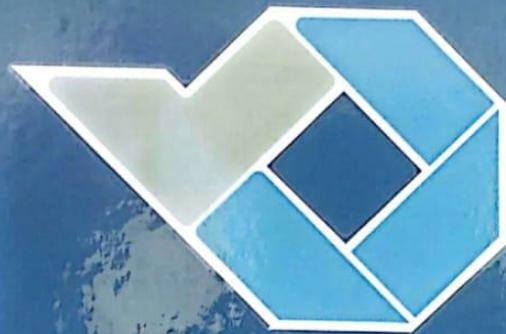


**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP
DENSITAS BATA RINGAN**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Ricky Hilman Maulana

0204

19041911

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA
BELITUNG
2022/2023**

**PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP
DENSITAS BATA RINGAN**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Dikky Hilman Maulana

NIM

1041911

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2022/2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH*
TERHADAP DENSITAS BATA RINGAN**

Oleh :

Dikky Hilman Maulana

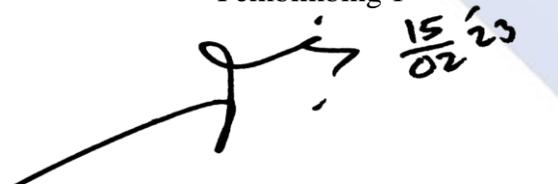
NIM

1041911

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1


Dipindai dengan CamScanner
(Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T.)

15/02/23

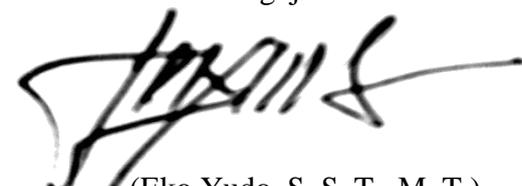
Pembimbing 2


Dipindai dengan CamScanner
(Erwansyah, S.S.T., M.T.)

Penguji 1


Dipindai dengan CamScanner
(Yuli Dharta, S. S. T., M. T.)

Penguji 2


Dipindai dengan CamScanner
(Eko Yudo, S. S. T., M. T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Dikky Hilman Maulana NIM: 1041911

Dengan Judul : Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Terhadap Densitas Bata Ringan

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya siap menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 16 Januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Dikky Hilman Maulana



CS Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah pembentuk bata ringan memberikan dampak positif jika dari segi lingkungan. Abu terbang (*fly ash*) merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus. Kehalusan butiran abu terbang (*fly ash*) ini dapat berpotensi terhadap pencemaran udara. Penanganan abu terbang (*fly ash*) pada saat ini masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Penambahan *fly ash* pada campuran bata ringan bisa menjadi bahan tambah mineral yang baik untuk bata ringan karena *fly ash* tersebut mengandung silika yang bersifat mengikat. Dalam penelitian ini, akan mengidentifikasi manfaat abu terbang (*fly ash*) sebagai material pengganti sebagian penggunaan semen pada bata ringan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap densitas dan kuat tekan bata ringan. Variasi persentase *fly ash* yang digunakan ialah 15%, 25% dan 35%.

Penelitian ini menggunakan sampel uji berbentuk balok sebanyak 6 sampel dimana replikasi untuk setiap sampelnya 3 kali dengan ukuran cetakan 100mm x 50mm x 50mm. Dari penelitian ini diperoleh bahwa nilai densitas terbaik pada penggunaan 25% abu terbang (*fly ash*), yaitu sebesar 1482,4 kg/ m³ dengan Nilai kuat tekan tertinggi yaitu 17,7 MPa. Dapat disimpulkan bahwa persentase penggunaan *fly ash* mempengaruhi densitas bata ringan. Persentase penggunaan *fly ash* 25% pada bata ringan menghasilkan bata ringan dengan dengan kuat tekan maksimum.

Kata kunci : Bata ringan, *fly ash*, densitas, kuat tekan.

ABSTRACT

Utilization of fly ash (fly ash) as an additive in the formation of lightweight bricks has a positive impact from an environmental point of view. Fly ash is a very fine residue from burning coal. The fineness of fly ash grains can potentially cause air pollution. Handling of fly ash (fly ash) at this time is still limited to stockpiling on vacant land. The addition of fly ash to the lightweight brick mixture can be a good mineral additive for lightweight bricks because the fly ash contains silica, which is binding. In this study, we will identify the benefits of fly ash (fly ash) as a partial replacement material for the use of cement in lightweight bricks.

The purpose of this study was to determine the effect of adding fly ash as a partial replacement for cement on the density and compressive strength of lightweight bricks. Variations in the percentage of fly ash used are 15%, 25%, and 35%.

This study used six beam-shaped test samples, with each sample being replicated three times with a mold size of 100 mm x 50 mm x 50 mm. From this study, it was found that the best density value was when using 25% fly ash, which was 1482.4 kg/m³ with the highest compressive strength value of 17.7 MPa. It can be concluded that the percentage of fly ash used affects the density of lightweight bricks. The use of 25% fly ash on lightweight bricks produces lightweight bricks with maximum compressive strength.

Keywords: Lightweight brick, fly ash, density, compressive strength.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas ridho-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini. Adapun judul proyek akhir yang saya ajukan adalah “Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Densitas Bata Ringan”.

Proyek akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Diploma IV (D-IV) Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras, kegigihan, dan kesabaran, dalam penyelesaian pengerjaan proyek akhir ini. Namun disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta disekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Sidik Cahyono dan ibu Yang Oktarina, dan orang terdekat yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat membanggakan orang tua.
3. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.T. dan Bapak Erwansyah, S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, nasehat, motivasi dan berbagai pengalaman kepada peneliti dengan penuh keikhlasan dan kesabaran.
4. Bapak I Made Andik Setiawan M. Eng., Ph. D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S. S. T., M. Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S. Tr., M. T selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.

7. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. yang telah membantu dan memberikan arahan.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama kuliah.
9. Neti Febriyanti yang telah berkontribusi banyak dalam penyelesaian proyek akhir ini, meluangkan tenaga, pikiran maupun materi kepada penulis dan senantiasa sabar. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hingga sekarang ini.
10. Teman-teman seperjuangan selama 4 tahun menempuh pendidikan di kampus teercinta kita ini, kelas TMM A angkatan 2019.
11. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah SWT. Dan akhirnya saya menyadari proyek akhir ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Harapan saya proyek akhir ini semoga dapat berguna bagi pihak-pihak yang terkait, lingkungan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta para pembaca pada umumnya.

Sungailiat, 16 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman:

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batas Masalah	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Bata Ringan.....	4
2.1.1 Bata Ringan Jenis <i>Autoclaved Aerated Concrete</i> (AAC)	4

2.1.2 Bata Ringan Jenis <i>Cellular Lightweight Concrete</i> (CLC)	5
2.2 Material Penyusun Bata Ringan	6
2.2.1 Semen Portland	6
2.2.2 Air	6
2.2.3 <i>Foam Agent</i>	7
2.2.4 Abu Terbang (<i>fly ash</i>)	7
2.2.5 Agregat Halus	8
2.3 Densitas	9
2.4 Kuat Tekan.....	9
2.5 Metode Full Faktorial.....	10
2.6 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Tempat Penelitian	15
3.3 Alat dan Bahan.....	15
3.3.1 Alat.....	15
3.3.2 Bahan	18
3.4 Menentukan Variabel Penelitian	18
3.4.1 Rancangan Penelitian.....	18
3.5 Pembuatan Sampel Bahan Uji.....	18
3.6 Prosedur Pengujian Sampel Bahan Uji	19

3.7 Metode Analisa Data.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Data Hasil Penelitian.....	21
4.1.1 Pengambilan Data	21
4.2 Hasil Densitas.....	22
4.2.1 Hipotesis.....	23
4.2.2 Analisis Varian (ANOVA) Densitas.....	23
4.3 Hasil Penyusutan.....	26
4.4 Hasil Kuat Tekan	27
4.4.1 Hipotesis.....	28
4.4.2 Analisa Varian (ANOVA).....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Halaman:

Tabel 2. 1 Rancangan Penelitian	10
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Densitas.....	22
Tabel 4. 2 Pembantu Hitungan Anova Densitas	23
Tabel 4. 3 Pembantu Hitungan Anova Densitas	24
Tabel 4. 4 Validasi ANOVA Pengujian Densitas	25
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Penyusutan.....	26
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	27
Tabel 4. 7 Pembantu Hitungan Anova Kuat Tekan	28
Tabel 4. 8 Pembantu Hitungan Anova Kuat Tekan	29
Tabel 4. 9 Validasi ANOVA Kuat Tekan	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman:
Gambar 2. 1 Bata Ringan	4
Gambar 2. 2 Semen <i>Portland Tipe 1</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Foam Agent</i>	7
Gambar 2. 4 Abu Terbang (<i>fly ash</i>)	8
Gambar 2. 5 Agregat Halus.....	8
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Cetakan Bata Ringan	15
Gambar 3. 3 Mesin Mixer	15
Gambar 3. 4 Foam Generator.....	16
Gambar 3. 5 Timbangan Digital.....	16
Gambar 3. 6 Mesin <i>Zwick Roell Z020</i>	17
Gambar 3. 7 Jangka Sorong 0,02mm	17
Gambar 3. 8 Ayakan Ukuran 4 mesh dan 10 mesh.....	17
Gambar 4. 1 Sampel Bata Ringan	21
Gambar 4. 2 Penimbangan Sampel Bata Ringan	22
Gambar 4. 3 (a) Sampel Bata Ringan dan (b) Proses Pengambilan Data Penyusutan	26
Gambar 4. 4 (a) Proses Pengujian Kuat Tekan dan (b) Sampel Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2. Proses Pembuatan Sampel Bata Ringan

Lampiran 3. Proses Pengambilan Data Penyusutan

Lampiran 4. Proses Pengambilan Data Densitas

Lampiran 5. Proses Pengujian Kuat Tekan

Lampiran 6. Hitungan Densitas

Lampiran 7. Tabel F

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini jumlah batu bara yang digunakan di industri semakin meningkat karena harganya yang relatif lebih rendah dari harga bahan bakar minyak industri. Batu bara biasanya digunakan sebagai sumber energi pengganti BBM yang sangat menguntungkan di satu sisi, namun dapat menimbulkan masalah di sisi lain. Masalah terbesar dalam penggunaan batu bara adalah abu batu bara, produk sampingan dari pembakaran batu bara. Proses pembakaran batu bara di unit pembangkit uap (*boiler*) akan menghasilkan abu batu bara sekitar 2-10%, dan menghasilkan dua jenis abu, *fly ash* dan *bottom ash*. Komposisi abu batu bara terdiri dari 10-20 % *bottom ash* dan 80-90 % *fly ash* dalam total abu. *Fly ash* ditangkap oleh *electrostatic precipitator* sebelum dibuang ke udara melalui cerobong asap.

Menurut ACI Committee 226, *fly ash* memiliki partikel yang cukup halus yang lolos saringan Nr. 325 (45 milimikron) 5-27 % dengan berat jenis 2,15-2,6 dan warna abu-abu hitam. Sifat kimia *fly ash* adalah silikon dioksida dan aluminium oksida dengan kandungan 80%. Dengan kemiripan sifat tersebut menjadikan *fly ash* sebagai pengganti untuk mengurangi jumlah semen yang digunakan sebagai bahan penyusun beton mutu tinggi. Penambahan *fly ash* pada campuran bata ringan dapat menjadi bahan tambahan mineral yang baik untuk bata ringan karena *fly ash* mengandung silika yang dapat mengikat. Ketika *fly ash* bereaksi dengan air, campuran tersebut dapat meningkatkan daya rekat bata ringan.

Jenis bata ringan ada dua yaitu, *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Pada kedua jenis bata ringan tersebut memiliki prinsip operasi yang sama. Penambahan gelembung-gelembung air yang disebabkan oleh reaksi kimia mengurangi berat sesuai kebutuhan. Prinsip kerja bata ringan ACC memiliki perbedaan dengan prinsip kerja bata ringan CLC

adalah menurut proses pengeringannya, prinsip kerja bata ringan beton ACC menggunakan pengeringan dalam oven autoklaf dengan tekanan yang tinggi, sedangkan prinsip kerjanya. bata ringan CLC menggunakan proses pengeringan alami.

Bata ringan biasanya mempunyai berat kurang dari 1900 kg/m^3 (SNI 03-2847-2002). Pembuatan bata ringan dapat dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tertentu pada gelembung beton atau dengan menggunakan bahan ringan untuk mengurangi berat bata ringan

.Densitas atau massa jenis merupakan suatu nilai yang menyatakan besar kecilnya perbandingan antara massa benda dengan volume benda, kerapatan benda itu tetap, yaitu ketika ukuran benda diubah, massa jenis benda tidak berubah, misalnya ukurannya diperbesar sehingga massa dan volume benda bertambah. Walaupun kedua besaran yang menunjukkan besaran benda bertambah, tetapi kerapatannya tetap sama, hal ini disebabkan karena massa benda bertambah atau sebaliknya pertambahan volume benda berbanding lurus dengan pertambahan volume benda. objek. benda atau massa benda.

Pada pembuatan proyek akhir yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Densitas Bata Ringan*” ini, memiliki tujuan untuk menguji densitas pada bata ringan *Celluler Lightweight Concrete* (CLC) yang akan dibuat dengan memanfaatkan limbah dari proses pembakaran batu bara yaitu abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambahan atau untuk menggantikan sebagian dari penggunaan semen. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh abu terbang (*fly ash*) dan juga dapat mengurangi densitas atau massa jenis dari bata ringan tersebut, serta dapat menekan biaya pembuatan bata ringan sehingga menjadi lebih ekonomis.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu terbang (*flyash*) sebagai bahan tambah terhadap densitas dan kuat tekan bata ringan?
2. Berapa nilai komposisi yang optimal untuk penambahan abu terbang (*flyash*) terhadap bata ringan?

1.3. Tujuan

1. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah terhadap densitas, penyusutan dan kuat tekan bata ringan.
2. Mengetahui nilai optimum untuk penambahan abu terbang (*flyash*) terhadap densitas, penyusutan dan kuat tekan bata ringan.

1.4. Batas Masalah

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bahan tambah yang digunakan adalah abu terbang (*flyash*).
2. Penambahan bahan tambah *fly ash* pada bata ringan CLC dengan variasi 15 %, 25 %, dan 35 % dari berat semen.
3. Komposisi pasir dan semen 2 : 1, komposisi air 80ml dan komposisi foam agent 1/3 cetakan (85cm^3).
4. Cetakan dengan ukuran panjang 100mm, lebar 50mm, dan tinggi 50mm.
5. Agregat halus yang digunakan ialah pasir pantai.
6. Pengujiannya meliputi densitas, penyusutan, dan kuat tekan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Bata Ringan

Batu bata ringan atau yang biasa di sebut *foamed concrete* adalah bahan yang dibuat dari mortar yang dicampurkan dengan *foam agents* dengan mengatur campuran *foam* menjadi bata ringan , sehingga memiliki berat berkisar antara 600-1800 kg/m³, sehingga salah satu kelebihan dari bata ringan adalah lebih ringan beratnya dari bata biasa.

Batu bata ringan merupakan material yang pengerjaannya seperti bata merah namun dibuat dengan sistem yang lebih canggih. Bata ringan juga didefinisikan sebagai material yang mirip dengan beton dan memiliki sifat tahan air dan api yang kuat, tahan lama (permanen) Ghoritman, 2011. Bata ringan memiliki sifat yang cukup ringan, permukaan yang halus dan dengan tingkat permukaan yang baik. Bata ringan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi tegangan struktural pada bangunan konstruksi, mempercepat konstruksi dan meminimalkan material pada saat pemasangan dinding. Keunggulan lain dari bata ringan adalah biaya yang dikeluarkan jauh lebih hemat dan ekonomis. Ini bisa terjadi karena penggunaan semen dan pasir tidak sebanyak batu bata biasa.



Gambar 2.1 Bata ringan

2.1.1 Bata Ringan Jenis *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*

Bata ringan AAC merupakan proses pembentukan gelembung udaranya didasarkan pada reaksi kimia, yaitu pengembangan bubuk aluminium atau pasta

aluminium, seperti dalam pembuatan roti, saat ragi ditambahkan untuk mengembangkan adonan. Pada adonan bata ringan jenis AAC biasanya terdiri dari pasir kwarsa, kapur, gypsum, semen, air, dan aluminium pasta. Saat semua adonan tercampur, kemudian akan mengembang sekitar 4-6 jam. Pasta aluminium juga berfungsi sebagai pengeras beton. Volume pasta aluminium ini adalah 5-8 % dari volume campuran yang bakal dibentuk. Adonan kemudian dipotong sesuai ukuran yang diinginkan dan dimasukkan ke dalam ruang *autoclave chamber* atau ditambahkan dengan uap panas dan tekanan tinggi. Suhu ruang autoklaf sekitar 180 °C -200 °C dan tekanannya 1,5-1,6 MPa. Ini terjadi sebagai proses pengeringan.

