

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU TERHADAP DAYA TAHAN BATA TANPA BAKAR (PENELITIAN)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh:

**SITI YANDI SHINTIA
1907210169**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Siti Yandi Shintia

NPM : 1907210169

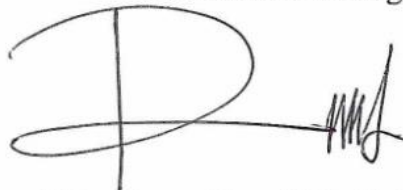
Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap
Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim 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:
Dosen Pembimbing



Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.d

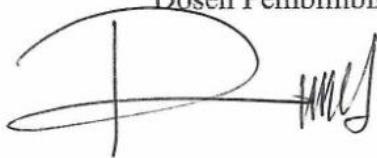
LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Siti Yandi Shintia
NPM : 1907210169
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap
Daya Tahan Bata Tanpa Bakar
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim 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, 19 Maret 2024
Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing



Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.d

Dosen Pembanding I



Assoc.Prof.Ir.Fahrizal Zulkarnain,S.T.,M.Sc.,Ph.D

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc.Prof.Ir.Fahrizal Zulkarnain,S.T.,M.Sc.,Ph.D

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Siti Yandi Shintia
Tempat, Tanggal Lahir : Desa Dalu Sepuluh-B, 11 Februari 2001
Npm : 1907210169
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Daya Tahan Bata Tanpa Bakar (Penelitian).”

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat 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, 19 Maret 2024

menyatakan,



Siti Yandi Shintia

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU TERHADAP DAYA TAHAN BATA TANPA BAKAR

Siti Yandi Shintia

1907210169

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.d

Umumnya batu bata dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan nonstruktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana, candi dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan sebagai estetika penyekat/pembatas tanpa memikul beban yang ada di atasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu pada bata tanpa bakar terhadap ketahannya dan untuk mengetahui apakah campuran serbuk gergaji kayu dapat mempengaruhi daya serap air terhadap bata tanpa bakar. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan Serbuk Gergaji Kayu (SGK) dapat meningkatkan daya tahan bata tanpa bakar sebesar 55,56% untuk variasi Cement Galong SGK (CGS) dan 22,78% untuk variasi Lime Galong SGK (LGS), sedangkan pada kontrol 35,35% untuk variasi Control Cement (CC) dan 38,74% pada variasi Control Lime (CL). Daya tahan pada bata dengan campuran serbuk gergaji kayu mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan bata control kenaikan itu disebabkan karena serbuk gergaji kayu mempengaruhi penyerapan air. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk gergaji kayu dapat meningkatkan daya tahan bata.

Kata Kunci: Batu Bata, Serbuk Gergaji Kayu, Daya Serap Air, Daya Tahan Bata,

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING WOOD SAW POWDER ON THE DURABILITY OF BRICKS WITHOUT BURNING

Siti Yandi Shintia

1907210169

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.d

Generally, bricks in building construction function as non-structural materials. As a structural function, bricks are used as supports or to bear the load above them, such as in the construction of simple houses, temples and foundations. Meanwhile, in high-rise construction buildings/buildings, bricks function as a non-structural function which is used as an aesthetic divider/barrier without carrying the load above it. The aim of this research is to determine the effect of adding wood sawdust to non-fired bricks on their durability and to find out whether the wood sawdust mixture can influence the water absorption capacity of non-fired bricks. The results of this research show that the addition of Wood Sawdust (SGK) can increase the durability of bricks without burning by 55.56% for the Cement Galong SGK (CGS) variation and 22.78% for the Lime Galong SGK (LGS) variation, while in the control 35, 35% for the Control Cement (CC) variation and 38.74% for the Control Lime (CL) variation. The durability of bricks mixed with wood sawdust increased compared to control bricks. This increase was due to wood sawdust affecting water absorption. Based on the results of this research, it can be concluded that the addition of wood sawdust can increase the durability of bricks.

Keywords: Bricks, Wood Sawdust, Water Absorption, Brick Durability

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. 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 “Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Daya Tahan Bata Tanpa Bakar” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.d selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc.Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Abdi Siswoyo dan Ibunda tercinta Kesna Prianti telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
11. Saudara kandung saya kakak tercinta Siti Yandi Luvita S.Kes. terima kasih atas dukungan dan semangat yang tidak pernah putus.
12. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS FT UMSU) yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan menciptakan memori yang tak terlupakan semasa perkuliahan.
13. Rekan seperjuangan Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2019. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 19 Maret 2024

Penulis



Siti Yandi Shintia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batu Bata	5
2.2 Bata Tanpa Bakar	10
2.3 Material Penambahan Campuran Bata	11
2.4 Pengujian Daya Tahan Bata	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Bagan Alir Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian	20
3.2.1 Data Primer	20
3.2.2 Data Sekunder	20
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian	21

3.4.1 Bahan	21
3.2.3 Alat	24
3.5 Pengambilan dan Pengolahan Data Sempel	29
3.6 Pengujian Bata	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.2 Analisa Pemeriksaan Tanah	34
4.2.1 Uji Kadar Air Tanah	34
4.2.2 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong	35
4.2.3 Analisa Butiran Tanah Galong	37
4.3 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	38
4.3.1 Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.3.2 Kadar Air Agregat Halus	38
4.3.3 Analisa Saringan Agregat Halus	38
4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Batu Bata	39
4.4.1 Sifat Tampak Batu Bata	39
4.4.2 Kadar Garam Batu Bata	40
4.4.3 Penyerapan Air Batu Bata	41
4.4.4 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar	43
4.4.5 Daya Tahan Bata Tanpa Bakar	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Ukuran dan toleransi	7
Tabel 2. 2	Kuat Tekan Koefesien Bata Merah Pejal	7
Tabel 2. 3	Hasil Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2. 4	Hasil Penelitian Terdahulu Bata Tanpa Bakar	10
Tabel 2. 5	Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Lempung)	12
Tabel 2. 6	Penelitian Terdahulu Penambahan Pasir Pada Bata	13
Tabel 2. 7	Penelitian Terdahulu Campuran Semen Pada Bata	13
Tabel 2. 8	Penelitian dahulu menggunakan air sebagai bahan campran bata	14
Tabel 2. 9	Penelitian Terdahulu Kapur	16
Tabel 2. 10	Penelitian Terdahulu Serbuk Gergaji Kayu	17
Tabel 3. 1	Data spesifikasi kapur	22
Tabel 3. 2	Data spesifikasi semen	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian	19
Gambar 3. 2 Tanah galong	21
Gambar 3. 3 Pasir	21
Gambar 3. 4 Air	23
Gambar 3. 5 Semen	24
Gambar 3. 6 Serbuk gergaji kayu	24
Gambar 3. 7 Ember	25
Gambar 3. 8 Alat cetak bata	25
Gambar 3. 9 Timbangan digital	26
Gambar 3. 10 Plastik	26
Gambar 3. 11 Spidol	26
Gambar 3. 12 Mesin hidrolik press	27
Gambar 3. 13 Gelas ukur	27
Gambar 3. 14 Saringan	28
Gambar 3. 15 Penggaris	28
Gambar 3. 16 Sekop	28
Gambar 3. 18 Dimensi bata	31
Gambar 4. 1 Grafik plastisitas tanah galong	35
Gambar 4. 2 Uji Indeks patisitas tanah galong	36
Gambar 4. 3 Analisa butiran tanah galong	37
Gambar 4. 4 Grafik gradasi tanah galong	37
Gambar 4. 5 Grafik analisa saringan agregat halus	39
Gambar 4. 6 Sifat tampak batu bata	40
Gambar 4. 7 Proses pengujian kadar garam	41
Gambar 4. 8 Grafik penyerapan air bata tanpa bakar	41
Gambar 4. 9 Proses pengujian daya serap air	42
Gambar 4. 10 Pengujian berat jenis bata	43
Gambar 4. 11 Grafik pengujian daya tahan bata pada pengikat semen	44
Gambar 4. 12 Grafik penyerapan daya tahan bata pada pengikat kapur	44
Gambar 4. 13 Proses uji daya tahan dengan metode drying dan wetting	45

DAFTAR NOTASI

PI	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
V_{sch}	= Volume batu bata (m^3)
P_{maks}	= Maksimum besaran gaya tekan (kg)
A	= Luas penampang (cm^2)
F	= Kuat tekan benda uji (kg/cm^2)
C	= Berat setelah direndam (gr)
b	= Berat dalam air (gr)
Md	= Berat kering (gr)
Ww	= Berat normal (gr)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk mengakibatkan peningkatan kebutuhan tempat tinggal. Dimana rumah merupakan kebutuhan pokok manusia untuk bertahan hidup. Hal ini menyebabkan permintaan akan bahan bangunan seperti batu bata semakin meningkat.

Batu bata secara umum terbuat dari tanah liat kemudian dicampur dengan air dan dicetak menggunakan cetakan yang terbuat dari kayu atau baja, kemudian di keringkan dan terakhir dibakar pada tungku pembakaran dengan suhu tinggi, yaitu antara 900°-1000° C. Dengan suhu yang tinggi tersebut, dapat diartikan bahwa produksi batu bata menghasilkan gas karbondioksida dalam jumlah yang besar. Gas karbondioksida merupakan salah satu gas penyebab utama terjadinya masalah lingkungan, seperti: efek rumah kaca dan polusi udara. Apabila permintaan batu bata untuk proyek konstruksi semakin meningkat, maka produksi gas karbondioksida juga semakin meningkat, yang pada akhirnya akan menambah kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif proses produksi batu bata untuk mengurangi emisi gas karbondioksida, misalnya membuat batu bata tanpa pembakaran (Sudarsana et al., 2011).

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan 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 (Surya & Noor, 2019).

Umumnya batu bata dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan nonstruktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana, candi dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan sebagai estetika penyekat/pembatas tanpa memikul beban yang ada di atasnya. Dalam pemanfaatan batu bata dalam konstruksi, baik non-struktural maupun struktural, perlu adanya peningkatan kualitas produk yang dihasilkan, baik dengan cara memperbaiki kualitas bahan material utama batu bata (yaitu lempung atau tanah liat) maupun

penambahan dengan bahan lain. Produksi batu bata yang dihasilkan tiap daerah memiliki kualitas/mutu yang berbeda-beda. Kondisi tanah liat sebagai bahan utama merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya perbedaan mutu bata tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui kualitas batu bata adalah dengan melakukan pengujian terhadap kuat tekan dari bata tersebut. Uji kuat tekan dilakukan pada batu bata yang telah jadi atau yang telah siap digunakan sebagai material konstruksi.

Pemanfaatan limbah industri di Indonesia semakin meningkat. Terutama serbuk gergaji kayu. Serbuk gergaji adalah serbuk kayu yang berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji maupun mesin. Serbuk gergaji kayu sebenarnya memiliki sifat yang sama dengan kayu, hanya saja wujudnya berbeda. Kayu adalah sesuatu bahan yang diperoleh dari hasil pemotongan pohon-pohon, yang merupakan bagian dari pohon dan dilakukan pemungutan.

