

TUGAS AKHIR

DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR
DENGAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG
KERANG
(STUDI PENELITIAN)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperole
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

AHMAD REYHAN
1907210045



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

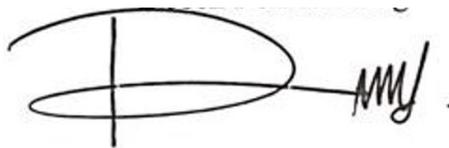
Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Reyhan
NPM : 1907210045
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'F' followed by 'Riza' and a period.

Dr. Fetra Veny Riza S.T., M.Sc.,

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

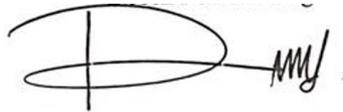
Nama : Ahmad Reyhan
NPM : 1907210045
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

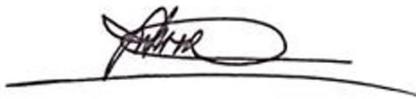
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I



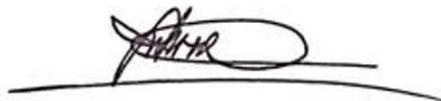
Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc

Dosen Pembanding II



Dr. Josef Hadipermana S.T., M.Sc

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Reyhan
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar / 02 September 2001
NPM : 1907210045
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 22 Desember 2023

Saya yang menyatakan,


Ahmad Reyhan
NPM : 1907210045

ABSTRAK

DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG

Ahmad Reyhan

1907210045

Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan bata tanpa bakar dengan bata tradisional dengan pembakaran dengan menggunakan SNI 15- 2094-2000. Pengujiannya berupa pengujian Daya tahan, penyerapan air, kadar garam, berat jenis dan sifat tampak. Batu bata pada penelitian ini dibuat dengan memanfaatkan limbah serbuk cangkang kerang dan kapur sebagai pengganti bahan perekat semen kemudian dicampur dengan tanah merah, serta pasir tanpa mengalami proses pembakaran. Variasi komposisi bahan pengikat serbuk cangkang kerang dan kapur, tanah merah, pasir, dan air dibuat dengan perbandingan 1 : 8 : 8 : 3. Cetakan benda uji terbuat dari baja dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat cetak khusus menggunakan baja dengan ukuran sesuai standart SNI kemudian di tekan menggunakan pompa hidrolik. Setiap bata yang sudah di cetak kemudian dikeringkan selama 28 hari dengan suhu ruangan. Rata-rata bata kontrol sebesar 29,7 gram, Variasi 1 sebesar 31,2 gram, Variasi 2 sebesar 33 gram, Variasi 3 sebesar 30,8 gram, dan Variasi 4 sebesar 29 gram. Dari ke 5 sampel didapat nilai daya tahan paling tinggi pada variasi 2 yaitu sebesar 33 gram dan daya tahan paling rendah terdapat di variasi 4 yaitu 29 gram. Daya tahan bata tekan tanpa bakar dengan penambahan serbuk cangkang kerang memiliki daya tahan yang tinggi di banding dengan tanpa penambahan serbuk cangkang kerang seperti pada variasi 2 sebesar 33 gram. Penambahan serbuk cangkang kerang berpengaruh terhadap durabilitas bata, namun jika terlalu banyak menambahkan serbuk cangkang kerang juga dapat menurunkan durabilitas bata itu sendiri.

Kata kunci: Batu Bata, Kapur, Serbuk Cangkang Kerang, Daya Tahan

ABSTRACT

DURABILITY OF PRESSED BRICK WITHOUT BURNING WITH THE ADDITION OF SHELL POWDER

Ahmad Reyhan

1907210045

Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc

This research was conducted to determine the comparison of non-fired bricks with traditional fired bricks using SNI 15-2094-2000. The tests include durability, water absorption, salt content, specific gravity and visible properties. The bricks in this study were made by using waste shellfish powder and lime as a substitute for cement adhesive, then mixed with red earth and sand without undergoing a burning process. Variations in the composition of the binding material for shell powder and lime, red soil, sand and water were made in a ratio of 1 : 8 : 8 : 3. The test specimen mold was made of steel with a length of 20 cm, width of 10 cm and height of 5 cm. This research was carried out using a special molding tool using steel with dimensions according to SNI standards and then pressed using a hydraulic pump. Each brick that has been printed is then dried for 28 days at room temperature. The average control brick was 29.7 grams, Variation 1 was 31.2 grams, Variation 2 was 33 grams, Variation 3 was 30.8 grams, and Variation 4 was 29 grams. Of the 5 samples, the highest resistance value was found in variation 2, namely 33 grams and the lowest resistance value was found in variation 4, namely 29 grams. The durability of pressed brick without burning with the addition of shell powder has a higher durability compared to without the addition of shell powder as in variation 2 which is 33 grams. Adding shell powder affects the durability of the brick, but if you add too much shell powder it can also reduce the durability of the brick itself.

Key words: Bricks, Lime, Shell Powder, Durability

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ سَمِ

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Josef Hadipermana S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

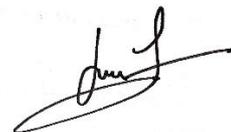
8. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Supriadi Sikumbang dan Ibunda tercinta Marnidida Saragih yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
9. Terimakasih juga kepada kakak saya Diani Atika dan beserta keluarga besar saya om, tante dll yang telah terus mendukung saya dalam mengerjakan tugas akhir saya ini.
10. Sahabat-sahabat penulis yaitu Fakhran Dzil Ikram, Bima Wardani, dan keluarga A1 pagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan juga seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 22 Desember 2023



Ahmad Reyhan
NPM : 1907210045

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Bata	6
2.2. Jenis – Jenis Bata	6
2.2.1. Bata Merah	7
2.2.2. Bata Batako	7
2.2.3. Bata Hebel	8
2.2.4. Bata Berlubang	9
2.2.5. Bata Purpose-Made	9
2.2.6. Bata Tanpa Bakar (<i>Unfired Bricks</i>)	10
2.3. Syarat Mutu Bata	13
2.4. Daya Tahan (<i>Durability</i>) Bata	15
2.5. Cangkang Kerang	16

2.6. Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Bagan Alir Penelitian	22
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.3. Metode Penelitian	23
3.4. Alat dan Bahan	23
3.4.1. Alat	24
3.4.2. Bahan	24
3.5. Pembuatan Bata	29
3.5.1. Pengumpulan Bahan	29
3.5.2. Proses Pembuatan bata	30
3.6. Persiapan Penelitian	31
3.7. Persiapan Pembuatan Bata	31
3.8. Pemeriksaan Bahan	32
3.9. Sifat Mekanik Bata	32
3.9.1. Penyerapan air	32
3.9.2. Kadar Air	32
3.9.3. Berat Jenis	32
3.9.4. Kuat Tekan	33
3.9.5. Modulus Elastisitas	33
3.9.6. Daya Tahan (<i>Durability</i>)	34
3.10. Pengujian Bata Merah	34
3.11. Uji Durability (ASTM D559)	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Pengujian Sifat Fisik Material Tanah	37
4.1.1 Pemeriksaan Analisa Butiran Tanah Merah	37
4.1.2 Kadar Air Tanah Merah	38
4.1.3 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah	38
4.2 Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus	40
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus	40
4.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus	41
4.2.3 Kadar Air Agregat Halus	41
4.3 Pengujian Daya Serap Bata	42
4.4 Pengujian Kadar Garam Bata	44

4.5 Pengujian Berat Jenis Bata	46
4.7 Sifat Tampak Bata	47
4.8 Pengujian Daya Tahan (Durability) Bata	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bata tanpa bakar	11
Tabel 2.2 Klasifikasi kekuatan bata	14
Tabel 2.3 Uji fisik kulit kerang	16
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu	17
Tabel 3.1 Spesifikasi kapur	27
Tabel 3.2 Komposisi campuran benda uji	30
Tabel 3.3 Kuat tekan pasangan dinding	33
Tabel 3.4 Persamaan modulus elastisitas	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	22
Gambar 3.2 Air	24
Gambar 3.3 Tanah liat	25
Gambar 3.4 Cangkang kerang	25
Gambar 3.5 Serbuk cangkang kerang	26
Gambar 3.6 Semen	26
Gambar 3.7 Kapur	28
Gambar 3.8 Pasir	29
Gambar 4.1 Grafik Analisa butiran tanah merah	37
Gambar 4.2 Grafik Casagrande indeks plastis tanah merah	39
Gambar 4.3 Grafik analisa saringan agregat halus	40
Gambar 4.4 Proses pengeringan benda uji	42
Gambar 4.5 Proses perendaman benda uji	42
Gambar 4.6 Benda uji setelah direndam	43
Gambar 4.7 Grafik daya serap bata	43
Gambar 4.8 Sebelum pengujian kadar garam	45
Gambar 4.9 Proses pengujian kadar garam dan hasil pengujian	45
Gambar 4.10 Grafik berat jenis bata	46
Gambar 4.11 Sifat tampak bata	47
Gambar 4.12 Pengujian daya tahan bata	48
Gambar 4.13 Grafik pengujian daya tahan (Durability) bata	49

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Kuat tekan bata	13
Persamaan 2.2 Daya serap bata	14
Persamaan 2.3 Kadar garam	15
Persamaan 3.1 Kadar air bata	32
Persamaan 3.2 Berat Jenis Bata	32
Persamaan 3.3 Kuat Tekan Bata	33
Persamaan 3.4 Modulus Elastisitas	34

DAFTAR NOTASI

σ	= Kuat tekan bata (kf/cm ²)
P	= Beban maksimum (kg)
A	= Luas penampang benda uji (cm ²)
Ds	= Daya serap bata
A	= Berat bata basah (gr)
B	= Berat bata kering oven (gr)
G	= kadar garam (%)
Ag	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan Bata (cm ²)
A	= Berat jenuh setelah direndam (gr).
B	= Berat setelah dioven (gr).
Ww	= Berat normal (gr).
Ws	= Berat kering (gr).
M	= Berat normal (gr).
V	= Volume benda (cm ³).
Pmax	= Maksimum besaran gaya tekan (kg).
A	= luas penampang (cm ²).
f	= kuat tekan benda uji (kg/cm ²)
k	= Konstanta yang ditentukan dari pengujian laboratorium.
fm'	= Kuat tekan struktur pasangan bata (MPa).

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil pemeriksaan Analisa butiran tanah merah	53
Lampiran 2 Tabel Kadar air tanah merah	53
Lampiran 3 Tabel Batas cair dan batas plastis tanah merah	54
Lampiran 4 Tabel Analisa saringan agregat halus	54
Lampiran 5 Tabel Kadar lumpur agregat halus	55
Lampiran 6 Tabel Kadar air agregat halus	55
Lampiran 7 Tabel Pengujian daya serap air	55
Lampiran 8 Tabel Hasil penelitian kadar garam bata	56
Lampiran 9 Tabel Sifat tampak bata	56
Lampiran 10 Tabel Daya tahan (Durability) bata	57
Lampiran 11 Gambar cangkang kerang	61
Lampiran 12 Gambar proses pengambilan tanah merah	62
Lampiran 13 Gambar proses pengeringan tanah merah	62
Lampiran 14 Gambar alat cetak bata/ hydraulic press	63
Lampiran 15 Gambar proses penyetakan bata	63
Lampiran 16 Gambar bata setelah di cetak	64

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara umum bahwa pembangunan rumah yang ada di Indonesia banyak menggunakan batu bata untuk bahan pembuatan bagian dinding rumah. Bangunan yang dulu masih menggunakan dinding kayu perlahan mulai di tinggalkan. Bata sendiri telah dikenal sejak lama dan diaplikasikan oleh masyarakat baik di perkotaan atau pedesaan untuk bahan konstruksi. Hal tersebut bisa dinilai dari banyaknya pabrik bata yang dibangun masyarakat guna memproduksi bata berkualitas. Bata banyak diaplikasikan dalam bidang teknik sipil untuk pondasi, bendungan, bangunan dinding pada gedung, saluran, dan masih banyak lainnya. Bata jelas lebih kokoh dan mempunyai harga yang lebih ekonomis, jika dibandingkan dengan bahan-bahan pembentuk dinding lainnya seperti bambu dan kayu. Selain itu, batu bata juga banyak digunakan karena dapat membuat kesan yang natural dalam sebuah bangunan.

Definisi batu bata menurut SII-0021-78 dan SNI 15-2094-2000 merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan untuk pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Pada umumnya bata yang digunakan dalam proses konstruksi adalah bata merah yang dibuat dari tanah liat. Dalam pembuatan bata merah diperlukan suatu proses pembakaran agar bata tersebut menjadi keras dan padat. Pada proses pembakaran tersebut menimbulkan asap yang dapat merusak lapisan ozon dan menimbulkan polusi udara di lingkungan sekitar lokasi pembakaran. sehingga proses pembuatan batu bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer. Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO₂), belerang dioksida (SO₂), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), gas metana (CH₄), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas-gas tersebut

sebenarnya muncul secara alami di lingkungan, tetapi dapat juga timbul akibat aktivitas manusia, salah satunya yaitu pembakaran batu Bata (Dhiaulhaq, 2018). Meningkatnya suhu permukaan bumi akan mengakibatkan adanya perubahan iklim yang sangat ekstrim di bumi, hal ini dapat mengakibatkan terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk menyerap karbon dioksida di atmosfer. Dan hal tersebut yang tidak baik untuk kehidupan. Maka dari itu untuk meminimalisir hal tersebut kami melakukan penelitian bata tanpa bakar guna mengurangi pencemaran udara tersebut.

