofoam.





Gambar 3.4 Alir Penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis menyimpulkan suhu udara di luar ruangan berpengaruh terhadap suhu di dalam ruangan, dan material dinding memiliki dampak yang berpengaruh terhadap suhu udara di dalamnya. Pada kondisi dalam ruang bangunan dalam tiga hari pengamatan dengan dinding menggunakan Batu-bata Biasa (Konvensional) suhu rata-rata total dari hasil pengamatan $30,2^{\circ}\text{C}$, dan pada dalam ruang batu-bata suhu rata-rata yaitu $29,6^{\circ}\text{C}$. Terdapat perbedaan rata-rata suhu dalam ruang bangunan antara dinding batu-bata biasa (konvensional) dan dinding batu-bata styrofoam dengan selisih $0,6^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, penggunaan dinding batu-bata styrofoam tanpa pembakaran 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 batu-bata konvensional, karena terdapat perbedaan selisih suhu yang terlampau kecil dan dibanding nilai ekonomisnya yang terlampau jauh.

Penggunaan zat kimia (Sodium silikat dan Natrium hidroksida) sebagai tahapan untuk membuat batu-bata styrofoam tanpa pembakaran dinyatakan tidak berhasil, dikarenakan sifat batu-bata yang jika di rendam atau kena air hujan

selama ± 24 jam atau 1 hari akan mengalami kerusakan atau batu-bata akan kembali lunak seperti tanah liat.

5.2 Saran.

Penelitian yang telah dilakukan ini terbatas dengan alat pengujian thermometer ruangan yang masih menggunakan alat dengan sistem kerja alat air raksa, untuk mendapatkan tingkat ketelitian agar lebih memilih alat yang lebih efisien dengan sistem digital. Peneliti menyarankan Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya, yaitu dengan menambahkan variasi waktu (hari) dan keadaan cuaca ataupun suhu di luar ruangan lebih banyak lagi dalam pengambilan data suhu thermometer. Penelitian lanjut dilakukan dengan mencari tahu kegagalan dari penelitian ini dan mengembangkan penelitian untuk dapat menciptakan batu-bata tanpa pembakaran yang dapat getas atau tahan terhadap air.

DAFTAR PUSTAKA

A Sarinda, S Sudarti, S Subiki - Jurnal Pembelajaran Fisika, 2017 -
jurnal.unej.ac.id

Amin, Muhammad. Inovasi Material Pada Pembuatan Bata Merah Tanpa Dibakar
Untuk Kemakmuran Industri Kerakyatan. UPT Balai Pengolahan Material.
Lampung

B Witjaksana, G Sarya... - JHP17: Jurnal Hasil ..., 2016 - jurnal.untag-sby.ac.id

D Irawan, M Cakrawala - Widya Teknika, 2015 - publishing-widyagama.ac.id

Darwis, H. 2018. Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Pena Indis. Yogyakarta.

F Wahab, A Sumardiono, ARA Tahtawi, AFA Mulayari - 2017 -
repository.unpar.ac.id

Handayani, Sri. "Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji",
Tinjauan terhadap buku *Bahan Mentah untuk membuat keramik, oleh
Hartono*. Teknik Sipil dan Perencanaan vol 12, no.1 (2010)

Hilmy, M. & Indrayadi (2014, Januari) Pengaruh Rongga pada Dinding Batako
Terhadap Suhu Ruang Dalam. Teknik Sipil & Perencanaan.

<http://priyosetyoko.wordpress.com/2011/10/05/batu-bata-tanpa-pembakaran/>

<http://ariecellular.blogspot.com/2012/04/cara-membuat-batu-bata-tradisional.html>

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

M Huda, E Hastuti - Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan ..., 2012 - ejournal.uin-malang.ac.id

Miftahul, H dan Erna, H. 2012 Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata. Jurnal Neutrino, 4(2), 34-52.