Kayu memiliki sifat dan karakteristik yang unik sehingga banyak dimanfaatkan untuk tujuan konstruksi. Limbah kayu yang banyak dijumpai di penggergajian atau perusahaan mebel bahkan biasanya hanya dijadikan bahan bakar, atau kadang malah dibuang begitu saja. Namun saat ini limbah seperti ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi. Salah satu pemanfaatan limbah kayu tersebut adalah pembuatan batu bata.

Dengan permasalahan yang ada maka penelitian ini dipandang perlu untuk dilakukan dengan judul: “Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Daya Tahan Bata Tanpa Bakar” yang nantinya akan mengetahui kekuatan dan ketahanan batu bata dengan campuran serbuk kayu.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu pada bata tekan tanpa bakar terhadap ketahanannya?
2. Bagaimana pengaruh bata tanpa bakar dengan campuran serbuk gergaji kayu terhadap daya serap air?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu pada bata tanpa bakar terhadap ketahannya.
2. Untuk mengetahui apakah campuran serbuk gergaji kayu dapat memengaruhi daya serap air terhadap bata tanpa bakar.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Mengenai perencanaan penelitian ini diperlukan adanya pembatasan permasalahan agar tercapainya tujuan penelitian dengan Batasan sebagai berikut:

1. Pengujian batu bata merah dilakukan untuk mengetahui kualitas bata yang bagus. Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2094-2000).
2. Bahan tambah yang digunakan sebagai campuran bata tanpa bakar adalah serbuk gergaji kayu.
3. Pada penelitian ini menggunakan alat-alat yang telah tersedia di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.5. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu bata merah dan pengaruh yang terjadi pada kualitas bata merah dengan penambahan limbah industri serbuk gergaji kayu untuk mendapatkan campuran bata yang baik serta diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam tahap penelitian selanjutnya, baik itu penggunaan dilapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian lebih lanjut.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan penelitian disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menjelaskan latar belakang masalah yang akan dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

2. BAB 2 TUJUAN PUSTAKA

Bab ini membahas permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori dari penelitian ini.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang pengumpulan data dan juga bagan air

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap penelitian pelaksanaan penelitian, Teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data dan analisis.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian permasalahan selama penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bata

Batu bata banyak digunakan untuk dijadikan bangunan konstruksi. Batu bata banyak kita jumpai di daerah pedesaan terutama desa penghasil tanah liat. Tanah liat memiliki sifat plastis dan susut kering. Sifat plastis pada tanah liat mempermudah proses pembuatan batu bata.

Salah satu bahan bangunan yang cukup meningkat kebutuhannya adalah bata merah yang mana pada proses pembuatannya memerlukan bahan bakar sehingga harganya menjadi mahal, disamping sumber bahan baku yang semakin berkurang akibat berubahnya fungsi lahan. Dengan pertimbangan tersebut, perlu kiranya dicari bahan alternatif sebagai pengganti bata merah yang bahannya mudah didapat dalam hal ini tanah, dan dalam prosesnya tidak menggunakan bahan bakar tetapi dengan bahan mencampur bahan semen. Pembuatan bata tanpa bakar juga saat sesuai dengan konsep *green bulding* karena dapat mencegah polusi udara akibat asap pembakaran, dan mencegah penggunaan bahan bakar kayu (Widodo & Artiningsih, 2021).

Batu bata tanah liat, dibakar dengan temperatur tinggi 300-400°C hingga tidak hancur bila direndam dalam air. Dalam proses pembuatannya baik pembuatan secara modern maupun tradisonal, tergantung kepada material dasar pembentuk batu bata serta pengolahannya untuk menghasilkan kualitas bata yang baik.

Tanah liat yang dibakar akan mengalami perubahan warna sesuai dengan zat-zat yang terkandung didalamnya. Warna tanah liat bermacam-macam tergantung dari oxid-oxid yang terkandung dalam tanah liat, seperti alumunium, besi, karbon, mangan, maupun kalsium. Senyawa (Syahland, 2021).

Kelebihan serta kekurangan batu bata merah (Dandy Nugroho, Akhmad Andi Saputra, 2019):

1. Pemasangannya relatif mudah dan tidak membutuhkan keahlian khusus.
2. Harga batu bata terbilang murah sekitar Rp.5000,00/buah.
3. Mudah dalam pengangkutan karena berdimensi kecil.

4. Hampir semua toko bangunan menjual batu bata sehingga mudah mendapatkannya.
5. Memiliki ketahanan yang baik terhadap panas dan api.
6. Tidak memerlukan bahan perekat yang khusus.
7. Fleksibel dipakai untuk membangun bidang berukuran besar maupun kecil.

Berikut kekurangan dari batu bata merah:

1. Bentuknya yang tidak seragam menimbulkan kesulitan dalam membangun dinding yang rapi.
2. Boros dalam penggunaan bahan perekat sebab memiliki serap yang besar.
3. Gampang menyerap suhu sehingga terasa panas saat musim kemarau dan dingin ketika musim penghujan.
4. Tingkat kualitas tidak bisa diketahui dengan pasti karena dibuat secara tradisional.
5. Pemasangan yang tidak rapi mengharuskan penerapan bahan plesteran yang tebal.
6. Memiliki bobot yang lebih berat dari pada bata ringan sehingga harus ditopang struktur yang rumit.
7. Waktu pengeringannya cenderung lebih lama ketimbang material-material yang lain.

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

a. Sifat tampak

Batu bata merah harus berbentuk prisma segi empat Panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak.

b. Ukuran dan toleransi

Standar bata merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standarisasi Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut:

Tabel 2. 1: Ukuran dan toleransi yang menurut SNI 15-2094-2000

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

c. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang (Tera, 2021). Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan untuk batu bata menurut SNI 15-2094-2000 dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2: Kuat tekan koefisien variasi untuk batu bata merah pejal (SNI 15-2094-2000)

Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata Minimum Dan 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

Dengan demikian kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.1)$$

Dengan :

P_{max} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

f_m = Kuat tekan bata merah (Mpa)

d. Garam yang membahayakan

Garam yang mudah larut dan membahayakan Magnesium Sulfat (MgSO₄), Natrium Sulfat (Na₂SO₄), Kalium Sulfat (K₂SO₄). Menurut SNI 15-2094 kadar garam maksimum 1.0%, dan tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan

batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam. untuk menghitung kadar garam yang terkandung pada bata ada kandungan garam nya dan dibagi dengan luas bata dikali 100%.

$$G = \frac{A_g}{A} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan:

G = Kadar garam (100%)

A_g = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan bata (cm²)

e. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum bata pejal yang diatur SNI 15-2094-2000 adalah 1,2gr/cm². Kerapatan semu (Q_{sch}) dapat dihitung dengan persamaan antara lain:

$$Q_{sch} = \frac{M_d}{V_{sch}} \text{ gram/cm}^2 \quad (2.3)$$

$$Q_{sch} = \frac{M_d}{V_{sch}} \times d_w \text{ gram/cm}^2 \quad (2.4)$$

Dengan:

M_d = Berat kering oven (gram)

b = Berat di dalam air (gram)

c = Berat setelah direndam (gram)

V_{sch} = Volume batu bata (m³)

d_w = Kerapatan (density) air 1,0

f. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum bata pejal yang diatur SNI 15-2094-2000 adalah 20%.

$$D_s = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dengan:

D_s = Daya serap bata

A = Berat bata basah (gr)

B = Berat bata kering oven (gr)

Bata sebagai suatu unsur bangunan harus memenuhi standar mutu, menurut SII. 0021-78. Tampak luar pengamatan batu bata yang ditinjau dari bentuk fisik, yaitu : Semua bidang-bidang sisi harus datar, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan menyiku, tidak menunjukkan gejala retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, warna pada penampang patahan merata.(warna merah tua, merah muda atau kekuning-kuningan), diketok suaranya nyaring (Widodo & Artiningsih, 2021).

Tabel 2. 3:Hasil penelitian terdahulu

No	Judul Jurnal	Nama Penulis
1	Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000	(Frapanti et al., 2023).
2	Teknologi Tradisional Pembuatan Batu Bata Sungai Tabuk Kalimantan Selatan.	(Surya dan Noor, 2019).

Pada penelitian ini “Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000 “ Untuk ukuran dan toleransi 66,6% tidak memenuhi SNI 15-2094-2000, untuk kuat tekan rata-rata 100% tidak memenuhi standar SNI 15-2094-2000 karena di bawah 5 Mpa, dan hasil penyerapan air memenuhi standar SNI 15-2094-2000 karena di bawah 20 % dan hasil kandungan garam kurang dari 50% berarti memenuhi SNI 15-2094-2000. Pada penelitian “Teknologi Tradisional Pembuatan Batu Bata Sungai Tabuk Kalimantan Selatan” didapat informasi Ada 6 tahapan yaitu : Penyediaan material/bahan tanah liat, pencetakan, pengeringan dengan sinar matahari, pembakaran dengan tungku kayu bakar, pendinginan dan pendistribusian.

2.2 Bata Tanpa Bakar

Penggunaan batu bata dalam dunia konstruksi baik sebagai pembentuk elemen struktur maupun non struktur belum dapat tergantikan. Hal ini dapat dilihat dari masih banyaknya proyek konstruksi yang memanfaatkan batu bata sebagai dinding pada pembangunan gedung dan perumahan, pagar, saluran, dan pondasi. Namun penggunaan batu bata yang populer di masyarakat ini, tidak sejalan dengan isu lingkungan mengenai polusi udara dan pemanasan global (*global warming*) akibat meningkatnya produksi gas karbondioksida yang sedang berkembang saat ini (Sudarsana et al., 2011).

Tabel 2. 4: Hasil penelitian terdahulu bata tanpa bakar

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
1.	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas	(Sudarsana et al., 2011)
3	Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (Naoh) Dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3)	(Witjaksana et al., 2016).

Salah satu topik pada penelitian terdahulu dengan judul “Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas” ialah Kuat tekan batu bata terbesar yang di peroleh adalah sebesar 22,90 kg/cm², dan resapan air terkecil yang dihasilkkan adalah sebesar 44,03%. Kuat tekan batu bata terbesar 22,90 kg/cm² diperoleh pada campuran I pada umur 28 hari dengan persentase abu sekam padi 30% dan serbuk batu tabas 0%. Lalu didapat pula hasil yang berbeda pada penelitian “Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (Naoh) Dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3)” ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.048 Mpa dibandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa.

2.3 Material Penambahan Campuran Bata

Untuk menghasilkan batu bata yang baik dan berkualitas seorang pengrajin batu bata harus melakukan beberapa proses. (Syahland, 2021) Dalam proses pembuatannya baik pembuatan secara tradisional maupun modern, tergantung kepada material dasar pembentuk batu bata serta pengolahannya dalam menghasilkan kualitas produksi yang baik.

Material-material yang digunakan dalam pembuatan bata tanpa bakar adalah sebagai berikut:

1. Tanah Liat (Lempung)

Tanah liat biasanya banyak kita temui di daerah-daerah iklim tropis atau subtropis dan lingkungan yang memiliki curah hujan yang tinggi. tanah liat adalah bahan utama dalam pembuatan batu bata tanpa bakar maupun batu bata jemur. Tanah liat memiliki sifat plastis sehingga mempermudah dalam proses awal pembuatan batu bata.