Selain itu kebutuhan batu bata untuk bahan bangunan semakin meningkat sehingga menyebabkan bahan yang tersedia untuk pembuatan batu bata terbatas (Arisandi et al., 2018). Bahan untuk membuat batu bata hampir semua berasal dari alam. Dalam rangka mengurangi eksplorasi penggunaan material alam yang berlebihan, maka perlu dilakukan penelitian tentang bahan material pengganti material alam pada pembuatan bata. Salah satu bahan pengganti adalah limbah industri. Limbah industri biasanya banyak terbuang dilingkungan sehingga perlu dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Sebagian besar Indonesia adalah daerah perairan laut oleh karena itu perlu mencari inovasi baru untuk campuran bata dengan menggunakan hasil laut yang sudah tidak dimanfaatkan lagi berupa limbah. Hal tersebut memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan lagi, seperti cangkang kerang. Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan yaitu mengandung Kalsium atau zat kapur (CaO), aluminium oksida dan silika. Sehingga dengan harapan bahwa cangkang kerang dapat meningkatkan karakteristik batu bata (Suhendar, 2017).

Berdasarkan data BPS (2016) jumlah limbah kulit kerang dari aktifitas ekspor Indonesia pada tahun 2015 mencapai 109.624,4 ton. Jumlah ini belum termasuk limbah kulit kerang untuk domestik yang diperkirakan lebih besar setiap tahunnya. Pengolahan cangkang kerang sangat masih belum optimal, karena selama ini cangkang kerang hanya digunakan terbatas sebagai hiasan, pakan ternak dan kosmetik.

Menurut Danusaputro (Suratmin et al, 2007). Jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum maka dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati.

Dari uraian diatas maka dilakukan penelitian ini guna untuk mengetahui pengujian durability (daya tahan) bata tekan tanpa bakar dengan bahan campuran limbah serbuk cangkang kerang sebagai bahan campuran yang ramah lingkungan. Diharapkan serbuk cangkang kerang dari limbah tersebut dapat dipakai sebagai pembuatan bata walau tanpa bakar sehingga mengurangi polusi udara dan menghasilkan kualitas yang lebih baik dari bata biasa pada umumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di depan, didapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Apakah daya tahan batu bata tanpa bakar dengan serbuk cangkang kerang memenuhi syarat ASTM D559?
2. Apakah pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap ketahanan bata?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Sesuai judul dan ruang lingkup serta sasaran pembahasan dari penelitian, maka penulis memberukan suatu batasan masalah agar mendapat hasil yang sesuai dengan yang dituju, yaitu:

1. Limbah cangkang kerang (LCK) didapat dari rumah makan seafood yang ada di sekitaran medan
2. Uji kelayakan meliputi pengujian durability atau daya tahan terhadap bata tekan tanpa bakar dalam jangka waktu singkat

1.4. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas terdapat beberapa tujuan yang ada pada penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah daya tahan bata tekan tanpa bakar dengan penambahan serbuk cangkang kerang sudah memenuhi syarat ASTM D559.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap durabilitas bata.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan rujukan dalam penelitian bidang ilmu pengetahuan teknologi bahan bangunan,
2. Memberi inovasi baru untuk menggunakan campuran limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran,
3. Berkontribusi dalam mengurangi pencemaran udara atau Gas Rumah Kaca (GKR) pada atmosfer.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapa bab, antara lain:

1. BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

2. BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung terhadap permasalahan yang berkaitan.

3. BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang cara – cara yang dilakukan untuk mendapatkan data yang relevan dengan studi kasus terkait.

4. BAB 4: ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi, langkah kerja yang digunakan dalam analisa data.

5. BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berdasarkan atas hasil pengolahan data yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bata

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan dasar pembangunan rumah yang sudah sangat umum digunakan di Indonesia, dari zaman dulu hingga zaman modern seperti saat ini bata merah memang sudah menjadi salah satu bahan wajib di dalam membangun rumah

Bahan dasar yang umum digunakan adalah tanah lempung, yang dibakar dengan suhu sekitar 500°C, umumnya bata merah dibuat secara tradisional, sehingga ukuran, warna, dan bentuknya berbeda-beda. Sehingga sering ditemukan bata berwarna merah muda, merah kekuning-kuningan, atau merah kehitam-hitaman (Kurniaty, 2010).

Batu bata yang mempunyai kualitas tinggi, biasanya tidak mudah remuk walau terendam di dalam air dalam waktu yang lama. Kualitas ini penting diperhatikan, karena semakin baik kualitas batu bata yang dipakai akan semakin kuat struktur dinding yang dibangun.

Spesi atau perekat antar batu bata merupakan hal penting untuk menjaga mutu dari dinding suatu bangunan. Hasil campuran perekat batu bata yang baik akan menyebabkan dinding kita dapat bertahan terhadap resapan air dari air hujan maupun tanah dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama atau awet. Semakin baik kualitas spesi yang dipakai untuk merekatkan batu bata, akan semakin berkualitas pula dinding yang kita buat.

2.2. Jenis – Jenis Bata

Klasifikasi bata terbagi menjadi beberapa jenis sesuai bentuk, kriteria dan fungsinya, yaitu:

2.2.1. Bata Merah

Bata merah ini merupakan material bangunan yang sangat umum kita jumpai di Indonesia sejak zaman dahulu. Bata merah sudah menjadi bahan wajib dalam membangun rumah. Selain sudah teruji kekuatannya, jenis ini pun mudah ditemui di pasaran.

Batu bata merah dibuat dari tanah yang dicetak berbentuk balok persegi panjang dan dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi benar-benar kering, mengeras dan memiliki warna yang kemerah-merahan. Tanah yang digunakan pun bukan sembarang tanah, bahan utama pembuatannya menggunakan tanah liat. Sehingga dalam proses pembuatannya, jenis batu dari tanah liat ini bisa saling menyatu saat dicetak.

Rumah yang dindingnya dibangun dari material batu bata merah akan terasa lebih nyaman dan sejuk, karena komponen didalamnya yang menyatu dan rapat. Selain rapat, jenis batu ini juga tahan lama dan kokoh sehingga jarang terjadi keretakan dinding. Bata merah juga tahan api, hal ini memberikan keamanan ekstra bagi penghuni rumah nantinya.

Namun, dari beberapa kelebihan di atas, terdapat pula kekurangannya. Untuk merekatkan batu bata merah satu sama lain, diperlukan bahan perekat yang cukup banyak. Alhasil, biaya dikeluarkan untuk perekatnya tentu tidak sedikit. Selain itu, sulit untuk membuat pasangan batu yang rapi jika menggunakan batu bata merah. Misalnya pada dinding. Oleh karena itu, diperlukan plesteran yang cukup tebal untuk menghasilkan dinding yang rata. Hal ini juga membuat proses pengerjaan dinding menjadi lebih lama.

2.2.2. Bata Batako

Secara umum, batu bata batako terbuat dari campuran semen dan pasir kasar yang dicetak atau dipres. Konstruksi bangunan yang sering menggunakan batako di antaranya adalah gudang, pagar, dan pos jaga. Jenis batu yang satu ini memiliki ukuran yang relatif besar, menjadikan pemasangannya lebih mudah dan cepat selesai.

Bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bata merah menjadikan batako cocok digunakan untuk bangunan yang memiliki lebih dari dua lantai, seperti ruko. Batu bata batako juga memiliki rongga, sehingga pemasangannya relatif lebih cepat dibanding menggunakan jenis lainnya.

Penggunaan batu bata batako ini juga cocok digunakan untuk dinding bagian luar rumah karena sifatnya yang kuat dan kedap air. Sifatnya yang kedap air cocok untuk melindungi rumah di lingkungan yang dikelilingi banyak air.

Di sisi lain, sifat ini pula yang menjadikan batu bata batako kurang cocok digunakan sebagai tembok rumah di daerah tropis seperti Indonesia. Kenapa? Bahan dari jenis batu ini memiliki sifat menyimpan panas, bukan hal yang mustahil jika kondisi rumah menjadi panas dan pengap. Batako juga rentan terhadap keretakan dan benturan. Selain itu, karena mudah dilubangi, jenis ini termasuk batu bata yang mudah pecah.

2.2.3. Bata Hebel

Jenis batu bata mulai banyak digunakan di Indonesia, yaitu hebel. Batu bata hebel sendiri mulai populer penggunaannya di Indonesia, karena pertumbuhan teknologi dan tren industri yang berkembang pesat. Batu bata ringan atau yang biasa disebut bata hebel merupakan produk pabrikan yang dibuat dengan melalui proses kimiawi. Material jenis ini terbuat dari campuran pasir kuarsa, semen, kapur, gypsum, air dan aluminium pasta sebagai bahan pengembangnya.

Karena proses pencetakannya yang dilakukan di pabrik, ukuran bata jenis ini jauh lebih presisi dan rapi, memudahkan dalam proses pemasangannya. Bata hebel juga sangat baik dalam menyerap panas, sehingga rumah akan terasa jauh lebih sejuk.

Keistimewaan dari bata hebel ini adalah daya serap air yang rendah dan tidak mudah menyerap rembesan air. Selain itu, batu bata hebel lebih ringan daripada jenis bata lainnya sehingga memperkecil beban struktur sebuah bangunan. Bata hebel juga tidak kalah kokoh dari bata merah.

Bata hebel juga mempunyai kekurangan. Kita harus menyiapkan sebuah perekat khusus untuk memasangnya. Umumnya, semen instan menjadi perekat pilihan. Harganya jauh lebih mahal dari batu bata yang lain karena bata ini merupakan produksi pabrik.

Selain itu, diperlukan keahlian khusus untuk memasangnya. Kalau tidak hati-hati, dampaknya akan sangat terlihat pada struktur bangunan yang sedang dibangun. Bata jenis ini juga susah dicari, biasanya batu bata hebel hanya dapat dijumpai di toko material besar dan ternama saja.

2.2.4. Bata Berlubang

Batu bata berlubang mengandung lubang silinder di dalam ketebalannya dan tergolong ringan. Sebelum memasangnya pada rangka suatu bangunan, membutuhkan sedikit campuran tanah liat. Jenis bata ini cukup populer karena tergolong cepat dalam pembuatan, terutama pada proses pembakaran dan pengeringannya.

Biasa digunakan dalam konstruksi panel untuk struktur ringan dan struktur berbingkai pada sebuah bangunan yang bertingkat, batu bata berlubang memiliki berbagai macam bentuk; balok, melingkar, dan melintang.

Pemasangan batu bata ini sebaiknya jarak antara sisi batu bata dengan tepi lubang - lubangnya tidak kurang dari 10 mm. Bata juga perlu direndam selama 24 jam dan dikeringkan selama beberapa jam di bawah sinar matahari. Hal ini bertujuan untuk semakin meningkatkan daya tahan batu bata sebelum disusun menjadi sebuah bangunan.

2.2.5. Bata Purpose-Made

Batu bata *purpose-made* digunakan saat ada kesalahan pembangunan yang harus segera diatasi. Jenis bata ini dapat terbuat dari campuran pasir dan tanah liat, biasanya dipasang untuk membantu pemasangan kusen pintu dan jendela.

Tergantung bahan pembuatnya, bata *purpose-made* sebenarnya cukup kuat, walaupun umumnya jenis bata ini terbuat dari campuran pasir dan tanah liat,

terdapat juga yang menyampurakan bahan-bahan kimiawi lainnya untuk tujuan tertentu seperti pembuatan gedung besar. Bata ini memiliki daya tahan dan kompresi tinggi dan untuk menghadapi guncangan-guncangan tertentu. Namun, jenis batu bata *purpose-made* biasanya jauh lebih mahal karena tidak mudah didapat.

2.2.6. Bata Tanpa Bakar (*Unfired Bricks*)

Pada dasarnya, di Indonesia belum mempunyai standar bata tanpa bakar. beberapa negara yang mempunyai standar bata tanpa bakar ialah negara Sri Lanka SLS 1382-1 (1,2 MPa) dan Selandia Baru NZS 4298 (1,3 MPa).

Bata tanpa dibakar (*Unfired Bricks*) merupakan batu bata yang terbuat dari material tanah dengan penambahan additif tertentu. Proses pengeringan bata ini tidak dilakukan dengan proses pembakaran namun dengan proses pengeringan oleh udara/angin dan pengikatan material menggunakan mortar atau sejenisnya, serta dapat dilakukan proses pengecatan. Bata ini dapat dikategorikan sebagai bata tradisional namun modern (Riyanto et al., 2021).

Aplikatif penggunaan bata *Unfired Bricks* diterapkan pada daerah utara Perancis dengan melakukan penelitian pengaruh thermal terhadap bangunan yang menggunakan bata *Unfired Bricks*. Percobaan dilakukan dengan membangun dinding bangunan dengan tebal 400 mm hingga 600 mm kemudian dilakukan komparasi dengan pengukuran suhu indoor dan outdoor pada bangunan. Hasil penelitian yang dilakukan (Riyanto et al., 2021) menunjukkan bahwa penggunaan dinding bata *Unfired Bricks* dengan tebal 400 mm memiliki nilai optimum inersia thermal dan memiliki signifikansi dengan faktor redaman dan penundaan panas. Penggunaan bata *Unfired Bricks* dapat mengurangi fluktuasi suhu luar ruangan dan pembatasan resiko panas berlebihan pada suatu bangunan.

