TA/TL/2025/2085

JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Agregat Alternatif Pembuatan Batu Bata Merah Menggunakan Metode Solidifikasi

Muhammad Abi Arga Wiradharma
20513264

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Agregat Alternatif Pembuatan Batu Bata Merah Menggunakan Metode Solidifikasi

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Muhammad Abi Arga Wiradharma
20513264

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal dan disetujui oleh:

20/11 2025.

Dr. Ir Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. (Pembimbing)

Dr. Ir. Kasam, M.T. (Penguji 1)

22/10/25

Ir. Niesa Nandini Mistoro, S.T., M.T (Penguji 2)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

20/11-2025

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan *(artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:

a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan

b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

   Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.

6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, November 20 2025

Yang membuat pernyataan

Muhammad Aditya Wiradharma

NIM: 20513264

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis limpahkan atas kehadirat Allah Swt. dengan berkat Rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan. Adapun judul dari Tugas Akhir ini yaitu **"Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Agregat Alternatif Pembuatan Batu Bata Merah Menggunakan Metode Solidifikasi".** Penyusunan laporan ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis selalu berusaha melakukan yang terbaik dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir ini sehingga dapat diharapkan hasil akhir dari sebuah penelitian ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis, namun bermanfaat bagi pembaca. Meskipun banyak hambatan serta rintangan yang penulis alami dalam proses pengerjaannya, penulis tetap berhasil dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang turut membantu dan mempermudah penulis dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini, antara lain kepada:

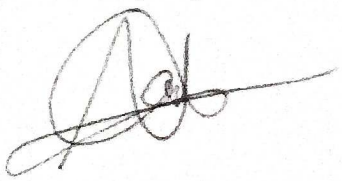
1. Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan nikmat sehat, ilmu pengetahuan, sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Orang tua penulis yang selalu memberi dukungan, semangat, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Unnie selaku kucing pelihararan penulis yang selalu memberi dukungan emosional, dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang sangat menginspirasi penulis semasa perkuliahan. Kemudian pada saat ini telah membantu dan membimbing penulis sejak

penilaian proposal, pelaksanaan penelitian, pembuatan laporan tugas akhir, hingga tugas akhir ini selesai.

5. Para dosen dan pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan fasilitas yang bermanfaat selama proses menempuh pendidikan.
6. Ihsan Arkan Abdillah, S.Psi., selaku teman penulis yang memberikan dukungan, saran kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Andri Pangestu Ashari, S.T., selaku teman penulis yang selalu membantu memberikan informasi, saran, dan kritikan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang telah memberikan bantuan selama masa perkuliahan.
9. Pihak terkait seperti Bapak Bambang, selaku pemilik pabrik bata Tumut Godean, yang mengizinkan serta membantu dalam kegiatan penelitian tugas akhir.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah ikut serta memberikan dukungan baik segi moral maupun spiritual kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis sangat mengharapkan segala masukan, saran dan kritikan. Penulis juga berharap semoga amal baik dari semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT.

Yogyakarta, November 26, 2025
Yang membuat pernyataan



Muhammad Abi Arga Wiradharma
NIM: 20513264

Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Agregat Alternatif Pembuatan Batu Bata Merah Menggunakan Metode Solidifikasi

Mahasiswa	: Muhammad Abi Arga Wiradharma
NIM	: 20513264
Program Studi	: Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing	: Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Abstrak

This study produced red bricks using recycled multilayer plastic waste to examine the effect of plastic content variation, its contribution to waste reduction, and the economic feasibility of the resulting bricks. The production process followed the Indonesian National Standard (SNI) 15-2094-2000 for Solid Red Bricks for Wall Masonry. Bricks were made with multilayer plastic additions of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%, mixed with 0.5 kg of clay and 1.5 kg of sand. Test results showed that the highest average compressive strength was 34.42 kg/cm² (3.37 MPa) at 2% plastic content, while the lowest was 11.66 kg/cm² (1.14 MPa) at 5% plastic content. The water absorption test showed values ranging from 19.60% (1% plastic) to 26% (5% plastic). Apparent density decreased with increasing plastic content, with the highest value of 1.65 g/cm³ at 1% and the lowest of 1.36 g/cm³ at 5%. The analysis showed a multilayer plastic waste reduction rate of 0.99%. Economic analysis showed promising potential, with a production cost of Rp 542.85 per brick and a selling price of Rp 1,000.00, resulting in a profit of Rp 457.1 per brick or Rp 45,715.00 per day.

Keywords: Red Brick, Multilayer Plastic, Solidification, Alternative Aggregate, Partial Aggregate

Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Agregat Alternatif Pembuatan Batu Bata Merah Menggunakan Metode Solidifikasi

Mahasiswa	: Muhammad Abi Arga Wiradharma
NIM	: 20513264
Program Studi	: Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing	: Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Abstrak

Pembuatan batu bata merah menggunakan bahan daur ulang sampah plastik multilayer, dengan tujuan mengidentifikasi pengaruh variasi, nilai kontribusi pengurangan plastik, serta kelayakan ekonomi bata merah dengan penambahan sampah plastik multilayer. Penelitian ini menggunakan SNI 15-2094-2000 Bata Merah Pejal untuk Pasang Dinding. Penelitian ini menguji kualitas batu bata merah yang dihasilkan dari campuran plastik multilayer sebanyak 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, dengan bahan campuran tanah liat 0,5 kg, dan pasir 1,5 kg. Hasil pengujian didapatkan nilai tertinggi sebesar 34,42/kgcm² (3,37 MPa), pada variasi 2%, dan nilai terendah sebesar 11,66 kg/cm² (1,14 MPa), pada variasi 5%. Hasil uji penyerapan air dengan nilai terendah 19,60%, pada variasi 1% dan tertinggi sebesar 26% pada nilai variasi 5%. Hasil uji kerapatan semu dengan kerapatan terbesar 1.65 gr/cm^3, pada variasi 1%, dan terendah 1.36 gr/cm^3, pada variasi 5%. Hasil analisis perhitungan pengurangan limbah plastik multilayer didapatkan pengurangan sampah plastik sebesar 0,99%. Hasil *analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa bata merah dengan campuran plastik multilayer memiliki harga jual cukup tinggi, dengan harga dasar Rp 542.85 dan harga jual Rp 1.000,00 per batu bata, menghasilkan keuntungan Rp 457.1 per batu bata atau Rp 45.715,00 per hari.*

Kata Kunci Batu Bata Merah, Plastik Multilayer, Solidifkasi, Agregat Alternatif, Agregat Parsial.

DAFTAR ISI

PRAKATA 4
Abstrak i
Abstrak ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Plastik *Multilayer* 5
2.1.1 Jenis Plastik *Multilayer* 6
2.2 Pemanfaatan Sampah Plastik pada Bidang Pembangunan 7
2.3 Bata merah 8
2.3.2 Ukuran Standar Batu Bata 9
2.3.3 Rumus Perhitungan 9
2.4 Teori Kelayakan Ekonomi 11
2.4.1 Perhitungan Biaya Pembuatan Produk 11
2.5 Penelitian Terdahulu 13
BAB III METODE PENELITIAN 16

3.1 Waktu dan Lokasi 16
3.2 Alat dan Bahan 17
3.3 Prosedur Analisis Data 19
3.3.1 Pembuatan Sampel 20
3.4 Pengujian Sifat Fisis Batu Bata 23
3.6 Pra Penelitian Dalam Pembutan Batu Bata Merah 26
3.7 Konstribusi Untuk Lingkungan Dibidang Konstruksi 26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Pra Percobaan Pembuatan Batu Bata Merah 27
4.2 Perhitungan Komposisi Material Batu Bata Merah 28
4.3 Uji Resapan Air Batu Bata 31
4.4 Uji Kerapatan Semu Batu Bata 35
4.5 Uji Kuat Tekan Batu Bata 42
4.6 Kontribusi Untuk Lingkungan di Bidang Konstruksi 51
4.7 Perhitungan Harga Produk 52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 58
5.1 Kesimpulan 58
5.2 Saran 59
DAFTAR PUSTAKA 60
LAMPIRAN 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis plastik multilayer beserta massa jenisnya 7
Tabel 2.2 Standar ukuran dan dimensi batu bata merah 9
Tabel 2.3 Indikator penilaian pembiayaan 12
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu..... 13
Tabel 3.1 Perbandingan harga dan jumlah plastik dari berbagai inovasi..... 23
Tabel 4.1 Perbandingan campuran batu bata merah..... 29
Tabel 4.2 Jumlah sampel uji..... 30
Tabel 4.3 Campuran 1 batu bata merah..... 31
Tabel 4.4 Campuran 1 kali cetak batu bata merah..... 31
Tabel 4.5 Hasil perhitungan uji serap air 32
Tabel 4.6 Hasil rata-rata perhitungan daya serap air setiap variasi 34
Tabel 4.7 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 1%..... 37
Tabel 4.8 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 2%..... 37
Tabel 4.9 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 3%..... 38
Tabel 4.10 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 4%..... 38
Tabel 4.11 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 5%..... 38
Tabel 4.12 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 1%..... 39
Tabel 4.13 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 2%..... 39
Tabel 4.14 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 3%..... 39
Tabel 4.15 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 4%..... 39
Tabel 4.16 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 5%..... 40
Tabel 4.17 Hasil uji kuat tekan variasi 1%..... 43
Tabel 4.18 Hasil uji kuat tekan variasi 2%..... 43
Tabel 4.19 Hasil uji kuat tekan variasi 3%..... 44
Tabel 4.20 Hasil uji kuat tekan variasi 4%..... 45
Tabel 4.21 Hasil uji kuat tekan variasi 5%..... 46
Tabel 4.22 Hasil penilaian rata-rata variasi berdasarkan baku mutu kuat tekan. 49
Tabel 4.23 Rekapan pengeluaran per hari..... 55
Tabel 4.24 Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi pembuatan batu bata merah 16
Gambar 3.2 Alat-alat (A) Pembakaran Bata, (B) Jangka Sorong, (C) Neraca Tiga Lengan, (D) Cangkul, (E) Oven Laboratorium, (F) Ember, (G) Timbangan Digital, (H) Cetakan Batu Bata, (I) Mesin Cacah Plastik 17
Gambar 3.3 Bahan (A) Tanah Liat, (B) Pasir, (C) Plastik *Multilayer*, (D) Air 17
Gambar 3.4 Tahap penelitian 19
Gambar 4.1 Batu bata setelah dicetak 28
Gambar 4.2 Batu bata setelah dibakar..... 28
Gambar 4.3 Grafik hasil uji daya serap air 34
Gambar 4.4 Proses penentuan berat dalam air 35
Gambar 4.5 Penggunaan neraca 3 lengan sebagai alat ukur 36
Gambar 4.6 Proses pengeringan dalam oven dan pendinginan..... 37
Gambar 4.7 Nilai rata rata kerapatan semu seluruh variasi 41
Gambar 4.8 Hasil pengujian pada batu bata..... 48
Gambar 4.9 Hasil uji kuat tekan rata-rata variasi..... 49

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang sampai saat ini menjadi permasalahan di Indonesia. Hal ini terjadi dikarenakan kebutuhan plastik di Indonesia terus bertambah seiringnya pergantian tahun, namun sampai saat ini masih belum ditemukan cara efektif yang dapat mengurangi hasil limbah pemakaian dari plastik tersebut oleh masyarakat maupun oleh pemerintah (Rosmi, dkk., 2020). Masyarakat Indonesia pada umumnya melakukan pengelolaan sampah dengan cara menyimpannya pada tempat pengumpulan sampah yang kemudian nantinya akan diangkut oleh pihak lain ke tempat pemrosesan akhir. Jika sampah plastik tidak dikelola dengan benar dapat menyebabkan berbagai masalah lingkunagn yang diantaranya adalah banjir, pencemaran tanah baik itu air tanah, maupun kesuburan tanah (Rosmi, dkk., 2020). Hal ini dipengaruhi dengan kurangnya kesadaran masyarakat mengenai bahaya dari plastik dan kurangnya pengetahuan mengenai berbagai cara untuk mengelola plastik tersebut.

Plastik *multilayer* adalah salah satu jenis plastik yang sering masuk pada kategori ke 7 yaitu *Other* pada daur ulang. Plastik multilayer adalah plastik yang terdiri dari lapisan bahan yang berbeda yang komponennya dilapisi agar membentuk sebuah kemasan tekstur fleksibel maupun tekstur solid (Wardani, dkk., 2023). Plastik multilayer ini dapat ditemukan pada kegiatan sehari-hari, diantaranya adalah bungkus minuman sachet bubuk, sampo sachet, makanan ringan dan lain-lain.

Keuntungan dari plastik *multilayer* sendiri dapat ditemukan pada sektor industri dimana industri tersebut dapat membuat kemasan dari produk mereka menjadi lebih tipis dengan kekuatan kemasan yang cukup kuat, serta beberapa diantara cukup toleran pada suhu panas. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan material yang berlebih pada pembuatan sebuah kemasan dan mengurangi biaya pada produksinya (Wardani, dkk., 2023). Secara umum plastik *multilayer* ini juga dapat di daur ulang akan tetapi cukup sulit dilakukan karena plastik ini memiliki

lapisan plastik dengan jenis yang berbeda sehingga tidak dapat didaur ulang dengan metode yang sama seperti plastik biasa (Soares, et al., 2022). Terdapat pengolahan alternatif lain yang dapat diterapkan pada daur ulang plastik *multilayer,* yaitu dengan cara mengolah plastik tersebut menjadi bahan padatan, seperti campuran untuk bahan baku material bangunan diantaranya seperti batako, roster, bata merah atau paving. Bata merah sendiri adalah bahan yang umum digunakan pada pembangunan yang materialnya terdiri dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain ditambah dengan air, yang dikeringkan dengan dijemur selama beberapa hari yang selanjutkan dibakar pada suhu tinggi agar mengeras dan tidak hancur jika terkena bahkan terendam oleh air. Bata merah biasanya memiliki prisma segi empat panjang pejal atau berlubang. (Prayuda, dkk., 2018). Umumnya sebagai bahan non-struktural digunakan untuk membangun dinding pembatas pada gedung tingkat tinggi, tetapi sebagian masyarakat menggunakan batu bata sebagai konstruksi rumah sederhana untuk penyangga.