(Shalahuddin, 2012) menyatakan dalam pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata, dibutuhkan beberapa syarat yang diikhtisarkan sebagai berikut :

- a. Tanah lempung digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan meledak, retak atau pecah saat dibakar. Lempung untuk bahan baku pembuatan batu bata harus mempunyai tingkat elastisitas plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisitas 25% - 30%.
- b. Hasil pembakaran lempung harus menunjukkan sifat-sifat tahan terhadap rembesan air, tidak lapuk oleh waktu dan merah warnanya.
- c. Lempung yang kurang kadar besinya akan pucat warnanya. Kadar besi 5% - 9% dalam lempung menghasilkan warna merah pada bata yang sudah dibakar.
- d. Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.

Tabel 2. 5: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata tanah liat (Lempung)

NO	Judul Jurnal	Nama penulis
1.	Kajian Bahan Dasar (Lempung) Terhadap Karakteristik Mekanik Batu Bata Yang Dihasilkan dan Kesesuaian Fungsi Berdasarkan Diagram Winkler	(Achmad, F., Agoes, S., 2015)
2.	Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata	(Shalahuddin, 2012)

Salah satu faktor topik yang dibahas dalam penelitian yang berjudul “Kajian Bahan Dasar (Lempung) Terhadap Karakteristik Mekanik Batu Bata Yang Dihasilkan dan Kesesuaian Fungsi Berdasarkan Diagram Winkler” adalah hasil gradasi tanah dan uji kuat tekan batu bata didapatkan hasil, yaitu : Dengan kandungan *clay* sebesar 42,57%, batu bata merah produksi Gondanglegi dapat menghasilkan kuat tekan sebesar 26,33 kg/cm² dengan metode ASTM C67-07 dan 19,11 kg/cm² dengan metode kubus. Sedangkan pada penelitian lain yang berjudul “Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata” disimpulkan Batu bata yang dihasilkan dari penelitian ini rata-rata menghasilkan penyerapan air diatas standar SNI yaitu maksimal 20%. Penyerapan terbesar terdapat pada variasi 1:1:1/8 di lapisan atas tungku pembakaran yaitu sebesar 29,56%.

2. Pasir

Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortas merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia (Sukobar et al., 2014). Pasir merupakan suatau partikel-partikel lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif.

Pasir memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari. Pasir sering digunakan sebagai bahan pokok konstruksi bangunan. Selain itu pasir juga dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bata tanpa bakar.

Tabel 2. 6:Penelitian terdahulu penambahan pasir pada bata

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
1	Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah	(Daniswara dan Walujodjati, 2022)
2	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar)	(Puji Riyanto et al., 2021)

Pada penelitian ini “Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah” yang dihasilkan adalah Persentasi penambahan pasir terhadap lama waktu pembakaran terbaik terjadi pada penambahan pasir 40 % karena nilai susut bakarnya sedikit sedangkan dalam kuat tekan batu bata yang di campur pasir akan mengalami kuat tekan yang setabil dengan kuat tekan bata yang normal. Dalam kuat tekannersendiri juga dapat terpengaruh dari ukuran dan tebalnya batu bata tersebut.

3. Semen

Semen adalah bahan utama sebagai pengikat agregat dalam pembuatan bahan konstruksi seperti beton. Semen dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan pengikat agregat halus seperti pasir dan bahan campuran lainnya dalam pembuatan batu bata tanpa bakar.

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif digunakan sebagai bahan pengikat (Bonding material) yang dipakai bersama batu kerikil, pasir, dan air (Irwansyah, Faiz Isma, 2018).

Tabel 2. 7:Penelitian terdahulu campuran semen pada bata

NO	Judul Penelitian	Nama Penulis
1	Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (<i>Press</i>) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap	(Sukobar et al., 2014)

Gambar 2.7: Lanjutan

NO	Judul Penelitian	Nama Penulis
	Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata.	
2	Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar.	(Widodo dan Artiningsih, 2021)

Salah satu dari topik penelitian yang berjudul “Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (*Press*) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata” menjelaskan bahwa kuat tekan rata-rata batu bata *Press* dari Mojosari setara dengan kekuatan tekan spesi campuran 5 Kp : 15 Ps : 16 Pc. Lalu dengan penelitian lainnya yang berjudul “Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar “ menjelaskan Penambahan campuran semen 17 % pada bata semen-lempung tanpa pembakaran pada pengeringan selama 7 (tujuh) hari dalam suhu kamar dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maksimal, yakni sebesar 52 kg/cm², sehingga proporsi optimum semen terhadap lempung adalah 15%.

4. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Agar batu bata mudah dicetak, perlu adanya penambahan kadar air pada kadar tentu 136 sesuai jenis batu bata yang diproduksi. Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan (Shalahuddin, 2012).

Tabel 2. 8: Penelitian dahulu menggunakan air sebagai bahan campuran bata

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
1	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam.	(Irwansyah, Faiz Isma, 2018).

Gambar 2.8: *Lanjutan*

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
2	Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu.	(Finanda dan Purwandito, n.d.)

Pada penelitian “ Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam” menjelaskan kadar air 7,98 % menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 6,14 Mpa Kondisinya memenuhi batas toleransi standarisasi batu bata di Indonesia. Kemudian dengan penelitian selanjutnya dengan judul Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu” menghasilkan daya serap air pada batu bata dengan campuran abu serbuk kayu yang paling tinggi ada pada variasi 15 % dengan nilai 13,54% dan nilai terendah pada variasi campuran 30% yaitu 12,34%. Karena abu serbuk kayu merupakan bahan campuran yang mengandung silica sehingga air tidak mudah terserap dan mengisi pori-pori bata tersebut. Jadi, semakin tinggi variasi campuran serbuk kayu, maka akan semakin rendah nilai daya serap air nya.

5. Kapur

Kapur adalah bahan bangunan yang umum digunakan dalam konstruksi dan renovasi. Kapur juga dapat digunakan sebagai bahan pembuat mortar, plaster, dan cat. Kapur juga digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan bata, paving, dan ubin.

Kapur adalah suatu bahan material yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Kapur tohor merupakan jenis kapur yang dihasilkan dari pembakaran batuan kapur. Kapur padam adalah kapur hasil pemadaman dari kapur tohor yang membentuk hidrat (SK SNI S-04-1989-F). Kapur bereaksi dengan bermacam-macam komponen pozzolan yang halus untuk membentuk kalsium silika semen. (Haryanti & Wardhana, 2019).

Tabel 2. 9: Penelitian terdahulu kapur

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
1	Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara	(Haryanti & Wardhana, 2019)

Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara” menghasilkan berat volume bata ringan masih memenuhi syarat SNI 03-3449-1994 sebagai bata ringan dan bata ringan F yang paling ringan dengan rerata berat 834 kg/m³. Hasil uji kuat tekan bata ringan masih memenuhi syarat SNI 03-0349-1989. Kuat tekan yang paling besar pada bata ringan G dengan rerata kuat tekan 25,58 kg/cm² (2,56 MPa).

6. Serbuk Gergaji Kayu

Serbuk gergaji kayu banyak kita jumpai, terutama di daerah pengerajin kayu. Serbuk gergaji merupakan limbah dari industri dalam bidang pengolahan bahan baku kayu yang sudah tidak digunakan lagi dan berupa butiran-butiran kayu, sehingga menjadi tumpukan limbah yang sudah tidak dimanfaatkan lagi bagi industri tersebut. Kayu terdiri dari selulosa (*cellulose*), hemiselulosa, dan lignin. Lignin merupakan unsur dari sel kayu yang mempunyai pengaruh yang buruk terhadap kekuatan serat (*fibers*). Kuat tarik selulosa setelah diteliti sebesar 2000 MPa, sedangkan unsur lignin dalam kayu dapat menurunkan kuat tarik sebesar 500 MP (Faisol Khoufi AS, Oyong Novareza, 2017).

Limbah serbuk gergaji kayu menimbulkan masalah dalam penanganannya, yaitu dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Saat ini masih ada limbah penggergajian kayu yang ditimbun dan sebagian dibuang ke aliran sungai (pencemaran air), atau dibakar secara langsung (menambah emisi karbon di atmosfer). Oleh karena itu, penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi

produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif dan kerakyatan, sehingga hasilnya dapat disosialisasikan kepada masyarakat.

Tabel 2. 10: Penelitian terdahulu serbuk gergaji kayu

NO	Judul Jurnal	Nama Penulis
1	Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu	(Finanda dan Purwandito, n.d.)
2	Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Dan Serbuk Batu Bata Berdasarkan Uji Konsolidasi Dan Waktu Penurunan Tanah Lempung	(Kinerja et al., 2021)

Pada penelitian ini “Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu” menjelaskan nilai kuat tekan maksimum pada batu bata di dapat pada proporsi abu serbuk kayu pada 15% yaitu dengan nilai 6,80 N/mm². Nilai tersebut berada di atas ambang SNI 15-2094-2000 yaitu < 5 Mpa. Sedangkan penelitian lain yang berjudul “Pengaruh Penambahan Abu Serbuk Kayu Dan Serbuk Batu Bata Berdasarkan Uji Konsolidasi Dan Waktu Penurunan Tanah Lempung” Dari hasil pengujian konsolidasi tanah asli tanpa bahan campuran didapat nilai $Sc(e) = 0,291$ cm. Setelah penambahan campuran serbuk batu bata dan abu serbuk kayu didapat persentase 5% mengalami penurunan nilai $Sc(e) = 0,203$ cm dengan selisih nilai $Sc(e) = 0,088$ cm dari tanah asli.

2.4 Pengujian Daya Tahan Bata

Uji daya tahan bata (*Durability*) adalah serangkaian pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam bertahan terhadap berbagai

pengaruh lingkungan seperti cuaca, kelembapan, serangan biologis, zat kimia, dan beban bangunan. Pengujian daya tahan bata merupakan aspek penting yang dilakukan sejak awal sebelum bata hasil produksi digunakan atau dipasarkan untuk kebutuhan konstruksi suatu bangunan.

Uji daya tahan bata penting dilakukan untuk memastikan bahwa batu bata memiliki kualitas yang baik dan mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini sangat penting karena bata merupakan material konstruksi yang penting dan digunakan pada bangunan untuk memberikan kekuatan struktural dan keamanan.