Latar belakang pemilihan metode pembuatan bata tanpa dibakar (*Unfired Brick*) adalah efisiensi terhadap waktu pembuatan, karena pembakaran bata cukup lama sehingga memerlukan proses yang panjang. Selain waktu pembuatan, faktor lingkungan terkait seperti polusi asap hasil pembakaran dan penggunaan material kayu sebagai media bakar bersifat tidak ramah lingkungan.

Adapun beberapa penelitian mengenai bata tanpa bakar dapat dilihat pada Table 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Bata tanpa bakar

No	Judul Jurnal	Pembahasan
1	Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu (Rina et al., 2018)	Hasil penelitian ini menjelaskan: Bahwa membuat bata tanpa bakar dengan menggunakan bahan perekat semen dan limbah batu bara ini diharapkan dapat mengurangi limbah dan dapat menjaga kebersihan lingkungan di desa Taman Ayu serta dapat menjadi bahan bangunan alternatif pengganti bata dari tanah liat yang ada dipasaran masyarakat sekarang yang pembuatannya memanfaatkan tanah pertanian dan merusak lingkungan.
2	Batu Bata Merah Interlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali Iia Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca (Dhiaulhaq, 2018)	Hasil penelitian ini menjelaskan: Komposisi material yang optimal untuk nilai densitas terdapat pada campuran semen 900 gr dengan variasi alkali IIA 30,3 gr sebesar 2,064 gram/cm ³ . Kemudian untuk porositas nilai optimumnya masing-masing terdapat pada campuran semen 300, 600, dan 900 gr dengan variasi alkali IIA 30,3 gr dengan nilai sebesar 19,13 %, 18,76 %, 15,88 %. Selanjutnya untuk kuat tekan, nilai optimumnya masing-masing terdapat pada campuran semen 300, 600, dan 900 gr dengan variasi alkali IIA 30,3 gr dengan nilai sebesar 30,186, 58,136, dan 81,614 kg/cm ² . Kemudian penurunan kontribusi Gas Rumah Kaca (CO ₂) sebesar 11 kg CO ₂ tiap pembuatan 1 m ² batu bata merah interlock tanpa bakar
3	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam (Irwansyah et al., 2018)	Hasil penelitian ini menjelaskan: Proses pembuatan bata tanpa bakar akan lebih efisien dari segi waktu yaitu selama 4 hari bata sudah dapat dipasarkan dibandingkan bata dengan bakar memerlukan waktu 15 hari pembuatannya atau nilai efisiensi waktunya sekitar 73,30 %. Bata tanpa bakar dapat mengurangi penggunaan tanah secara berlebihan dapat diminimalisir hanya memerlukan 30 % penggunaan campuran tanah lempung.

No	Judul Jurnal	Pembahasan
		<p>Bata tanpa bakar dari hasil uji sifat mekanis dan sifat fisik dari inovasi campuran material yang terbaik berada pada komposisi IV (tanah lempung 30%, ATTKS 15%, ASP 15%, pasir 20%, semen 13%, biji besi 0,15%, dan alkali merah 6,85%) menghasilkan sifat fisik bata berukuran 225 x 110 x 55 mm dengan warna coklat muda dan bersuara nyaring, dilihat hasil uji mekanis menghasilkan kuat tekan 6,14 Mpa, kuat lentur 1,5 Mpa, densitas 1,60 kg/m³, porositas 18,65 %, dan kadar air 7,98 % kondisinya memenuhi batas toleransi standarisasi batu bata di Indonesia berdasarkan ASTM C-67-03, SII-0021-78, dan SNI-03-4164-1996.</p>
4	<p>Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar) (Riyanto et al., 2021)</p>	<p>Hasil penelitian ini menjelaskan: Sedimen sungai yang diambil pada lokasi Kanal Banjir Timur Kota Semarang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bata Unfired Bricks. Penambahan bahan semen dan pasir pada komposisi bata Unfired Bricks dapat meningkatkan hasil uji kuat tekan bata. Komposisi bata yang menghasilkan uji kuat tekan yang tertinggi adalah pada bata A3.2 dengan perbandingan 40% semen; 10% pasir; 50% sedimen, menghasilkan kuat tekan rata-rata 44,176 kg/cm² pada usia bata 14 hari. Hasil uji kuat tekan pada komposisi tersebut masih dibawah syarat Kuat Tekan Bata Merah sesuai SNI 15-2094-2000 dimana minimal kuat tekan bata sebesar 50 kg/cm², namun memenuhi syarat Kuat Tekan Bata Beton sesuai SNI 03-0349-1989 untuk tingkat mutu bata beton pejal kelas III dengan minimal 40 kg/cm² dan kelas IV dengan minimal 25 kg/cm².</p>
5	<p>Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat) (Harnadi & Hartantyo, 2022)</p>	<p>Hasil penelitian ini menjelaskan: Didapatkan hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 MPa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 MPa. Dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada batu bata merah tanpa</p>

No	Judul Jurnal	Pembahasan
		<p>proses pembakaran. Varian batu bata merah yang memiliki nilai rata-rata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa.</p> <p>Didapatkan hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 Mpa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 Mpa. Dengan ini dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada batu bata merah tanpa proses pembakaran. Varian batu bata merah yang memiliki nilai ratarata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa.</p>

2.3. Syarat Mutu Bata

Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek seperti:

- a) Pandangan Luar Batu bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul.
- b) Ukuran Standar Bata Merah di Indonesia oleh SNI 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut:
 - (1) Panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm
 - (2) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm
- c) Kuat tekan bata merah adalah gaya maksimum per satuan luas permukaan yang dibebani. SNI 15-2094-2000 menyatakan bahwa besarnya kuat tekan dapat dinyatakan dengan rumus Persamaan 2.1 dan Table 2.2 berikut: (Prakoso et al, 2019)

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{2.1}$$

Keterangan:

σ = Kuat tekan bata (kf/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Tabel 2.2 Klasifikasi kekuatan bata

Kelas	Kekuatan Tekan		Koevisien Variansi Izin
	Kg/cm ²	N/mm ²	
50	50	5	22%
100	100	10	5%
150	150	15	15%

Sumber: SNI 15-2094-2000

d) Pengujian daya serap bata

Daya serap bata adalah besarnya penyerapan bata terhadap air. Besarnya daya serap dirumuskan dalam Persamaan 2.2 berikut:

$$\text{Daya serap bata (Ds)} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

Ds = Daya serap bata

A = Berat bata basah (gr)

B = Berat bata kering oven (gr)

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

e) Pengujian kadar garam bata

Berdasarkan SII 0021-78, garam yang mudah larut dan membahayakan serta yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktural Efflorescence pada permukaan bata adalah magnesium sulfat (MgSO₄), natriumsulfat (Na₂SO₄), kaliumsulfat (K₂SO₄), dengan total kadar garam kurang dari 50%. Adanya kandungan garam pada bata merah ditandai dengan adanya “Efflorescence”

yaitu pewarnaan putih akibat garam oleh air dalam bata menguap dan tertimbun dipermukaan bata. Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100% seperti pada Persamaan 2.3 berikut.

$$\text{Kadar garam (G)} = \frac{Ag}{A} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

G = kadar garam (%)

Ag = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan Bata (cm²)

2.4. Daya Tahan (*Durability*) Bata

Daya Tahan atau durabilitas merupakan kemampuan suatu struktur untuk menahan serangan fisika, kimia, dan biologi selama masa waktu tertentu tanpa kerusakan berarti. Pada umumnya durabilitas berkaitan dengan keawetan campuran dalam kurun waktu yang lama pada temperatur dan kondisi air rendaman tertentu. Sifat durabilitas bata hendaknya harus tahan terhadap pengaruh lingkungan dan cuaca. Salah satu sifat dari durabilitas bata adalah tahan terhadap pengaruh kimia yang terkandung dalam air laut, air gambut, air limbah, zat-zat kimia hasil industri, buangan air kotor kota, dan sumber air lainnya.

Adapun standar yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan standar Tes ASTM D559 yaitu melibatkan persiapan dua sampel tanah-semen dan melakukan 12 siklus pembasahan dan pengeringan bergantian. Sampel direndam selama 5 jam dalam air pada suhu ruangan, kemudian dibiarkan mengalir selama 19 jam sebelum ditempatkan dalam oven berventilasi pada suhu 60°C selama 19 jam. Setelah didinginkan hingga suhu ruangan, sampel ditimbang dan diukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air, dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang. Selama pengujian, sikat gores kawat yang terbuat dari bulu kawat pipih berukuran 2 kali 1/16 inci yang

dikelompokkan dalam baris 5x10 digunakan untuk menerapkan 18-20 sapuan vertikal pada permukaan setiap sampel (Ricard et al., 2018)

2.5. Cangkang Kerang

Cangkang (exoskeleton) yang melindungi tubuh hewan molluska terbuat dari kalsium karbonat (CaCO_3) atau zat kapur. Tubuh utama molluska diselubungi oleh lipatan cangkang yang disebut *cavum valli* (paru). Hewan-hewan molluska telah memiliki sistem organ yang lengkap. Kerang tidak memiliki kepala (juga otak) dan hanya simping yang memiliki mata. Organ yang dimiliki adalah ginjal, jantung, mulut, dan anus. Kerang dapat bergerak dengan "kaki" berupa semacam organ pipih yang dikeluarkan dari cangkang sewaktu-waktu atau dengan membuka-tutup cangkang secara mengejut. Sistem sirkulasinya terbuka, berarti tidak memiliki pembuluh darah. Pasokan oksigen berasal dari darah yang sangat cair yang kaya nutrisi dan oksigen yang menyelubungi organ-organnya.

Dari hasil pola difraksi sinar-X diketahui bahwa kulit kerang pada suhu dibawah 500°C tersusun atas Kalsium Karbonat (CaCO_3) pada fase aragonite dengan struktur kristal *orthorombik*. Sedangkan pada suhu diatas 500°C akan berubah menjadi fase *calcite* dengan struktur kristal *hexagonal*.

Adapun pengujian sifat fisik kulit kerang pada umumnya diperoleh pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Uji fisik kulit kerang

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis, gr/cc	1,34
2	Berat Vol, gr/cc	1,42
3	Resapan, %	2,04
4	Kadar Lumpur, %	0,33

Sumber: Balitbang Industri Departemen Perindustrian, 2004.

Serbuk kulit kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari penggilingan kulit kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk kulit kerang yang homogeneity akan menjadikan campuran yang lebih reaktif. Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silica sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku beton

Sebagian besar halaman rumah para nelayan yang berdekatan dengan pesisir pantai nyaris tertutup oleh limbah kulit kerang. Selain itu, kulit kerang juga banyak dijumpai di tempat warung penjualan kerang rebus / seafood. maka dari itu, untuk meminimalisir limbah kulit kerang tersebut yang dihasilkan setiap harinya, dalam penelitian ini kulit kerang akan dimanfaatkan sebagai campuran pembuatan bata.

2.6. Penelitian Terdahulu

Dalam sub bab ini menyampaikan beberapa penelitian terdahulu sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan penulis membuat penelitian secara keseluruhan serta menggambarkan secara jelas perbedaan penelitian yang akan penulis lakukan dengan penelitian lain yang telah ada sebelumnya serta memperkuat atau mendukung kekuatan penelitian penulis dengan adanya referensi ilmiah dari penelitian terdahulu.

Penulis ingin menyampaikan beberapa penelitian terdahulu mengenai bahan bangunan konstruksi dengan bahan campurang serbuk cangkang kerrang seperti pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

No	Judul Jurnal	Pembahasan
1	Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar	Hasil Penelitian ini menjelaskan: Penambahan serbuk cangkang kerang hingga kadar tertentu pada campuran beton mengakibatkan peningkatan nilai kuat tekan.