N. Nurhasni, F. Firdiyono, Q Sya'ban-Jurnal Kimia Valensi, 2012-
journal.uinjkt.ac.id

Ramli, 2007, Spesifikasi Batu Bata Merah, Skripsi Universitas Airlangga, Surabaya.

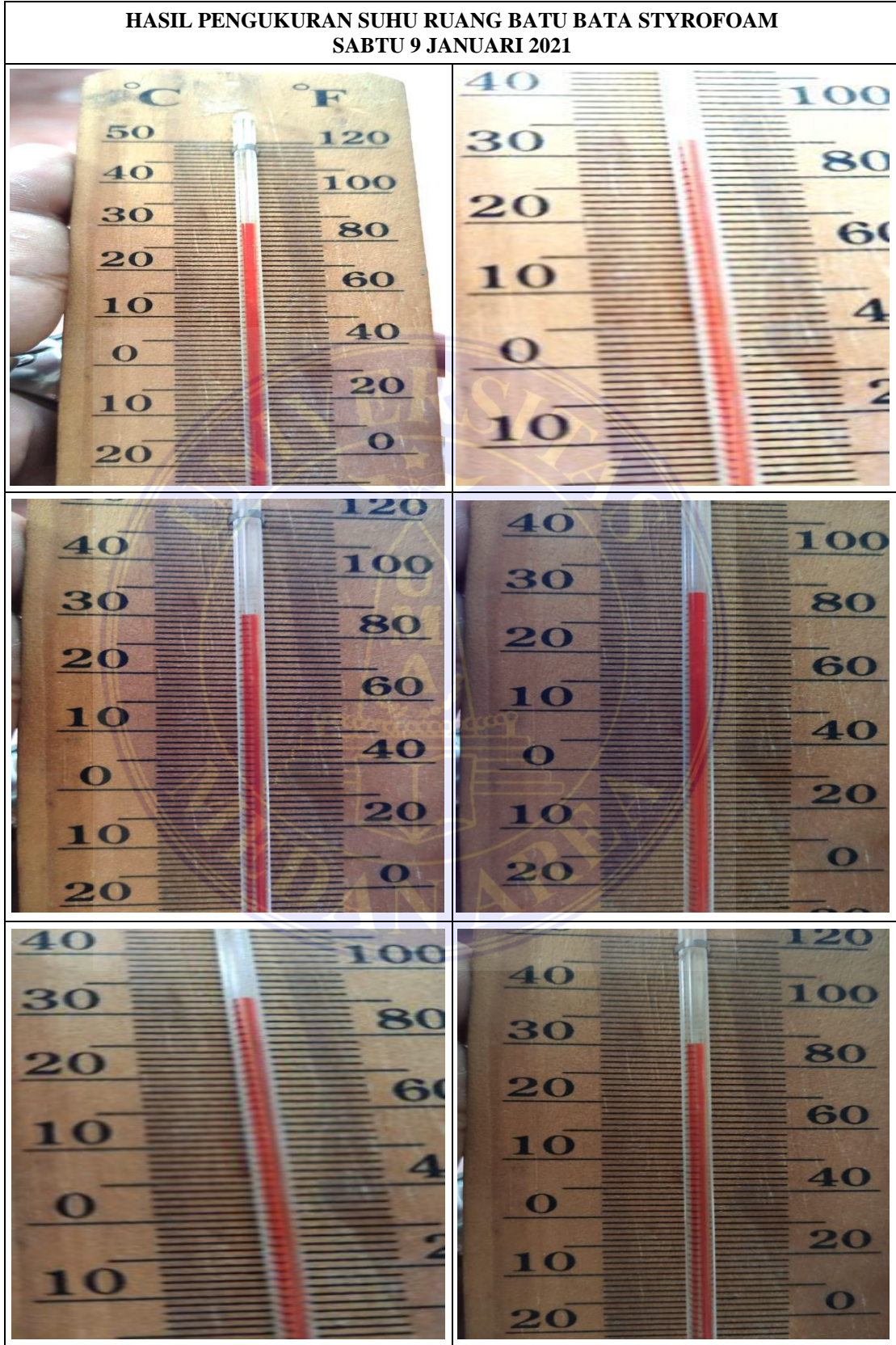
SNI 15-20894-2000 tentang persyaratan Batu-Bata

Sugiyono, 2011. Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D. Bandung. Alfabeta.