Proses pembuatan bata yang baik dan benar akan meningkatkan daya tahan dan kekuatan dari bata, dalam hal ini proses pengeringan harus maksimal sehingga tidak terjadi keretakan pada saat dilakukan uji daya tahan. Pengujian daya tahan batu bata dapat melibatkan berbagai jenis uji seperti pengujian:

2.4.1 Pengujian Durability Bata dengan Metode ASTM D559

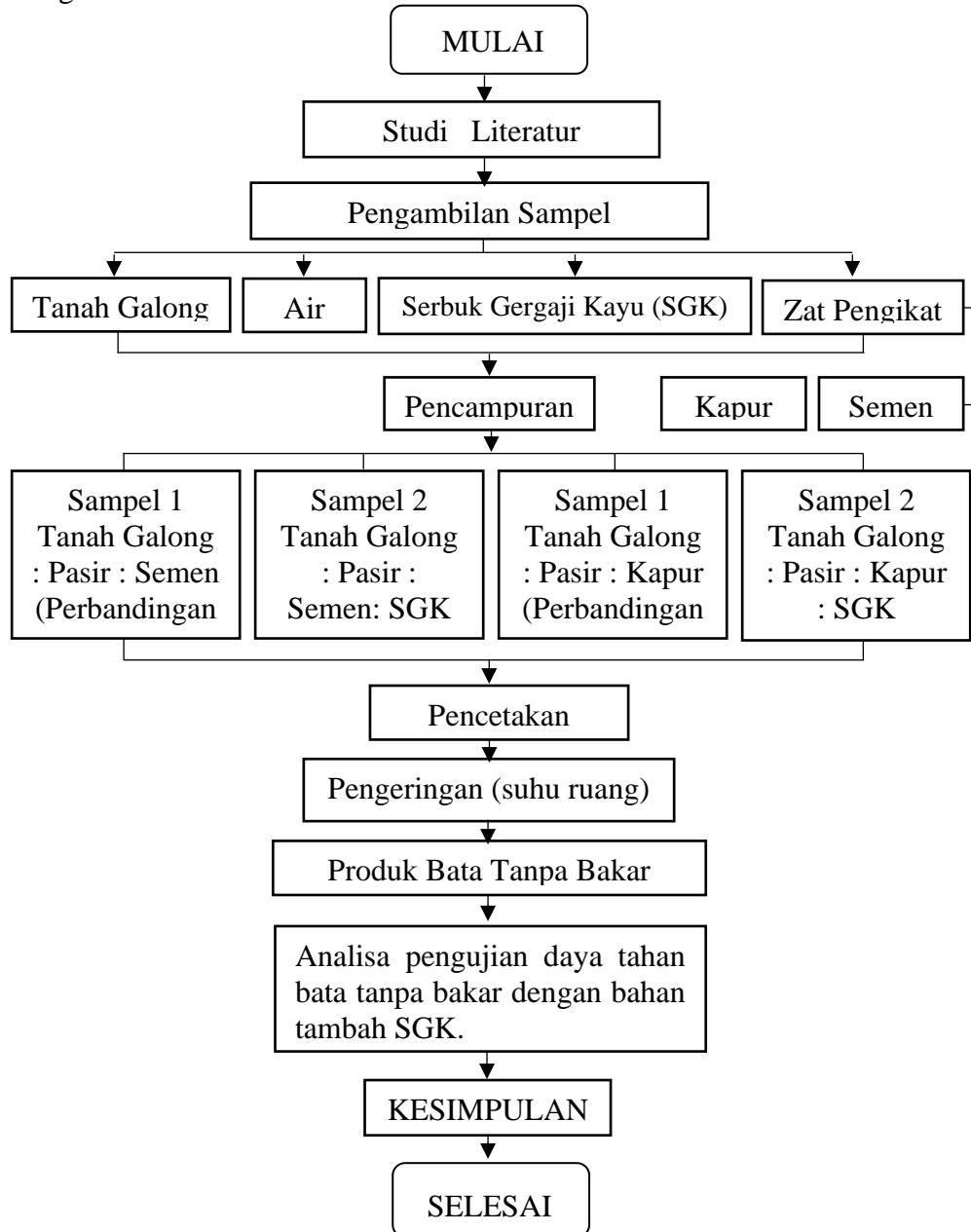
Pengujian durability bata telah diatur dalam (American Society for Testing and Material, 2003) : mempersiapkan dua specimen tanah-semen dilakukan 12 siklus pembasahan dan pengeringan secara bergantian. Spesiesmen direndam selama 5 jam dalam air minum pada suhu kamar, kemudian dibiarkan mengalir selama 19 jam sebelum ditempatkan dalam oven berventilasi pada suhu 60°C selama 19 jam. Setelah didinginkan hingga suhu kamar, spesiesmen ditimbang dan diukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air, dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang. Selama volume yang dihasilkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang. Selama pengujian, sikat gores kawat yang terbaru dari bulu kawat pipih berukuran 2 kali 1/16 inc yang dikelompokkan dalam baris 5x10 digunakan untuk menerapkan 18-20 sapuan vertical pada permukaan setiap specimen.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada bagan alir berikut:



Gambar 3. 1: Bagan alir penelitian

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel atau menguji bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan yang lainnya. Penelitian dimulai sesudah mendapatkan ijin dari koordinator Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta kemudian melakukan studi literatur, mirip mencari jurnal rujukan, kandungan pada bahan tambahan yang digunakan, dan metode yang dipergunakan dalam melakukan penelitian. Tahap awal melakukan penelitian buat mengambil data sekunder pengujian bahan dasar agregat serta melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran bata merah. Menjadi acuan penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

3.2.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan dilaboratorium seperti keausan bata tanpa bakar setelah beberapa siklus uji durability, keberhasilan bata tanpa bakar dalam menahan bebaban yang diberikan dalam pengujian ketahanan mekanis, dan keberhasilan bata tanpa bakar dalam menjaga kestabilan dimensi dan bentuknya setelah beberapa siklus pengujian durability.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada. Data sekunder dalam penelitian ini diambil dari beberapa jurnal, (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000), yang berhubungan dengan bata dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berasal dari data primer yang didapat langsung dari hasil percobaan penelitian di lapangan.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Penelitian Ini dilakukan pada waktu yang sudah ditetapkan yang dimulai pada tahun 2022.

3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.4.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Tanah Galong

Tanah galong yang digunakan adalah tanah yang berasal dari Desa Sidourip, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang. Tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No. 100, bertujuan untuk mempermudah pada saat pencampuran material.



Gambar 3. 2: Tanah galong

2. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir sungai yang berasal dari Binjai, dan pasir ini tidak mengandung lumpur. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos pada saringan 100.



Gambar 3. 3: Pasir

3. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur yang berjenis Calcium Hydroxide dan diperoleh dari PT.NIRAKU JAYA ABADI dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. 1: Data spesifikasi kapur

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	08121-1
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%
Whitnes : #	
Brightness (Ry, C/22, DIN 53163)	93%
Moisture, ex works (ISO 787/2)	0.5%
Bulk Density	0.5 gm/cc

Tabel 3.1: Lanjutan

Spesifikasi Kapur	
Ca(OH) ₂	93.66%
CaO	70%
pH	13

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air keran PDAM Tirtanadi yang ada di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 3. 4: Air

5. Semen

Pada penelitian ini digunakan semen Portland tipe bemerek Semen Tiga Roda yang berstandar SNI.

Tabel 3. 2: Data spesifikasi semen

Chemical Properties			
No	Item	Unit	Quality Range
1.	SiO ₂	%	22.0 - 23.0
2.	Al ₂ O ₃	%	4.0 - 4.8
3.	Fe ₂ O ₃	%	0.2 - 0.3
4.	CaO	%	66.0 - 68.0
5.	MgO	%	2.0 - 4.0
6.	SO ₃ if C ₃ A<8	%	
7.	Loss On Ignition	%	1.0 - 4.0
8.	Insoluble Residue	%	0.15 - 0.50
9.	Free Lime	%	1.00 - 2.00

Tabel 3.2: *Lanjutan*

Chemical Properties			
No	Item	Unit	Quality Range
10.	Total Alkali	%	0.05 – 0.40
11.	C ₃ S	%	51 - 62
12.	C ₂ S	%	16 - 27
13.	C ₃ A	%	10 - 13
14.	C ₄ AF	%	1 - 1
15.	LSF	%	94 - 98



Gambar 3. 5: Semen

6. Serbuk Gergaji Kayu (SKG)

Serbuk gergaji kayu yang digunakan telah lolos dari saringan no. 16. Serbuk gergaji kayu diambil dari pengrajin kayu Jl. Veteran Medan.



Gambar 3. 6: Serbuk gergaji kayu

3.2.3 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antar lain:

1. Ember

Ember yang digunakan untuk menmpung bahan-bahan sebelum dicampur dan di cetak.



Gambar 3. 7: Ember

2. Alat cetak batu bata

Cetakan yang digunakan terbuat dari besi yang memenuhi standar batu bata yaitu Panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm. cetakan bata ini terdiri dari beberapa bagian antara lain: 2 besi yang sama, 1 plat besi dengan ukuran Panjang 25 cm dan lebar 15 cm yang berguna sebagai alas dari bata yang dicetak, 2 besi yang digunakan sebagai acuan untuk mengeluarkan batu bata dari dalam cetakan, dan 1 buah plat besi yang memiliki pegangan besi di atasnya yang digunakan sebagai penyalur tekanan dari mesin tekan batu bata.



Gambar 3. 8: Alat cetak bata

3. Timbangan digital

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan yang akan dijadikan dalam pembuatan bata.



Gambar 3. 9: Timbangan digital

4. Plastik

Plastik digunakan untuk menyimpan agregat-agregat yang sudah ditimbang, fungsinya untuk memudahkan pada saat pencampuran adonan bata.



Gambar 3. 10: Plastik

5. Spidol

Spidol digunakan untuk pemberi tanda benda uji.



Gambar 3. 11: Spidol

6. Mesin Hidrolik Press

Mesin cetak bata hidrolik, digunakan untuk memadatkan adonan bata hingga mencapai kerapatan dan kekuatan yang diinginkan sesuai dengan standar.



Gambar 3. 12: Mesin hidrolik press

7. Gelas Ukur

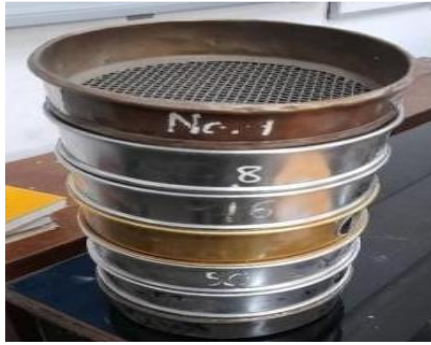
Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah komposisi air yang digunakan dalam pengolahan bata menjadi adonan siap cetak



Gambar 3. 13: Gelas ukur

8. Saringan

Saringan yang digunakan untuk menyaring agregat sehingga mencapai ukuran yang sama dalam setiap agregat yang digunakan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan saringan yang berbeda tergantung dari bahan yang ingin digunakan.



Gambar 3. 14: Saringan

9. Penggaris

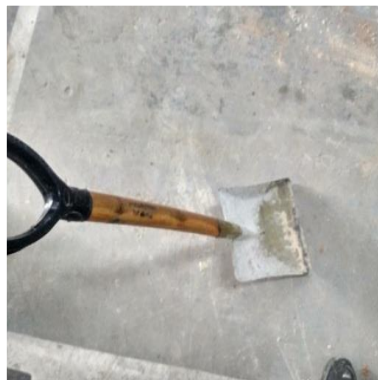
Penggaris berguna sebagai alat pengukur bata yang telas selesai dicetak sehingga mengetahui ukuran yang direncanakan.



Gambar 3. 15: Penggaris

10. Sekop

Alat yang digunakan untuk memindahkan bahan sebelum dicampur dan digunakan dalam proses pencampuran seluruh bahan hingga merata.



Gambar 3. 16: Sekop

11. Pan

Pan digunakan sebagai tempat untuk mencampurkan bahan-bahan bata menjadi adonan yang siap dicetak.