No	Judul Jurnal	Pembahasan
	<p>Palu Dan Agregat Halus Pasir Mahakam (Suhendar Rahmadi, Fachriza Noor Abdi, 2017).</p>	<p>Kemudian kuat tekan beton tanpa penambahan serbuk cangkang kerang adalah sebesar 16,609 MPa pada umur 14 hari dan 21,233 MPa pada umur 28 hari sedangkan nilai kuat tekan maksimum penambahan serbuk cangkang kerang terjadi pada persentase 6% sebesar 18,688 MPa pada umur 14 hari dan 23,071 MPa pada umur 28 hari. Kadar optimum penambahan serbuk cangkang kerang berada pada persentase 5,8% dengan nilai kuat tekan sebesar 22,84 MPa meningkat 7,57% terhadap nilai kuat tekan beton normal.</p>
2	<p>Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Bata Beton Ringan Seluler Berbahan Dasar Bottom Ash (Jananda & S, 2018).</p>	<p>Hasil penelitian ini menyimpulkan:</p> <p>Penambahan Bottom Ash dan serbuk cangkang kerang sebagai bahan pengganti sebagian semen pada bata beton ringan seluler ini berpengaruh pada berat volume dan kuat tekan.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dari hasil penambahan sesuai komposisi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% mengalami kenaikan dari komposisi kontrol hingga 4% dan kemudian menurun pada berat volume dan kuat tekan. Jadi semakin bertambah banyak penambahan Bottom Ash dan SCK akan terjadi penurunan pada berat volume dan kuat tekan, namun secara keseluruhan stabil - Dari hasil uji penyerapan air pada komposisi kontrol hingga 4% mengalami penurunan dan kemudian naik pada 6% lalu turun pada komposisi 8%. - Hubungan antara berat volume dengan kuat tekan pada umur 28 hari yang saling

No	Judul Jurnal	Pembahasan
		<p>berhubungan. Bahwa semakin besar berat volume kuat tekan meningkat dan begitupun sebaliknya.</p> <p>Hubungan antara berat volume dengan waktu pengeringan saling berpengaruh. Dari hasil penelitian biasanya semakin lama waktu pengeringan nilai berat volume pun menurun. Sedangkan hubungan antara kuat tekan dengan waktu pengeringan saling mempengaruhi. Hal ini terbukti semakin lama waktu pengeringan maka nilai kuat tekannya semakin besar.</p> <p>Hubungan antara kuat tekan terhadap berat volume pada umur 28 hari, dari hasil penelitian beberapa benda uji yang memiliki berat volume rendah tetapi kuat tekannya tinggi, sehingga antara berat volume terhadap kuat tekan saling mempengaruhi.</p> <p>Kadar optimum penambahan serbuk cangkang kerang adalah 4%. Hal ini dilihat dari berat volume yang besarnya 1,021 gram/cm³ , kuat tekan paling tinggi sebesar 3,35 MPa, dan nilai penyerapan air sedikit yaitu sebesar 27%.</p>
3	<p>Pembuatan Batako Dengan Serbuk Kulit Kerang Bulu (Anadara Antiquata) Dan Sikacim Concrete Additive (Arisandi et al., 2018).</p>	<p>Hasil Penelitian ini menjelaskan:</p> <p>Hasil pengujian rata-rata ulangan berat jenis agregat halus telah memenuhi BSN 1970:2008 meliputi berat jenis curah (Sd) sebesar 2,50(maksimal 2,50), jenuh kering permukaan (Ss) sebesar 2,55 (tidak ada standar), berat jenis semu (Sa) sebesar 2,63(tidak ada standar) dan penyerapan air (Sw) sebesar 2,03%(maksimal 5%).</p>

No	Judul Jurnal	Pembahasan
4	Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batako Dengan Variasi Penambahan Abu Cangkang Kerang (David, 2019).	<p>Hasil penelitian ini menjelaskan:</p> <p>Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan batako digunakan masing-masing komposisi abu cangkang kerang yaitu 5%, 15%, 25% dan 30% telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan pada komposisi 5% dan 25% hal ini sesuai dengan standar SNI 3-0349-1989 kategori kelas IV dan kelas III tingkat mutu bata beton pejal dengan nilai 25 Kg/cm² dan 40 Kg/cm² yang bearti penggunaan optimum abu cangkang kerang pada proses pegujian kuat tekan adalah pada persentase penambahan abu cangkang kerang 5%.</p> <p>Berdasarkan hasil pengujian daya serap air batako digunakan masing-masing komposisi abu cangkang kerang yaitu 5%, 15%, 25% dan 30% telah memenuhi nilai standar yaitu nilai daya serap air batako pada komposisi 5% sampai 30% secara berturut-turut yaitu 7,35%, 7,41%, 7,97% dan 2,14% lebih kecil dari 20% ini sesuai dengan standar SNI 3-0349-1989. Seperti halnya pada pengujian kuat tekan, pada pengujian daya serap sendiri persentase optimum penambahan abu cangkang kerang adalah 5%. Ini dikarenakan nilai daya serap air didapatkan dibawah dari 20%.</p>
5	Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan	<p>Hasil penelitian ini menjelaskan:</p> <p>Pengujian penggunaan cangkang kerang sebagai pengganti sebagian pasir mempengaruhi nilai kuat tekan menjadi menurun pada setiap</p>

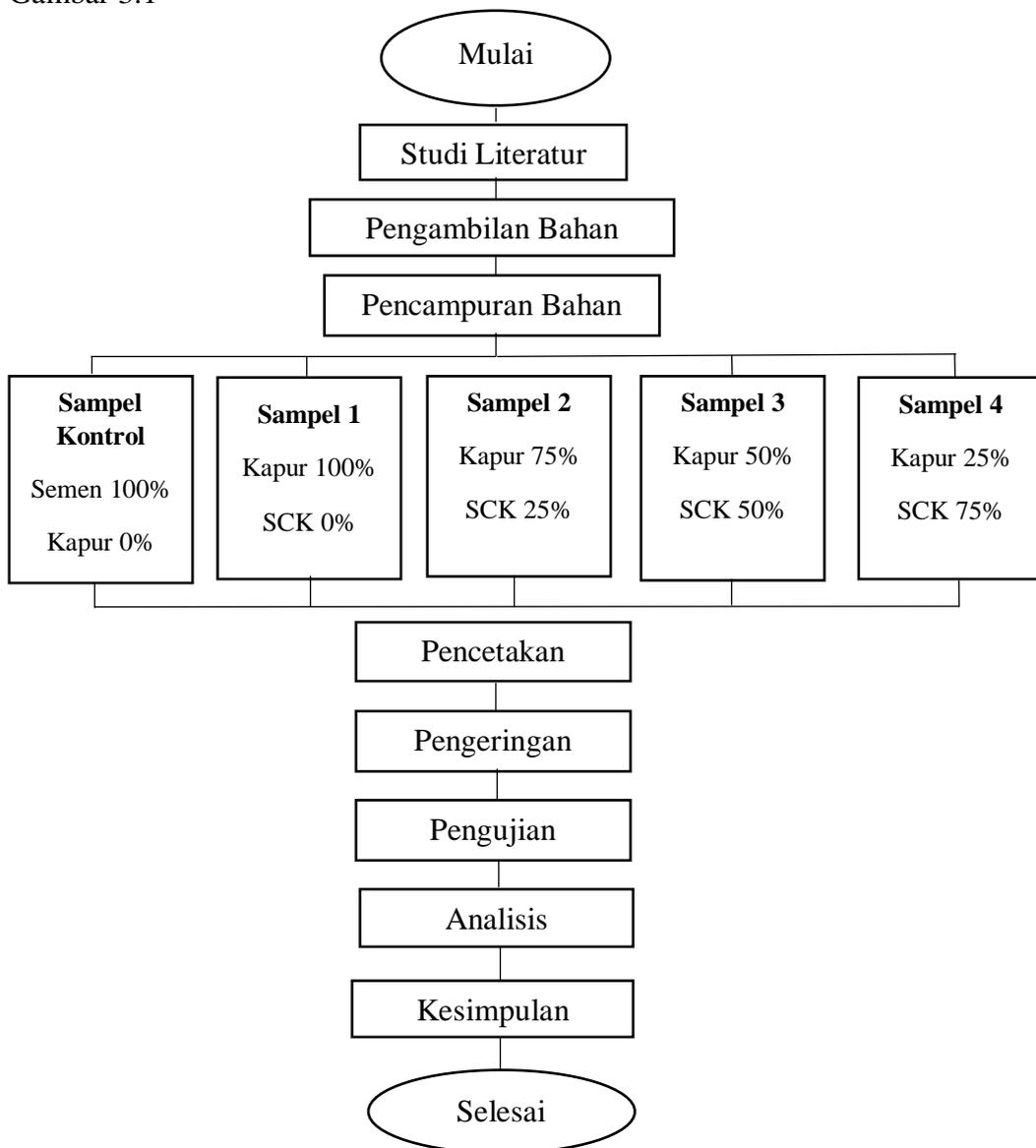
No	Judul Jurnal	Pembahasan
	<p>Daya Serap Air Pada Batako (Vilpa, 2021).</p>	<p>variasinya. Semakin besar variasi penggunaan cangkang kerang maka nilai kuat tekan yang didapat semakin menurun. Semua masih tergolong kedalam mutu batako kelas I dengan kuat tekan minimum 100kg/cm² sesuai dengan SNI 03-0349-1989.</p> <p>Pengujian terhadap daya serap air yang dihasilkan mengalami kenaikan pada setiap variasinya dari variasi 0% - 7,5% penggunaan limbah cangkang kerang. Semakin besar variasi penggunaan cangkang kerang maka semakin besar pula daya serap air yang didapat.</p>
6	<p>Uji Fisis Paving Block Dengan Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda Erosa) (Masthura et al., 2021).</p>	<p>Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan Penggunaan abu cangkang kerang kepah sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan paving block berpengaruh terhadap nilai densitas, daya serap air dan porositas. Pada setiap variasi campuran 5- 15% menghasilkan penurunan nilai densitas yaitu sebesar 1,81; 1,77; dan 1,62 (g/cm³), mencapai nilai standar densitas beton ringan. Untuk nilai daya serap air pada setiap variasi campuran 0-15% mengalami peningkatan yaitu sebesar 5,88; 6,26; 7,37 dan 7,58%, telah memenuhi SNI 03-0691- 1996. Kemudian untuk nilai porositas mengalami peningkatan pada variasi campuran 0-15% yaitu sebesar 9,95; 10,96; 13,41 dan 14,22%</p>

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) yang mana bagan alir ini sebagai pedoman penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Bagan alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Dimulai dengan studi literatur yaitu serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian. Kemudian mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan selama proses penelitian dan memisahkan bahan-bahan tersebut untuk setiap variasi. Bahan dicampur sesuai variasi kemudian dilakukan pencetakan menggunakan alat yang sudah disediakan. Setelah pencetakan benda uji (bata) dikeringkan dengan suhu ruangan selama 28 hari. Benda uji (bata) yang sudah kering 28 hari di lakukan beberapa pengujian atau penelitian serta menganalisis untuk kemudian dikumpulkan dan dicatat hasil pembahasannya. Data-data yang sudah di kumpulkan kemudian disimpulkan untuk menentukan variasi mana yang terbaik dan penelitian selesai.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 12 Desember 2022 sampai dengan selesai. Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan. Selanjutnya untuk pengujian daya tahan (Durability) juga dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental, dengan menggunakan pendekatan secara kuantitatif. Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian.

3.4. Alat dan Bahan

Pada penelitian pembuatan bata tekan tanpa bakar dengan campuran serbuk cangkang kerang ini, digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

3.4.1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan bata, yaitu:

- 1) Cangkul
- 2) Pengaduk
- 3) Ember
- 4) Alat cetakan bata
- 5) Mesin hidrolik press bata
- 6) Timbangan digital
- 7) Palu / besi
- 8) Cawan besi

3.4.2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan bata, yaitu:

- 1) Air

Air digunakan dalam proses pembuatan bata agar terjadinya proses kimiawi dengan semen atau kapur yang menyebabkan adanya pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada bata. Air yang digunakan adalah air bersih yang bersumber dari PDAM Tirtanadi yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UMSU seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Air

2) Tanah liat

Tanah liat diambil dari satu titik agar mendapatkan indeks plastisitas yang sama pula. Tanah yang digunakan adalah tanah yang di ambil di daerah Deli Serdang, Desa Sidourip. Tanah galang yang akan digunakan memiliki indeks plastisitas kurang lebih sebesar 25%-30%. Tanah dijemur sebelum dipakai untuk pengujian seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tanah Liat

3) Serbuk cangkang kerang

Kulit kerang dikumpulkan dari rumah makan seafood yang ada di Medan. Pekerja di restoran memisahkan sampah kulit kerang dengan sampah makanan lainnya untuk kemudian dikumpulkan setelah restoran tutup. Cangkang kerang dibersihkan menggunakan air kemudian dijemur dibawah terik matahari seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Cangkang Kerang

Setelah dijemur untuk menghilangkan kadar airnya, kulit kerang kemudian ditumbuk secara manual menggunakan alat tumbuk baja sampai lolos saringan no.40 (0,425 mm) seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Serbuk cangkang kerang

4) Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tipe 1 dengan merek Tiga Roda yang sesuai dengan standar yang sudah ditentukan seperti pada Gambar 3.6.



Gambar : 3.6 Semen

5) Kapur

Kapur adalah bahan yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan bata. Penelitian ini menggunakan kapur dengan merek Unicarb dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Spesifikasi kapur

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	080121-1
MFG Date	Agustus-16-2021
Quality Maintenance Term	September-30-2024
ASSAY (compexometric, calculated on dried substance)	
Substance insoluble in acetic acid	<0.3%
Substance insoluble in hydrochloric acid	<0.3%
Chloride (Cl)	<0.02%
Fluoride (F)	<0.005%
Sulphate (SO ₄)	<0.05%
Heavy Metals (as pb)	<0.002%
As (Arsenic)	<0.003%
Ba (Barium)	passes test
Fe (iron)	<0.002%
Hg (Mercury)	<0.00005%
Pb (Lead)	<0.0003%
Magnesium and alkali metals	<0.2%
Appearance	White Powder
Fineness : #	
Residue on a 45 um sieve (ISO 787/7)	<0.5%
Top cut (d97)	10 µm
Particles < 5 um	40%
Whiteness : #	
Brightness (Ry, C/22, DIN 53163)	93%
Moisture, ex works (ISO 787/2)	0.5%
Bulk Density	0.5 gm/cc
Ca(OH) ₂	93.66%
CaO	70%

Jenis kapur yang dipakai adalah kapur hidrolis, kapur hidrolis adalah kapur bangunan yang mengandung tanah liat dan oksidasi besi. kapur hidrolis jika diaduk dengan air campuran tersebut dapat mengeras. Kapur hidrolis terbentuk melalui hidrolisis, suatu reaksi kimia di mana molekul air memutuskan satu atau lebih ikatan kimia. Kapur hidrolis terbuat dari kapur yang tidak murni, proses hidrolisis menyebabkan kecepatan pengaturan awal produk menjadi lebih cepat.