Pada jenis AAC ini, gelembung-gelembung udara yang terbentuk pada beton udara jenis ini saling terhubung satu sama lain sehingga air mudah terserap, sehingga harus ditutup dengan pelindung kedap air seperti plaster. Tabung autoklaf bertekanan tinggi digunakan dalam proses pengeringan (*curing*) jenis ini untuk mencapai nilai kuat tekan yang tinggi. Namun proses pengerasan juga dapat mengganggu proses hidrasi semen. Oleh karena itu, bata ringan jenis AAC ringan harus dilindungi dari kelembaban.

Proses produksi bata ringan tipe AAC berbeda dengan proses produksi tipe CLC, serta peralatan yang rumit dan modal yang relatif besar, namun kapasitas yang dihasilkan cukup besar yaitu sebesar 300 m³ per hari.

2.1.2 Bata Ringan Jenis Cellular Lightweight Concrete (CLC)

Bata ringan tipe CLC merupakan bata ringan dengan proses pengerasan alami. Bata ringan CLC adalah beton tipe konvensional dimana agregat kasar telah diganti dengan busa gelembung udara. Peralatan yang digunakan dalam jenis produksi ini adalah alat standar, sehingga produksinya dapat dengan mudah dilakukan hanya pasir, *foam*, semen dan air. Berat spesifik yang diinginkan dapat diatur antara 350 kg/m³ sampai 1800 kg/m³ dan nilai kekuatan antara 1,5 dan lebih dari 30 N/mm². Bata ringan tipe CLC ini sama dengan beton biasa, yaitu semakin lama semakin meningkat kekuatannya. Walaupun jenis bata ringan ini

tidak sering tipe AAC. Tipe CLC ini masih mengurangi berat secara signifikan dibanding dengan beton pada umumnya.

2.2. Material Penyusun Bata Ringan

Untuk mendapatkan bata ringan yang berkualitas baik, perlu diperhatikan bahan pembuatnya. Material yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap kualitas bata ringan yang dihasilkan. Material penyusun bata ringan antara lain :

2.2.1. Semen Portland

Semen portland merupakan semen yang dibuat dengan cara menggiling klinker (semen setengah jadi yang materialnya berbentuk gumpalan) semen Portland, yang sebagian besar terdiri dari kalsium silikat kemudian dicampur bersama bahan lain dalam bentuk senyawa kristal sulfat SNI 15-2049-1994. Semen Portland adalah pengikat utama dalam beton dan pasangan bata, yang digunakan sebagai pengikat bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Tipe semen yang digunakan termasuk salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kuat beton.



Gambar 2.2 Semen portland tipe 1

2.2.2. Air

Air merupakan bahan untuk menyatukan pasir dan semen. Peran air dalam pembuatan beton ialah menyebabkan semen bereaksi terhadap butiran agregat. Hanya sekitar 25-30% air dari berat semen yang dibutuhkan agar semen dapat bereaksi. Namun dalam kenyatannya bila berat air dibagi berat semen, kurang dari

0,3 maka campuran tersebut susah dikerjakan. Oleh karena itu umumnya semen dan air biasanya lebih dari 0,4 dengan kelebihan air tidak bereaksi dengan baik. Tambahan air ini bertindak sebagai pelumas. Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI-1982).

2.2.3. *Foam Agent*

Menurut Husin dan Setiaji yang dikutip Suryani (2015). *Foam Agent* merupakan bahan yang membentuk bata ringan, mempunyai ciri bahan tidak berwarna dan berbentuk busa yang dapat dibuat dengan *foam generator*.

Foam mempunyai daur gugus yang meliputi gugus liofob dan gugus liofil, gugus liofob merupakan ikatan rantai karbon panjang minimal 10 atom karbon, sedangkan gugus liofil memiliki rantai karbon pendek seperti gugus klorida. Dalam pelarut berair, gugus liofob juga dikenal sebagai gugus hidrofobik, yang tidak dapat menarik molekul air dan cenderung mengarah ke udara sedangkan gugus liofil dikenal sebagai gugus hidrofilik, di mana gugus liofil dapat menarik molekul air. Gambar di bawah menunjukkan bentuk *foam* yang dipakai dalam pembuatan bata ringan.



Gambar 2.3 Foam agent

2.2.4. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Proses pembakaran batu bara menghasilkan dua jenis sisa pembakaran. Sisa pembakaran yang keluar dari cerobong asap berupa abu yang sangat halus disebut *fly ash*, Sedangkan sisa lain berupa debu kasar di dasar tungku disebut *bottom ash*. Secara umum *fly ash* memiliki sifat pozzolan. Sifat Pozolanik merupakan sifat

yang mengandung Senyawa alumina dan silika. Kandungan *fly Ash* menurut R. C. Hasyim (2017) mengandung silika (SiO_2), besi oksida (Fe_2O_3), aluminium oksida (Al_2O_3), kalium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO) dan sulfat (SO_4).

Banyak kawasan industri yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar, terutama di Bangka Belitung, termasuk pembangkit listrik dan peleburan timah. Industri ini merupakan penghasil bahan *fly ash* dan *bottom ash*. Kualitas *fly ash* bervariasi tergantung pada kehalusan butir batu bara, efisiensi pembakaran, ukuran tungku pembakar dan cara *fly ash* diperoleh kembali selama pembakaran batu bara.



Gambar 2.4 Abu terbang (*flyash*)

2.2.5. Agregat Halus

Agregat Halus adalah pasir alam yang terbentuk dari penguraian alami batu-batu besar menjadi batu-batuan kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batu dengan ukuran maksimum 5,0 mm atau pada saringan No. 4. Hasil dekomposisi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk bulat dan bertekstur kasar.



Gambar 2.5 Agregat halus

2.3. Densitas

Densitas (ρ) merupakan massa atau massa suatu sampel yang terkandung dalam satuan volume. Massa jenis sering disebut densitas atau lebih umum disebut kerapatan suatu material. Menurut SNI 03 - 2874 -2002, bata ringan ialah beton yang mengandung agregat ringan dengan berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³ dan tidak kurang dari 800 kg/m³. Berat jenis merupakan salah satu syarat untuk balok beton ringan. Perhitungan untuk menghitung berat jenis balok beton ringan ditunjukkan pada Persamaan 2 di bawah ini:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

ρ = Densitas suatu bahan (kg/m³)

m = Massa kering bahan (kg)

V = Volume bahan (m³)

2.4. Kuat Tekan

Uji kuat tekan pada bata ringan dilakukan dengan memberikan tekanan secara teratur terhadap bata ringan dengan daya tekanan semaksimal mungkin sampai bata ringan retak ataupun hancur. Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan bataringan tersebut dalam menerima beban tekanan, semakin tinggi nilai kekuatan tekan pada bata ringan maka semakin baik juga kualitas bata ringan tersebut. (Ressi Anggraeni, 2019). Pada penelitian ini, digunakan metode uji kuat tekan dengan standar ISO 604. Metode ini digunakan untuk menyelidiki perilaku tekan benda uji dan menentukan kuat tekan, modulus tekan, dan aspek lain dari hubungan regangan tekan dalam kondisi yang ditentukan. Standar ISO 604 berlaku untuk bahan senyawa yang diisi dan diperkuat dengan bahan cetakan kaku dan semi kaku misalnya serat pendek, batang kecil, pelat, dan butiran. Metode ini dilakukan dengan menggunakan spesimen yang dapat dicetak ke ukuran yang dipilih.