Gambar 3. 17: Pan

3.5 Pengambilan dan Pengolahan Data Sempel

Proses pengambilan dan pengolahan data sampel dapat dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini dilakukan dengan mempersiapkan berbagai alat dan bahan yang akan digunakan. Setiap bahan diletakkan pada wadahnya masing-masing. Kemudian bahan-bahan yang akan digunakan dijemur terlebih dahulu untuk mengurangi kadar air pada bat tanpa bakar terutama bahan utama dalam pembuatan bata tanpa bakar ini adalah tanah.

2. Tahap penimbangan massa bahan

Bahan-bahan yang disiapkan ditimbang menggunakan timbangan digital dengan berat yang sesuai dengan komposisi bahan yang diinginkan. Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu tanah galong, pasir, semen, kapur, serbuk gergaji kayu. Lalu, untuk masa air menggunakan gelas ukur sebagai acuan massa yang digunakan.

3. Tahap pembuatan sampel

Prosedur pembuatan bata antara, lain:

- a. Proses awal dalam pembuatan bata adalah menyiapkan bahan campuran yang direncanakan pada wadah yang terpisah.
- b. Menyiapkan pan yang cukup luas untuk menampung volume bahan rencana.
- c. Campuran bahan dimasukkan ke dalam pan lalu dilakukan proses pencampuran seluruh bahan hingga tercampur dengan merata.
- d. Menimbang adonan hasil pencampuran, kemudian adonan yang telah ditimbang dipisahkan ke waddah bersih.
- e. Adonan yang sudah ditimbang dan disisihkan kemudian dimasukkan kedalam alat cetak bata dengan ukuran Panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm.
- f. Adonan yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan kemudian dipress menggunakan mesin mesin press hidrolik hingga tekanan 5 MPa.
- g. Keluarkan adonan bata yang sudah dipress dari dalam cetakan.
- h. Keringkan bata dengan suhu ruang.

Pada penelitian ini bata dicetak menggunakan beberapa variasi komposisi bahan yang berbeda, variasi komposisi disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 3: Variasi Komposisi sampel

No	Semen	Kapur	Galong	Pasir	SGK	Ket	Kode Sampel
1	1	--	8	2	-	Control	CC
2	1		8	2	2	SGK	CSGK
3	-	1	8	2	-	Control	CL
4	-	1	8	2	2	SGK	LSGK

Keterangan:

- a. SGK = Serbuk Gergaji Kayu
- b. CC = Control Cement
- c. CSGK = Cement Serbuk Gergaji Kayu
- d. LSGK = Lime Serbuk Gergaji Kayu

Jumlah Sampel tiap proposi: 9 buah

- Peneyrapan air : 2
- Sifat tampak : 2

- Kadar garam : 2
- Durability : 3

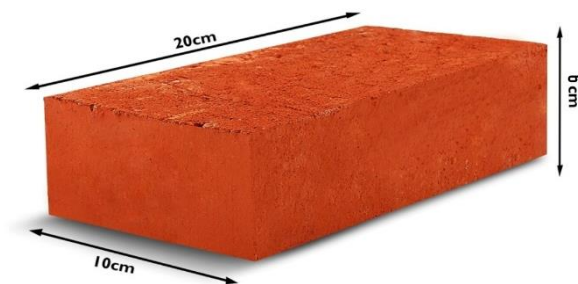
Dalam penelitian ini akan dibuat 4 variasi komposisi yang berbeda dan dari setiap variasi akan dibuat sebanyak 9 sampel bata tanpa bakar. Jumlah air 20% dari berat keseluruhan bata. Kepadatan bata tanpa bakar rencana : $1,6 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{Maka } 1,600 \times 20\% &= 320 \\ 1,600 + 320 &= 1920 \text{ gr} \\ 1920 : 10^3 &= 1,92 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka dari hasil diatas total berat satu buah yaitu 1,92 kg.

Dalam sekali pembuatan batu bata membutuhkan perbandingan bahan baku yaitu 1:8:2:2. Jika di koreksi proposi campuran satu buah bata, angka-angka tersebut akan dihitung sebagai berikut:

- Pengikat :
 - Semen = $0,124 \text{ Kg/m}^3$
 - Kapur = $0,124 \text{ Kg/m}^3$
- Tanah = $0,984 \text{ Kg/m}^3$
- Pasir = $0,246 \text{ Kg/m}^3$
- SGK = $0,246 \text{ Kg/m}^3$



Gambar 3. 18: Dimensi bata

3.6 Pengujian Bata

Prosedur dalam pengujian sampel digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh penambahan Serbuk Gergaji Kayu (SGK) terhadap daya tahan bata pada penelitian ini, akan dijelaskan melalui beberapa point, yaitu:

a. Daya Tahan

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan ketahanan benda uji, pertumbuhan kadar air, dan pertumbuhan volume benda uji yang didapatkan terhadap pembasahan dan pengeringan berulang. Metode pengujian ini menggunakan prosedur metode uji ASTM D559.

Langkah-langkah pengujian daya tahan adalah sebagai berikut:

1. Merendam bata selama 5 jam pada suhu ruang lalu keluarkan dan timbang
2. Meletakkan bata pada ruangan dengan suhu ruang selama 19 jam
3. Mengulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 12 kali
4. Menimbang bata dan mengukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pengujian pembasahan dan pengeringan.

Pengujian dapat dihentikan selama 12 siklus jika pengukuran menjadi tidak akurat karena hilangnya specimen tanah-semen.

b. Penyerapan Air

Langkah-langkah umum dalam uji penyerapan air adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sampel bahan yang akan diuji dengan ukuran yang sesuai dan pastikan bahwa semua permukaannya bersih dan kering.
2. Timbang sampel bahan menggunakan timbangan digital dan catat beratnya. Lalu oven selama 12 jam.
3. Setelah di oven selama 12 jam. Letakkan sampel diatas wadah yang berisi air. Biarkan sampel bahan terendam dalam air selama 24 jam.
4. Setelah direndam selama waktu tertentu angkat sampel dari wadah air dan letakkan sampel dengan bebas selama beberapa menit agar air yang terperangkap didalam sampel dapat mengalir keluar.
5. Hitung berapabanyak air yang terserap oleh sampel dengan menggunakan

rumus berikut:
$$\frac{\text{berat basah}-\text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

c. Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan dengan menimbang terlebih dahulu bata, kemudian membagi berat bata dengan volume bata maka akan didapatkan nilai berat jenis.

d. Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak ini dilakukan dengan mengamati bata, melihat apakah retak atau tidak, sudutnya siku atau tidak, warnanya seragam dan jika di ketuk berbunyi nyaring.

e. Kadar Garam

Pengujian kadar garam dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu benda uji, panjang, lebar, dan tingginya. Kemudian masukkan benda uji kedalam bak rendaman, tunggu beberapa saat, setelah itu angkat bata kemudian amati bercak-bercak putih dibagian sisi panjangnya. Kemudian mengukur bercak putih yang ada pada bagian bata menggunakan mistar atau penggaris.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga fase yaitu fase pertama persiapan material, fase kedua pembuatan benda uji dan fase ketiga pengujian sampel di laboratorium. Untuk persiapan material, pembuatan benda uji dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Sipi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Sampel bata tanpa bakar yang dibuat berbentuk persegi panjang dengan ukuran dimensi panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm. sampel yang dibuat untuk satu variasi terdiri dari 9 sampel. Untuk tahap pengujiannya meliputi pengujian tampak, kadar garam, penyerapan air, berat jenis atau densitas dan daya tahan bata yang dilakukan pada umur 28 hari.

4.2 Analisa Pemeriksaan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah galong yang berasal dari Desa Sidourip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang.

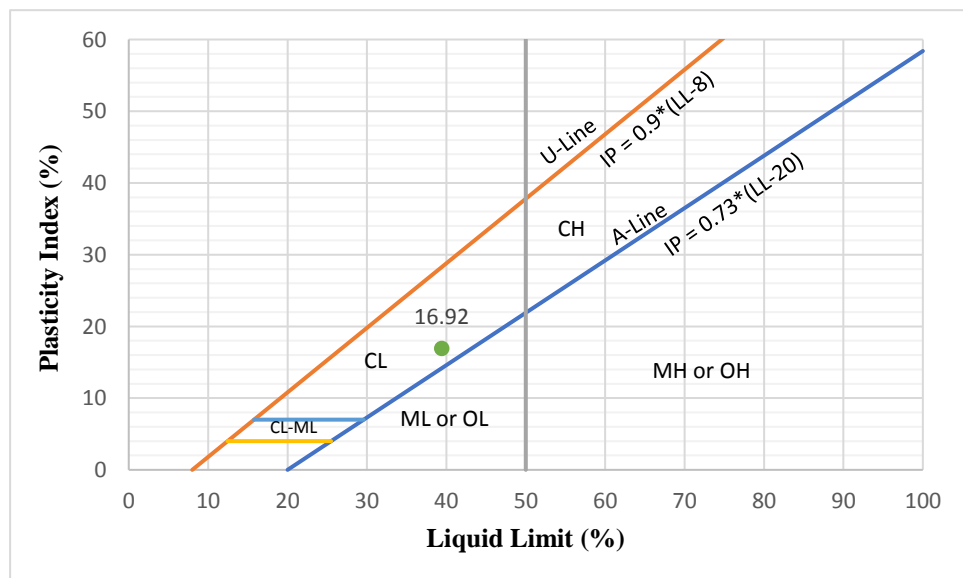
4.2.1 Uji Kadar Air Tanah

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 symbol notasi W dan dinyatakan dalam persen (%). Hasil dari pemeriksaan kadar air tanah merah seperti yang dijelaskan pada Lampiran 1.

Kadar air tanah berkisaran 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 galong diatas rata-rata air 24,9 masih dikatakan normal kurang dari 100%.

4.2.2 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair contoh tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Sedangkan batas plastis tanah adalah keadaan air minimum tanah yang masih dalam keadaan plastis. Tanah dalam keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat Casagrande, sampel tanah dalam mangkok yang dipisahkan oleh alucorlrit selebar 2 mm akan berhempit kembali pada 25 kali ketukan. 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). Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Hasil pengujian tanah galong dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4. 1: Grafik plastisitas tanah merah

Gambar 4.1 memberikan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik palastisitas (*plasticity chart*) Casagrande. Hal yang penting dalam grafik ini adalah garis pembagi (Garis-A) yang membedakan drajat plastis dari tanah menjadi plastis dari tanah menjadi plastis

tinggi dan rendah. Garis-A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73 (LL-20)$. Garis-A ini memisahkan antara lempung 36norganic dan lanai 36norganic. Lempung 36norganic akan berada di atas Garis-A, dan lanau 36norganic berada dibawah Garis-A. Lanau 36norgan berada dalam bagian yang sama (dibawah Garis-A dan dengan LL berkisar antara 30-50%) yang mana merupakan lanau 36norganic dengan drajat pemampatan sedang. Lempung 36norgan berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat penempatan yang tinggi (dibawah 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 plastis dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9 (LL-8)$ (Mudjino, n.d).