Sedangkan kapur non-hidrolis terbuat dari batu kapur murni. Kapur non-hidrolis dihasilkan dengan membakar batu kapur murni di tempat pembakaran dan kemudian dilarutkan dengan air. Berbeda dengan kapur hidrolis, kapur ini akan mengeras melalui penyerapan karbon dioksida dari udara. Gambar 3.7 dibawah adalah kapur yang digunakan untuk penelitian ini.



Gambar: 3.7 Kapur

6) Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir yang dibeli dari toko bahan bangunan yang berasal dari sungai. Kemudian pasir juga lolos saringan 100 seperti pada Gambar 3.8.



Gambar: 3.8 Pasir

3.5. Pembuatan Bata

Tujuan tahapan penelitian ini secara keseluruhan yaitu membuat benda uji (Bata). Adapun tahapan pembuatan bata sebagai berikut:

3.5.1. Pengumpulan Bahan

Dalam pembuatan bata, langkah pertama yang harus di kerjakan adalah Pengumpulan bahan pokok yaitu bahan umum yang digunakan dalam pembuatan bata tekan tanpa bakar seperti: air, tanah liat, semen, kapur, dan pasir.

Kemudian untuk bahan serbuk cangkang kerangnya dibutuhkan beberapa proses dari cangkang kerang menjadi serbuk cangkang kerang yang dapat digunakan dalam pencampuran bahan. Proses tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. cangkang kerang di cuci dan di bersihkan agar tidak ada kotoran atau sisa daging yang masih menempel
2. kemudian cangkang kerang yang sudah dibersihkan dijemur dibawah sinar matahari sampai kering atau sampai tidak ada air lagi yang tersisa
3. setelah kering merata, cangkang kerang di hancurkan secara manual menggunakan alat tumbuk baja, kemudian dihaluskan lagi menggunakan palu di dalam cawan.
4. Cangkang kerang dihaluskan kemudian di saring hingga lolos saringan 40.

3.5.2. Proses Pembuatan bata

Adapun prosedur pelaksanaan pembuatan bata sebagai berikut:

1. Tahapan awal yaitu persiapan bahan campuran yang direncanakan pada wadah yang terpisah
2. Kemudian menyiapkan tempat/lahan yang cukup menampung volume bahan rencana
3. Memasukan tanah kedalam wadah
4. Lakukan pencampuran dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk
5. Kemudian diaduk hingga bahan campuran merata
6. Lakukan percetakan menggunakan cetakan dari baja kemudian di press menggunakan mesin hidrolik press bata
7. Keluarkan bata dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan batu bata memanfaatkan cahaya matahari. Pejemuran batu bata menggunakan dua sisi miring
8. Penataan susunan batu bata kering yang telah selesai dijemur

Untuk Mix Desain atau komposisi bata dalam penelitian ini terdapat total 5 variasi termasuk variasi kontrol. Untuk kontrol menggunakan semen 100% yaitu sebagai patokan perbandingan ketahanan bata nantinya. Sedangkan untuk yang variasi tidak menggunakan bahan pengikat semen tetapi memakai kapur dan serbuk cangkang kerang sebagai bahan pengganti pengikatnya. Komposisi bahan di rangkum dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Komposisi campuran benda uji

Keterangan	Pengikat (gr)			Tanah Merah (gr)	Pasir (gr)	Jumlah Air (ml)	Kode Sampel
	Semen	Kapur	SCK				
Kontrol	100	-	-	800	800	300	K

Keterangan	Pengikat (gr)			Tanah Merah (gr)	Pasir (gr)	Jumlah Air (ml)	Kode Sampel
	Semen	Kapur	SCK				
Variasi 1	-	100	-	800	800	300	V1
Variasi 2	-	75	25	800	800	300	V2
Variasi 3	-	50	50	800	800	300	V3
Variasi 4	-	25	75	800	800	300	V4

3.6. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh sudah sampai lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan di laksanakan dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.7. Persiapan Pembuatan Bata

Alat- alat yang dipersiapkan untuk proses pembuatan dan pengujian bata sebagai berikut:

1. Pembuatan alat cetak bata dengan pompa hidrolik
2. Alat Uji Kuat Tekan (Compression Test)
3. Timbangan
4. Oven
5. Bejana
6. Tempat penelitian di laborotorium Teknik Sipil UMSU

3.8. Pemeriksaan Bahan

Sebagian besar volume batu bata merah terdiri dari agregat halus. Sifat dan jenis agregat sangat mempengaruhi mutu batu bata merah tersebut antara lain sifat pengerjaannya, kekuatannya, keawetannya. Oleh karena itu sebelum digunakan agregat tersebut harus diuji terlebih dahulu.

Material tanah lempung yang digunakan berasal tanah asli di Desa sidourip Lubuk Pakam. Untuk air yang dipergunakan adalah air PDAM.

3.9. Sifat Mekanik Bata

Sifat mekanis batu bata adalah sifat yang ada pada batu bata jika dibebani atau dipengaruhi dengan perilaku tertentu Civil Engineering Materials, berikut ini sifat mekanis pada batu bata (Setyawan et al., 2013).

3.9.1. Penyerapan air

Penyerapan air adalah kemampuan maksimum bata untuk menyimpan atau menyerap air atau lebih dikenal dengan bata yang jenuh air. Standar penyerapan maksimum 20% dan rumusnya merujuk pada persamaan 2.2

3.9.2. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam bata dengan berat kering batu bata. Kadar air (W) di rumuskan Pada Persamaan 3.1.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

W_w = Berat normal (gr).

W_s = Berat kering (gr).

3.9.3. Berat Jenis

Berat jenis di definisikan sebagai massa per satuan volume. Didefinisikan pada Persamaan 3.2 berikut.

$$\text{Berat Jenis } (\rho) = \frac{\text{Massa } (M)}{\text{Volume } (V)} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (3.2)$$

Keterangan:

M = Berat normal (gr).

V = Volume benda (cm³).

3.9.4. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan yang disyaratkan SNI-15-2094-2000 dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3.3 Kuat tekan pasangan dinding

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 bata yang diuji kg/cm ² (Mpa)	Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji %
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

Sumber: SNI-15-2094-2000

dengan demikian kuat tekan dapat dihitung dengan rumus pada Persamaan 3.3:

$$\text{Kuat tekan (f)} = \frac{P \text{ max}}{A} \quad (3.3)$$

Keterangan:

Pmax = Maksimum besaran gaya tekan (kg).

A = luas penampang (cm²).

f = kuat tekan benda uji (kg/cm²)

3.9.5. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas pasangan batu bata biasanya didekati dari kekuatan tekanya dengan Persamaan 3.4.

$$E_m = k \cdot f_m \quad (3.4)$$

Keterangan:

k = Konstanta yang ditentukan dari pengujian laboratorium.

f_m' = Kuat tekan struktur pasangan bata (MPa).

Beberapa persamaan modulus elastisitas ditunjukkan pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Persamaan modulus elastisitas

No	Pustaka	Modulus Elastisitas dari pasangan batu bata
1	Paulay and Priestley, 1992	$E_m = 750 f_m'$
2	FEMA 273, 1997	$E_m = 550 f_m'$
3	Eurocode 6, 2001	$E_m = 1000 f_m'$
4	ACI 530, 2005	$E_m = 700 f_m'$
5	Kaushik, et al, 2007	$E_m = 550 f_m'$

Sumber: Wisnumurti 2013

3.9.6. Daya Tahan (*Durability*)

Daya Tahan atau durabilitas merupakan kemampuan suatu struktur untuk menahan serangan fisika, kimia, dan biologi selama masa waktu tertentu tanpa kerusakan berarti. Pada umumnya durabilitas berkaitan dengan keawetan campuran dalam kurun waktu yang lama pada temperatur dan kondisi air rendaman tertentu. Sifat durabilitas bata hendaknya harus tahan terhadap pengaruh lingkungan dan cuaca. Salah satu sifat dari durabilitas bata adalah tahan terhadap pengaruh kimia yang terkandung dalam air laut, air gambut, air limbah, zat-zat kimia hasil industri, buangan air kotor kota, dan sumber air lainnya.

3.10. Pengujian Bata Merah

Bata merah menjadi hal yang sangat paling diperhatikan baik pada segi arsitektur ataupun struktur yang tahan lama di dalam konstruksi. Pada bangunan. Kondisi ini harus di pertahankan agar bangunan berdiri dengan sempurna, akan tetapi sesekali juga harus memerlukan perhatian apabila batu bata di bangunan mengalami merembes atau lembab dan bejamur itu akan mengakibatkan tidak memiliki nilai jual terhadap bangunan tersebut.

Kekuatan batu bata merah akan berkurang, menurut penelitian perawatan batu bata merah yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1) Uji Serap Air

Pengujian ini dilakukan dengan cara batu bata diambil dengan cara diacak dalam keadaan kering kemudian di rendam air sampai semua porinya terisi air. Maka hasil dari penelitian berat air yang terserap batu bata dibandingkan berat bata adalah angka serap air pada batu bata merah.

2) Uji Kekerasan

Menurut SNI 15-2094-2000 batu bata di uji dengan di tekan hingga hancur dengan kecepatan penekanan yang diatur hingga sama dengan $2 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$.

3) Uji bentuk dan ukuran

- a. Kerataan
- b. Keretakan
- c. Kesikuan
- d. Ketajaman

4) Uji Bunyi

Dilakukan dengan cara memegang dua batu bata kemudian memukulkan dengan satu sama lain dengan pukulan tidak terlalu keras. Batu bata yang baik akan mengeluarkan bunyi yang nyaring. Pengujian ini merupakan salah satu parameter kekeringan dari batu bata, tentu saja bunyi akan tidak menyaring apabila batu bata dalam keadaan basah.

5) Uji Kandungan Air

Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam sebagian tubuh batu bata kedalam air, kemudian air akan terserap batu bata sampai bagian batu bata yang tidak di rendam. Selama proses inilah garam-garam yang terkandung batu bata akan terlarut ke bagian atas yang tidak direndam air. Garam-garam pada batu bata berupa bercak putih, batu bata dikatakan baik jika bercak putih menutup

permukaan batu bata kurang dari 50%. Batu bata yang kandungan garam tinggi secara langsung akan sangat berpengaruh pada perletakan batu bata dengan mortar pengisi, antara batu bata dan mortar pengisi akan menurunkan kualitas batu bata.

6) Uji Berat Jenis

Berupa pengujian berat jenisnya pada bata dengan prinsip penimbangan berat bata dengan berat tertentu (kg) lalu di masukan dalam air yang telah di ketahui volume (ml), hitung selisih air sebelum dimasukan bata dengan setelah dimasukan bata.

3.11. Uji Durability (ASTM D559)

Tes ASTM D559 melibatkan persiapan dua sampel tanah-semen dan melakukan 12 siklus pembasahan dan pengeringan bergantian. Sampel direndam selama 5 jam dalam air pada suhu ruangan, kemudian dibiarkan mengalir selama 19 jam sebelum ditempatkan dalam oven berventilasi pada suhu 60°C selama 19 jam. Setelah didinginkan hingga suhu ruangan, sampel ditimbang dan diukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air, dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang. Selama pengujian, sikat gores kawat yang terbuat dari bulu kawat pipih berukuran 2 kali 1/16 inci yang dikelompokkan dalam baris 5x10 digunakan untuk menerapkan 18-20 sapuan vertikal pada permukaan setiap sampel (Ricard et al., 2018)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

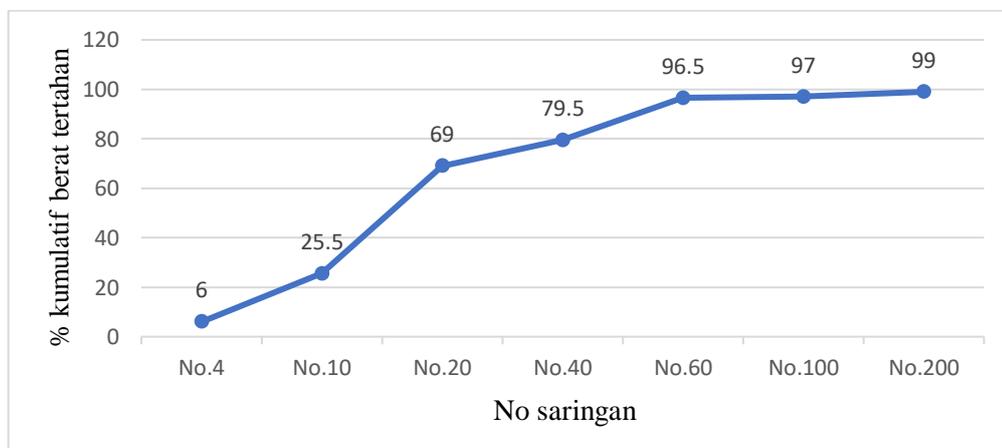
4.1 Pengujian Sifat Fisik Material Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah merah. Menurut SNI 03-4431-1997, tanah liat/lempung merupakan bahan utama yang dipakai dalam pembuatan batu bata merah. Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felspar, felspar merupakan senyawa dari silika-kalsium-aluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium aluminium.