Plastik *multilayer* sebagai tambahan bahan baku pembuatan bata merah ini dapat menjadi salah satu bentuk pemanfaatan yang dapat diterapkan untuk mengurangi jumlah dari sampah plastik *multilayer*. Salah satu yang dimungkinkan adalah dapat menambah kualitas dari bata merah tersebut baik dalam kuat bata ataupun daya serap air bata.

Meskipun memiliki manfaat yang cukup banyak, penerapan bata merah dengan tambahan plastik *multilayer* ini masih harus dilakukan pengujian dengan metode yang telah tertera pada SNI 15-2094-2000, dengan melalui pengujian kuat tekan dan uji daya serap air untuk dapat memastikan bahwa bata merah tersebut sesuai dengan baku mutu dan aman untuk digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah:

1) Mengetahui pengaruh penambahan sampah plastik *multilayer* pada pembuatan bata merah dengan pengujian kuat tekan dan daya serap air pada bata merah ?

2) Mengetahui pengaruh penerapan bata merah dengan bahan *plastik multilayer* pada aspek dan bidang pembangunan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berupa:

1) Menganalisis pengaruh dari sampah plastik *multilayer* pada bata merah dengan proses pengujian kuat tekan dan daya serap air pada bata merah.
2) Menganalisis manfaat dari penambahan bahan sampah plastik multilayer sebagai alternatif bahan agregat pada bata merah terhadap pengurangan sampah plastik.
3) Menganalisis pengaruh dari penerapan bata merah dengan bahan plastik multilayer pada aspek eknomi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diharapkan pada hasil penelitian ini adalah:

1. Memberikan salah satu jalan untuk mengurangi dan memanfaatkan sampah plastik *multilayer*.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh bahan sampah plastik *multilayer* sebagai tambahan bahan baku bata merah.
3. Menjadikan penelitian sebagai refrensi mengenai pengaruh sampah plastik *multilayer* sebagai bahan alternatif pada bahan pembuatan bata merah.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang tecakup pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
2. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari penelitian yang terdahulu sebagai wawasan dasar pembahasan dan data primer yang didapatkan dari hasil praktik secara langsung di lapangan.
3. Pembuatan batu bata merah dilakukan di Pengrajin Batu Bata Merah Tumut, Godean

4. Pencacahan plastik *multilayer* dilakukan di lokasi pemilahan plastik Project B Indonesia.
5. Benda uji menggunakan bata merah dengan dimensi P x L x T adalah 23 cm x 11 cm x 5 cm.
6. Penelitian ini menggunakan campuran tanah liat sebesar 0.5 kg dan tanah 1.5 kg dengan penambahan plastik *multilayer* dengan variasi 5%, 4%, 3%, 2%, dan 1% dari perbandingan tanah liat dan tanah.
7. Pengeringan Bata merah dilakukan selama 1 - 7 hari.
8. Plastik yang digunakan adalah jenis plastik *multilayer.*

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang sering ditemukan pada kehidupan sehari-hari, dimana sampah ini memiliki akan terus dihasilkan selama manusia masih bergantung pada kemudahan dalam pembuatan, penggunaan, serta biaya produksi yang terbilang murah bagi pihak industri. Plastik sendiri tidak akan terurai dalam waktu yang singkat bahkan bisa mencapai ratusan tahun untuk terurai. Bahkan jika telah terurai menjadi mikroplastik masih dapat mencemari lingkungan baik pada tanah, air, udara, bahkan dapat membahayakan manusia dan hewan.

Sampah plastik *multilayer* merupakan salah satu jenis sampah plastik yang cukup kompleks karena terdiri dari lapisan beberapa jenis plastik yang berbeda. Melihat dari pandangan sisi industri plastik *multilayer* biasanya dibuat dengan fungsi sebagai kemasan, produksi ini cukup besar karena memiliki harga produksi yang cukup murah dengan jangka waktu umur penggunaan yang cukup singkat (Soares, at el., 2022). Kemasan plastik ini cukup sulit untuk didaur ulang karena memiliki lapisan plastik yang berbeda, bahkan jika dilakukan pemisahan pada lapisan dibutuhkan keahlian bahkan kemungkinan alat khusus untuk mempermudah proses pemisahan, yang tidak mungkin ditemukan pada tempat daur ulang biasa.

2.1 Plastik *Multilayer*

Plastik *multilayer* biasanya diproduksi sebagai bentuk kemasan baik itu pada makanan maupun barang kebutuhan domestik rumah tangga. Alasan plastik *multilayer* digunakan secara besar dikarenakan harga produksi dan kualitas plastik ini cukup baik dari segi ketahanan maupun bentuk yang fleksibel dapat digunakan untuk mengemas banyak barang. Bahan yang digunakan pada plastik *multilayer* ini cukup beragam seperti, besi, seng, tembaga, mangan, silikon, dan alumunium (Yansen, dkk., 2023).

2.1.1 Jenis Plastik *Multilayer*

Plastik *multilayer* memiliki jenis yang berbeda-beda yang masing-masing memiliki keunggulannya dibidangnya tersendiri, diantaranya:

1. Polyethylene (PE)

   Polyethylene memiliki fungsi dapat mengurung suhu, pelindung kelembapan, dan kombinasi dengan penghalang gas/aroma (misalnya, PA, EVOH).

   Biasa diaplikasikan sebagai tempat minuman atau karton bungkus minuman (biasanya mengandung lapisan LDPE).

2. Polypropylene (PP)

   Polypropylene memiliki fungsi pelindung dari kelembapan, dilapisi dengan laprisan penyegel panas (PVDC, akrilat) untuk daya tahan/kekuatan mekanik, dikombinasi dengnan pelindung dari gas dan aroma.

   Biasanya diaplikasikan pada kemasan perlengkapan mandi/kamar mandi, kosmetik dan kemasan makanan yang dapat dipanaskan dalam microwave.

3. Polyethylene Terephthalate (PET)

   Polyethylene Terephthalate memiliki fungsi penghalang dari gas/aroma, pelindung dari kelembapan, kekuatan mekanik, dan menyegel panas.

   Biasanya diaplikasikan pada kemasan makanan seperti botol, daging, atau keju.

4. Polystyrene (PS)

   Polystyrene memiliki fungsi mudah dicetak, dapat dilalui oleh gas, dapat dikombinasikan dengan pelindung gas/aroma.

   Biasanya diaplikasikan pada cetakan lapisan luar pada sebuah kemasan makanan.

5. Nylon (Polyamide, PA)

   Nylon memiliki fungsi penghalang dari gas/aroma, kekuatan mekanik, penyegel suhu.

   Biasanya diaplikasikan pada kemasan makanan termoform (produk plastik dengan cara memanaskan lembaran plastik ke bentuk yang diinginkan).

Masing-masing jenis dari plastik diatas ini memiliki berat massa jenis atau densitas yang berbeda, berikut merupakan berat massa dari beberapa jenis plastik *multilayer* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis plastik multilayer beserta massa jenisnya

No.	Jenis Plastik	Massa Jenis (g/cm^3)
1.	Polyethylene (PE)	0.91 – 0.96
2.	Polypropylene (PP)	0.90 – 0.91
3.	Polyethylene Terephthalate (PET)	1.30 – 1.38
4.	Polycarbonate (PC)	1.20 – 1.22
5.	Polystyrene (PS)	1.04 – 1.07
6.	Nylon (Polyamide, PA)	1.13 – 1.15
7.	Polyvinyl Chloride (PVC)	1.30 – 1.58

Sumber: Understanding the Specific Gravity of Plastics | Infinita Lab

2.2 Pemanfaatan Sampah Plastik pada Bidang Pembangunan

Sampah plastik sendiri dapat dimanfaatkan pada bidang pembangunan yang menjadikannya salah satu bentuk dari inovasi pada pengurangan timbulan sampah plastik maupun dapat menambah pengaruh pada kekuatan pada bahan bangunan karena plastik memiliki sifat yang tahan lama dengan umur yang panjang dan ringan.

Bahan untuk bidang konstruksi dengan menggunakan limbah plastik ini secara umum memiliki sifat yang kuat dalam menghadapi berbagai cuaca, ringan, mudah didapatkan, serta cukup mudah untuk diaplikasikan konsepnya untuk keperluan konstruksi (Al-Ayyubi & Ikram, 2023). Masyarakat sampai saat ini masih memilih menggunakan batu bata merah ini sebagai bahan bangunan, karena fungsinya sendiri cukup baik dalam menahan resapan air pada hujan, kuat dan tahan lama. Serta harganya yang relatif cukup murah sehingga sering dibeli dalam skala besar.

Solidifikasi pada sampah plastik merupakan salah satu proses pencampuran limbah plastik dengan zat pengikat untuk mengurangi pelepasan kontaminan baik dalam bentuk fisik atau kimia. Dengan proses ini perubahan bentuk pada limbah plastik dapat diubah menjadi bentuk yang dapat diterima serta digunakan dengan

aman dalam pembangunan (Anrozi dan Trihadiningrum, 2017).

Proses solidifikasi ini bertujuan untuk mengubah limbah plastik menjadi bahan agregat pengganti untuk pembuatan bata merah dengan karakteristik yang kuat dan dapat digunakan untuk bahan bangunan. Selain membantu sebagai bahan alternatif, proses ini juga dapat membantu mengurangi dampak negatif limbah plastik yang banyak tersebar di lingkungan (Prianggodo, 2007).

2.3 Bata merah

Bata merah adalah bahan bagunan yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia. Bata merah terbuat dari tanah liat yang dicetak dan dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi pejal. Campuran bata merah ini terdiri dari tanah liat murni maupun dengan campuran bahan lain yang sesuai dengan kriteria tersendiri (As Khoufi, dkk,. 2017). Bata merah merupakan bahan bangunan berbentuk prisma segiempat panjang, pejal dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dri tanah liat murni dengan atau tanpa dicampur bahan aditif dan dibakar pada suhu tertentu (SNI 15-2094, 2000).

Proses pembuatan bahan campurannya berupa tanah liat dicampur dengan air dan ditambah serpihan plastik *multilayer* yang diaduk merata, dicetak, kemudian didiamkan dan dikeringkan selama beberapa hari sampai mengering dan kemudian dibakar pada tungku pembakaran bata merah dengan suhu tinggi sekitar 900^{o}-1000^{o} C (As Khoufi, dkk,. 2017).

Sebelum hasil dari bata merah ini digunakan, akan terlebih dahulu dilakukan pengujian yang mengikuti peraturan SNI 15-2094, 2000, yang nantinya akan menjamin bahwa bata merah yang di buat dengan tambahan alternatif sampah plastik ini telah memenuhi syarat kuat tekan, dan resapan air yang telah ditentukan pada peraturan tersebut.

Hasil dari bata merah ini dapat menambah potensi sebagai bahan alternatif bata merah yang dapat digunakan dalam skala besar seperti pada sektor industri, dimana selain menambah kualitas bata sekaligus dapat mengurangi jumlah timbulan limbah sampah plastik dan menjadikan salah satu solusi untuk mengurangi masalah sampah plastik yang ada saat ini.

Sebelumnya pernah dibuatkan bata merah menggunakan hanya bahan tanah liat saja pada pabrik dilokasi yang telah ditetapkan, akan tetapi pada saat proses pembakaran didapatkan hasil bata merah yang memiliki bentuk yang kurang sesuai, dimana hasil dari bata merah tersebut memiliki bentuk yang sedikit melengkung dan terjadi sedikit penyusutan pada ukuran bata merah tersebut. Maka pabrik lokal ini menerapkan pencampuran bahan dengan menggunakan kombinasi agregrat tambahan berupa tanah.

2.3.2 Ukuran Standar Batu Bata

Ukuran Dimensi batu bata di Indonesia diatur dan ditetapkan oleh PU (Pekerjaan Umum) pada SNI 15-2094-2000, yang dapat dilihat Tabel 2.2

Tabel 2.2 Standar ukuran dan dimensi batu bata merah

Modul	Dimensi		
	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

2.3.3 Rumus Perhitungan

Sebelum digunakan batu bata merah akan melalui pengujian menurut SNI 15-2094-2000, pengujian terhadap batu bata merah ini meliputi uji kuat tekan, uji penyerapan air, dan uji kerapatan semu.