2.5. Metode Full Faktorial

Desain faktorial digunakan ketika percobaan terdiri dari dua faktor atau lebih. Sebuah desain faktorial memungkinkan menggabungkan tingkat faktor. Jumlah ulangan yang digunakan untuk setiap kombinasi faktor adalah perkiraan. Dalam desain faktorial, jumlah level pada setiap level faktor dan atau jumlah ulangan yang dilakukan tidak harus sama. Jenis desain faktorial ini sering disebut sebagai desain faktorial yang tidak seimbang. Berikut adalah tabel desain penelitian dengan 3 level faktor persentase *fly ash* dan 2 level faktor jenis butiran pasir:

Tabel 2.1 Rancangan Penelitian

NO	Persentase <i>fly ash</i> (%)	Jenis Butir Pasir (mesh)	Jumlah Sampel
1	15	4	3
2	25	4	3
3	35	4	3
4	15	10	3
5	25	10	3
6	35	10	3

Kemudian dilakukan *analysis of variance* (ANOVA) yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor terhadap respon. Pada metode *full faktorial* menggunakan referensi buku Douglas C. Montgomery (2009). Pada metode *full faktorial* terhadap rumus sebagai berikut:

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{abn} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$SS_{ps} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2_{i..} - \frac{Y^2_{...}}{abn} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SS_{jp} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y^2_{j..} - \frac{Y^2_{...}}{abn} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SS_{interaction} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y^2_{ij.} - \frac{Y^2_{...}}{abn} - SS_{ps} - SS_{jp} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$SS_E = SS_T - SS_{ps} - SS_{jp} - SS_{interaction} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$Adj\ ms = \frac{Adj\ ss}{DF} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$F\text{-Value} = \frac{Adj\ MS}{Error} \dots\dots\dots (2.8)$$

2.6. Penelitian Terdahulu

Rosmiyati A.Bella, Jusuf J. S. Pah, dan Ariansyah G. Ratu melakukan penelitian tentang “PERBANDINGN PERSENTASE PENAMBAHAN *FLYASH* TERHADAP KUAT TEKAN BATA RINGAN JENIS CLC”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berat jenis, kuat tekan dan daya serap batu bata ringan dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur eksperimental dimana semen diganti dengan *fly ash* dengan berbagai penambahan dari 10% sampai 90% dari berat semen dengan penambahan 10%. Uji kuat tekan dan berat jenis dilakukan pada umur curing bata ringan 7, 21 dan 28 hari serta uji daya serap air setelah 28 hari. Kuat tekan maksimum dengan fluktuasi *fly ash* 10% adalah 0,633 MPa, 0,781 MPa, 0,819 MPa pada waktu pasca perlakuan dengan kepadatan pada waktu pasca perlakuan 750,741 kg/m³, 664,444 kg/m³, 664,444 kg/m³ , 664.444 kg/m³ m³, 198 kg/m³. m³ air dan 588.319 kg/m³. 26,256%. Untuk kuat tekan minimum bata ringan berbahan *fly ash* 40% variasi 0,485 MPa, 0,633 MPa dan 0,670 MPa dengan berat jenis selama pengerasan 585,556 kg/m³, 566,296 kg/m³, 595499 m³. dan konsumsi air 38,184%. Variasi *fly ash* sebagai pengganti semen dengan grade minimal 50% gagal/rusak. Berdasarkan penelitian tersebut, variasi *fly ash* sebesar 40% merupakan batas maksimum penambahan *fly ash* pada bata ringan CLC karena penambahan *fly ash* dapat mempengaruhi kekuatan bata ringan itu sendiri karena kurangnya ikatan antar agregat.

Wisnu Pratama Aji melakukan penelitian tentang “PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* PADA PEMBUATAN BATU BATA PADA UJI KUAT TEKAN DENGAN KADAR BAHAN CAMPUR 50%, 60%, 70%”.

Jumlah limbah dari industri manufaktur seperti *fly ash* sebagai bahan bakar terus bertambah dari tahun ke tahun, sehingga diperlukan penelitian untuk mencari solusi dari masalah limbah pabrik agar menjadi bahan yang dapat digunakan, *fly ash* mengandung SiO_2 , Al_2O_3 , CaO dan Fe_2O_3 , Namun kandungan SiO_2 cukup tinggi yaitu mencapai $\pm 70\%$. Karena kandungan silikanya yang cukup tinggi, *fly ash* memenuhi kriteria sebagai bahan cementitious/pozzolanic sehingga dapat digunakan untuk mengurangi kandungan semen sebagai bahan pembuatan beton, misalnya pada pembuatan batu bata. Sedikit mengurangi penggunaan tanah liat dan bisa juga memanfaatkan limbah *fly ash*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimal untuk batako dengan campuran 50% adalah 3,20 MPa dan bata biasa hanya mendapat nilai kuat tekan 0,91 MPa, sedangkan campuran 60,70% mencapai nilai 3,18 MPa. dan 1,54 MPa. Pada pengujian daya serap air didapatkan daya serap air maksimum sebesar 27,98% untuk campuran batu bata 70%, sedangkan untuk batu bata biasa sebesar 25,06 n untuk campuran batu bata 60% 50%.

Andi Wahyuni Ardi melakukan penelitian tentang “UJI KUAT TEKAN, DAYA SERAP AIR DAN DENSITAS MATERIAL BATU BATA DENGAN PENAMBAHAN AGREGAT LIMBAH BOTOL KACA”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk limbah botol kaca terhadap uji kuat tekan, daya serap air dan berat jenis bahan batako, serta untuk mengetahui perbandingan nilai komposisi saat ditambahkan agregat limbah botol kaca. . terhadap material batako yang memiliki kuat tekan yang sesuai dengan nilai standar, daya serap dan densitas yang dihasilkan. Pada penelitian ini sampel uji yang digunakan berupa balok dengan panjang 11 cm, lebar 11 cm dan tinggi 5 cm, serta komposisi serbuk botol kaca divariasikan antara 0, 10, 20, 30 dan 40%. . Batu bata dibuat dengan campuran tanah liat, pasir, air dan serbuk limbah botol kaca di proses pengeringan selama 1-2 hari kemudian dibakar dalam oven 900°C selama 3,5 jam. Batu bata tersebut kemudian diuji pada tiga parameter yaitu kekuatan, daya serap air dan berat jenis. Berdasarkan hasil pengujian dari masing-masing parameter pengujian diperoleh nilai kuat tekan minimum sebesar 223,41

kg/cm² dan nilai maksimum sebesar 253,37 kg/cm² (menurut kategori kelas 200-250 menurut SII-0021-1978); nilai serapan air yang diperoleh minimal 9,38 dan maksimal 19,05% (sesuai standar SII 15-2094-2000) dan nilai densitas 1,48-1,64 g/cm³ (SNI-03-19164-).



BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Tempat Penelitian

Pengujian densitas, kuat tekan, dan penyusutan pada bata ringan dilakukan di laboratorium Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah:

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian yaitu adalah sebagai berikut :

1. Media pencetak sampel dengan ukuran panjang 100mm, lebar 50mm, dan tinggi 50mm .



Gambar 3.2 Cetakan Bata Ringan

2. Mesin mixer, berfungsi untuk pencampuran bahan hingga rata.



Gambar 3.3 Mesin Mixer

3. Foam generator, berfungsi sebagai pembuatan foam agent.



Gambar 3.4 Foam Generator

4. Timbangan digital, digunakan untuk penimbangan bahan-bahan dan juga untuk melakukan pengujian densitas.



Gambar 3.5 Timbangan Digital

- Mesin uji kuat tekan menggunakan Mesin *Zwick Roell Z020* yang digunakan dalam pengujian kuat tekan.



Gambar 3.6 Mesin *Zwick Roell Z020*

- Alat ukur jangka sorong dengan kecermatan 0,02mm, berfungsi untuk mengukur sampel pada proses pengambilan data penyusutan.



Gambar 3.7 Jangka Sorong 0,02mm

- Ayakan pasir ukuran 4 mesh dan 10 mesh, berfungsi untuk mengayak pasir (agregat halus).



(a)

(b)

Gambar 3.8 (a) ayakan ukuran 4 mesh (b) ayakan ukuran 10 mesh

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Abu terbang (*flyash*) .
2. *Foam agent* .
3. Pasir pantai .
4. Air sesuai kebutuhan.
5. Semen portland tipe 1.

3.4 Menentukan Variabel Penelitian

Pada penelitian ini ada dua variabel bebas yang disebut dengan faktor. Faktor A yaitu abu terbang (*flyash*) dengan level 15%, 25%, dan 35% dari berat semen dan faktor B ukuran butir pasir dengan level 4 mesh dan 10 mesh, serta terdapat variabel kontrol yaitu komposisi pasir dan semen 2 (300 gr) : 1 (150 gr), komposisi air 80ml dan komposisi foam agent 1/3 cetakan (85cm^3) .

3.4.1 Rancangan Penelitian

Berdasarkan dengan rancangan penelitian dengan desain *full factorial* jumlah sampel benda uji yang digunakan didapatkan 6 sampel dengan 3 replikasi dengan total yang diuji sebanyak 18 sampel.