Gambar 4. 2: Uji Indeks patisitas tanah galong

Dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah galong dapat dilihat pada Lampiran 2. Diperoleh nilai Batas Cair (*Liquid Limit*) dari tanah merah 39% sedangkan Batas Plastis (*Plastic Limit*) 22,5%, maka didapat Indeks Plastis (*Plasticity Index*) dari tanah galong sebesar 16,9%. Berdasarkan nilai Indeks Plastis yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung 36norganic dengan indeks plastisitas sedang.

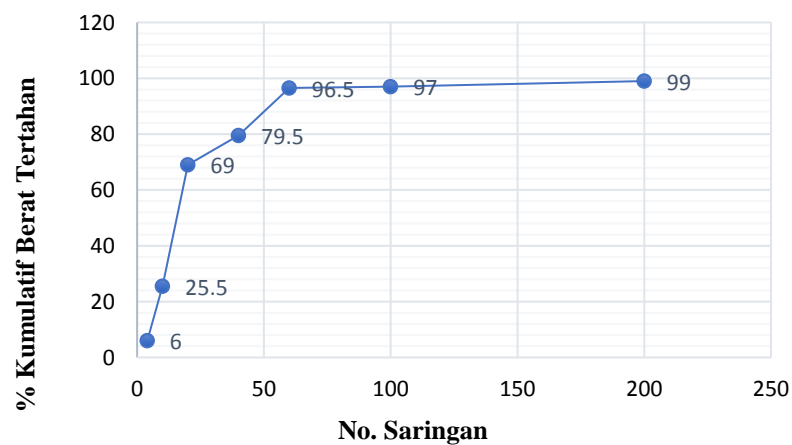
4.2.3 Analisa Butiran Tanah Galong

Analisa butiran dilakukan 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.



Gambar 4. 3: Analisa butiran tanah galong

Dari hasil pengujian analisa butiran tanah galong pada gambar 4.3. klasifikasi tanah menurut SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan Teknik, tanah tersebut berbutir kasar dengan lolos saringan no 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.



Gambar 4. 4: Grafik gradasi tanah galong

4.3 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus (pasir) merupakan suatu partikel-parikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran 5-0,074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesi (Daniswara & Walujodjati, 2022).

4.3.1 Kadar Lumpur Agregat Halus

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat halus yang akan dijelaskan pada Lampiran 4. Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat presentase kadar lumpur rata-rata 3.1%. 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.

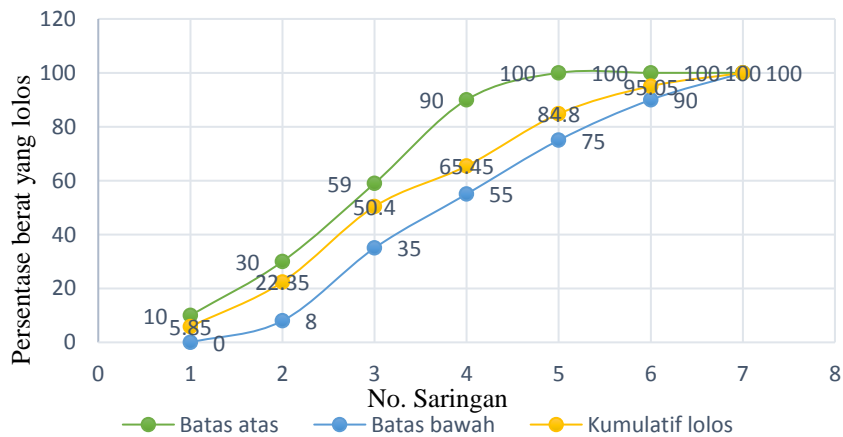
4.3.2 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Hasil dari pemeriksaan kadar air agregat halus seperti yang dijelaskan pada Lampiran 5.

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

4.3.3 Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan dilakukan berdasarkan (SK SNI S-04-1989-F,1989), tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus. Hasil pengujian analisa saringan halus dapat dilihat pada Lampiran 6 pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4. 5: Grafik analisa saringan agregat halus

Berdasarkan Gambar 4.5 maka nilai modulus kehalusan (*fines modulus*) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus kehalusan (fines modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76\%$$

Dari hasil pengujian didapat hasil sebesar 2,76%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5% - 3,8%. Agregat tersebut berada di zona 2 (pasir sedang).

4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Batu Bata

Pada bab ini akan dijelaskan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium antara lain pengujian sifat tampak, kadar garam, penyerapan air, dan ketahan batu bata.

4.4.1 Sifat Tampak Batu Bata

Hasil pengujian sifat tampak bata tanpa bakar yang diperoleh dapat dilihat dalam Lampiran 7 dan sampel setelah pengujian dalam gambar 4.6 dibawah ini:



Gambar 4. 6: Sifat tampak batu bata

Setelah dilakukan pencetakan, jika dilihat hasilnya dari tampak luar bata yang dicetak sudah memenuhi ketentuan SNI 15-2093-2000 masuk pada Modul M-6b. Berdasarkan pengamatan visual bata mempunyai warna coklat muda. Bentuk bata dengan penambahan SGK seluruhnya memiliki bidang yang rata dan sudutnya siku dan tajam serta kerapuhan 0%. Sementara itu ditinjau dari keretakan, keseluruhan bata bentuknya tidak retak. Hal ini karena SGK mampu mengikat partikel partikep pendukung seperti tanah dan pasir.

4.4.2 Kadar Garam Batu Bata

Adapun hasil pengujian kadar garam yang terkandung pada bata tanpa bakar untuk tanah galong dapat dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini:



(a)



(b)



(c)

(d)

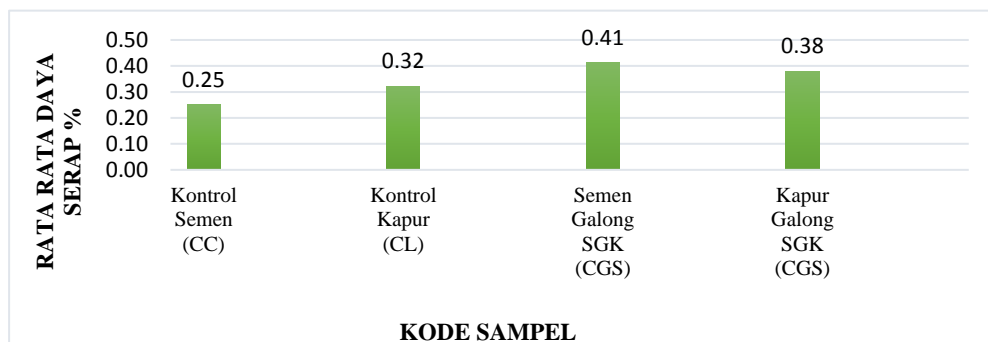
Gambar 4. 7: Proses pengujian kadar garam

- a)perendaman bata b)pengeringan bata suhu ruang c)setelah pengeringan
d)detail bata tanpa kadar garam

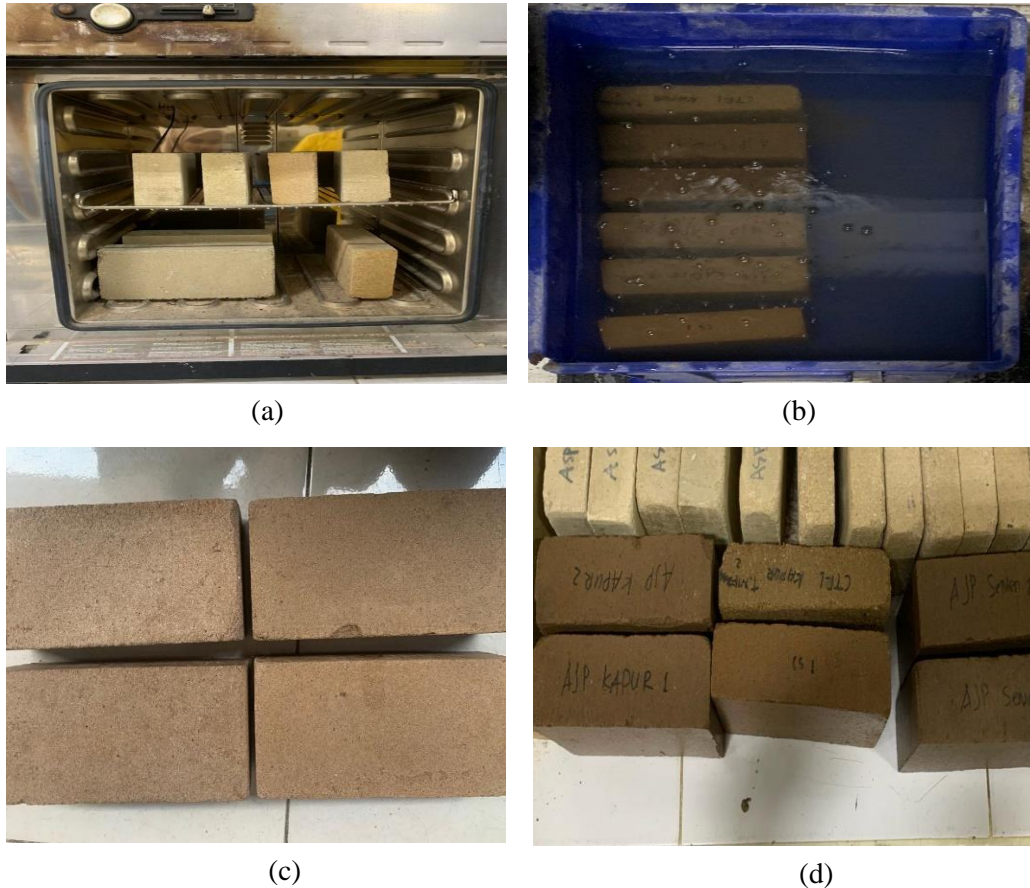
Dari hasil penelitian pada Gambar 4.8 dan Lampiran 8 diperoleh nilai kadar garam bata 4 variasi 0%, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak membahayakan karena hasil pengujian masih sesuai dengan standart SNI dimana jika kandungan kadar garam lebih 50% yang terkandung pada bata tersebut atau sampai menutupi bata, maka bata tersebut dapat membahayakan jika digunakan.