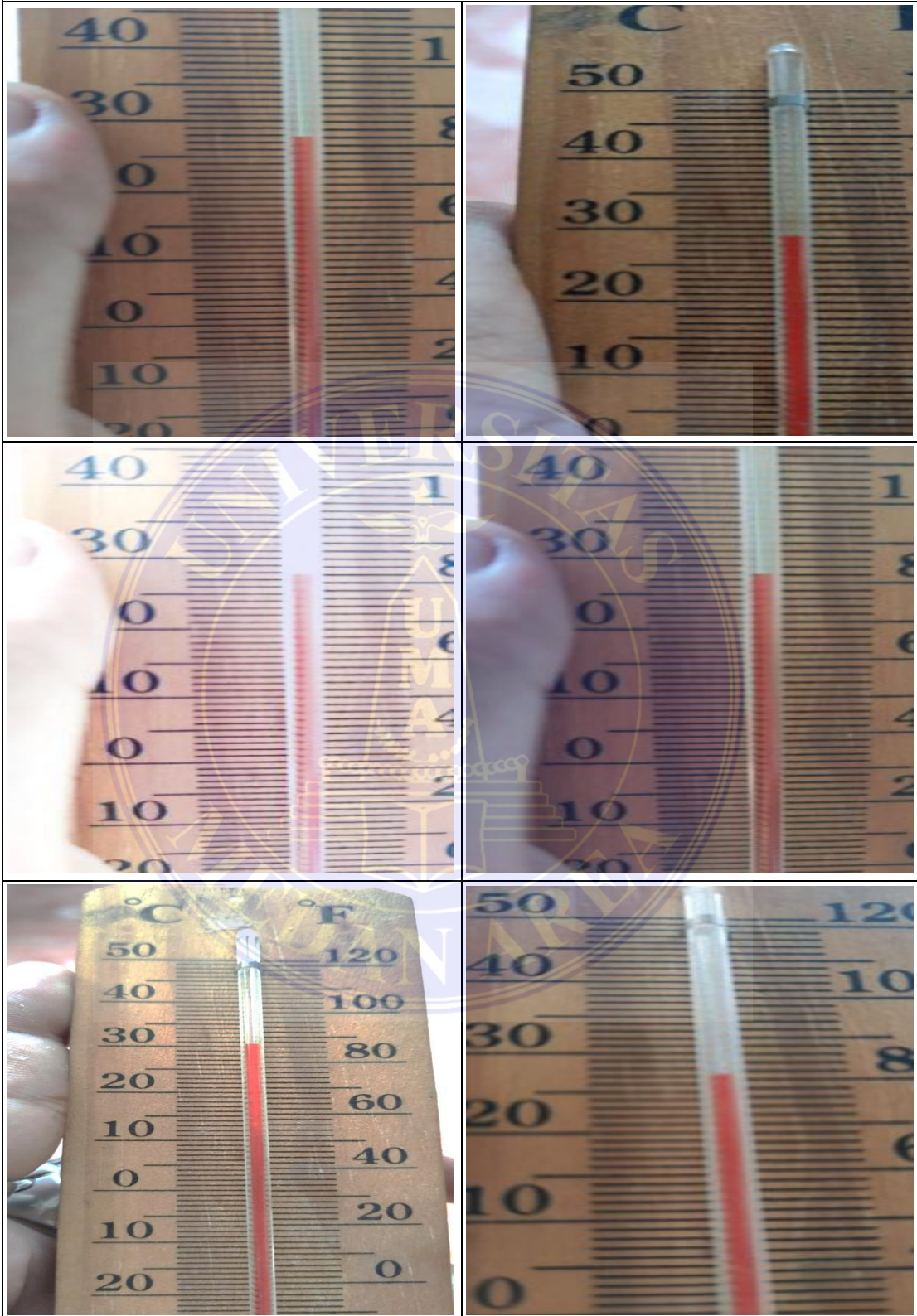
Witjaksana, Budi, dkk. Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). Surabaya: Universitas 14 Agustus 1945. Vol. 01, No. 01. (2016).