3.5 Pembuatan Sampel Bahan Uji

Berikut ini ada beberapa proses pembuatan sampel bahan uji bata ringan :

1. Tahap penimbangan bahan.

Menimbang bahan utama seperti pasir, semen dan bahan tambahan abu terbang (*flyash*) menggunakan timbangan digital.

2. Tahap pencetakan sampel.

Langkah-langkah pada tahap pengadukan bahan dasar dan bahan campuran:

- Masukkan semen, pasir, dan abu terbang ke dalam ember, kemudian aduk menggunakan mixer dengan memasukkan air secara perlahan hingga tercampur secara merata.
 - Campurkan *foam agent* (busa) kedalam ember yang berisi campuran dari bahan-bahan tadi, lakukan pengadukan menggunakan mixer hingga merata.
 - Kemudian tuangkan bahan-bahan yang telah tercampur rata tadi kedalam cetakan sampel sampai rata penuh.
 - Kemudian ratakan permukaannya.
 - Setelah 3 hari dibiarkan, kemudian cetakan dapat dibuka dan bata ringan dikeringkan secara alami sekitar 7 hari lalu dilakukan pengujian terhadap sampel bata ringan.
3. Tahap pengambilan data penyusutan pada sampel bata ringan di hari ke 3 dan hari ke 5 setelah sampel dikeluarkan dari cetakan.
 4. Tahap pengujian sampel bata ringan yang meliputi pengujian densitas dan kuat tekan.

3.6 Prosedur Pengujian Sampel Bahan Uji

Berikut ini ada beberapa proses pengujian untuk mengetahui sifat fisik pada sampel bahan uji bata ringan :

1. Uji Densitas

Nilai densitas pada bata ringan dilakukan dengan menimbang berat sampel yang telah kering untuk menentukan nilai densitas.

2. Uji Penyusutan

Nilai penyusutan diperoleh dengan cara mengukur beberapa sampel bata ringan yang telah kering bertahap mulai dari hari ke 3 sampai hari ke 5 setelah dicetak, kemudian mengukur panjang, lebar, dan tinggi sampel bahan uji.

3. Uji Kuat Tekan

Nilai uji kuat tekan pada bata ringan dapat diperoleh dari proses penekanan pada bata ringan dengan cara memberi gaya tekan sedikit demi sedikit secara teratur terhadap sampel bata ringan dengan daya tekanan semaksimal mungkin sampai benda tersebut retak atau pecah dengan standar uji ISO 604.

3.7 Metode Analisa Data

Setelah mendapatkan data pada saat melakukan pengujian densitas, dan kuat tekan sampel bata ringan, kemudian dilanjutkan pada proses pengolahan data atau analisa data yang menggunakan *analysis of variance* (ANOVA).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *full factorial* dengan 2 faktor, faktor dalam penelitian ini adalah abu terbang (*fly ash*) dengan 3 level dan ukuran butir pasir dengan 2 level. Adapun dalam penelitian ini dilakukan 3 jenis pengujian yaitu penyusutan, uji densitas dan uji kuat tekan.

4.1.1 Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data dalam penelitian kali ini sampel bata ringan yang digunakan sebanyak 6 sampel dengan 3 replikasi sehingga menjadi total 18 sampel. Gambar 4.1 merupakan sampel bata ringan yang telah dicetak sesuai dengan rancangan penelitian.



Gambar 4.1 Sampel bata ringan

Langkah berikutnya ialah melakukan pengujian densitas pada sampel bata ringan untuk memperoleh nilai berat jenis bata ringan setelah dicetak, hal ini dilakukan untuk mengetahui sampel mana yang memiliki berat paling ringan dan yang paling berat. Untuk memperoleh nilai berat jenis bata ringan dilakukan dengan cara menimbang berat bata ringan kemudian dibagi dengan volume

cetakan bata ringan. Berikut ini merupakan proses penimbangan bata ringan setelah dicetak dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penimbangan sampel bata ringan

Setelah didapatkan nilai berat dan volume cetakan bata ringan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{0,46346 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.853,84 \text{ kg/ m}^3$$

4.2 Hasil Densitas

Berdasar pada pengujian densitas yang telah dilakukan, didapatkan nilai densitas sampel bata ringan dengan 3 kali replikasi. Berikut ini data hasil pengujian densitas dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Densitas

Nomor Sampel	Persentase		Nilai Densitas			Rata – rata (kg/ m ³)
	Abu Terbang	Butir Pasir	A (kg/ m ³)	B (kg/ m ³)	C (kg/ m ³)	
1	15%	4 mesh	1923,16	1853,84	1900,68	1892,56
2	25%	4 mesh	1559,08	1536,16	1482,4	1525,88
3	35%	4 mesh	1885,72	1844,2	1797,64	1842,52
4	15%	10 mesh	1741,92	1727,68	1747,28	1738,96
5	25%	10 mesh	1856,4	1795,72	1942,52	1864,88

6	35%	10 mesh	1786,08	1861,88	1814,72	1820,89
---	-----	---------	---------	---------	---------	---------

Sumber : Data Perhitungan

Berdasar pada tabel 4.1 diatas diperoleh hasil pengujian densitas menggunakan rancangan penelitian *full factorial*, maka nilai uji densitas terbaik terdapat pada sampel ke 2 dengan persentase penambahan abu terbang 25 % dan ukuran butir pasir dengan ukuran 4 mesh didapatkan hasil uji densitas pada sampel A sebesar 1559,16 kg/ m³ , pada sampel B sebesar 1536,16 kg/ m³ dan pada sampel C sebesar 1482,4 kg/ m³ dengan nilai densitas rata – rata sebesar 1525,88 kg/ m³ dan nilai pengujian densitas terberat terdapat pada sampel ke 1 dengan persentase penambahan abu terbang (*fly ash*) 15% dan ukuran butir pasir yang digunakan berukuran 4 mesh didapatkan hasil uji densitas pada sampel A sebesar 1923,16 kg/ m³, pada sampel B sebesar 1853,84 kg/ m³ dan pada sampel C sebesar 1900,68 kg/ m³ dengan nilai rata – rata sebesar 1892,56 kg/ m³. Kemungkinan kesalahan terjadi pada penelitian ini perhitungan densitas dengan volume menggunakan volume cetakan seharusnya menggunakan volume ukuran sampel dan kesalahan berikutnya kemungkinan terjadi pada saat proses penuangan adonan bata ringan ke dalam cetakan.

4.2.1 Hipotesis

H₀: Tidak ada pengaruh jumlah abu terbang (*fly ash*) terhadap Densitas bata ringan.

H₁: Ada pengaruh jumlah abu terbang (*fly ash*) terhadap Densitas bata ringan.

H₀: Tidak ada pengaruh ukuran butir pasir terhadap Densitas bata ringan.

H₁: Ada pengaruh ukuran butir pasir terhadap Densitas bata ringan.

4.2.2 Analisis Varian (ANOVA) Densitas

Selanjutnya data hasil uji densitas yang diperoleh akan dilakukan Analisis Varian (ANOVA) untuk mengetahui apakah variabel bebas (faktor persentase *fly ash* dan butir pasir) berpengaruh atau tidak terhadap variabel terikat (respon densitas).

Tabel 4.2 Tabel Pembantu Hitungan Anova Densitas

Perlakuan	Sampel			total	rerata
	1	2	3		
15%/4 mesh	1923,16	1853,84	1900,68	5677,68	1892,56
15%/10 mesh	1741,92	1727,68	1747,28	5216,88	1738,96
25%/4 mesh	1559,08	1536,16	1482,4	4577,64	1525,88
25%/10 mesh	1856,4	1795,72	1942,52	5594,64	1864,88
35%/4 mesh	1885,72	1844,2	1797,64	5527,56	1842,52
35%/10 mesh	1786,08	1861,88	1814,72	5462,68	1820,89
grand total				32057,08	1780,94

Sumber : Data perhitungan

Tabel 4.3 Tabel Pembantu Hitungan Anova Densitas

Fly ash	Butir pasir		
	4 mesh	10 mesh	total
15%	5677,68	5216,88	10894,56
25%	4577,64	5594,64	10172,28
35%	5527,56	5462,68	10990,24
total	15782,88	16274,2	32057,08