1. Perhitungan kuat tekan

   Rumus untuk menghitung kuat tekan adalah:

   Kuat tekan $f'c = \frac{F}{A}$

   Keterangan :

   $f'c$: Kuat tekan (MPa atau N/mm^2)

   F : Beban maksimum / Gaya tekan maksimum (N)

A : Luas permukaan batu bata (cm)

2. Perhitungan daya resap air

   Rumus untuk menghitung daya serap air adalah:

   Daya serap air $= \frac{(B-A)}{A}\ x\ 100\%$

   Keterangan::

   A : Massa basah dari sampel

   B : Massa kering dari sampel

3. Perhitungan kerapatan semu

   Rumus untuk menghitung kerapatan semu adalah:

   Kerapatan semu :

   $(Q_{sch}) = \frac{Md}{Vsch}$ gram/cm^3

   atau $\frac{Md}{(c-b)}$ x dw

   Keterangan:

   Md : Massa bata kering

   V_{sch} : Volume Batu bata

   c : Berat basah

   b : Berat dalam air

   dw : *Density of Water* (1g/cm^3)

2.4 Teori Kelayakan Ekonomi

Penilaian tekno ekonomi adalah sebuah bentuk terobosan metodologi dengan fitur teknis dalam bidang produksi yang berkaitan dengan material dan peralatan menjadikan hasil ekonomi yang bermanfaat. Tekno ekonomi cukup penting karena dalam pemanfaatan teknologi, dengan alasan terobosan ini membantu dalam mengidentifikasi titik biaya dan potensi perbaikan untuk memberikan masukan bagi setiap kegiatan produksi untuk mempercepat komersialisasi (Premrudee, 2018).

Analisis ekonomi diperlukan untuk menilai kelayakan dari produksi bata merah. Pembiayaan investasi untuk produksi seperti jumlah produksi, hari kerja biaya produksi berdasarkan pembiayaan sebenarnya yang telah dilaksanakan pada pabrik. Hal ini dapat membuka peluang baru dalam memasarkan produk bata merah dengan inovasi baru. Pemanfaatan campuran plastik multilayer dalam proses pemanfaatan limbah akan menambah nilai ekonomis dari sisi produksi. Sehingga memberikan kesan baik dan biaya produksi yang rendah karena penambahan sampah plastik multilayer pada pencampuran bahan-bahan pembuatan bata merah.

2.4.1 Perhitungan Biaya Pembuatan Produk

Perhitungan biaya menggunakan analisis kelayakan ekonomi. Dalam perhitungan ini digunalan 3 indikator yaitu *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), dan *payback period* (PB), serta biaya bahan pembuatan. Perhitungan menggunakan rumusan berikut:

1. NPV

$$\text{NPV} = \sum_{i=1}^{n} \frac{CFi}{\left(1+\frac{i}{100}\right)} - S$$

Keterangan :

n	: jumlah periode
i	: Waktu Arus kas yang diukur
CF	: Arus kas pada waktu i (USD)
S	: Investasi Awal

2. NPV

$$\text{NPV} = i_1 + \frac{NPV1}{NPV1-NPV2}(i_2 - i_1)$$

Keterangan :

IRR : *internal rate of return (%)*

NPV1 : NPV Ketika i_1

NPV2 : NPV Ketika i_2

i_1 : Inflasi penjualan

i_2 : Inflasi Pembuatan

3. NPV

$$\frac{Modal\ Pembuatan}{Penjualan}$$

Keterangan :

T : Tahun yang ditentukan

PB : *Payback period (year)*

Dengan hasil perhitungan diatas, perolehan dilakukan analisa dengan ketentuan dibawah:

Tabel 2.3 Indikator penilaian pembiayaan

Indikator	Keterangan
NPV	NPV > 0 menunjukkan proyek memiliki investasi bermanfaat
IRR	IRR > 7% menunjukkan proyek memiliki investasi bermanfaat
PB	PB < dari masa pakai peralatan menunjukkan proyek tersebut memiliki tingkat risiko yang dapat diterima.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu mengenai penelitian solidifikasi plastik multilayer yang menjadi acuan pada penelitian ini :

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan penelitian	Perbedaan penelitian
(As Khoufi, Novareza & Santoso, 2017)	Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa dan Abu Serbuk Gergaji	Menggunakan standar kuat tekan diatas 2,5 Mpa pada kelas batu bata M-5 dan M-6 (SNI 15-2094, 2000). Dengan campuran rasio 2,5% sebagai penganti tanah liat. Hasil uji kuat tekan batu bata dengan Campuran ASG lebih besar dari pada tanpa campuran atau tanah liat murni. Sedangkan serat sabut kelapa tidak disarankan dikarnakan yang pertama hasil dari uji kuat tekan yang didapatkan masih lebih kecil kuat tekannya dari standar SNI.	- Topik menuju pada pembuatan batu bata merah - Penelitian menuju pada pemanfaatan limbah	- Menggunakan plastik multilayer sebagai agregat - Melakukan pengujian daya serap air pata batu bata
(Ashari, 2024)	Pemanfaatan Sampah Plastik *Multilayer* Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Batako Dengan Metode Solidifikasi	Penelitian ini menggunakan variasi perbandingan 1,25 kg semen : 7,87 kg pasir : 0,875 kg plastik multilayer pencampuran ini merupakan variasi 10%. Percobaan pembuatan dengan variasi 10% ternyata gagal dikarenakan kadungan plastik multilayer dalam batako terbilang banyak dan tingkat kemerakatan kurang. Dari hasil percobaan variasi yang lebih besar yaitu 10% dari variasi tersebut batako yang di cetak tidak bisa terbentuk	- Melakukan uji tekan - Melakukan pengujian resap air	- Menggunakan bahan utama tanah liat pasir dan air - Penelitian menuju pada pembuatan batu bata merah

		maksimal melainkan retak 34 dan hancur setelah alat cetak di angkat dalam hal ini variasi palstik multilayer dikurangi menjadi variasi 8%, 6%, 4%, 2%, dan 0%.		
(Handayani, 2010)	Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji	Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata batu bata merah dengan penambahan 0% serbuk gergaji 32,5925 kg/cm^2 =, penambahan 20% sebuk gergaji sebesar 24,77094 kg/cm^2 penambahan 30% serbuk gergaji sebesar 17,411863 kg/cm^2.	- Topik menuju pada batu bata merah - Penambahan agregat pada sampel	- Persentase rasio digunakan sebesar 0% , 2%, 4%,6% ,8%. - Penambahan agregat berupa plastik multilayer
(Watiningsih, 2016)	Sampah Sebagai Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata	Hasil pengujian kuat tekan bata dengan variasi persentase sampah 10-30% sampah dalam lempung menghasilkan bata merah tingkat I kuat tekan rata-rata diatas 100 kg/cm2. Penambahan diatas 40-50% sampah dalam lempung menghasilkan bata merah tingkat III kuat tekan rata rata dibawah 80 kg/cm^2. Serapan air pada bata yang diijinkan adalah kurang dari 20 % dari berat keringnya. Pengujian resapan air bata pada presentase lebih besar atau sama dengan 20 % sampah dalam lempung dengan serapan air kurang dari 20 % berat keringnya. Batu bata yang memiliki serapan air bata paling besar adalah bata dengan prosentase	- Pembuatan bata merah dengan tambahan limbah - Melakukan uji kuat tekan dan	- Pembuatan sampah secara spesifik menggunkaan plastik multilayer

		sampah sebesar 40% dengan penyerapan air 23,2 % berat keringnya.		

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif yaitu suatu metode yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data berupa angka, yang bertujuan untuk mengukur, mengidentifikasi dan menguji.

Laporan ini memberikan gambaran mengenai pemanfaatan plastik *multilayer* sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan bata merah dengan metode solidifikasi di lokasi pengambilan sampah plastik multilayer.

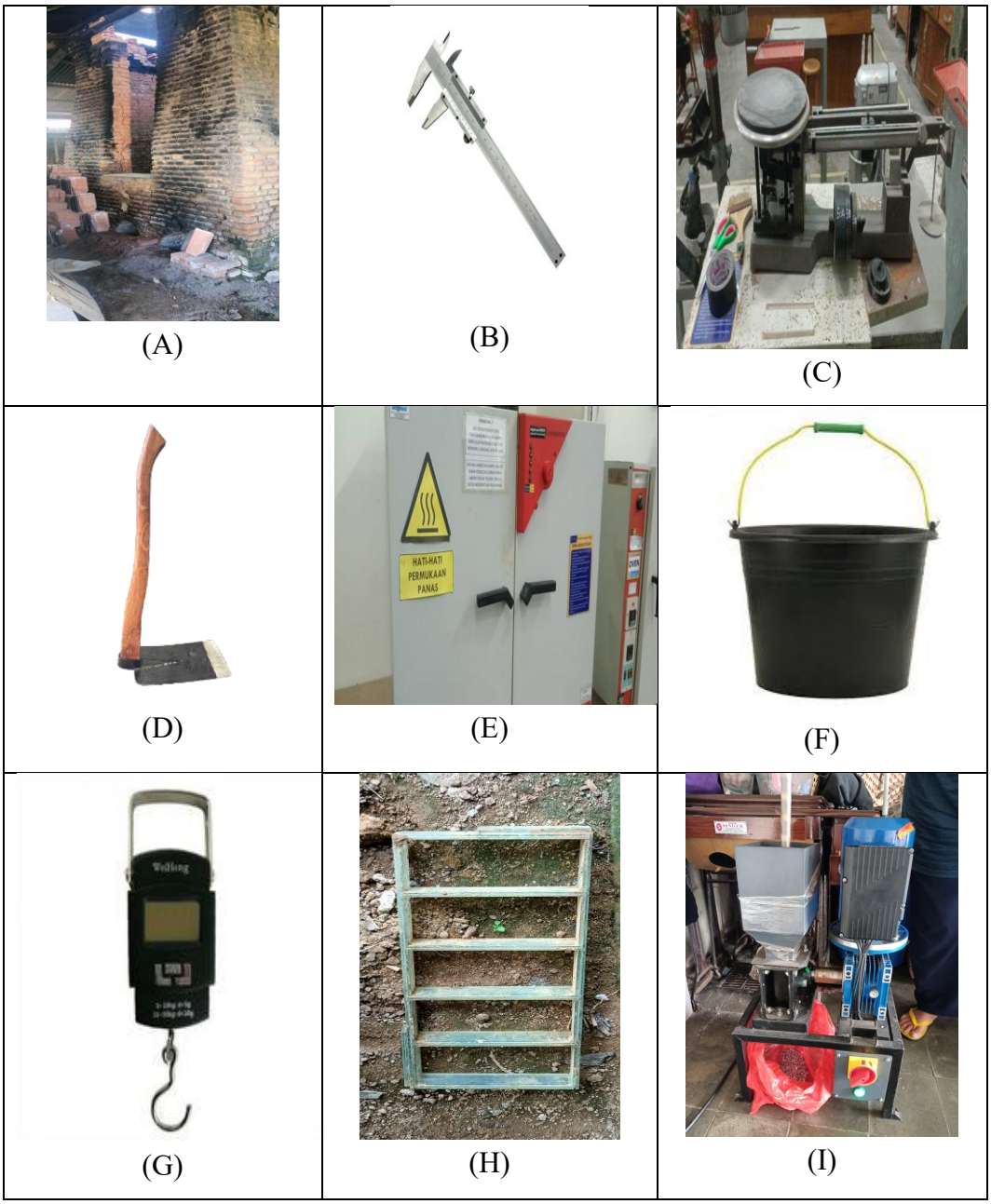
3.1 Waktu dan Lokasi

1. Waktu
   Waktu pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan pada Maret 2024 – Juli 2024.
2. Lokasi
   Lokasi penelitian dilaksanakan di lokasi pengambilan sampah plastik multilayer, Pengrajin Batu Bata di Tumut, Godean, dan Laboratorium Teknik Sipil di Universitas Islam Indonesia, Krawitan, Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Gambar 3.1 Lokasi pembuatan batu bata merah

3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini akan melibatkan penggunaan alat dan bahan pendukung yang dapat membantu menjalankan proses penelitian, dapat dilihat pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 dibawah ini.