Wikipedia, Batu Bata. http://id.wikipedia.com/wiki/batu_bata

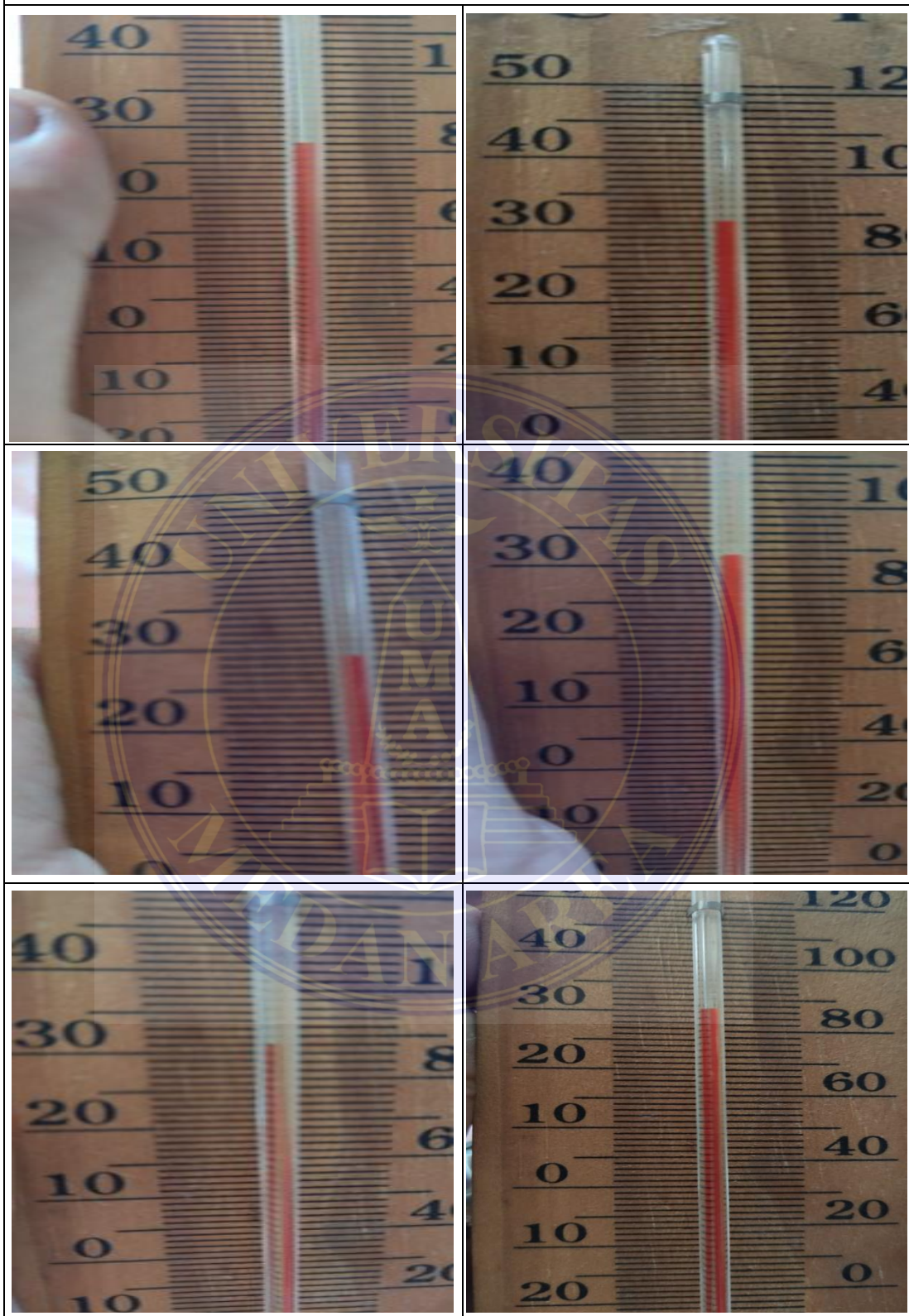
LAMPIRAN



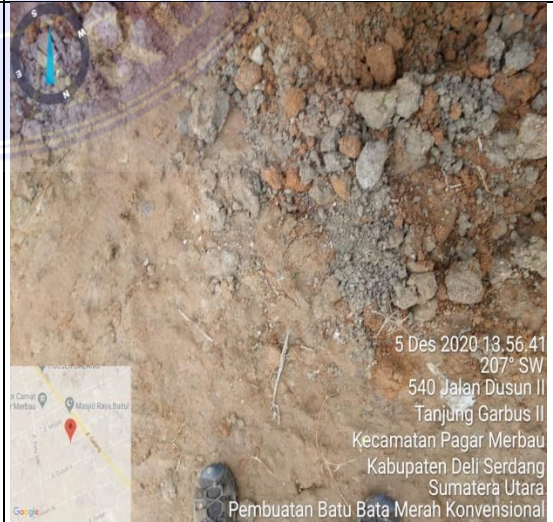
**HASIL PENGUKURAN SUHU RUANG BATU BATA STYROFOAM
MINGGU 10 JANUARI 2021**