4.1.1 Pemeriksaan Analisa Butiran Tanah Merah

Tujuan Analisa Butiran Tanah adalah pembagian butiran (gradasi) tanah. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada tanah merah. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran jaring-jaring tertentu. Analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan, dimana lubang – lubang atau diameter dari ayakan tersebut berurutan dan makin kecil. Analisa saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan no.200 (0,075mm)

Dari pemeriksaan di laboratorium, percobaan untuk mengidentifikasi contoh tanah, maka diperoleh data seperti pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Grafik analisa butiran tanah merah

Dari hasil pengujian didapat hasil seperti pada gambar grafik, semakin tinggi nomor saringan atau semakin kecil diameter saringan maka semakin tinggi nilai % kumulatif berat tertahanya yaitu sebesar 99%. Klasifikasi tanah menurut SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan Teknik, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan No.200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.

4.1.2 Kadar Air Tanah Merah

Uji kadar air dimaksudkan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol notasi w dan dinyatakan dalam persen (%).

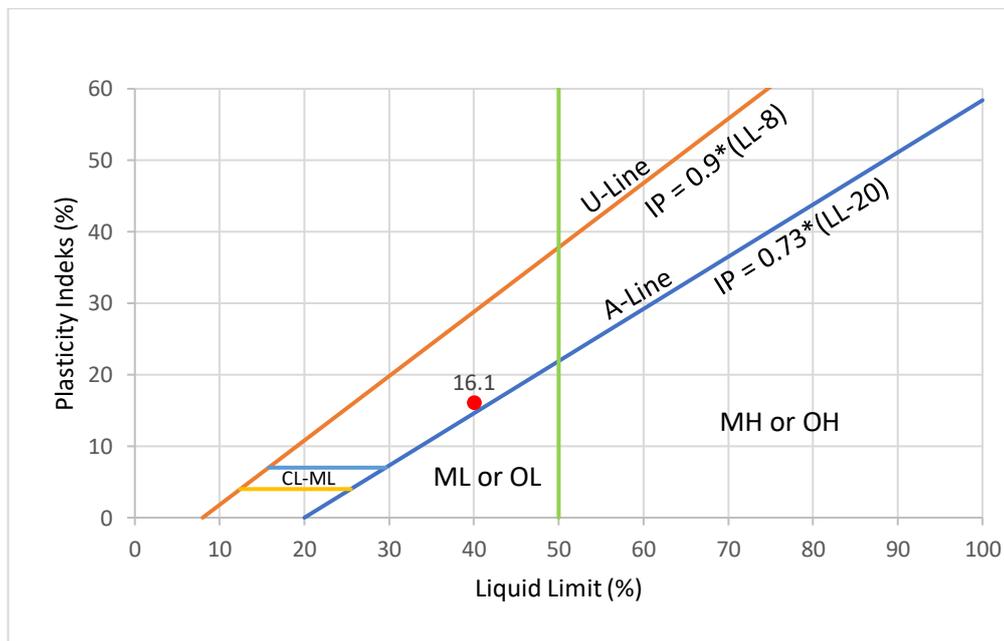
Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% berarti tanah tersebut masih dapat dikatakan normal, tetapi jika kadar air melebihi 100% tanah tersebut dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20 % tanah tersebut dikatakan kering.

Maka dari hasil kadar air tanah merah rata-rata kadar air 32,8% masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

4.1.3 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah

Pengujian Indeks Plastisitas tanah dilakukan untuk menentukan keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji *casagrande*. Kemudian hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan alat *casagrande* digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan. Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu presentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung. Sedangkan Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai plastisitas tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

Gambar 4.2 memberikan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas (*plasticity chart*) Casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis-A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastis dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis-A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73(LL-20)$. Garis-A ini memisahkan antara lempung inorganik dan lanau inorganik. Lempung inorganik akan berada di atas Garis-A, dan lanau inorganik berada di bawah Garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (di bawah Garis-A dan dengan LL berkisar antara 30-50%) yang mana merupakan lanau inorganik dengan derajat pemampatan sedang. Lempung organik berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat penampatan yang tinggi (di bawah Garis-A dan LL lebih besar dari 50%). Selain Garis-A, terdapat pula Garis-U (*U-Line*) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL-8)$. Hasil pengujian plastisitas tanah Merah dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Grafik Casagrande indeks plastis tanah merah

Dari hasil pengujian plastisitas tanah merah diperoleh Batas cair (*Liquid Limit*) 44% sedangkan Batas Plastis (*Plastic Limit*) 27,5%, maka didapat Indeks

Plastisitas (*Plasticity Index*) dari tanah Merah sebesar 16,1%. Berdasarkan nilai Indeks plastisitas yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung inorganik dengan indeks plastisitas sedang.

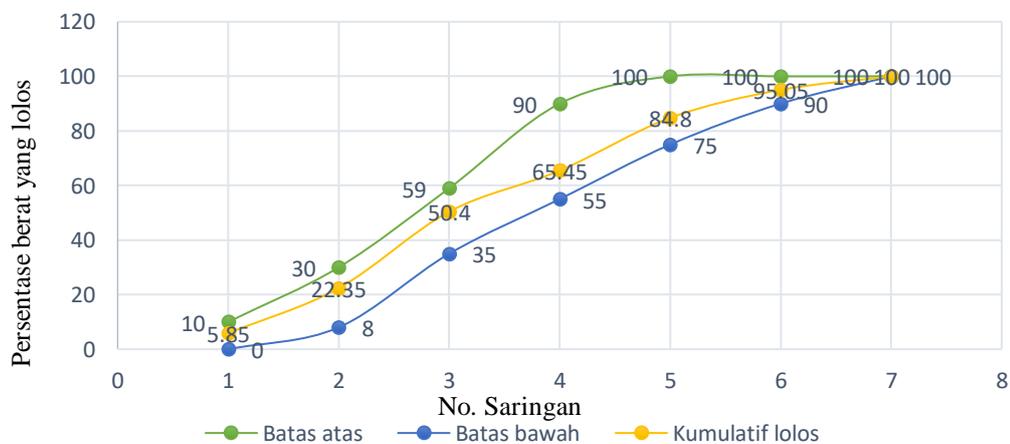
4.2 Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

Pasir mempunyai tekstur butiran yang menyerupai pasir sehingga dapat difungsikan sebagai material yang mampu mengurangi resiko terjadinya penyusutan dan retak yang signifikan pada bata dan mencegah supaya bata tidak melengkung setelah kering sehingga kuat tekan bata tersebut bisa meningkat. Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif (Dhiaulhaq, 2018).

4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat dan bahan serta cara pengujian dikerjakan sesuai dengan SNI S-04-1989 serta mengikuti buku panduan praktikum program studi Teknik Sipil UMSU. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, agak halus, atau pasir halus. Nilai kumulatif agregat di dapat seperti pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Grafik analisa saringan agregat halus

Dari pengujian didapat hasil FM sebesar 2,76%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 – 3,8% (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Agregat tersebut berada di zona 2 (Pasir sedang).

4.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas pasir. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian kadar lumpur dalam pasir dengan cara endapan lumpur. Pengujian harus memenuhi SNI S-04-1989-F yaitu Kadar lumpur pada agregat normal mengandung agregat halus (pasir) maksimal 5% dan untuk agregat kasar (split) maksimal 1% (Batubara et al., 2022).

Dari hasil uji Kadar Lumpur penulis didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,21%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.2.3 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan yang kering. Kadar air agregat dipengaruhi oleh besar jumlah air yang terkandung pada pori-pori agregat, semakin besar selisih antara agregat semula dengan agregat setelah kering oven maka semakin besar kadar air agregat maka banyak pula air yang dikandung oleh pori- pori agregat tersebut dan sebaliknya sehingga dapat sesuai untuk campuran bata (Rahmawati, 2020).

Dari hasil kadar air didapat nilai rata-rata 5,43 % maka, didapatlah persentase kadar air pada percobaan pertama sebesar 4,33% sedangkan pada percobaan kedua sebesar 6,52% dan hasil tersebut memenuhi standart yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20%.

Jadi, pada agregat ini memenuhi standard dan layak untuk dipakai dalam campuran bata. Sehingga tidak perlu menambah atau mengurangi dari nilai jumlah air yang dibutuhkan.

4.3 Pengujian Daya Serap Bata

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing-masing variasi persentase serbuk cangkang kerang dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskom berisi air selama 24 jam

Gambar 4.4 menjelaskan proses pengeringan benda uji menggunakan oven selama 12 jam dengan suhu 199,5-200 °C untuk kemudian masuk ke tahap pengujian selanjutnya.



Gambar 4.4 Proses pengeringan benda uji

Gambar 4.5 menjelaskan proses perendaman benda uji setelah pengeringan menggunakan oven, perendaman dilakukan di wadah berisi air bersih selama 24 jam dan pastikan benda uji terendam dengan keseluruhan.



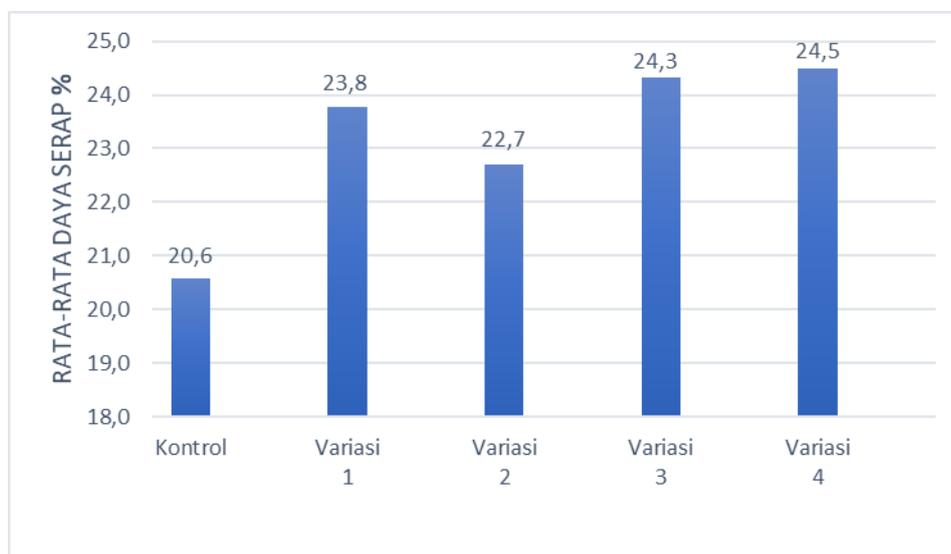
Gambar 4.5 Proses perendaman benda uji

Gambar 4.6 menjelaskan proses setelah perendaman selama 24 jam kemudian benda uji di timbang untuk melihat hasil penyerapan air nya.



Gambar 4.6 benda uji setelah direndam

Pada penelitian pengujian daya serap bata yang di uji adalah nilai Daya Serap bata dari masing-masing sampel. Adapun dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4.7 Grafik daya serap bata

Bata merupakan material yang bersifat higroskopis artinya mudah menyerap air. Bata yang berkualitas tinggi akan memiliki daya serap yang rendah terhadap air dan kelembapan, sebaliknya bata yang berkualitas rendah akan memiliki daya

serap yang tinggi terhadap air dan kelembapan. Umumnya bata dianggap baik bila memiliki daya serap air kurang dari 20 % (Dhiaulhaq, 2018).

Dari hasil pengujian daya serap dari masing masing sampel terdiri dari 2 benda uji didapat nilai rata-rata kontrol yaitu sebesar 20,6%, Variasi 1 sebesar 23,8%, Variasi 2 sebesar 22,7%, Variasi 3 sebesar 24,3 dan variasi 4 sebesar 24,5%. yaitu bata tersebut tidak standar SNI dimana nilai maksimal penyerapan adalah lebih dari 20%.

Dari total ke-5 sampel benda uji bata kontrol adalah yang paling ringan karena menggunakan bahan pengikat semen. Karena semen dapat lebih mengeras dan padat dibanding kapur atau serbuk cangkang kerang. Sehingga bata kontrol memiliki sedikit rongga yang dapat menyerap air. Untuk bata variasi, variasi 2-lah yang memiliki daya serap paling sedikit dibanding variasi lainnya. Menurut penelitian Lertwattanakul et al., partikel kapur yang berbentuk bulat dapat menyatu dengan partikel yang berbentuk jarum sehingga rongga pada bata lebih kecil dan memungkinkan bata tersebut memiliki daya serap yang lebih sedikit. Namun, formulasi pasti hasilnya dapat bervariasi tergantung pada proporsi yang digunakan. Maka dilakukanlah penelitian ini untuk menentukan hasil variasi yang lebih baik atau optimal (Lertwattanakul et al., 2012).