Sumber : Data perhitungan

Berikut ini perhitungan komponen yang diperlukan dalam hitungan Anova dari respon pengujian Densitas:

$$\begin{aligned}
 SST &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y^2_{ijk} - \frac{Y^2 \dots}{abn} \\
 &= 57.390.656,15 - \frac{1.027.656.378}{18} \\
 &= 57.390.656,15 - 57.092.021 \\
 &= 298.635,14
 \end{aligned}$$

$$SS \text{ fly ash} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2_{i..} - \frac{Y^2 \dots}{abn}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{(2)(3)} [(10.894,56)^2 + (10.172,28)^2 + (10.990,24)^2] - 57.092.021 \\
&= \frac{342.952.093,2}{6} - 57.092.021 \\
&= 57.158.682,2 - 57.092.021 \\
&= 66661,20
\end{aligned}$$

$$SS \text{ butir pasir} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_{j..}^2 - \frac{Y^2 \dots}{abn}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{(3)(3)} [(15.782,88)^2 + (16.274,2)^2] - 57.092.021 \\
&= \frac{513.948.886,7}{9} - 57.092.021 \\
&= 13.410,85
\end{aligned}$$

$$SS \text{ interaction} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij.}^2 - \frac{Y^2 \dots}{abn} - SS_{flyash} - SS_{butir pasir}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{3} [(5.677,68)^2 + (5.216,88)^2 + (4.577,64)^2 + (5.594,64)^2 + (5.527,56)^2 + \\
&(5.462,68)^2] - 57.092.021 - 66.661,20 - 13.410,85 \\
&= \frac{172.101.464,2}{3} - 57.092.021 - 66.661,20 - 13.410,85 \\
&= 195.061,65
\end{aligned}$$

$$SS_E = SS_T - SS_{flyash} - SS_{butir pasir} - SS_{interaction}$$

$$= 298.635,15 - 66.661,20 - 13.410,85 - 195.061,65$$

$$= 23501$$

Tabel 4.4 Validasi ANOVA Pengujian Densitas

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-Tabel
--------	----	--------	--------	---------	---------

<i>fly ash</i>	2	66661	33331	17,02	3,88
Butir pasir	1	13411	13411	6,85	4,74
<i>fly ash</i> *butir pasir	2	195062	97531	49,8	
Error	12	23501	1958		
<i>Total</i>	17	298635			

Validasi *Analysis of variance* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak minitab versi 21 (*Minitab License*). Hasil *Analysis of variance* bisa dilihat pada tabel 4.4.

Analisis pada Tabel 4.4 didapat bahwa nilai F tabel pada *fly ash* yaitu 3,88 sedangkan untuk nilai ukuran butir pasir F tabel 4,74. Sedangkan nilai titik kritis *fly ash* 3,88 dan ukuran butir pasir 4,74 dimana nilai titik kritis tersebut lebih kecil dari F-Value sehingga terjadi penolakan.

Keputusan pada analisa data penelitian ini untuk presentase *fly ash* menolak H_0 , yang berarti bahwa presentase *fly ash* yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan terhadap Densitas bata ringan. Untuk jenis butir pasir menolak H_0 , yang berarti bahwa ukuran butir pasir yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan terhadap Densitas bata ringan.

4.3 Hasil Penyusutan



Gambar 4.3 (a) Sampel bata ringan dan (b) Proses pengambilan data penyusutan

Berdasar pada pengujian penyusutan yang dilakukan, didapatkan hasil pengambilan data rata – rata sampel bata ringan. Berikut ini data hasil data penyusutan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Penyusutan

	Bidang Uji	Hari ke 3 (mm)	Hari ke 5 (mm)	Penyusutan (mm)	Total penyusutan (mm)
sampel 1	1	53,53	53,12	0,41	0,73
	2	51,51	51,41	0,10	
	3	99,6	99,38	0,22	
sampel 2	1	57,59	56,94	0,65	1,06
	2	51,19	50,87	0,31	
	3	100,98	100,88	0,1	
sampel 3	1	56,29	55,86	0,43	1,91
	2	52,91	52,55	0,36	
	3	100,36	99,24	1,12	

Berdasar pada tabel 4.5 diatas diperoleh hasil pengujian penyusutan, maka nilai penyusutan terbesar terdapat pada sampel ke 3 yaitu persentase abu terbang (*fly ash*) 35 % dan ukuran butir pasir dengan ayakan ukuran 10 mesh didapatkan hasil uji penyusutan sebesar 1,91mm, kemudian penyusutan terkecil terdapat pada sampel ke 1 yaitu persentase abu terbang (*fly ash*) 15% dan ukuran butir pasir dengan ayakan ukuran 10 mesh didapatkan hasil uji penyusutan sebesar 0,73mm. Jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan abu terbang (*fly ash*) terhadap bata ringan berpengaruh terhadap penyusutan, semakin besar penambahan abu terbang(*fly ash*) maka semakin besar juga penyusutan yang terjadi.

4.4 Hasil Kuat Tekan



(a)

(b)

Gambar 4.4 (a) proses pengujian kuat tekan dan (b) sampel hasil pengujian kuat tekan

Berdasar pada pengujian kuat tekan yang dilakukan, didapatkan nilai uji kuat tekan rata – rata sampel bata ringan. Berikut ini data hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Nomor Sampel	Persentase		Nilai Kuat Tekan			Rata – rata (MPa)
	Abu Terbang	Butir Pasir	A (MPa)	B (MPa)	C (MPa)	
1	15%	4 mesh	4,36	10,5	8,49	7,78
2	25%	4 mesh	9,89	7,9	8,19	8,66
3	35%	4 mesh	10,1	9,11	10,2	9,80
4	15%	10 mesh	12,1	12,8	10,3	11,73
5	25%	10 mesh	17,7	11,3	13,1	14,03
6	35%	10 mesh	12	11	9,87	10,95

Sumber : Data Perhitungan

Berdasar pada tabel 4.6 diatas pada penelitian ini diperoleh hasil pengujian kuat tekan menggunakan rancangan peneitian *full faktorial*, maka nilai uji kuat tekan terbaik terdapat pada sampel ke 5 yaitu persentase abu terbang (*fly ash*) 25 % dan ukuran butir pasir dengan ayakan ukuran 10 mesh didapatkan hasil uji kuat tekan pada sampel A sebesar 17,7 MPa, kemudian pada sampel B sebesar 11,3 Mpa dan pada sampel C sebesar 13,1 MPa dengan nilai kuat tekan rata – rata sebesar 14,03 MPa dan nilai uji kuat tekan terkecil terdapat pada sampel ke 1 yaitu dengan persentase abu terbang (*fly ash*) 15% dan ukuran butir pasir dengan ayakan ukuran 4 mesh didapatkan hasil uji kuat tekan pada sampel A sebesar 4,36 MPa, kemudian pada sampel B sebesar 10,5 MPa dan sampel C sebesar 8,49 MPa dengan nilai kuat tekan rata – rata terkecil sebesar 7,78 MPa.

4.4.1 Hipotesis

H₀: Tidak ada pengaruh jumlah abu terbang (*fly ash*) terhadap Kuat Tekan bata ringan.

H₁: Ada pengaruh jumlah abu terbang (*fly ash*) terhadap Kuat Tekan bata ringan.

H₀: Tidak ada pengaruh ukuran butir pasir terhadap Kuat Tekan bata ringan.

H₁: Ada pengaruh ukuran butir pasir terhadap Kuat Tekan bata ringan.

4.4.2 Analisis Varian (ANOVA)

Selanjutnya data hasil uji kuat tekan yang diperoleh akan dilakukan Analisis Varian (ANOVA) untuk mengetahui apakah variabel bebas (faktor persentase *fly ash* dan ukuran butir pasir) berpengaruh atau tidak terhadap variabel terikat (respon kuat tekan).