(A) (B) (C)

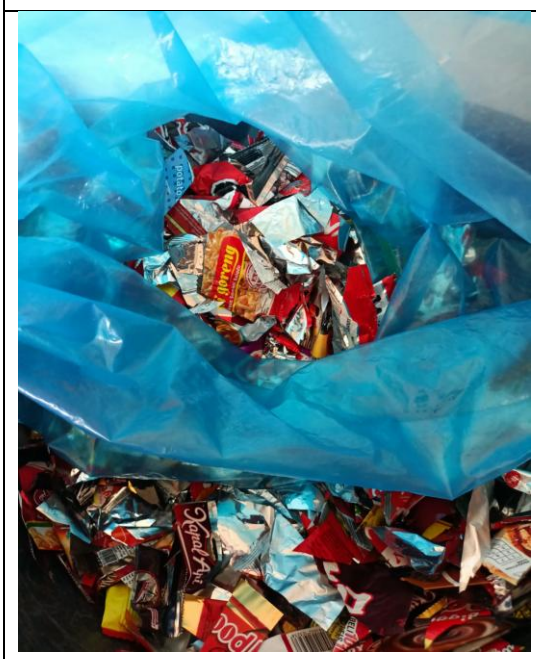
(D) (E) (F)

(G) (H) (I)

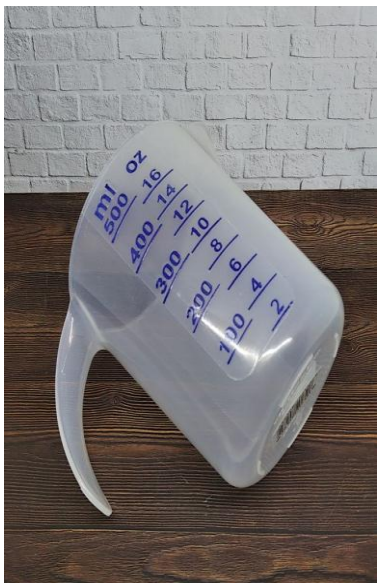
Gambar 3.2 Alat-alat (A) Pembakaran Bata, (B) Jangka Sorong, (C) Neraca Tiga Lengan, (D) Cangkul, (E) Oven Laboratorium, (F) Ember, (G) Timbangan Digital, (H) Cetakan Batu Bata, (I) Mesin Cacah Plastik

(A)

(B)



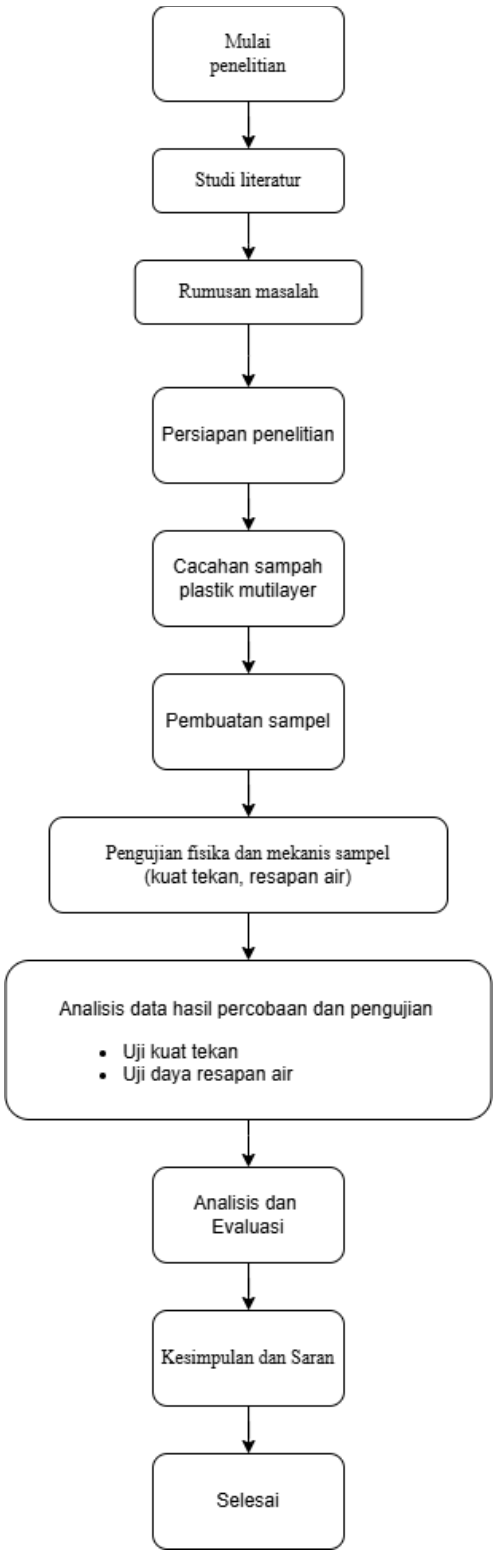
(C)



(D)

Gambar 3.3 Bahan (A) Tanah Liat, (B) Pasir, (C) Plastik *Multilayer*, (D) Air

3.3 Prosedur Analisis Data



Gambar 3.4 Tahap penelitian

3.3.1 Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan di tempat pengrajin batu bata merah daerah Godean, dengan langkah sebagai berikut:

1. Persiapan sampel sampah plastik multilayer
    a. Sampah plastik multilayer dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat di permukaan sampah.
    b. Sampah plastik multilayer dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari hingga kering
    c. Sampah yang sudah kering dicacah dengan menggunakan mesin pencacah sampah hingga berbentuk serpihan kecil.
2. Persiapan sampel batu bata merah
    a. Rasio campuran yang tanah liat dan pasir yang digunakan adalah 80% : 20% (3 : 1)
    b. Sampel sampah plastik multilayer ditakar untuk variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%. dengan menggunakan besaran berat pasir yang digunakan.
3. Tahap pencampuran
    a. Melakukan penimbangan komposisi campuran sesuai dengan variasi campuran plastik multilayer pada setiap sampel seperti tanah liat 0.5 kg dan pasir 1,5 kg, apabila menggunakan campuran plastik multilayer, tanah liat 0.5 kg : pasir 1.1 kg : plastik multilayer 0,4 kg.
    b. Kemudian dicampurkan dengan perbandingan yang telah di timbang dari variasi sampel. Tambahkan air secara berkala agar bahan tercampur merata. Campuran dilakukan pengecekan apabila sudah tercampur dan dapat dibentuk sesuai cetakannya.
4. Tahap pencetakan
    a. Setelah adonan sudah tercampur rata dilakukan pencetakan bentuk batu bata, dengan cetakan yang memilki ukuran standar sekitar 23 cm x 11 cm x 5 cm, yang dimana adonan dimasukan kemudian di

tekan secara merata dan padat agar membentuk batu bata yang diinginkan.

5. Pengeringan
    a. Batu bata yang telah dicetak diletakan pada tempat yang teduh, kemudian didiamkan kurang lebih selama 1 sampai dengan 7 hari pengeringan.
    b. Pengeringan dilakukan ditempat teduh untuk menghindari paparan matahari secara langsung agar batu bata tidak mengalami peretakkan.
6. Pembakaran
    a. Setelah proses pengeringan batu bata dilakukan pembakaran dengan menggunakan tungku pembarakan, yang suhunya mencapai 1000 ^{o}C.
    b. Proses pembarakan dapat berlangsung selama 12 jam atau 1 hari lebih untuk maksimal lama pembarakan pada batu bata.
    c. Setelah selesai pembakaran batu bata didinginkan secara bertahap
7. Perawatan batu bata
    a. Batu bata merah yang telah jadi sebaiknya didinginkan selama beberapa hari untuk menghindari terjadinya peretakkan pada batu bata.
    b. Batu bata merah disimpan di tempat yang kering, jauhi tempat yang lembab dan tidak terkena hujan atau panas matahari secara langsung.
8. Pengujian batu bata

    Pengujian dilakukan untuk dapat mengetahui karakteristik dan kualitas batu bata merah yang dibuat dari variasi pencampuran. Pengujian dilakukan setelah batu bata merah dilakukan pembakaran dan pendinginan. Pengujian dilaboratorium harus dilakukan sesuai dengan metode pengujian yang baik dan benar.

    a. Uji berat volume

Uji berat volume batu bata dilakukan pada setiap variasi dengan menggunakan alat timbang dan penggaris di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Isalam Indonesia.

Uji berat volume batu bata dilakukan dengan mengukur dimensi setiap variasi dengan menentukan panjang, tinggi, dan tebal batu bata. Kemudian melakukan penimbangan batu bata dengan alat timbang untuk menentukan berat batu bata.

b. Uji kuat tekan

Pada pengujian kuat tekan setiap variasi batu bata dengan menggunakan alat uji kuat tekan di Laboratorium Teknik Bahan Konstruksi, Universitas Islam Indonesia.

Dalam melakukan pengujian, benda uji diletakan pada alat uji kuat tekan kemudian menyalakan mesin alat kuat tekan setelah itu pembeban pada benda uji dimulai setelah itu catat pembeban dan penurunan pada setiap interval pembacaan dial dan dilakukan terus menerus secara bertahap hingga sampel retak ataupun sampai hancur.

c. Uji serap air

Uji serap air dilakukan pada sampel batu bata merah dengan direndam dalam bak air sampai tidak mengeluarkan gelembung. Setelah batu bata di rendam, batu bata di angkat dan dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat basah pada batu bata merah. Batu bata yang sudah di timbang dimasukan ke dalam oven dengan suhu 110°C untuk masa pengeringan selama 24 jam. Batu bata yang sudah kering kemudian di timbang untuk mendapatkan berat kering pada batu bata.

d. Uji kerapatan semu

Uji kerapatan semu dilakukan dengan cara menghitung massa total batu bata yang kemudian dibagi dengan volume total dari batu bata tersebut. Sebelum di uji bata harus dikeringkan pada agar pengukuran massa dan volume pada bata lebih akurat hasilnya.

Kemudian batu bata diukur massa dan volune untuk perhitungan kerapatan semu, dengan membagi ukuran massa dibagi ukuran volume dari batu bata tersebut. Maka didapatkanlah hasil kerapatan semu pada batu bata kering.

9. Perbandingan sampel dengan inovasi berkaitan

Perbandingan Harga dan jumlah plastik dari berbagai penelitian yang berkaitan dengan penggunaan plastik multilayer:

Tabel 3.1 Perbandingan harga dan jumlah plastik dari berbagai inovasi

Keterangan	Bata Merah Multilayer	Batako Plastik Multilayer	Roster Plastik Multilayer
Inovasi Barang			
Variasi Plastik	Variasi 2% = 30 gr	Variasi 2% = 200 gr	Variasi 28,57% = 1200 gr
Perbandingan Bahan	1 : 3 Tanah liat : Pasir	1,25 : 9,8 : 0,2 Semen : Pasir : Plastik	1 : 5 : 2 Semen : Pasir : Plastik
Harga/pcs	Rp 1.000	Rp 6.000	Rp 11.500

Diatas ini merupakan perbandingan dari sampel yang telah dilakukan pada penelitian yang serupa dengan menggunakan plastik multilayer serta mulai dari variasi jumlah plasik, bahan, serta perbandingan dari harga penjualan dari masing-masing sampel bahan penelitian yang ditetapkan.

3.4 Pengujian Sifat Fisis Batu Bata

Pengujian batu bata merah dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bata merah yang telah melalui proses pencetakan. Menurut SNI 03-0349-1989 tentang Spesifikasi Batu Bata Merah Untuk Konstruksi Bangunan, dan SNI 15-2094, 2000

tentang Bata Merah Pejal untuk Pasang Dinding, pengujian yang dilakukan terhadap batu bata merah meliputi uji kuat tekan, dan uji penyerapan air.

1. Pengukuran benda uji

   Dalam menentukan ukuran benda uji diambil 5 buah benda uji utuh sesuai SNI 03-0349-1989. Alat ukur yang digunakan adalah kaliper/mistar sorong yang dapat mencapai ketelitian sampai 1 mm, setiap pengukuran panjang, lebar, dan tebal batu bata merah.

2. Pengujian kuat tekan

   Dalam pengujian kuat tekan suatu bahan pembanding besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang. Kuat tekan bata merah mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur yang semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu bata merah yang dihasilkan (Sandy, 2019).

Menurut SNI 03-0349-1989, digunakan 5 buah benda uji untuk pengujian kuat tekan, dan SNI 15-2094, 2000 di sebutkan bahwa kuat tekan batu bata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan} \quad f'c = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

$f'c$: Kuat tekan (MPa atau N/mm^2)

F : Beban maksimum / Gaya tekan maksimum (N)

A : Luas permukaan batu bata (cm)

3. Pengujian resap air

   Penyerapan air oleh bata merah sangat dipengaruhi oleh oleh poripori atau rongga yang terdapat pada bata merah tersebut. Semakin besar dan banyak rongga (pori-pori) yang terdapat di

bata merah maka semakin besar pula penyerapan airnya sehingga dalam pembuatan bata merah harus diperhatikan komposisi material penyusunnya (Sandy, 2019).

Tujuan dari uji penyerapan air adalah untuk mengukur persentase penyerapan air pada batu bata merah dalam kondisi keras. Standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI 15-2094-2000 dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air } = \frac{(B-A)}{A}\ x\ 100\%$$

Keterangan :

A : Massa basah dari sampel

B : Massa kering dari sampel

4. Pengujian kerapatan semu

Kerapatan semu pada batu bata merah dapat diukur berdasarkan SNI 15-2094-2000, terdapat dua cara yang pertama dengan menghitung massa dari batu bata yang kemudian di bagi dengan volume dari batu bata tersebut atau mencari berat dalam air, berat basah dan berat kering bata, yang kemudian dihitung dengan membagi berat kering bata dengan mengurangi berat basah dengan berat bata dalam air. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan seberapa padat dari bahan yang digunakan melalui aspek penting seperti dari por-pori bata untuk mengukur kekuatannya dan daya serapan airnya.

$$\text{Kerapatan semu } (Q_{sch}) = \frac{Md}{Vsch} \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Atau} = \frac{Md}{(c-b)} \text{ x dw}$$

Keterangan:

M : Massa bata kering

V_{sch} : Volume Batu bata

c : Berat basah

b : Berat dalam air

dw : *Density of Water* (1g/cm^3)

3.6 Pra Penelitian Dalam Pembutan Batu Bata Merah

Sebelumnya telah ditemukan sebuah penelitian oleh Ashari. (2024), mengenai percobaan pembuatan batako dengan plastik multilayer yang dimana disebutkan bahwa percobaan pembuatan batako dengan variasi plastik multilayer 10% yang berakhir dengan percobaan yang gagal dikarenakan kandungan plastik multilayer dalam batako terbilang banyak dan tingkat kemerekatan berkurang.

Ditemukan juga pada dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Rahni et al. (2024), penggunaan sampah plastik multilayer sebagai agregat dalam pembuatan paving block menunjukkan bahwa komposisi optimum adalah 0,4% dari total campuran, menghasilkan paving block dengan kuat tekan 17,5 MPa dan penyerapan air 6,5% , disimpulkan bahwa penggunaan dari bahan plastik ini tidak dapat melebihi dari 15%.