**HASIL PENGUKURAN SUHU RUANG BATU BATA STYROFOAM
SENIN 11 JANUARI 2021**



PEMBUATAN BATU-BATA KONVENSIONAL



PEMBUATAN BATU-BATA STYROFOAM



PENGERINGAN BATU-BATA STYROFOAM



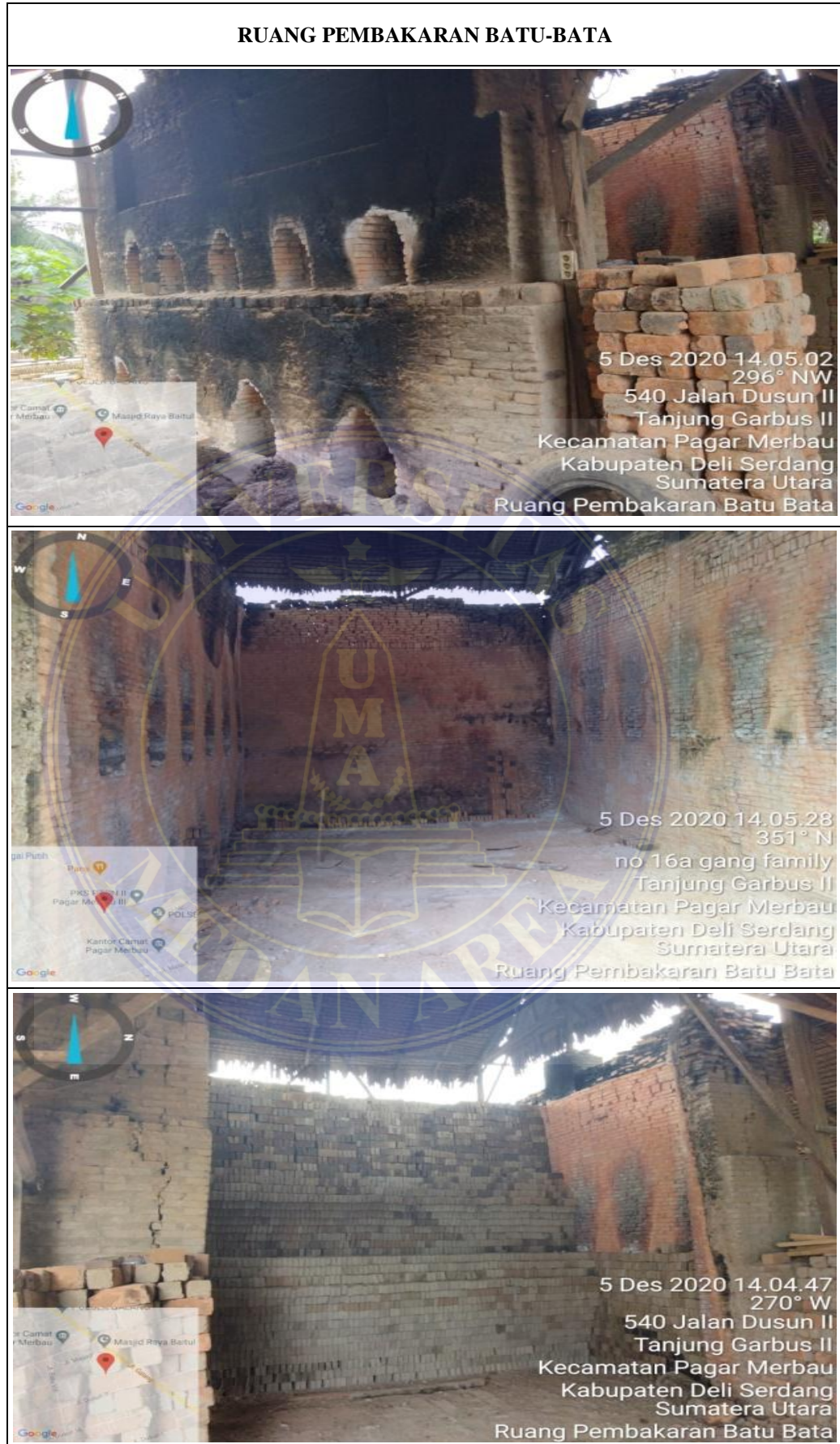
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