Tabel 4.7 Tabel Pembantu Hitungan Anova Kuat Tekan

Perlakuan	Sampel			total	Rerata
	1	2	3		
15%/4 mesh	4,36	10,5	8,49	23,35	7,78
15%/10 mesh	12,1	12,8	10,3	35,2	11,73
25%/4 mesh	9,89	7,9	8,19	25,98	8,66
25%/10 mesh	17,7	11,3	13,1	42,1	14,03
35%/4 mesh	10,1	9,11	10,2	29,41	9,80
35%/10 mesh	12	11	9,87	32,87	10,96
grand total				188,91	10,49

Sumber : Data perhitungan

Tabel 4.8 Tabel Pembantu Hitungan Anova Kuat Tekan

<i>flyash</i>	Butir pasir		total
	4 mesh	10 mesh	
15%	23,35	35,2	58,55
25%	25,98	42,1	68,08
35%	29,41	32,87	62,28
total	78,74	110,17	188,91

Sumber : Data perhitungan

Berikut ini perhitungan untuk komponen yang diperlukan dalam hitungan Anova dari respon pengujian kuat tekan:

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{abn}$$

$$= 2.109,02 - \frac{35.686,98}{18}$$

$$= 2.109,02 - 1.982,61$$

$$= 126,41$$

$$SS \text{ fly ash} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2_{i..} - \frac{Y^2 \dots}{abn}$$

$$= \frac{1}{(2)(3)} [(58,55)^2 + (68,08)^2 + (62,28)^2] - 1.982,61$$

$$= \frac{11.941,78}{6} - 1.982,61$$

$$= 1.990,29 - 1.982,61$$

$$= 7,68$$

$$SS \text{ butir pasir} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y^2_{.j.} - \frac{Y^2 \dots}{abn}$$

$$= \frac{1}{(3)(3)} [(78,74)^2 + (110,17)^2] - 1.982,61$$

$$= \frac{18.337,41}{9} - 1.982,61$$

$$= 54,88$$

$$SS \text{ interaction} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y^2_{ij.} - \frac{Y^2 \dots}{abn} - SS_{\text{fly ash}} - SS_{\text{butir pasir}}$$

$$= \frac{1}{3} [(23,55)^2 + (35,2)^2 + (25,98)^2 + (42,1)^2 + (29,41)^2 + (32,87)^2] -$$

$$1.982,61 - 7,68 - 54,88$$

$$= \frac{6.177,01}{3} - 1.982,61 - 7,68 - 54,88$$

$$= 13,82$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{fly ash}} - SS_{\text{butir pasir}} - SS_{\text{interaction}}$$

$$= 126,41 - 7,68 - 54,88 - 13,82$$

$$= 50,02$$

Tabel 4.9 Validasi ANOVA Kuat Tekan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	F-Tabel
<i>fly ash</i>	2	7,687	3,844	0,84	3,74
Butir pasir	1	54,88	54,88	12,03	4,60
Error	14	63,849	4,561		
Lack-of-fit	2	13,828	6,914	1,66	
<i>pure error</i>	12	50,021	4,168		
Total	17	126,416			

Validasi *Analysis of variance* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak minitab versi 21 (*Minitab License*). Hasil *Analysis of variance* bisa dilihat pada tabel 4.9.

Analisis pada Tabel 4.9 didapat bahwa nilai F tabel pada *fly ash* yaitu 3,74 sedangkan untuk nilai ukuran butir pasir F tabel 4,60. Sedangkan nilai titik kritis *fly ash* 3,74 dan ukuran butir pasir 4,60 dimana nilai titik kritis *fly ash* lebih besar dari F-Value sehingga gagal ditolak dan dimana nilai titik kritis jenis butir pasir lebih kecil dari F-Value sehingga terjadi penolakan.

Keputusan pada analisa data hasil penelitian ini untuk presentase *fly ash* gagal menolak H_0 , yang berarti bahwa presentase *fly ash* yang digunakan tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap Kuat Tekan bata ringan. Untuk jenis butir pasir menolak H_0 , yang berarti bahwa ukuran butir pasir yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan terhadap Kuat Tekan bata ringan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasar pada penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan abu terbang (*fly ash*) pada proses produksi bata ringan bahwa semakin banyak penambahan jumlah abu terbang (*fly ash*) maka densitas semakin ringan hal ini dipengaruhi oleh massa jenis semen lebih besar dibandingkan dengan massa jenis *fly ash*, penyusutan yang terjadi semakin besar, akan tetapi kuat tekan semakin menurun.
2. Nilai optimum persentase penambahan abu terbang (*fly ash*) pada proses produksi bata ringan dengan respon densitas, penyusutan dan kuat tekan sebesar 25%.

5.2 Saran

Berdasar pada hasil yang didapatkan dalam penelitian ini, ada beberapa hal yang ingin penulis sarankan agar penelitian kedepannya lebih baik lagi yaitu sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan bata ringan yang lebih baik lebih diperhatikan pada saat proses pencampuran bahan menggunakan mixer pastikan semua tercampur secara merata baru kemudian di masukkan kedalam cetakan.
2. Agar tidak sulit pada saat mengeluarkan sampel bata ringan dari cetakan yang sudah mengeras, ada baiknya cetakan sampel bata ringan di lapisi minyak atau oli sebelum campuran bata ringan dituangkan kedalam cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Goritman, B., Irwangsa, R., & Kusuma, J. H. (2012). Studi Kasus Perbandingan Berbagai Bata Ringan dari Segi Material, Biaya, dan Produktivitas. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 1(1).
- Hasyim, R. C. (2017). Pengaruh Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Bata Beton Beragregat Bottom Ash.
- Herman, H., & Saputra, R. A. (2021). Pengaruh Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Campuran Terhadap Sifat Mekanik Batu Bata. *Jurnal Tera*, 1(2), 155-168.
- Karijanto, M. A., Wijaya, A. R., & Sugiharto, H. (2013). Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Perekat Bata Ringan. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 2(2).
- Montgomery, D. C. (2009). *Design and analysis of experiments*. John wiley & sons.
- Noviardi, R. (2013). Limbah Batubara Sebagai Pembenh Tanah dan Sumber Nutrisi: Studi Kasus Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus Annuus*). *Riset Geologi dan pertambangan*, 23(1), 67-78.
- Palupi, K. (2011). Pengaruh penggunaan fly ash (debu batubara) sebagai agregat beton normal untuk perisai radiasi sinar γ .
- Putranto, S. (2016). Pengaruh fly ash sebagai bahan tambah beton ringan foam terhadap berat jenis, kuat tekan dan daya serap air, untuk material dinding struktur sebagai suplemen pada pembelajaran mata kuliah teknologi beton.
- Rachmalia, Q. (2018). Pengaruh Urutan Penambahan Alkali Aktivator pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C.
- Rahardja, I. B., Surbakti, V. N. C., & Siregar, A. L. (2022). Empowering Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Bata Beton Ringan (Light-

Weight Concrete). *Jurnal Teknologi*, 14(1), 119-126.

Setiawati, M. (2018). Fly ash sebagai bahan pengganti semen pada beton. *Prosiding Semnastek*.

Sitindaon, D. (2014). Pengaruh Penambahan Styrofoam Pada Pembuatan Beton Ringan Menggunakan Pasir Merah Labuhan Batu Selatan (Doctoral dissertation, UNIMED).

Suryani, N. (2015). Fabrikasi Bata Ringan Tipe Celluler Lightweight Concrete Dengan Bahan Dasar Pasir Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Pengganti Fly Ash. *Inovasi Fisika Indonesia*, 4(3).

Umboh, A. H., Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2014). Pengaruh pemanfaatan abu terbang (fly ash) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 2(7).

Wahyudie, I. A., Soenoko, R., Suprpto, W., & Irawan, Y. S. (2020). Enhancing hardness and wear resistance of $ZrSiO_4-SnO_2/Cu_{10}Sn$ composite produced by warm compaction and sintering. *metalurgija*, 59(1), 27-3

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dikky Hilman Maulana
Tempat dan Tanggal lahir : Pangkalpinang, 11 Juli 2001
Alamat Rumah : Jl. Delima 1 no.325
Telp : -
HP : 089605987909
Email : dikkyky77@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 35 Pangkalpinang (2007-2013)
SMP Negeri 9 Pangkalpinang (2013-2016)
SMK Negeri 2 Pangkalpinang (2016-2019)
D-IV POLMAN NEGERI BABEL (2019-2023)