3.7 Konstribusi Untuk Lingkungan Dibidang Konstruksi

Kontribusi penggunaan batu bata merah plastik multilayer sebagai salah satu bentuk cara dalam pembuatan batu bata merah dengan plastik multilayer sebagai agregat pengganti.

1. Pengurangan sampah plastik dalam pembuatan batu bata merah dari plastik multilayer dapat mengurangi jumlah timbulan plastik
2. Sebagai bentuk daur ulang limbah sulit di kelola dan dapat menjadikan plastik multilayer sebagai bahan alternatif yang memiliki jumlah yang banyak.
3. Inovasi dan sebagai bentuk kesadaran pada lingkungan dimana batu bata merah dengan agregat plastik ini dapat mendorong lebih banyak inovasi dalam teknologi bahan bangunan dan meningkatkan kesadaran tentang pentingnya daur ulang dan keberlanjutan di industri konstruksi.

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimental produk bata merah plastik multilayer yang dilaksanakan di Laboratorium bahan konstruksi (BKT) Universitas Islam Indonesia dan Pengrajin Batu Bata Tumut, Godean. Pengujian sampel bata merah plastik multilayer melalui proses analisis berupa uji kuat tekan, dan uji penyerapan air. Berikut hasil penilitian yang di lampirkan dalam bentuk tabel dan grafik.

4.1 Pra Percobaan Pembuatan Batu Bata Merah

Dalam pembutan batu bata dilakukan percobaan untuk menentukan variasi campuran plastik multilayer. sebelum mendapatkan variasi yang sudah di tentukan dalam penelitian ini menggunakan variasi perbandingan 1,0 kg tanah liat : 1.4 kg tanah : 0,15 kg plastik multilayer pencampuran ini merupakan variasi 10%. Percobaan pembuatan dengan variasi 10% ternyata gagal dikarenakan kadungan plastik multilayer dalam campuran batu bata terbilang banyak sehingga tingkat kemerakatan kurang.

Dari hasil percobaan variasi 10% tersebut batu bata yang di cetak tidak dapat terbentuk dan hancur setelah alat cetak di angkat dalam hal ini variasi palstik multilayer dikurangi menjadi variasi 8%, 6%, 4%, 2%, dan 0%. Dari hasil percetakan variasi ini didapatkan bahwa bentuk yang didapatkan dari variasi 8% dan 6% memiliki struktur fisik bata yang kurang baik dibandingkan variasi 4% dan 2%, akan tetapi masih dapat terbentuk dari hasil percetakan. Percobaan ini dilanjutkan dengan proses pembakaran pada keempat variasi tersebut, berikut merupakan hasil pembakaran dari batu bata merah.

Gambar 4.1 Batu bata setelah dicetak

Gambar 4.2 Batu bata setelah dibakar

Didapatkan hasil berupa terbentuknya batu bata merah, akan tetapi pada batu bata dengan variasi 8% dan 6% ini memiliki struktur yang cukup rapuh dan mudah terkikis dibandingkan pada variasi 4% dan 2%. Maka dari hasil percobaan ini akan diambil sebuah variasi baru yaitu 5%, 4%, 3%, 2%, dan 1%.

4.2 Perhitungan Komposisi Material Batu Bata Merah

Campuran pembuatan batu bata merah berupa tanah liat, pasir/tanah, plastik multilayer, dan air digunakan dengan perbandingan berat pada setiap material pencampuran. Perhitungan campuran material bata ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Kebutuhan benda uji

   Kebutuhan benda uji yang diperlukan dapat diketahui dari berat batu bata merah dimana kebutuhan ini digunakan untuk campuran material pada setiap variasi benda uji. Berikut merupakan perbandingan campuran batu bata merah plastik *multilayer* dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Perbandingan campuran batu bata merah

Variasi	Tanah Liat	Pasir	Plastik M	Total berat	Jumlah Sampel
	Kg	Kg	Kg	Kg	Buah
1%	0.5	1.5	0.015	2.0	1
2%	0.5	1.5	0.03	2.0	1
3%	0.5	1.5	0.045	2.0	1
4%	0.5	1.5	0.06	2.0	1
5%	0.5	1.5	0.075	2.0	1

Contoh perhitungan perbandingan campuran

Tanah Liat = 0.5 kg

Pasir = P kontrol – persentase plastik

= 1,5 – 5%

= 1,425 kg

Plastik = 1,5 – 1,425

= 0,075 kg

Penambahan plastik multilayer ini dilihat dari pengurangan pasir, karena fungsi plastik multilayer disini digunakan sebagai agregat parsial, dan untuk tanah liat jumlah nya sama di setiap variasi.

Tabel tersebut merupakan nilai campuran benda uji untuk membuat 1 buah batu bata. Dalam pencampuran ini dimana agregat parsial diganti dengan palstik multilayer sedangkan untuk tanah liat memiliki jumlah yang sama pada setiap variasi mengandung 0.5 kg tanah liat.. Tabel di atas ini merupakan perbandingan 0.5 kg tanah liat : 1.5 kg pasir untuk per satu buah batu bata. Kebutuhan menyesuaikan dengan mengalikan

jumlah batu bata yang di cetak. Berikut merupakan jumlah batu bata merah yang di cetak, sebanyak 25 benda uji

Tabel 4.2 Jumlah sampel uji

Variasi	Uji kuat tekan	Uji serap air	Total
1%	5	5	5
2%	5	5	5
3%	5	5	5
4%	5	5	5
5%	5	5	5

Kebutuhan benda uji menggunakan sebanyak 5 buah benda uji per variasi, yang nantinya akan dilakukan pengujian dengan total 25 buah benda uji. Batu bata yang dapat digunakan pengujian berjumlah total sebanyak 25 buah, dimana akan digunakan untuk pengujian serap air dan uji kuat.

2. Kebutuhan campuran batu bata merah

Pada penilitian ini kebutuhan campuran dapat dari proses penimbangan material dilakukan dengan bertujuan untuk sebagai patokan berat benda uji.

a) Kebutuhan material 1 batu bata merah 1 kali cetak

1) Tanah Liat = 0,5 kg x 5
= 2,5 kg
2) Pasir = 1,5 kg x 5
= 7.5 kg
3) Kebutuhan plastik M = 0,5 x 5
= 3,5 kg
4) Kebutuhan plastik per variasi 1 kali cetak
- Variasi 1% = 0,015 x 5
= 0,075 kg
- Variasi 2% = 0,030 x 5
= 0,150 kg

- Variasi 3% = 0,045 x 5
  = 0,225 kg
- Variasi 4% =0,060 x 5
  = 0,300 kg
- Variasi 5% = 0,075 x 5
  = 0,375 kg

Total kebutuhan plastik multilayer yang digunakan adalah 1,125 kg untuk membuat 25 buah batu bata merah.

Tabel 4.3 Campuran 1 batu bata merah

Pembuatan 1 sampel/1 buah				
Variasi	Tanah liat	Pasir	Plastik M	Total Berat
	kg	kg	kg	kg
1%	0,5	1,485	0.015	2.00
2%	0,5	1,47	0.030	2.00
3%	0,5	1,455	0.045	2.00
4%	0,5	1,44	0.060	2.00
5%	0,5	1,425	0.075	2.00

Tabel 4.4 Campuran 1 kali cetak batu bata merah

Pembuatan 5 buah/1 kali cetak				
Variasi	Tanah liat	Pasir	Plastik M	Total Berat
	kg	kg	kg	kg
1%	2.5	12.425	0.075	15.00
2%	2.5	12.350	0.150	15.00
3%	2.5	12.275	0.225	15.00
4%	2.5	12.200	0.300	15.00
5%	2.5	12.125	0.375	15.00

4.3 Uji Resapan Air Batu Bata

Dalam penelitian ini, benda uji berjumlah 5 buah per variasi, kemudian batu bata direndam dalam air bersih dengan suhu ruang selama 24 jam. Menurut SNI 15-2094-2000 dimana perendaman dilakukan untuk mendapatkan tingkat serap air pada batu bata secara maksimum, sehingga dapat di ketahui nilai serap airnya yaitu maksimal 25%. Sebelum dimasukan ke dalam oven pengeringan setiap sampel

dilakukan penimbangan agar mendapatkan hasil. Kemudian dilakukan proses pengeringan selama 24 jam menggunakan oven. Setelah di oven sampel di timbang kembali untuk mendapatkan nilai berat kering bata merah. Hasil uji penyerapan air dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan uji serap air

Kode Sampel		Berat		Penyerapan air (%)
		Basah (gr)	Kering (gr)	
Variasi 1%	1A	2383	1998	19.3%
	1B	2499	2023	23.5%
	1C	2411	2025	19.1%
	1D	2296	1939	18.4%
	1E	2389	2027	17.9%
Rata-rata				19.6%

Kode Sampel		Berat		Penyerapan air (%)
		Basah (gr)	Kering (gr)	
Variasi 2%	2A	2368	1967	20.4%
	2B	2349	1952	20.3%
	2C	2395	1990	20.4%
	2D	2414	2021	19.4%
	2E	2332	1934	20.6%
Rata-rata				20.2%

Kode Sampel		Berat		Penyerapan air (%)
		Basah (gr)	Kering (gr)	
Variasi 3%	3A	2370	1984	19.5%
	3B	2340	1980	18.2%
	3C	2337	1960	19.2%
	3D	2381	1950	22.1%
	3E	2373	1938	22.4%
Rata-rata				20.3%

Kode Sampel		Berat		Penyerapan air (%)
		Basah (gr)	Kering (gr)	
Variasi 4%	4A	2280	1858	22.7%

	4B	2308	1887	22.3%
	4C	2325	1894	22.8%
	4D	2366	1937	22.1%
	4E	2318	1887	22.8%
Rata-rata				22.6%

Kode Sampel		Berat		Penyerapan air (%)
		Basah (gr)	Kering (gr)	
Variasi 5%	5A	2133	1689	26.3%
	5B	2175	1727	25.9%
	5C	2131	1678	27.0%
	5D	2259	1802	25.4%
	5E	2175	1734	25.4%
Rata-rata				26.0%

a) Perhitungan serap air

Uji daya serap air pada batu bata dengan penambahan plastik ini dihitung dengan rumus sesuai SNI 15-2094-2000, yang dimana menggunakan sampel kode 1A, dengan rumusan sebagai berikut.

Berat basah (Bb) = 2383

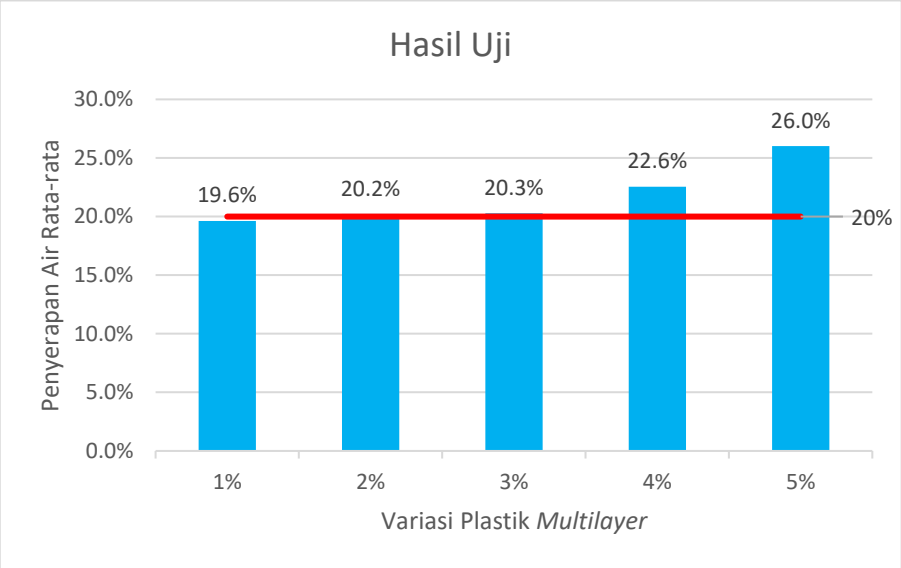
Berat kering (Bk) = 1998

Serap air (Pa) $= \frac{(Bb-Bk)}{Bk}\ x\ 100\%$

$= \frac{(2383-1998)}{1998}\ x\ 100\%$

$= \frac{385}{1998}\ x\ 100\%$

= 19,26%



Gambar 4.3 Grafik hasil uji daya serap air

b) Pembahasan

Dari hasil perhitungan seluruh batu bata dari variasi 1% sampai variasi 5%, dengan pengujian menggunakan acuan SNI 15-2094, 2000. Maka hasil rata-rata yang didapat dari setiap variasi dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil rata-rata perhitungan daya serap air setiap variasi

Variasi Plastik	Penyerapan air (%)	SNI 15-2094-2000
1%	19.6%	Memenuhi
2%	20.2%	Memenuhi
3%	20.3%	Memenuhi
4%	22.6%	Tidak Memenuhi
5%	26.0%	Tidak Memenuhi

Hasil dari tabel dan grafik hasil pengujian penyerapan air pada batu bata merah, terlihat bahwa hasil daya serapan air pada variasi 1%, 2%, 3% telah memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000 dengan nilai maksimum penyerapan air 20% pada batu bata merah, rata-rata nilai dari pengujian tersebut berada pada nilai 19% sampai 20%, meskipun didapatkan juga bahwa hasil rata-rata untuk variasi 4% dan 5% belum memenuhi hasil yang diinginkan yaitu melebihi 20% dengan nilai persentase tertinggi ada pada variasi 5% dengan nilai 26% diikuti dengan 4% di angka 22,6%

Batu bata merah dengan jumlah konsentrasi plastik multilayer yang lebih banyak memiliki daya serap yang lebih besar pada bata merah, sebaliknya batu bata merah dengan konsentrasi plastik multilayer yang lebih sedikit memiliki tingkat daya serap yang lebih sedikit. Hal ini dapat diasumsikan bahwa semakin banyaknya plastik yang digunakan pada bata merah dapat mengurangi tingkat kemerekatan pada batu bata merah.