4.4 Pengujian Kadar Garam Bata

Pelapukan akibat garam – garam yang larut akan mengakibatkan ikatan yang tidak baik antara bata dengan adukan, juga daya tahan yang rendah bagi tembok bata, sehingga akan membahayakan bagi konstruksi tembok penahan beban maupun yang tidak menahan beban. Disamping itu pelapukan akan mengakibatkan ikatan yang buruk antara plesteran dan tembok dibelakangnya.

Telah diketahui bahwa ikatan tarik antara adukan dan bata adalah rendah, maka untuk mencegah terjadinya kehancuran, pelapukan akibat adanya garam – garam yang larut dalam bata harus dibatasi hanya sampai 5 % untuk setiap permukaan dari bata yaitu berupa suatu lapisan tipis berwarna putih. Karena garam putih bersifat rapuh, sehingga mengakibatkan batu bata terkikis akibat adanya garam – garam tersebut dan tampak jelas pada permukaan bata yang tidak diplester.

Pengujian kadar garam ini sangat sederhana sekali, sehingga pengujiannya pun bisa dilakukan dimana saja tanpa harus di laboratorium. Pengujian ini dilakukan secara visual (penglihatan), sehingga asumsi setiap orang akan berbeda dalam menentukan jumlah butiran atau kristal yang terdapat pada batu bata tersebut.

Gambar 4.8 merupakan benda uji atau bata sebelum dilakukan pengujian kadar garam.



Gambar 4.8 Sebelum pengujian kadar garam

Dari hasil pengujian kadar garam pada bata yang di uji tidak ditemukan adanya bercak-bercak putih pada bata, hal ini menunjukkan tidak adanya kadar garam pada bata. Bercak yang terdapat pada batu bata relative karena warna putih akibat adanya kapur hal ini tampak pada bagian putih yang muncul akibat butiran-butiran kapur pada bagian permukaan bata. Seperti pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Proses pengujian kadar garam dan hasil pengujian

Dari hasil penelitian diperoleh nilai kadar garam batu bata adalah 0% yang berarti tidak membahayakan. Sesuai dengan standart SNI dalam SNI-10 terdapat beberapa kategori untuk kadar garam yang larut dan membahayakan yaitu,

1. Tidak membahayakan:

Bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.

2. Ada kemungkinan membahayakan:

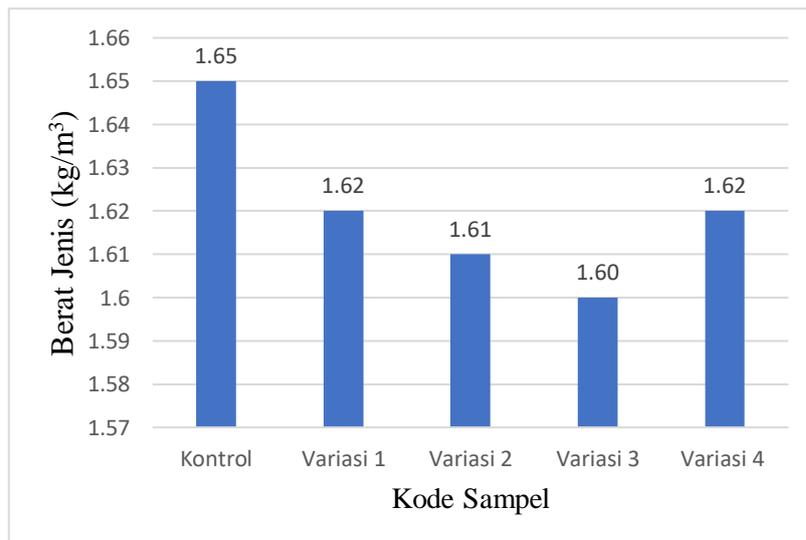
Bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagianbagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.

3. Membahayakan:

Bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

4.5 Pengujian Berat Jenis Bata

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berapa besar berat jenis per satuan kg/m^3 pada bata merah. Semakin ringan material penyusun dinding, maka semakin bagus dan dapat digunakan untuk daerah rawan gempa. Dari hasil penelitian berat jenis didapat hasil pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Grafik berat jenis bata

Dari grafik diatas rata-rata berat jenis bata adalah 1,62 kg/m³. Dari ke 5 sampel benda uji variasi 3 adalah yang paling ringan. Maka dapat disimpulkan bahwa variasi 3 lebih bagus digunakan karena ringan sebagai material penyusun dinding.

Rata-rata berat jenis setiap bata berbeda beda karena untuk bata kontrol lebih berat karena menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, semen dapat menyerap lebih banyak air dan lebih cepat mengeras sehingga air tidak mengalami penguapan pada saat pengeringan. Sedangkan untuk sampel bata variasi beratnya berbeda beda tetapi masih dalam batas toleransi karena menggunakan bahan pengikat kapur dan serbuk cangkang kerang, bahan tersebut sedikit lebih lama mengeras sehingga menyebabkan air yang terkandung pada saat penjemuran mengalami penguapan sebagian.

4.7 Sifat Tampak Bata

Hasil penelitian mengenai sifat tampak bata didapat hasil seperti pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Sifat tampak bata

Dari pengujian sifat tampak bata dapat disimpulkan bahwa bata tanpa bakar yang di uji sifat tampaknya ke limanya sampel bata tanpa bakar tanah merah seluruhnya memiliki sudut yang siku. Bata tanpa bakar yang di uji sifat seluruhnya memiliki suara tidak nyaring bila dipukul juga seluruhnya memiliki warna yang seragam dan juga memiliki bidang yang datar.

Dari data dan gambar diatas maka dapat dilihat hasilnya bahwa bata tekan tanpa bakar dari tanah merah memiliki sifat tampak yang sesuai dengan standar SNI, karena semua syarat untuk sifat tampak bata sudah terpenuhi.

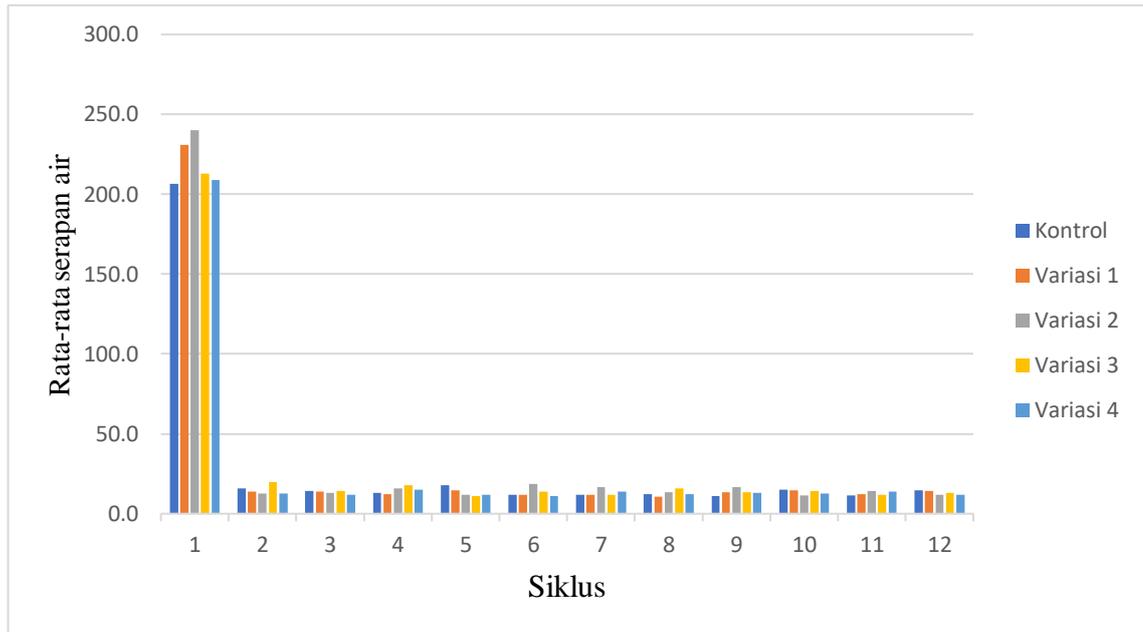
4.8 Pengujian Daya Tahan (Durability) Bata

Pengujian daya tahan bata menurut standar ASTM D559 memerlukan dua sampel pengujian dengan menimbang bata sebelum direndam, kemudian merendam bata selama 5 jam dan diangkat lalu di biarkan dalam suhu ruangan selama 19 jam. Lakukan kegiatan tersebut selama 12 siklus berturut. Proses pengujian dilakukan dengan sederhana dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pengujian daya tahan bata

Dari pengujian Daya tahan dengan menggunakan metode pengujian ASTM D559 didapat hasil pengujian pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik pengujian daya tahan (Durability) bata

Dari gambar grafik didapat nilai rata rata bata kontrol sebesar 29,7 gram, Variasi 1 sebesar 31,2 gram, Variasi 2 sebesar 33 gram, Variasi 3 sebesar 30,8 gram, dan Variasi 4 sebesar 29 gram. Dari ke 5 sampel didapat nilai daya tahan paling tinggi pada variasi 2 yaitu sebesar 33 gram dan daya tahan paling rendah terdapat di variasi 4 yaitu 29 gram.

Variasi 2 memiliki daya tahan lebih tinggi dibanding variasi lainnya karena menggunakan kapur 75% dan SCK 25%. Menurut penelitian Lertwattnaruk, Partikel serbuk cangkang kerang memiliki bentuk ramping seperti jarum, tidak seperti kapur yang berbentuk bulat. Hasilnya, morfologi internal yang dicampur cangkang kerang memiliki jaring yang terstruktur dan pori-pori yang lebih kecil. Dengan demikian, penambahan cangkang kerang pada kapur menghasilkan daya tahan lebih tinggi dibandingkan tanpa campuran cangkang kerang (Lertwattnaruk et al., 2012).

Variasi 4 memiliki daya tahan yang lebih rendah karena menggunakan kapur 25% dan SCK 75%. Menurut penelitian Lertwattnaruk, Semakin tinggi volume serbuk cangkang kerang dalam adonan dapat meningkatkan penyusutan adonanya, karena kehalusanya lebih rendah dibandingkan dengan kapur. Oleh karena itu partikelnya tidak dapat memasukkan dirinya ke dalam rongga di antara partikel-

partikel kapur. Hal ini menyebabkan struktur internal menjadi kurang padat dan meningkatkan penyusutan daya tahanya.

Maka dari itu lebih banyak kapur yang dicampur dibanding dengan serbuk cangkang kerang memiliki daya tahan atau durabilitas yang lebih baik karena partikel kapur dan partikel serbuk cangkang kerang menyatu dapat meningkatkan ketahanannya. Sedangkan lebih banyak serbuk cangkang kerang dibanding kapur menyebabkan bata menjadi kurang padat dan menyusut daya tahanya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya tahan bata tekan tanpa bakar dengan penambahan serbuk cangkang kerang memiliki daya tahan yang tinggi di banding dengan tanpa penambahan serbuk cangkang kerang seperti pada variasi 2 sebesar 33 gram.
2. Penambahan serbuk cangkang kerang berpengaruh terhadap durabilitas bata, namun jika terlalu banyak menambahkan serbuk cangkang kerang juga dapat menurunkan durabilitas bata itu sendiri.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran dari penulid yang perlu diperhatikan, yaitu

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui komposisi yang pas agar daya tahan bata lebih baik
2. Sebaiknya perendaman dengan metode drying dan wetting dilakukan dengan siklus yang variasi, misalnya 7 hari, 14 hari, dan 21 hari, agar dapat mengetahui seberapa besar waktu mempengaruhi daya tahan bata, daya serap air dan juga berat jenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, B., Daulay, S. B., & Sigalingging, R. (2017). Pembuatan Batako dengan Serbuk Kulit Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) dan Sikacim Concrete Additive. Badan Pusat Statistika (BPS). 2016. Ekspor Kepiting dan Kerang-kerangan Menurut Negara Tujuan Utama 2002-2015. <http://bps.go.id>[22 Maret 2016].
- Batubara, F. Y., Studi, P., Mekanisasi, T., Pertanian, P., & Payakumbuh, N. (2022). Kabupaten Limapuluh Kota. 12(01), 95–100.
- David, L. (2019). *Uji kuat tekan dan daya serap air batako dengan variasi penambahan abu cangkang kerang*. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Dhiaulhaq, N. H. (2018). *Batu Bata Merah Interlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali Iia Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Harnadi, I. T. (2022). Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat). *Jurnal Sipil Sains*, 12(2).
- Isma, F. Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(2 DES), 8-12.
- Jananda, M. F., & Sofianto, M. F. (2018). Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Berat Volume, Kuat Tekan Dan Penyerapan Air Bata Beton Ringan Seluler Berbahan Dasar Bottom Ash. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3), 1-8.
- Lertwattanakul, P., Makul, N., & Siripattaraprat, C. (2012). Utilization of Ground Waste Seashells In Cement Mortars For Masonry And Plastering. *Journal of environmental management*, 111, 133-141.
- Masthura, M., Daulay, A. H., & Widya, E. Uji Fisis Paving Block dengan Penambahan Abu Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*). *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 17(2), 159-165.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). Analisis sifat fisik dan mekanik batu bata merah di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94-104.
- Rahmadi, S., Abdi, F. N., & Haryanto, B. (2018, January). Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu Dan Agregat Halus Pasir Mahakam. In *Seminar Nasional Rekayasa Tropis 2023* (Vol. 1, No. 1, pp. 37-45).
- Ricard, L. P., Macbeth, C., Bricks, S. E., Zhang, L., Han, W., Ranjan, S., & Sharma, T. (2018). *Durability of Compressed Stabilized Earth Blocks with Reduced Clay and Silt Durability of Compressed Stabilized Earth Blocks with Reduced Clay and Silt*. 0–8. <https://doi.org/10.1088/1757->