4.4.3 Penyerapan Air Batu Bata

Pengujian daya serap air pada bata tanpa bakar merupakan pengukuran daya serap dengan melihat presentase perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering sampel yang direndam selama 24 jam. SNI atau Standar Nasional Indonesia menyertakan daya serap air yang diperolehkan batu bata merah sebesar 20%. Berikut grafik dan gambar hasil dari pengujian daya serap air pada batu bata bakar sesuai dengan persamaan 2.3, yaitu:



Gambar 4. 8: Grafik penyerapan air bata tanpa bakar



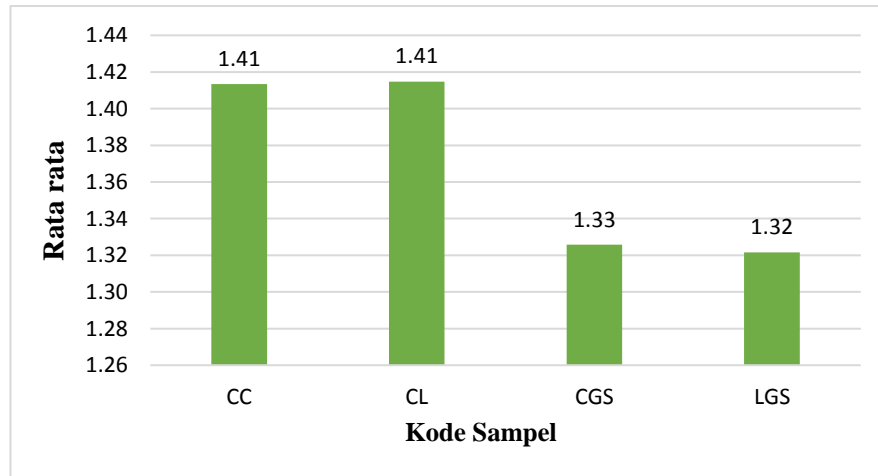
Gambar 4. 9: Proses pengujian daya serap air
 a) dioven b) direndam c) setelah dioven d) setelah direndam

Dari hasil penelitian daya serap di Gambar 4.8 Dan Lampiran 9 diperoleh nilai daya serap batu bata tanpa bakar adalah 0,29% berarti tidak membahayakan karena masih di bawah 20%. Berdasarkan standart SNI penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

Gambar 4.8 dengan jelas menunjukkan bahwa penyerapan air bata tanpa bakar meningkan dari control, tingkat penyerapan air dari campuran Cement Galong SGK (CGS) adalah 0,41% dan 0,38% lebih besar dibandingkan dengan control tanpa Serbuk Gergaji Kayu (SGK). Hal tersebut diakibatkan karena sifat hidrofilik dari SGK yang cenderung menarik dan menyerap air. Jika SGK ini dicampurkan kedalam campuran bata, serbuk dapat membantu menyerap lebih banyak air dari pada bata tanpa tambahan SGK.

4.4.4 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar

Berat jenis adalah massa atau massa sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Untuk memperoleh nilai densitas bahan sampel diperlukan parameter yaitu massa kering dan volume (panjang, lebar, dan tinggi). adapun hasil pengujian berat jenis bata yang diperoleh seperti dalam gambar 4.10 berikut:



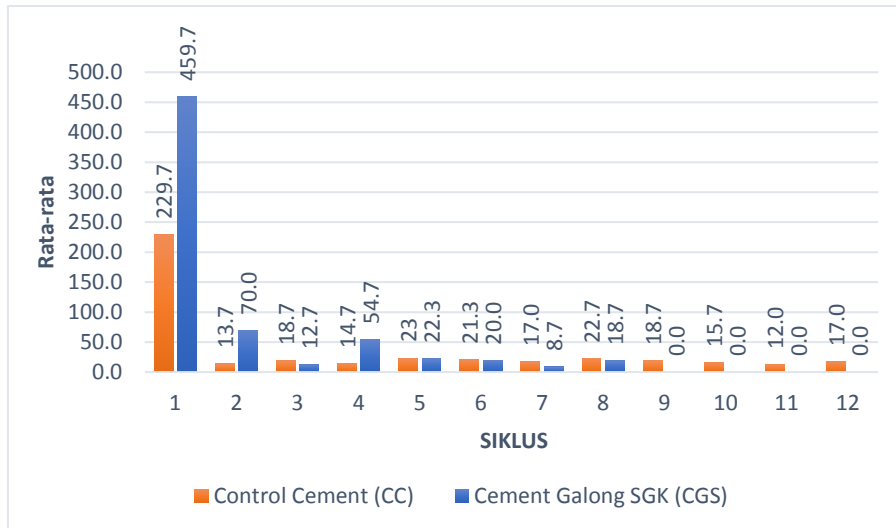
Gambar 4. 10: Pengujian berat jenis bata

Dari Gambar 4.10 dan Lampiran 10 rata-rata berat jenis bata tanpa bakar yaitu 1,4 (g/cm^3). Nilai berat jenis bata tanpa bakar ini tidak memenuhi spesifik berat jenis bata normal yang berkaisar antara $1,60 \text{ gr}/\text{cm}^3 - 2,00 \text{ gr}/\text{cm}^3$ (Badan Standarisasi Nasional (BSN, 2000)). Apabila dibandingkan dengan nilai berat jenis bata pada penelitian (Amin, 2014), hasil berat jenis bata penelitian Amin jauh lebih tinggi dengan nilai rata-rata $2,4 \text{ gr}/\text{cm}^3$.

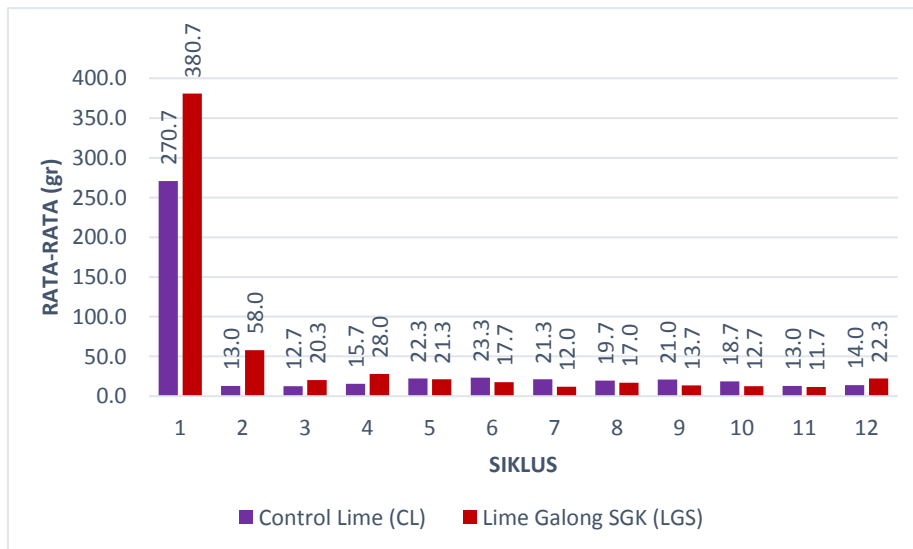
4.4.5 Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Pengujian daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* pada bata tanpa bakar merupakan pengukuran daya tahan bata yang bertujuan untuk melihat kemampuan bata dapat bertahan terhadap siklus pengeringan dan pelunakan yang berulang. Pengujian daya tahan pada bata tanpa bakar dilakukan dengan melihat presentase perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering pada sampel yang direndam selama 5 jam, pengeringan dengan suhu ruang selama 19 jam dan

dilakukan sebanyak 12 siklus. Berikut hasil pengujian dan proses uji daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* pada bata tanpa bakar dapat dilihat pada Gambar 4.11, Gambar 4.12, dan Gambar 4.13 di bawah ini:



Gambar 4. 11: Grafik pengujian daya tahan bata pada pengikat semen



Gambar 4. 12: Grafik penyerapan daya tahan bata pada pengikat kapur



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 13: Proses uji daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting*
a) bata direndam 5 jam b) setelah direndam c) bata semen umur 12 hari
d) bata semen umur 12 hari

Hasil uji daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* yang dilakukan terhadap sampel bata tanpa bakar, baik sampel bata control maupun sampel bata dengan menggunakan bahan tambah Serbuk Gergaji Kayu (SGK) yang telah mengalami siklus *drying* dan *wetting* hasilnya tersaji pada Gambar 4.11, Gambar 4.12, dan Gambar 4.13 merupakan proses pengujian daya tahan bata, dimulai perendaman hingga *drying* dan *wetting* sampai 12 siklus. Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 menunjukkan semakin banyak siklus yang dilakukan terhadap sampel bata, nilai serapan air cenderung menurun dari siklus satu ke siklus berikutnya. Nilai serapan air tertinggi dicapai pada siklus 1.

Berdasarkan Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 terjadi peningkatan penyerapan air pada bata dengan bahan tambah SGK. Nilai penyerapan air bata dengan penambahan SGK lebih tinggi dibandingkan dengan kontrolnya. Hal tersebut diakibatkan sifat dari SGK yang mampu menyerap air. Terjadi perbedaan antar pengikat bata. Bata dengan pengikat semen lebih cepat mengalami perubahan

seperti retak di umur 12 hari perendaman. Sedangkan bata dengan pengikat kapur tidak mengalami perubahan ketika pengujian perendaman selama 12 hari. Dapat dilihat pada Gambar 4.13. (Ranggaesa et al., 2017) menyatakan bahwa kapur yang dicampur dengan butiran mineral lempung bereaksi membentuk kalsium silikat yaitu gel yang keras untuk mengikat partikel tanah. Hal tersebut mengakibatkan bata tanpa bakar dengan pengikat kapur dapat lebih bertahan lama dengan siklus durability atau daya tahan ini.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi sampel yang memenuhi syarat dengan komposisi 67% tanah lempung, masing-masing semen dan kapur 8%, pasir 17% dan bahan tambah Serbuk Gergaji Kayu (SGK) sebesar 8% dengan rata-rata nilai penyerapan air 0,341% lebih baik dari pada standart daya serap air batu bata yaitu 20%.
2. Penambahan Serbuk Gergaji Kayu (SGK) dapat meningkatkan daya tahan bata tanpa bakar sebesar 55,56% untuk variasi Cement Galong SGK (CGS) dan 22,78% untuk variasi Lime Galong SGK (LGS), sedangkan pada kontrol 35,35% untuk variasi Control Cement (CC) dan 38,74% pada variasi Control Lime (CL). Daya tahan pada bata dengan campuran serbuk gergaji kayu mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan bata control kenaikan itu disebabkan karena serbuk gergaji kayu memepengaruhi penyerapan air.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat saran dari penulis yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi komposisi yang berbeda terhadap penggunaan Serbuk Gergaji Kayu (SGK) untuk mengetahui daya tahan dengan metode *dryiung* dan *wetting* terhadap bata yang akan dihasilkan dengan perbandingan rasio yang berbeda.
2. Sebaiknya pendiaman bata dilakukan secara bervariasi misalnya 7 hari, 14 hari dan 28 hari, agar dapat diketahui apakah faktor waktu dapat mempengaruhi daya tahan bata, daya serap air dan berat jenis bata tanpa bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Agoes, S., W. (2015). Kanjian Bahan Dasar (Lempung) Terhadap Karakteristik Mekanik Batu Bata yang Dihasilkan dan Kesesuaian Fungsi Berdasarkan Diagram Winkler. *Universitas Brawijaya, Malang*, 11(2), 50–57.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2000). SNI-15-2094-2000 Solid Red Brick For Walls. In *Sni 15-2094-2000* (pp. 11–22).
- Dandy Nugroho, Akhmad Andi Saputra, K. (2019). Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Bata Merah di Desa Tegalambo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. *Keilmuan Dan Terapan Teknik*, 08.
- Daniswara, & Walujodjati, E. (2022). Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 95–102. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1018>
- Faisol Khoufi AS, Oyong Novareza, P. B. S. (2017). Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa Dan Abu Serbuk Gergaji. *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers UNISBANK Ke-3*, 175–181.
- Finanda, I., & Purwandito, M. (n.d.). *Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu*. 1–4.
- Frapanti, S., Efrida, R., Dewi, I., Asfiati, S., & Riza, F. V. (2023). *Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000*. 13(1), 163–172.
- Haryanti, N. H., & Wardhana, H. (2019). Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara. *Jurnal Fisika Indonesia*, 21(3), 11. <https://doi.org/10.22146/jfi.42443>
- Irwansyah, Faiz Isma, M. P. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam*, 4(2), 8–12.
- Kinerja, A., Jalan, R., Adanya, A., Perbelanjaan, P., Kasus, S., Rajawali, S., & Palangka, R. (2021). *Media Ilmiah Teknik Sipil , Volume 9 , Nomor 2 , Juni 2021 : 92-101 Media Ilmiah Teknik Sipil , Volume 9 , Nomor 2 , Juni 2021 : 92-101*. 9(1), 92–101.
- Pasri, A. A., Tuhuteru, E., & Firman, F. (2018). Studi Pembuatan Batu Bata Ramah Lingkungan Dari Lumpur Sediment Pond PT. Wanatiara Persada Site Haul Sagu Pulau Obi. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 4(3), 217–226.
- Ranggaesa, R. A., Zaika, Y., & Suroso. (2017). Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kekuatan dan Pengembangan (Swelling) pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro. *Universitas Brawijaya, Malang*, 3(1), 1–7.