Meskipun pada teori dengan penambahan plastik lebih banyak ini pori bata merah seharusnya menjadi lebih tertutup, namun telah didapatkan hasil dari penelitian ini dengan penggunaan plastik multilayer lebih dari 6% sampai 10% ini kerapatan pada bata merah didapatkan hasil yang sebaliknya, yaitu bata lebih berpori dan menyerap lebih banyak air.

4.4 Uji Kerapatan Semu Batu Bata

Pengujian kerapatan semu dilakukan setelah didapatkan nilai berat basah batu bata merah. Setelah dalam keadaan basah ini batu bata dapat dilakukan penimbangan untuk mencari berat bata dalam air dengan alat neraca tiga lengan sebagai alat penimbangan.

Gambar 4.4 Proses penentuan berat dalam air

Gambar 4.5 Penggunaan neraca 3 lengan sebagai alat ukur

Dari hasil penimbangan tersebut maka didapatkan hasil berat dalam air. Setelah didapatkan berat dalam air, batu bata merah akan melalui proses pengeringan untuk mencari berat kering dari bata merah. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven yang ada di laboratorium BKT, dengan bantuan pengurus laboratorium. Pengeringan dilakukan selama 24 jam dengan suhu (110 ± 5) ^{o}C, dengan waktu pendinginan selama 1 hari setelah diangkat dari oven.

Gambar 4.6 Proses pengeringan dalam oven dan pendinginan

Hasil dari proses-proses tersebut dapat dilihat nilainya dari tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 1%

Variasi 1%	Berat basah (gr/cm3)	Berat dalam air (gr/cm3)	Berat kering (gr/cm3)
1A	2383	1130	1998
1B	2499	1250	2023
1C	2411	1220	2025
1D	2296	1120	1939
1E	2389	1200	2027

Tabel 4.8 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 2%

Variasi 2%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)

2A	2368	1100	1967
2B	2349	1090	1952
2C	2395	1140	1990
2D	2414	1200	2021
2E	2332	1120	1934

Tabel 4.9 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 3%

Variasi 3%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)
3A	2370	1180	1984
3B	2340	1100	1980
3C	2337	1040	1960
3D	2381	1055	1950
3E	2373	1010	1938

Tabel 4.10 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 4%

Variasi 4%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)
4A	2280	1090	1858
4B	2308	1010	1887
4C	2325	1060	1894
4D	2366	1070	1937
4E	2318	1020	1887

Tabel 4.11 Nilai berat basah, berat kering, dan berat dalam air variasi 5%

Variasi 5%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)
5A	2133	890	1689
5B	2175	920	1727
5C	2131	850	1678
5D	2259	970	1802
5E	2175	900	1734

Uji kerapatan semu pada batu bata plastik *multilayer* ini dihitung dengan rumus sesuai SNI 15-2094-2000, yang dimana menggunakan sampel kode 1A, dengan rumusan sebagai berikut

$$(Q_{sch}) = \frac{Md}{Vsch} \text{ gram/cm}^3 \text{ atau } \frac{Md}{(c-b)} \text{ x dw}$$

Keterangan : perhitungan menggunakan rumus $\frac{Md}{(c-b)}$ x dw

Dengan menggunakan rumus tersebut didapatkan hasil nilai yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.12 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 1%

Variasi 1%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)	Kerapatan semu (gr/cm3)
1A	2383	1130	1998	1.59
1B	2499	1250	2023	1.62
1C	2411	1220	2025	1.70
1D	2296	1120	1939	1.65
1E	2389	1200	2027	1.70

Tabel 4.13 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 2%

Variasi 2%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)	Kerapatan semu (gr/cm3)
2A	2368	1100	1967	1.55
2B	2349	1090	1952	1.55
2C	2395	1140	1990	1.59
2D	2414	1200	2021	1.66
2E	2332	1120	1934	1.60

Tabel 4.14 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 3%

Variasi 3%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)	Kerapatan semu (gr/cm3)
3A	2370	1180	1984	1.67
3B	2340	1100	1980	1.60
3C	2337	1040	1960	1.51
3D	2381	1055	1950	1.47
3E	2373	1010	1938	1.42

Tabel 4.15 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 4%

Variasi 4%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)	Kerapatan semu (gr/cm3)
4A	2280	1090	1858	1.56

4B	2308	1010	1887	1.45
4C	2325	1060	1894	1.50
4D	2366	1070	1937	1.49
4E	2318	1020	1887	1.45

Tabel 4.16 Hasil pengujian uji kerapatan semu variasi 5%

Variasi 5%	berat basah (gr/cm3)	dalam air (gr/cm3)	berat kering (gr/cm3)	Kerapatan semu (gr/cm3)
5A	2133	890	1689	1.36
5B	2175	920	1727	1.38
5C	2131	850	1678	1.31
5D	2259	970	1802	1.40
5E	2175	900	1734	1.36

a) Perhitungan

Uji daya serap air pada batu bata dengan penambahan plastik ini dihitung dengan rumus sesuai SNI 15-2094-2000, yang dimana menggunakan sampel kode 1A, dengan rumusan sebagai berikut.

Md = 1998

c = 2383

b = 1130

dw = 1 g/cm^3

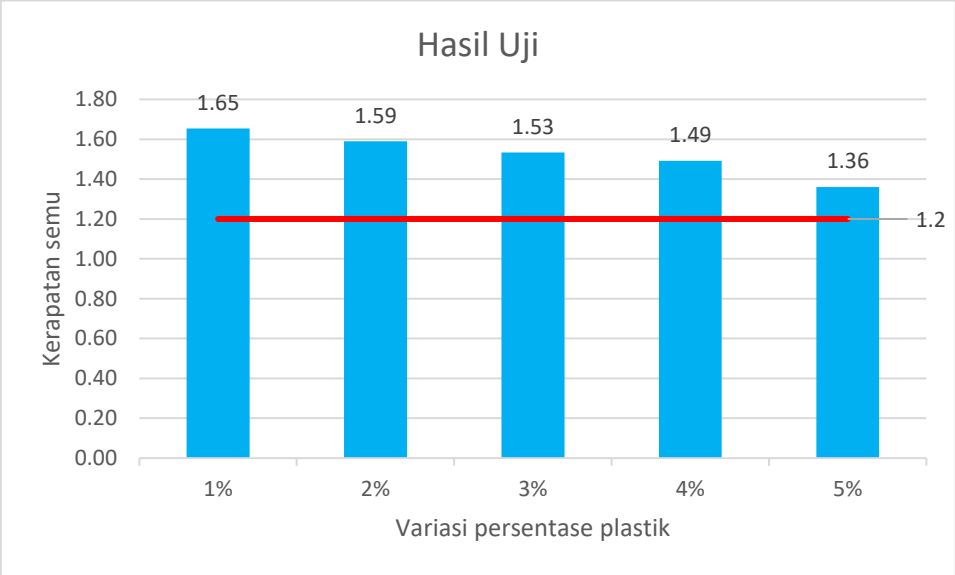
$(Q_{sch}) = \frac{1998}{(2383-1130)}$ x 1

$= \frac{1998}{1253}$

= 1.59 g/cm^3

b) Pembahasan

Dari hasil perhitungan seluruh batu bata dari variasi 1% sampai variasi 5%, dengan pengujian mengacu pada SNI 15-2094, 2000. Maka hasil rerata yang didapatkan dari setiap variasi dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4.7 Nilai rata rata kerapatan semu seluruh variasi

Hasil dari tabel dan grafik hasil pengujian kerapatan semu pada batu bata merah, terlihat bahwa kerapatan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, 5% telah memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000 dengan nilai kerapatan semu melebihi 1.2 gr/cm^3 pada batu bata merah, rata-rata nilai dari pengujian tersebut berada pada nilai kisaran 1.6 gr/cm^3 sampai 1.5 gr/cm^3 terdapat pada variasi 1%, 2%, dan 3%, meskipun didapatkan juga bahwa hasil rata-rata untuk variasi 4% dan 5% lebih rendah, akan tetapi masih memenuhi syarat mutu pada SNI 15-2094-2000 dengan nilai 1,49 gr/cm^3 pada variasi 4% dan 1.36 gr/cm^3 pada variasi 5%.

Batu bata merah dengan jumlah konsentrasi plastik *multilayer* pada pengujian ini dapat dilihat pada varisi 5%, yang bisa dikatakan bahwa dengan banyaknya jumlah plastik yang digunakan maka pori-pori pada batu bata merah cukup besar sehingga kerapatan semu memiliki nilai yang lebih kecil dari variasi lainnya, dan sebaliknya batu bata merah dengan konsentrasi plastik *multilayer* yang memilkiki kerapatan semu lebih tinggi yang bisa dikatakan bahwa pori-pori bata ini cenderung lebih tebal.

Sebelumnya pada penggunaan plastik multilayer lebih dari 6% sampai 10% ini didapatkan hasil dimana bata merah memiliki pori yang lebih besar dan kepadatan pada bata menjadi lebih lemah. Hal ini terlihat pada angka di variasi 5% yang memiliki nilai kerapatan yang jauh lebih rendah dibanding variasi yang lainnya.

4.5 Uji Kuat Tekan Batu Bata

Pengujian kuat tekan, dilakukan dengan menggunakan total 25 sampel batu bata yang pengujiannya dilakukan setelah batu bata selesai dalam pengujian daya serap air dan kerapatan semu. Sebelum diuji bata di keringkan terlebih dahulu menggunakan oven selama 24 jam dalam suhu yang di tetapkan dalam SNI 15-2094-2000, dan kemudian sebelum dilakukan uji kuat tekan bata di taruh pada mesin *Universal Testing Machine* dengan alas baja, kemudian ditekan dengan beban dan kecepatan 2 kg/cm^2/detik pada mesin UTM. Pengujian kuat tekan ini dilakukan di laboratorium BKT Universitas Islam Indonesia.

Setiap sampel pengujian ini diuji untuk menentukan luas penampang dan kuat tekan batu bata merah. Pengujian in dilakukan pada bata yang telah di curing selama 20 hari dan disimpan pada suhu ruang agar didapatkannya nilai yang maksimum dari batu bata tersebut. Nilai dari kuat tekan batu bata ini dapat dipengaruhi dari dari berbagai faktor diantaranya adalah, campuran bahannya baik itu berupa tanah liat, pasir, air, dan rasio dari pencampuran bahan. Nilai kuat tekan minimum yang diperlukan pada batu bata merah menurut SNI 15-2094-2000 adalah 50kg/cm^2, akan tetapi menurut peraturan SII yang masih sering digunakan sebagai acuan pada penelitian terdahulu, nilai minimum kuat tekan pada batu bata merah adalah 25 kg/cm^2. Berikut merupakan hasil dari pengujian yang dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 4.17 Hasil uji kuat tekan variasi 1%

Kode Sampel		Dimensi			Usia Sampel (Hari)	Berat bata merah (Kg)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan pengujian (N)	Kuat Tekan Kg/cm2	SNI 15-2094-2000 (Kg/cm2)	SII 0021-78 (Kg/cm2)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)							
Variasi 1%	1A	22.2	9.71	5.1	20	2.001	2156	82012	38.05	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	1B	22.07	9.85	5.12	20	2.013	2174	62686	28.84	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	1C	22.01	9.1	5.18	20	2.025	2003	77352	38.62	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	1D	22.01	9.8	5.17	20	1.918	2157	63275	29.33	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	1E	22.4	9.4	5.17	20	2.003	2106	69651	33.08	Tidak Memenuhi	Kelas 25
Rata-rata						1.992	2119	70995	33.58	Tidak Memenuhi	Kelas 25

Tabel 4.18 Hasil uji kuat tekan variasi 2%

Kode Sampel		Dimensi			Usia Sampel (Hari)	Berat bata merah (Kg)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan pengujian (N)	Kuat Tekan Kg/cm2	SNI 15-2094-2000 (Kg/cm2)	SII 0021-78 (Kg/cm2)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)							
Variasi 2%	2A	22.05	9.95	5.01	20	1.976	2194	85936	39.17	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	2B	22.41	9.88	5.05	20	1.953	2214	75782	34.23	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	2C	22.11	9.95	5.08	20	1.999	2200	77793	35.36	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	2D	22.43	9.88	5.01	20	2.015	2216	77303	34.88	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	2E	22.12	10.05	5.31	20	1.948	2223	63275	28.46	Tidak Memenuhi	Kelas 25

Rata-rata	1.978	2209	76018	34.42	Tidak Memenuhi	Kelas 25	

Tabel 4.19 Hasil uji kuat tekan variasi 3%

Kode Sampel		Dimensi			Usia Sampel (Hari)	Berat bata merah (Kg)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan pengujian (N)	Kuat Tekan Kg/cm2	SNI 15-2094-2000 (Kg/cm2)	SII 0021-78 (Kg/cm2)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)							
Variasi 3%	3A	22.17	10.06	5.03	20	1.963	2230	42428	19.02	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	3B	22.11	9.91	5.32	20	1.927	2191	43409	19.81	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	3C	22.23	10.01	5.32	20	1.927	2225	48265	21.69	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	3D	22.21	9.95	5.06	20	1.963	2210	55721	25.21	Tidak Memenuhi	Kelas 25
	3E	22.31	9.84	5.16	20	1.95	2195	48805	22.23	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Rata-rata						1.946	2210	47726	21.59	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