899X/431/8/082010

- Rifani, D. Bata Ekspos sebagai sebagai Alternatif Material Dinding untuk Rancangan Bangunan. *Ruang: Jurnal Arsitektur*, 2(2), 221046.
- Riyanto, D. P., Prasetyo, W., & Arisanto, P. (2021). Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar). *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 101-114.
- Safitri, B. R. A., Prasetya, D. S. B., Sukroyanti, B. A., Putrayadi, W., Prayogi, S., & Ahmadi, A. (2018). Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 16-18.
- Standar Nasional Indonesia (2018). "Spesifikasi Bata Ringan Untuk Pasangan Dinding." SNI 8640:2018. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Vilpa, A. (2021). *Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Batako* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pemeriksaan analisa butiran tanah merah

Analisa Butiran Tanah Merah					
Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
No. 4	4.750	60	6	6	94
No. 10	2.000	195	19,5	25,5	74,5
No. 20	0,850	435	43,5	69	31
No. 40	0,425	105	10,5	79,5	20,5
No. 60	0,250	170	17	96,5	3,5
No. 100	0,150	5	0,5	97	3
No. 200	0,075	20	2	99	1
Pan		10	1	100	0
Total		1000			

Lampiran 2 Tabel Kadar air tanah merah

No. Cawan			I	II
Berat cawan	(W1)	gr	9	9
Berat cawan + Tanah basah	(W2)	gr	50	49
Berat cawan + Tanah kering	(W3)	gr	40	39
Berat air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	10	10
Berat tanah kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	31	30
Kadar air	$W = W_w / W_s \times 100$	%	32.3	33.3
Rata-rata	(W)	%	32.8	

Lampiran 3 Tabel Batas cair dan batas plastis tanah

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Merah								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		40	31	21	19		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	27	22	28	21	20	21
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	22	18	23	17	18	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	5	4	5	4	2	3
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	10	8	10	10	8
7	Berat tanah kering ($W_5 = W_3 - W_1$)	gr	12	8	13	9	8	10
8	Kadar Air ($W = (W_w/W_5) \times 100\%$)	%	41,7	50	38,5	44,4	25	30
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	44				27.5	

LL	PL	PI
44	27.5	16.1

LL (Batas cair)

PL (Batas Plastis)

PI (Platicity indeks)

Lampiran 4 Tabel Analisa Saringan Agregat Halus

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif	
			Tertahan (%)	Lolos (%)
3/8"	0	0	0	100
No.4	99	4.95	4.95	95.05
No.8	205	10.25	15.20	84.80
No.16	387	19.35	34.55	65.45
No.30	301	15.05	49.60	50.40
No.50	561	28.05	77.65	22.35
No.100	330	16.50	94.15	5.85
Pan	117	5.850		0
Total	2000	100	276.10	

Lampiran 5 Tabel Kadar lumpur agregat halus

Pemeriksaan	Hasil pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Wadah (W1)	511	507
Berat Pasir Kering (W2), gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven (W3), gr	995	992
Berat lumpur (W4)	16	15
Kadar lumpur, %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata, %	3,21	

Lampiran 6 Tabel Kadar air agregat halus

Pemeriksaan	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7439
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven dan berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Kadar air rata-rata	%	5,43	

Lampiran 7 Tabel Pengujian daya serap bata

NO	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah	Berat Bata Kering	Kadar Air	Rata-rata
1	Kontrol	1	1885	1565	20,4	20,6
		2	1883	1560	20,7	
2	Variasi 1	1	1889	1526	23,8	23,8
		2	1890	1527	23,8	
3	Variasi 2	1	1901	1545	23,0	22,7
		2	1898	1551	22,4	
4	Variasi 3	1	1856	1490	24,6	24,7
		2	1854	1486	24,8	
5	Variasi 4	1	1857	1492	24,5	24,5
		2	1855	1490	24,5	

Lampiran 8 Tabel Hasil penelitian kadar garam bata

No	Kode Sample	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	Kontrol	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	Variasi 1	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	Variasi 2	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
4	Variasi 3	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
5	Variasi 4	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
Rata-Rata									0

Lampiran 9 Tabel Sifat tampak bata

No	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Kontrol	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Variasi 1	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Variasi 2	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Variasi 3	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Variasi 4	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

- b. S = Sesuai
- c. T = Tidak Sesuai
- d.

Lampiran 10 Tabel Daya Tahan Bata (Durability)

Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air	Rata-rata
1	Kontrol	1	1638	1841	203	206,7
		2	1637	1845	208	
		3	1635	1844	209	
	Variasi 1	1	1618	1850	232	231
		2	1620	1852	232	
		3	1624	1853	229	
	Variasi 2	1	1632	1869	237	240,3
		2	1633	1874	241	
		3	1630	1873	243	
	Variasi 3	1	1630	1844	214	213
		2	1631	1847	216	
		3	1633	1842	209	
	Variasi 4	1	1632	1845	213	209
		2	1631	1840	209	
		3	1634	1839	205	
2	Kontrol	1	1837	1854	17	16
		2	1846	1862	16	
		3	1843	1858	15	
	Variasi 1	1	1858	1874	16	13,7
		2	1858	1868	10	
		3	1854	1869	15	
	Variasi 2	1	1864	1884	20	12,7
		2	1863	1872	9	
		3	1867	1876	9	
	Variasi 3	1	1832	1853	21	20
		2	1834	1853	19	
		3	1830	1850	20	
	Variasi 4	1	1830	1842	12	12,7
		2	1829	1844	15	
		3	1828	1839	11	
3	Kontrol	1	1840	1854	14	14,3
		2	1850	1864	14	
		3	1846	1861	15	
	Variasi 1	1	1860	1872	12	13,7
		2	1857	1870	13	
		3	1853	1869	16	
	Variasi 2	1	1875	1886	11	13
		2	1870	1882	12	

		3	1868	1884	16	
	Variasi 3	1	1846	1864	18	14,3
		2	1841	1854	13	
		3	1844	1856	12	
	Variasi 4	1	1833	1843	10	12
		2	1831	1844	13	
		3	1829	1842	13	
4	Kontrol	1	1845	1860	15	13
		2	1858	1869	11	
		3	1853	1866	13	
	Variasi 1	1	1869	1880	11	12,3
		2	1863	1875	12	
		3	1866	1880	14	
	Variasi 2	1	1879	1892	13	15,7
		2	1874	1890	16	
		3	1871	1889	18	
	Variasi 3	1	1852	1869	17	18
		2	1848	1865	17	
		3	1850	1870	20	
Variasi 4	1	1837	1849	12	15	
	2	1834	1848	14		
	3	1830	1849	19		
5	Kontrol	1	1844	1864	20	18
		2	1853	1870	17	
		3	1852	1869	17	
	Variasi 1	1	1864	1878	14	14,7
		2	1867	1881	14	
		3	1868	1884	16	
	Variasi 2	1	1887	1897	10	12
		2	1885	1898	13	
		3	1883	1896	13	
	Variasi 3	1	1847	1857	10	11
		2	1842	1854	12	
		3	1845	1856	11	
Variasi 4	1	1836	1849	13	12	
	2	1833	1844	11		
	3	1838	1850	12		
	Kontrol	1	1852	1864	12	12
		2	1857	1867	10	
		3	1855	1869	14	
	Variasi	1	1869	1880	11	11,7

6	1	2	1873	1884	11	18,7	
		3	1874	1887	13		
	Variasi 2	1	1897	1914	17		
		2	1896	1916	20		
		3	1892	1911	19		
	Variasi 3	1	1843	1856	13		13,7
		2	1839	1854	15		
		3	1845	1858	13		
	Variasi 4	1	1834	1846	12		11
		2	1829	1839	10		
		3	1835	1846	11		
	7	Kontrol	1	1848	1858		10
2			1854	1866	12		
3			1850	1864	14		
Variasi 1		1	1867	1879	12	12	
		2	1872	1882	10		
		3	1871	1885	14		
Variasi 2		1	1895	1910	15	16,7	
		2	1896	1914	18		
		3	1899	1916	17		
Variasi 3		1	1842	1854	12	12	
		2	1838	1849	11		
		3	1844	1857	13		
Variasi 4		1	1831	1843	12	13,7	
		2	1826	1841	15		
		3	1829	1843	14		
8		Kontrol	1	1845	1855	10	12,3
	2		1848	1860	12		
	3		1844	1859	15		
	Variasi 1	1	1861	1872	11	10,7	
		2	1863	1874	11		
		3	1861	1871	10		
	Variasi 2	1	1886	1897	11	13,3	
		2	1884	1898	14		
		3	1882	1897	15		
	Variasi 3	1	1840	1857	17	15,7	
		2	1838	1856	18		
		3	1843	1855	12		
	Variasi 4	1	1833	1847	14	12,3	
		2	1828	1839	11		
		3	1830	1842	12		

9	Kontrol	1	1846	1857	11	11
		2	1852	1864	12	
		3	1849	1859	10	
	Variasi 1	1	1860	1874	14	13,3
		2	1864	1878	14	
		3	1858	1870	12	
	Variasi 2	1	1890	1906	16	16,7
		2	1888	1905	17	
		3	1892	1909	17	
	Variasi 3	1	1838	1850	12	13,3
		2	1836	1849	13	
		3	1837	1852	15	
Variasi 4	1	1833	1845	12	13	
	2	1825	1839	14		
	3	1829	1842	13		
10	Kontrol	1	1842	1853	11	15
		2	1849	1865	16	
		3	1844	1862	18	
	Variasi 1	1	1857	1874	17	14,7
		2	1860	1873	13	
		3	1855	1869	14	
	Variasi 2	1	1887	1898	11	11,3
		2	1886	1897	11	
		3	1887	1899	12	
	Variasi 3	1	1837	1852	15	14,3
		2	1833	1850	17	
		3	1838	1849	11	
Variasi 4	1	1830	1844	14	12,7	
	2	1825	1837	12		
	3	1827	1839	12		
11	Kontrol	1	1844	1854	10	11,3
		2	1851	1865	14	
		3	1852	1862	10	
	Variasi 1	1	1857	1869	12	12,3
		2	1860	1874	14	
		3	1859	1870	11	
	Variasi 2	1	1889	1900	11	14,3
		2	1889	1906	17	
		3	1892	1907	15	
	Variasi 3	1	1843	1854	11	12
2		1839	1850	11		

		3	1844	1858	14	
	Variasi 4	1	1832	1848	16	13,7
		2	1828	1839	11	
		3	1835	1849	14	
12	Kontrol	1	1850	1866	16	14,7
		2	1854	1869	15	
		3	1851	1864	13	
	Variasi 1	1	1861	1874	13	14,3
		2	1865	1879	14	
		3	1866	1882	16	
	Variasi 2	1	1894	1904	10	11,7
		2	1895	1907	12	
		3	1891	1904	13	
	Variasi 3	1	1845	1858	13	13
		2	1840	1855	15	
		3	1838	1849	11	
	Variasi 4	1	1834	1847	13	12
		2	1829	1840	11	
		3	1832	1844	12	

Lampiran 11 Gambar cangkang kerang



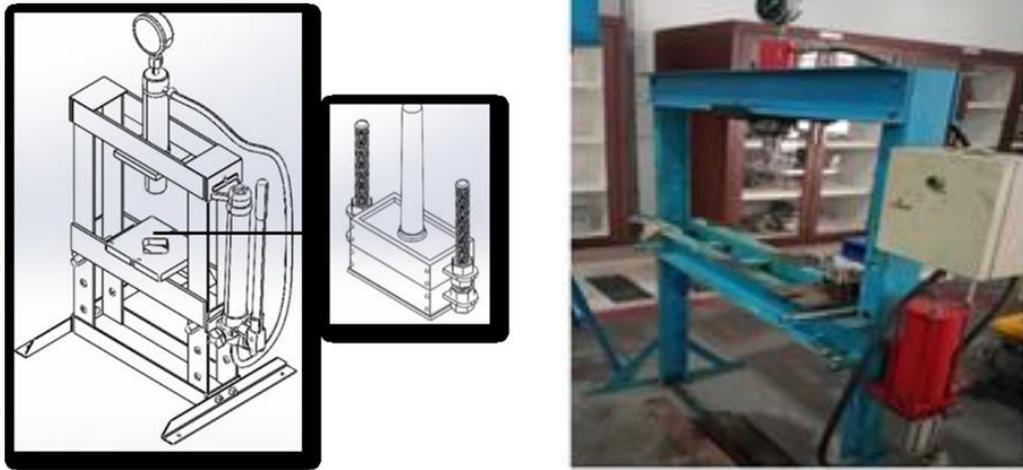
Lampiran 12 Gambar proses pengambilan tanah merah



Lampiran 13 Gambar proses pengeringan tanah merah



Lampiran 14. Gambar alat cetak bata/hydraulic press



Lampiran 15 Gambar proses penyetakan bata



Lampiran 16 Gambar bata setelah di cetak