- Shalahuddin, M. (2012). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1(2), 34–46.
- Sudarsana, I., Made Budiwati, I., & Angga Wijaya, Y. (2011). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 93–101.
- Sukobar, S., Kuntjoro, K., Kusumastuti, K., & Sungkono, S. (2014). Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 12(2), 13. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v12i2.2576>
- Surya, A., & Noor, D. A. (2019). Teknologi Tradisional Pembuatan Batu Bata Sungai Tabuk Kalimantan Selatan. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 53. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2064>
- Syahland, S. J. (2021). Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung Terhadap karakteristik Batu Bata Yang Dihasilkan. *Kelitbangan*, 04(01), 462.
- Tera, J. (2021). *Campuran Terhadap Sifat Mekanik Batu Bata*. 1(2), 155–168.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. K. A. (2021). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 32–40. <https://doi.org/10.23917/dts.v14i1.15277>
- Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 01(01), 25–32.

LAMPIRAN

Lampiran 1: kadar air tanah galong

Kadar Air Tanah Galong		
NO. Cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	60	59
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	48	51
Berat Air (W2-W3)	12	8
Berat Tanah Kering (W3-W1)	39	42
Kadar Air (w)	30.8	19
Rata-rata (%)	24.9	

Lampiran 2: Batas cair dan batas plastis tanah galong

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering ($W_5 = W_3 - W_1$)	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar Air ($W = (W_w/W_5) \times 100\%$)	%	42.3	30	40	35.7	20	25
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	37				22.5	

LL	PL	PI
39	22.5	16.9

Lampiran 3: Analisa butiran tanah galong

Analisa Butiran Tanah Galong					
No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4.750	60	6	6	94
10	2.000	195	19.5	25.5	74.5
20	0.850	435	43.5	69	31
40	0.425	105	10.5	79.5	20.5
60	0.250	170	17	96.5	3.5
100	0.150	5	0.5	97	3
200	0.075	20	2	99	1
Pan		10	1	100	0
Jumlah		1000			

Lampiran 4: Kadar lumpur agregat halus

KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS		
Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1)	511	507
Berat pasir kering (W2), gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
Berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur, %	3.2	3.0
Kadar lumpur rata-rata, %	3.1	

Lampiran 5: Kadar air agregat halus

KADAR AIR AGREGAT HALUS			
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
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
Rata-rata	%	5.43	

Lampiran 6: Analisa saringan agregat halus

ANALISA GRADASI 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 7: Sifat tampak batu bata

Tabel Uji Sifat Tampak Bata										
Kode sampel	Sudut siku		Nyaring bila dipukul		Warna seragam		Tidak retak		Datar	
	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2
CC	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CL	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
LGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

Lampiran 8: Kadar garam batu bata

Kode Sampel	Jumlah sampel	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase kadar Garam (%)
		Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
CCG	1	200	100	2000	0	0	0	0
	2	200	100	2000	0	0	0	0
CLG	1	200	100	2000	0	0	0	0
	2	200	100	2000	0	0	0	0
CGS	1	200	100	2000	0	0	0	0

Tabel Lanjutan: Lampiran 9

Kode Sampel	Jumlah sampel	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase kadar Garam (%)
		Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
	2	200	100	2000	0	0	0	0
LGS	1	200	100	2000	0	0	0	0
	2	200	100	2000	0	0	0	0
Rata-rata								0

Lampiran 9: Penyerapan air batu bata

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (kg)	Berat Bata Kering (kg)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
1	Kontrol Semen (KS)	1	1.674	1.342	0.25	0.25
		2	1.657	1.323	0.25	
2	Kontrol Kapur (KK)	1	1.608	1.214	0.32	0.32
		2	1.617	1.226	0.32	
3	Semen Galong SGK (SGS)	1	2.105	1.474	0.43	0.41
		2	2.092	1.498	0.40	
4	Kapur Galong SGK (KGS)	1	2.060	1.492	0.38	0.38
		2	2.054	1.491	0.38	
Rata-rata						0.341

Lampiran 10: Berat jenis batu bata

No	Kode	Jumlah Sampel									rt-rt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	KSG	1.45	1.47	1.47	1.44	1.41	1.42	1.32	1.41	1.32	1.41
2	KKG	1.32	1.42	1.55	1.41	1.45	1.34	1.38	1.53	1.34	1.41
3	SGSg	1.39	1.33	1.30	1.27	1.33	1.36	1.34	1.34	1.30	1.33
4	KGSg	1.34	1.31	1.29	1.38	1.32	1.31	1.30	1.31	1.34	1.32
Rata-rata berat jenis											1.37

Lampiran 11: Daya tahan bata dengan metode drying dan wetting

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
1	1	CC	1	1703	1924	221	229.7
			2	1685	1913	228	
			3	1667	1907	240	
2		CL	1	1665	1926	261	270.7
			2	1692	1966	274	
			3	1671	1948	277	
3		CGS	1	1591	2058	467	459.7
			2	1587	2033	446	
			3	1599	2065	466	
4		LGS	1	1607	1987	380	380.7
			2	1578	1957	379	
			3	1632	2015	383	
5	2	CC	1	1921	1932	11	13.7
			2	1902	1922	20	
			3	1900	1910	10	
6		CL	1	1918	1930	12	13
			2	1957	1971	14	
			3	1935	1948	13	
7		CGS	1	2001	2067	66	70
			2	1980	2057	77	
			3	2015	2082	67	
8		LGS	1	1943	1999	56	58
			2	1910	1970	60	
			3	1972	2030	58	
9	3	CC	1	1912	1937	25	18.7
			2	1897	1917	20	
			3	1900	1911	11	
10		CL	1	1923	1930	7	12.7
			2	1956	1973	17	
			3	1928	1942	14	
11		CGS	1	2062	2081	19	12.7
			2	2028	2084	56	
			3	2048	2011	-37	
12		LGS	1	1991	2005	14	20.3
			2	1946	1977	31	
			3	2018	2034	16	
13	4	CC	1	1933	1941	8	14.7

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
14			2	1899	1918	19	15.7
			3	1894	1911	17	
			1	1923	1934	11	
		CL	2	1952	1972	20	
			3	1924	1940	16	
			1	2049	2095	46	
15		CGS	2	2056	2125	69	54.7
			3	2067	2116	49	
			1	1976	2007	31	
16		LGS	2	1956	1976	20	28
			3	2015	2048	33	
			1	1923	1928	5	
17		CC	2	1961	1986	25	23
			3	1892	1931	39	
			1	1914	1942	28	
18	5	CL	2	1953	1968	15	22.3
			3	1911	1935	24	
			1	1982	2011	29	
19		CGS	2	0	0	0	22.3
			3	2094	2132	38	
			1	1988	2007	19	
20		LGS	2	1953	1975	22	21.3
			3	2011	2034	23	
			1	1927	1944	17	
21		CC	2	1896	1918	22	21.3
			3	1881	1906	25	
			1	1898	1925	27	
22	6	CL	2	1941	1966	25	23.3
			3	1921	1939	18	
			1	2094	2122	28	
23		CGS	2	0	0	0	20.0
			3	2113	2145	32	
			1	1993	2017	24	
24		LGS	2	1961	1973	12	17.7
			3	2017	2034	17	
			1	1931	1945	14	
25	7	CC	2	1903	1918	15	17.0
			3	1882	1904	22	

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
26	8	CL	1	1905	1927	22	21.3
			2	1947	1968	21	
			3	1916	1937	21	
27		CGS	1	1989	1999	10	8.7
			2	0	0	0	
			3	1963	1979	16	
28		LGS	1	1990	2016	26	12.0
			2	1950	1959	9	
			3	2016	2017	1	
29	8	CC	1	1920	1942	22	22.7
			2	1900	1919	19	
			3	1877	1904	27	
30		CL	1	1901	1928	27	19.7
			2	1951	1971	20	
			3	1922	1934	12	
31		CGS	1	2118	2157	39	18.7
			2	0	0	0	
			3	2138	2155	17	
32	LGS	1	1993	2003	10	17.0	
		2	1957	1975	18		
		3	2013	2036	23		
33	9	CC	1	1917	1941	24	18.7
			2	1906	1918	12	
			3	1886	1906	20	
34		CL	1	1908	1928	20	21.0
			2	1943	1964	21	
			3	1908	1930	22	
35		CGS	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
36	LGS	1	1995	2012	17	13.7	
		2	1956	1977	21		
		3	2021	2024	3		
37	10	CC	1	1930	1943	13	15.7
			2	1903	1917	14	
			3	1883	1903	20	
38		CL	1	1911	1929	18	18.7
			2	1943	1964	21	

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)	
			3	1914	1931	17		
39	11	CGS	1	0	0	0	0.0	
			2	0	0	0		
			3	0	0	0		
40		LGS	1	1997	2011	14	12.7	
			2	1962	1976	14		
			3	2026	2036	10		
41		11	CC	1	1925	1940	15	12.0
				2	1907	1917	10	
				3	1894	1905	11	
42	CL		1	1914	1925	11	13.0	
			2	1951	1962	11		
			3	1911	1928	17		
43	CGS		1	0	0	0	0.0	
			2	0	0	0		
			3	0	0	0		
44	LGS		1	2005	2015	10	11.7	
			2	1969	1979	10		
			3	2021	2036	15		
45	12	CC	1	1930	1946	16	17.0	
			2	1898	1914	16		
			3	1882	1901	19		
46		CL	1	1911	1927	16	14.0	
			2	1953	1966	13		
			3	1917	1930	13		
47		CGS	1	0	0	0	0.0	
			2	0	0	0		
			3	0	0	0		
48		LGS	1	1990	2012	22	22.3	
			2	1950	1975	25		
			3	2018	2038	20		

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Siti Yandi Shintia
Tempat, Tanggal Lahir : Dalu Sepuluh-B, 11 Februari 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Dusun IX, Desa Dalu Sepuluh-B, Kec. Tg.Morawa
No. HP : 0822-9404-8020
E-mail : sitiyadi11@gmail.com
Nama Ayah : Alm. Abdi Siswoyo
Nama Ibu : Kesna Prianti

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210169
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri. No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD Swasta Pelita
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 3 Tg. Morawa
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 2 Tg. Morawa