Tabel 4.20 Hasil uji kuat tekan variasi 4%

Kode Sampel		Dimensi			Usia Sampel (Hari)	Berat Bata merah (Kg)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan pengujian (N)	Kuat Tekan Kg/cm2	SNI 15-2094-2000 (Kg/cm2)	SII 0021-78 (Kg/cm2)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)							
Variasi 4%	4A	22.22	10.23	5.01	20	1.872	2273	42674	18.77	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	4B	22.35	10.05	5.06	20	1.903	2246	48265	21.49	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	4C	22.03	10.04	5.4	20	1.909	2212	50767	22.95	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	4D	22.17	10.05	5.15	20	1.945	2228	42919	19.26	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	4E	22.31	9.94	5.03	20	1.903	2218	48363	21.81	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Rata-rata						1.906	2235	46598	20.86	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

Tabel 4.21 Hasil uji kuat tekan variasi 5%

Kode Sampel		Dimensi			Usia Sampel (Hari)	Berat Bata merah (Kg)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan pengujian (N)	Kuat Tekan Kg/cm2	SNI 15-2094-2000 (Kg/cm2)	SII 0021-78 (Kg/cm2)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)							
Variasi 5%	5A	22.34	10.14	5.01	20	1.707	2265	27272	12.04	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	5B	22.14	10.03	5.04	20	1.747	2221	23348	10.51	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	5C	22.32	9.86	4.88	20	1.695	2201	28841	13.11	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	5D	22.11	10.06	5.17	20	1.815	2224	23103	10.39	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
	5E	22.07	10.05	5.04	20	1.748	2218	27223	12.27	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Rata-rata						1.742	2226	25957	11.66	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

a) Perhitungan

Perhitungan kuat tekan batu bata merah ini dihitung dengan menggunakan variasi 5% dengan plastik 75 gram, pada kode sampel 5A , berikut dapat dilihat hasil contoh perhitungannya.

Panjang = 22 cm

Lebar = 10 cm

Tinggi = 5 cm

Luas penampang = p x l x (mm^2)

= 22.34 x 10.14 x (10)

= 2265 mm^2

Beban maksimum = 2780 kgF

= 2780 x 9.81

= 27.272 N

Kuat tekan $= f'c = \frac{F}{A}$

$= f'c = \frac{27.272}{2220}$

= 12,04 kg/cm^2

Hasil pengujian kuat tekan didapatkan nilai yang belum memenuhi SNI 15-2094-2000 dan SII 0021-78

Perhitungan kuat tekan batu bata merah ini dihitung dengan menggunakan variasi 1% dengan plastik 15 gram, pada kode sampel 1A , berikut dapat dilihat hasil contoh perhitungannya.

Panjang = 22 cm

Lebar = 10 cm

Tinggi = 5 cm

Luas penampang = p x l x (mm^2)

= 22.2 x 9.71 x (10)

= 2156 mm^2

Beban maksimum = 8360 kgF

= 8360 x 9.81

= 82.012 N

Kuat tekan $= f'c = \frac{F}{A}$

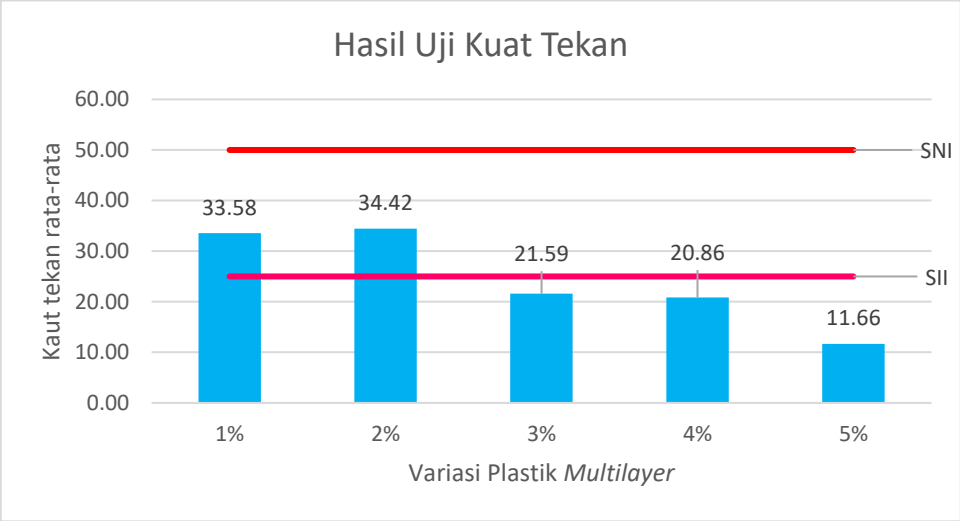
$= f'c = \frac{82.012}{2156}$

= 38.05 kg/cm^2

Hasil pengujian kuat tekan didapatkan nilai yang belum memenuhi SNI 15-2094-2000 akan tetapi sudah memenuhi syarat dari SII 0021-78 yang hasil nya telah memenuhi untuk masuk pada kelas 25.

Gambar 4.8 Hasil pengujian pada batu bata

Contoh perhitungan diatas sebelumnya sudah dilakukan pada semu sampel variasi yang telah dilakukan uji kuat tekan. Hasil pengujian keseluruhan untuk uji kuat ekan didapatkan nilai rata-rata yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4.9 Hasil uji kuat tekan rata-rata variasi

b) Pembahasan

Hasil dari perhitungan ini didapatkan nilai kuat tekan rata-rata batu bata merah yang sesuai SNI 15-2094-2000, dan digunakan juga SII 0021-78 sebagai pembanding dengan SNI 15-2094-2000. SII 0021-78 digunakan mengacu pada metode yang telah digunakan oleh Rindana, R. (2017). Hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.22 Hasil penilaian berdasarkan baku mutu kuat tekan

Variasi sampel	Kuat tekan rata-rata (kg/cm2)	Mutu Kuat Tekan	
		SNI 15-2094-2000	SII 0021-78
1%	33.58	Tidak Memenuhi	Kelas 25
2%	34.42	Tidak Memenuhi	Kelas 25
3%	21.59	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
4%	20.86	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
5%	11.66	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

Hasil pengujian yang ada pada tabel diatas tercantum menggunakan 2 jenis baku mutu yang memiliki mutu yang berbeda. Dimana baku mutu yang berlaku untuk bata pemasangan dinding saat ini adalah standar SNI 15-2094-2000, dengan nilai minimum kuat tekannya sebesar 50 kg/cm^2 (5 MPa), sedangkan yang tercantum pada SII 0021-78 didapatkan nilai minimum kuat tekan bata merah

adalah 25 kg/cm^2 (2.5 MPa). Hal ini dilakukan karena mengacu pada salah satu jurnal yang menggunakan kedua baku mutu ini sebagai acuan baku mutu. Maka penggunaan SII 0021-78 ini dilakukan sebagai pembanding baku mutu pada laporan ini.

Grafik yang dihasilkan pada rerata kuat tekan batu bata merah ini memiliki hasil kuat yang menurun pada setiap variasinya , dimulai dari variasi 1% dan 2% yang cukup tinggi, daibandingkan dengan variasi 3% sampai 5%. Meskipun memiliki nilai yang cukup tinggi apabila disandingkan dengan nilai baku mutu dari SNI 15-2094-2000 ini, masih belum dapat memnuhi nilai baku mutu pada SNI. Namun apabila dibandingkan dengan SII 0021-78, nilai kuat tekan dari variasi 1% dan 2% ini telah masuk kedalam katergori baku mutu dengan kelas 25.

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi perbedaan nilai kuat pada batu bata merah, diantaranya adalah hasil dari pencacahan platik *multilayer* yang kurang harus yang bentuknya masih terbilang cukup besar. Penambahan plastik yang digunakan sebagai agregat parsial ini apabila terlalu banyak maka dapat mengurangi sifat mengikat pada batu bata merah.

Adapun faktor lainnya yang mempengaruhi nilai kuat tekan pada bata ini, seperti pada saat pembuatan bata merah terdapat faktor luar seperti tidak sengaja terambilnya sedikit tanah liat atau pasir disekitar area saat pembuatan, hal ini terjadi karena tempat pencampurang terbilang cukup kecil dan situasi lainnya dimana pembuatan batu bata saat itu masih berlangsung untuk mencapai target pembakaran bata pada bulan Juli lalu. Faktor lainnya adalah terjadinya sedikit pengikisan pada saat pengiriman batu bata berlangsung untuk mencapai lokasi pengujian, sehingga dapat memicu terjadinya pengurangan volume maupun menambahnya lebar pori dari batu bata merah baik sebelum maupun sesudah proses pengering melalui oven atau saat dilakukan perendaman.

Meskipun penambahan plastik multilayer dalam jumlah yang besar, seperti 75 gram, tidak menunjukkan peningkatan kuat tekan besar, variasi dengan 15 gram dan 30 gram plastik multilayer ini masih dapat digunakan. Meskipun memang tidak termasuk layak dalam SNI 15-2094-2000, namun apabila dibandingkan dengan baku mutu SII 0021-78, bata dengan kelas 25 ini masih dapat digunakan untuk

bahan dinding nonstruktural yang tidak memikul beban seperti pagar, ataupun bangunan sementara seperti posko atau gudang.

Pada penelitian ini penggunaan variasi plastik multilayer pada variasi 8% didapatkan hasil bata yang sangat lemah kekuatannya. Dimana bentuknya yang tidak terlalu sempurna dan mudah terkikis pada saat dibawa dan disimpan. Maka dapat dikatakan bahwa penggunaan plastik multilayer pada angka diatas 5%, didapatkan hasil bata merah yang memiliki daya kuat tekan yang lebih rendah dari penggunaan plastik multilayer sebesar 5% pada penelitian saat ini.

4.6 Kontribusi Untuk Lingkungan di Bidang Konstruksi

A. Konstribusi penggunaan batu bata merah plastik *multilayer*

Berikut ini merupakan beberapan kontribusi dengan adanya penerapan pembuatan batu bata merah dengan plastik multilayer sebagai pengganti agregat parsial.

1) Pengurangan sampah plastik dalam pembuatan bata merah dari plastik multilayer dapat mengurangi jumlah timbulan plastik di TPA, laut, dan lingkungan baik domestik maupun sekitar area lainnya.
2) Penggunaan sumber daya alam yang sedikit dikurangi dengan menggunakan plastik daur ulang sebagai agregat parsial, penggunaan sumber daya alam seperti pasir atau tanah gunung untuk membuat bata merah secara tradisional dapat dikurangi. Ini membantu melindungi ekosistem dan mengurangi penggunaan tanah berlebih dari pegunungan bisa berkurang.
3) Kesadaran lingkungan penggunaan plastik multilayer dalam konstruksi apabila dapat dikelola dengan lebih baik lagi dapat mendorong minat inovasi dalam teknologi bahan bangunan. Selain meningkatkan kesadaran tentang pentingnya daur ulang dan keberlanjutan di industri konstruksi, masyarakat menengah kebawah dapat menerapkan inovasi tersebut terutama dikalangan pabrik lokal skala besar.

B. Nilai Pengurangan Limbah Plastik

Nilai ekonomi untuk pembuatan batu bata merah harga setiap pcs ada pada kisaran Rp 500,00 sampai Rp 1000,00, harganya dari bata merah ini bisa berbeda tergantung pada proses pembuatannya, contohnya ada pada ukuran, jenis bata, maupun teknik pembuatannya. Dalam penggunaan bata merah plastik multilayer variasi 2%, dengan pembuatan dinding 2 m^2 dengan pembuatan per hari 100 buah batu bata merah.

Berat batu bata merah 2% = 1.976 Kg
Jumlah bata dibutuhhkan 2 m^2 = 90 buah bata merah
Berat bata 2 m^2 = 178.02 Kg
Jumlah V 2% dalam 1 bata = 0.030 Kg
Jumlah plastik M 2 m^2 = 2.7 Kg
Total bata merah per hari = 100 buah (2.2 m^2)
Jumlah total timbulan per hari = 300.560 Kg (Kota Jogja)
= 300.560 Kg x 31,05 %
= 93.238 Kg
Jumlah timbulan plastik = 93.238 Kg/hari

Jumlah timbulan plastik – plastik M yang digunakan dalam 2,2 m^2/hari
= 93.238 Kg/hari – 3.00 Kg/hari = 93.235 Kg/hari

$$= \frac{3.00}{93.238} \text{ X } 100\%$$

= 0.032%

Jadi pengurangan plastik per hari dari variasi 2% ini berjumlah sekitar 0,032% dengan pembuatan batu bata merah dalam 1 hari sebanyak 100 buah bata.

4.7 Perhitungan Harga Produk

Dalam penelitian ini, telah dilakukan pengujian terhadap kuat tekan dan penyerapan air pada bata merah. Selanjutnya, dilakukan perhitungan harga pokok produksi dengan variasi plastik multilayer, di mana digunakan variasi 2% sebagai produk yang digunakan. Data yang diperlukan untuk perhitungan harga pokok produksi bata merah diperoleh melalui survei dan wawancara.