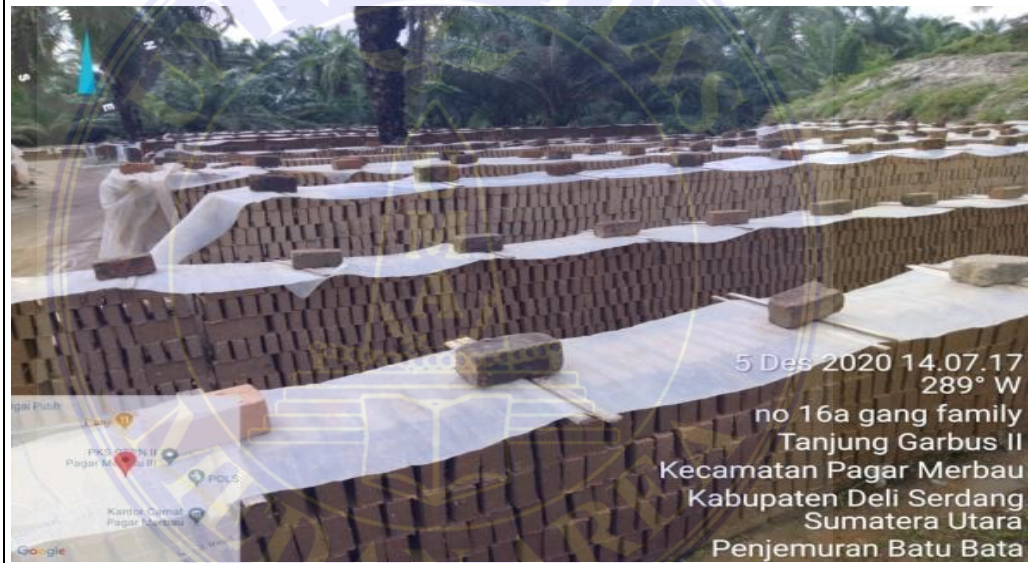
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/9/22

Access From (repository.uma.ac.id)12/9/22



PENJEMURAN BATU-BATA KONVENSIONAL



BAHAN BAKU BATU-BATA



SODIUM SILIKAT



NATRIUM HIDROKSIDA