Nilai ekonomi permbuatan untuk batu bata merah ini harga setiap pcs yaitu Rp 1000,00. Perhitungan analisa biaya ekonomi batu bata merah penambahan plastik multilayer didasarkan dengan investasi awal pembuatan yang dilakukan pada penelitian ini. Berikut merupakan hasil perhitungan kelayakan bata merah dengan penambahan plastik multilayer.

A. Harga Produksi Bata Merah

Biaya tetap ialah biaya jumlah produksi, berikut adalah biaya produksi sebagai berikut.

a) Alat pencetak

- Harga alat cetak : Rp 300.000,00

  Total biaya : Rp 300.000,00

b) Alat bantu

- Ember (4 buah) : Rp 84.000,00
- Skop : Rp 328.000,00
- Ayakan pasir (1 buah) : Rp 54.000,00

  Total biaya : Rp 466.000,00

c) Alat cacah

- Harga alat pencacah : Rp 17.000.000,00
- Biaya listrik : Rp 100.000,00
- Harian kerja : Rp 25.000,00

  Total biaya : Rp 17.125.000

d) Menghitung biaya tenaga kerja

- Produksi per hari : 100 pcs per hari
- Jumlah pekerja : 1 orang
- Upah per ribuan bata : Rp 50.000
- Total maksimum bata : 3000 buah

  Total biaya upah : Rp 150.000 per ribuan

B. Menghitung kebutuhan material

a) Kebutuhan material bata pada variasi 2%

Dengan perbandingan campuran plastik *multilayer*

0.5 kg tanah liat : 1.425 kg pasir : 0.075 kg plastik *multilayer.*

Kebutuhan tanah liat	: 0.500 kg/bata
Kebutuhan pasir	: 1.425 kg/bata
Kebutuhan plastik m	: 0.075 kg/bata
Total Berat	: 2 kg/bata
Harga tanah liat 1 m^3	: Rp 250.000,00
Kebutuhan tanah liat per hari	: 0.500 kg x 100 bata
	: 50 kg tanah
	: 50 : 1500
	: 0.0333 m^3
Harga tanah 1 m^3	: Rp 250.000,00
Total biaya pasir per hari	: 0.0333 x 250.000
	: Rp 8.333,33

b) Kebutuhan pasir : 1.425 kg x 100 bata

: 142,5 kg,

Harga pasir 25 kg : Rp 20.000,00

Total biaya pasir per hari : 20.000 : 25

: Rp 800,00/kg

: 142,5 kg x Rp 800/kg

: Rp 114.000,00

c) Kebutuhan plastik : 0.075 x 100 bata

: 7.5 kg

Harga plastik per kg : Rp 2000,00

Total biaya plastik : Rp 14.500,00

Total material per hari : Rp 8.333,33 + Rp 114.000,00 + Rp 14.500

: Rp 136.833,33

Tabel 4.23 Rekapan pengeluaran

No	Rekapitulasi pengeluaran perhari	Total Harga	
A			
1	Biaya alat cetak	Rp	300,000.00
2	Biaya alat bantu	Rp	466,000.00
3	Biaya alat pencacah	Rp	17,125,000.00
4	Biaya upah tenaga kerja	Rp	50,000.00
B			
1	Biaya material	Rp	132,944.00

Contoh perhitungan keuntungan pembuatan bata merah per pcs.

Biaya listrik per kwH = Rp 1.500,00

Penggunaan listrik kwH = kw mesin cacah x lama penggunaan (jam)
= 0.75 kw x 6 jam
= 4,5 kwH

Harga penggunaan listrik = penggunaan listrik x biaya listrik per kwH
= Rp 1.500 x 4.5 kwH
= Rp 6.750,00

Biaya listrik per sampel = biaya penggunaan listrik / jumlah sampel
= Rp 6.750 / 35 pcs
= Rp 192,85

Biaya pembuatan 1 bata = biaya pembuatan + biaya listrik per sampel
= Rp 300 + Rp 192,85
= Rp 542,85

Harga jual = Rp 1000,00

Keuntungan dari jual bata = Rp 1000 – Rp 542,85
= Rp 457,15

Keuntungan per hari = Rp 457,15 x 100 pcs/hari
= Rp 45.715,00

Keuntungan per bulan = Rp 457,15 x 3000 pcs/bulan

= RP 1.371.450,00

Maka didapatkan keuntungan hasil penjualan sebesar Rp 45.715,00 dalam sehari.

Harga jual = Rp 1000,00

Inflasi April 2025 = 1,95% (Bank Indonesia, 2025)

Inflasi Mei 2025 = 1,6% (Bank Indonesia, 2025)

Lama Investasi = 1 tahun

NPV $= \left(\frac{Harga\ Penjualan}{\left(1+\frac{i}{100}\right)}\right)^{i}$ - Rp 542,85

$= \left(\frac{1000}{\left(1+\frac{1}{100}\right)}\right)^{1}$ - Rp 542,85

= Rp 447,25

IRR $= i_i + \frac{Harga\ Penjualan}{Harga\ Penjualan - Harga\ Pembuatan}(i_2 - i_i)$

$= 1,95 + \frac{Rp\ 1000}{Rp\ 1000 - Rp\ 542,85}(1,6 - 1,95)$

= 11,8%

PB $= \frac{Harga\ Pembuatan}{Harga\ Penjualan}$

$= \frac{Rp\ 542,85}{Rp\ 1000}$

= 0.5 Tahun

Dengan hasil perhitungan diatas, perolehan dilakukan analisa dengan ketentuan dibawah:

Tabel 4.24 Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi

Indikator	Keterangan
NPV	Rp 447,25 > 0 menunjukkan proyek memiliki investasi bermanfaat
IRR	11,8% > 7% menunjukkan proyek memiliki investasi bermanfaat
PB	0,5 Tahun < dari masa pakai peralatan menunjukkan proyek tersebut memiliki tingkat risiko yang dapat diterima.

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan hasil Rp 447,25 > 0 memiliki nilai yang positif sehingga proyek bata merah dengan agregat plastik multilayer ini layak direkomendasikan. Untuk 11,8% > 7% memiliki nilai yang positif sehingga bata merah dengan agregat plastik multilayer ini dianggap sebagai investasi menguntungkan. Nilai 0,5 < 2 tahun dari masa pakai peralatan sehingga nilai semakin kecil, nilai semakin kecil menunjukkan proyek semakin baik dengan alasan risiko terhadap pengembalian investasi.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

1) Pada hasil pengujian karakteristik sifat mekanik bata merah kerapatan semu, Nilai rata-rata kerapatan semu tertinggi terdapat pada variasi 1% yaitu 1.65gr/cm^3 dan nilai rata-rata resapan air sebesar 19.6%, sedangkan serapan air terbesar terdapat pada variasi 5% dengan nilai rata-rata kerapatan semu yaitu 1,36 gr/cm^3 dengan nilai rata-rata resapan air sebesar 26%.
2) Hasil uji penyerapan air pada bata dengan penambahan plastik *multilayer* berpengaruh pada penurunan penyerapan air pada batu bata merah yang nilai serap air tertinggi ada pada variasi 5% dengan nilai 26% tingkat penyerapan, sedangkan nilai penyerapan air terendah ada pada variasi 1% dengan nilai 19.6%. Dari total seluruh 5 variasi tersebut, didapatkan hanya 3 variasi saja yang telah memenuhi syarat maksimum penyerapan air yang disyaratkan SNI 15-2094, 2000, dengan rata-rata daya serap air masing-masing sebesar: varisi : 1% = 19.6%, variasi : 2% = 20.2%, dan variasi : 3% = 20.3%.
3) Pada pengujian kuat tekan pada bata merah dengan agregat plastik *multilayer,* ini memiliki pengaruh pada kuat tekan pada batu bata merah dengan nilai kuat tekan paling tinggi pada variasi 2% yang memiliki kuat tekan pada nilai rata-rata 34.42 kg/cm2 atau 3.37 Mpa, yang dimana nilai ini masih belum memenuhi standar SNI 15-2094, 2000, yang memiliki syarat kuat tekan bata pada nilai 50 kg/cm^2 atau 4.9 MPa, dan nilai kuat tekan terendah ada pada variasi 5% dengan nilai rata-rata 11.66 kg/cm2 atau 1.14 Mpa.
4) Apabila mengacu pada penggunaan syarat mutu pada SII 0021-78, maka rata-rata nilai kuat tekan variasi 1% dengan nilai rerata 33,58 kg/cm^2 dan

2% dengan nilai rerata 33,42 kg/cm^2 masih termasuk pada kelas 25 kg/cm^2, dimana batu bata merah masuk pada kategori kualitas rendah, yang dapat berfungsi untuk bahan pembangunan seperti dinding nonstruktural.

5) Dari hasil perhitungan pengurang plastik multilayer didapatkan persentase penguranganya sebesar 0,032% atau 3 Kg/hari.
6) Hasil dari perhitungan harga bata merah plastik multilayer yaitu didapatkan harga dasar sebesar Rp 542,85 dengan harga jual Rp 1000,00 per bata dan keuntungan yang didapatkan dari penjualan 1 buah bata sebesar Rp 457,15 per bata merah Rp 45.715 per hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang memungkinkan apabila dilaksankan untuk menyempurnakan penelitian ini, yaitu :

1. Dari penelitian ini perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam pencacahan plastik multilayer agar lebih halus untuk pembuatan bata merah.
2. Dalam pencampuran bahan material batu bata merah perlu penggunaan teknik atau alat, baik dari mesin pembuatan maupun pencetakan, agar bahan campuran bisa tercampur rata dan membuat pencampuran batu bata menjadi menyeluruh.
3. Perlunya melakukan pengujian plastik multilayer dengan menggunakan agregat lain atapun menggunakan tanah liat secara keseluruhan, agar dapat menemukan sifat material yang dapat lebih mengikat plastik multilayer pada batu bata merah.
4. Untuk penelitian lanjutan dapat mengubah variasi per sampel dengan meningkatkan jumlah penggunaan plastik multilayer dalam campuran batu bata merah, dan menggunakan agregat lain sebagain mendapatkan komposisi bata yang lebih kuat dan mengikat.

DAFTAR PUSTAKA

Camila Távora de Mello Soares, Monica Ek, Emma Östmark, Mikael Gällstedt, Sigbritt Karlsson (2022). *Recycling of multi-material multilayer plastic packaging: Current trends and future scenarios, Resources, Conservation and Recycling*, Volume 176, 2022, 105905, ISSN 0921-3449.

Hermanto, D., Supardi., Purwanto, E., (2014). Kuat Tekan Batako Dengan Variasi Bahan Tambah Serat Ijuk, e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/September 2014/491.

Albert Yansen , Thom Deutmar Londo Doaly , Dwi Indah Oktaviani (2023). Manajemen Pengolahan Sampah Plastik Multilayer Menjadi Kemasan Plastik Multilayer. Volume 3 Nomor 3 Tahun 2023 Page 2866-2877.

Rahni, R., Busyari, M., & Zulya, F. (2024) Pengolahan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Bahan Campuran Paving Block. Volume 8 Nomor 1 Tahun 2024.

Ashari, A., P. (2024). Pemanfaatan Sampah Plastik Multilayer Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Batako Dengan Metode Solidifikasi. TA/TL/2024/1942

Soares, C. T. D. M., Ek, M., Östmark, E., Gällstedt, M., & Karlsson, S. 2021. Recycling of multi-material multilayer plastic packaging: Current trends and future scenarios. Resources, Conservation and Recycling, 176, 105905. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105905

Prianggodo, A. J. (2007). Solidifikasi Limbah Fly Ash Hasil Pembakaran Incinerator Industri Tekstil Sebagai Campuran Batako. (hal. 32-35). Yogyakarta: Dspace Universitas Islam Indonesia.

Rosmi, F., Sari, D. A., Imawati. S., Mardeva. V. 2020. Upaya Meningkatkan Pengetahuan dalam Memanfaatkan Sampah Plastik Melalui Kerajinan Bunga dari Kantong Kresek di RT 001, E-ISSN: 2714 – 6286.

As, K., F., Novareza, O., Santoso, B, P. (2017). Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa Dan Abu Serbuk Gergaji. (hal. 176), ISBN 9-789-7637-499-93.

Kanchanapiya, P., Methacanon, P., & Tantisattayakul, T. (2018). Analisis tekno ekonomi pengembangan balok beton ringan dari limbah busa poliisosianurat. Sumber Daya, Konservasi dan Daur Ulang , 138 , 313-325.

SNI 15-2094-2000. (2000). SNI 15-2094-2000 Bata merah pejal untuk pasangan dinding. Badan Standardisasi Nasional.

Watiningsih, T., (2016). Sampah Sebagai Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata. Techno, ISSN 1410- 8607 Volume 17 No. 1, April 2016 Hal. 008– 012.

Handayani, S., (2010). Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji. Nomor 1 Volume 12 – Januari 2010 hal: 41-50.

Al-Ayyubi, D. A., & Ikram, F. D. (2023). Analisis Pengaruh Campuran Limbah Plastik Low Density Polyethylene Dan Fly Ash Terhadap Densitas, Kuat Tekan Dan Konduktivitas Termal Sebagai Bahan Alternatif Batako. Jurnal Teknik Mesin UTS, 10-19.

Rindana, R. (2017). Karakteristik Dinding Pasangan Dengan Variasi Kualitas Bata Produksi Lokal (D.I.Y). Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam. ISSN9-772477-5B3159.

Standar Industri Indonesia 0021-78 : Mutu dan Uji Bata Merah Pejal, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, 1978.

LAMPIRAN

HATI-HATI PERMUKAAN PANAS	

	ATI-HATI ANGAN TERJEPIT