3. Pendidikan Non-Formal

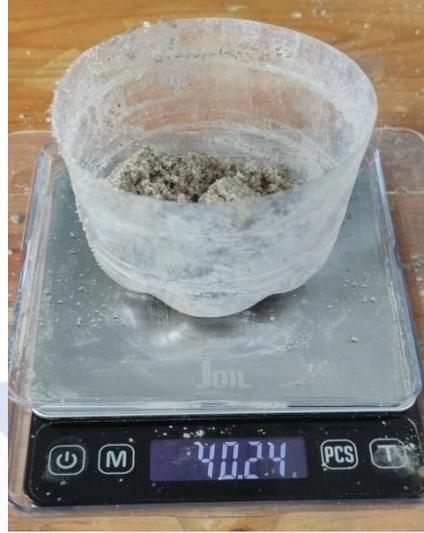
-

Sungailiat, 16 Januari 2023

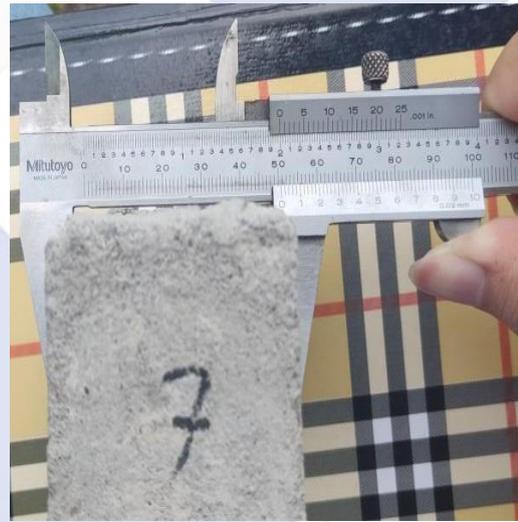
CS Dipindai dengan CamScanner

Dikky Hilman Maulana

Lampiran 2. Proses Pembuatan Sampel Bata Ringan



Lampiran 3. Proses Pengambilan Data Penyusutan

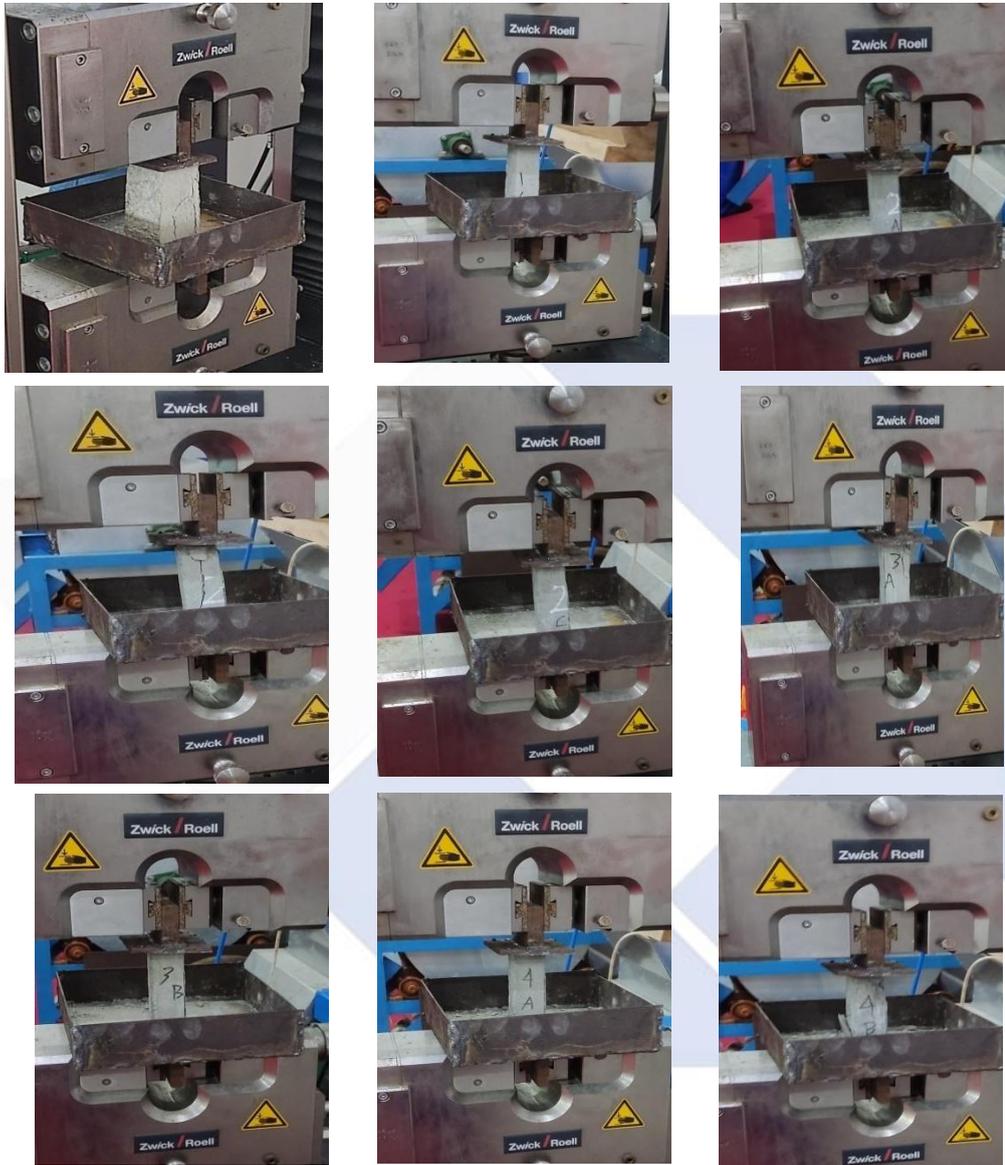


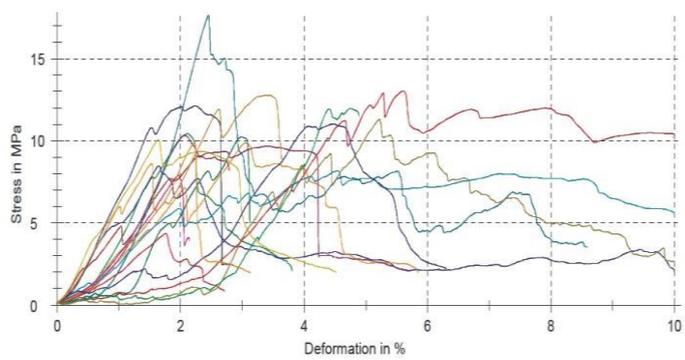
Lampiran 4. Proses Pengambilan Data Densitas





Lampiran 5. Proses Pengujian Kuat Tekan





Lampiran 6. Hitungan Densitas

$$1. \rho = \frac{0,48079 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.923,16 \text{ kg/ m}^3$$

$$2. \rho = \frac{0,46346 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.853,84 \text{ kg/ m}^3$$

$$3. \rho = \frac{0,47517 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.900,68 \text{ kg/ m}^3$$

$$4. \rho = \frac{0,38977 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.559,08 \text{ kg/ m}^3$$

$$5. \rho = \frac{0,38404 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.536,16 \text{ kg/ m}^3$$

$$6. \rho = \frac{0,37060 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.482,4 \text{ kg/ m}^3$$

$$7. \rho = \frac{0,47143 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.885,72 \text{ kg/ m}^3$$

$$8. \rho = \frac{0,46105 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.844,2 \text{ kg/ m}^3$$

$$9. \rho = \frac{0,44941 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.797,64 \text{ kg/ m}^3$$

$$10. \rho = \frac{0,43548 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.741,92 \text{ kg/ m}^3$$

$$11. \rho = \frac{0,43192 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.727,68 \text{ kg/ m}^3$$

$$12. \rho = \frac{0,43682 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.747,28 \text{ kg/ m}^3$$

$$13. \rho = \frac{0,46410 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.856,4 \text{ kg/ m}^3$$

$$14. \rho = \frac{0,44893 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.795,72 \text{ kg/ m}^3$$

$$15. \rho = \frac{0,48563 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.942,52 \text{ kg/ m}^3$$

$$16. \rho = \frac{0,44652 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.786,08 \text{ kg/ m}^3$$

$$17. \rho = \frac{0,46547 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.861,88 \text{ kg/ m}^3$$

$$18. \rho = \frac{0,45368 \text{ kg}}{0,00025 \text{ m}^3} = 1.814,72 \text{ kg/ m}^3$$



Lampiran 7. Tabel F

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Pengaruh Penambahan Fly ash terhadap densitas Pada bata Ringan	
Nama Mahasiswa		1. Dicky Hilman Maulana /NIM: 1011911 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	30/08/2022	Pembuatan Cetakan ukuran 100x50	
2	21/10/2022	Revisi Bab 1, 11, 111	
3	11/10/2022	Pencetakan Sample 6 variasi dengan 3 kali replikasi	
4	17/10/2022	Pencetakan Sampel 6 variasi dengan 3 kali replikasi	
5			

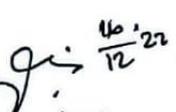
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (..... UHAM. A.W.)	 (.....)	(.....)

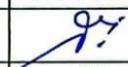
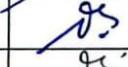
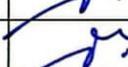
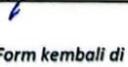
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Penaruh Penambahan Gelas Terhadap Densitas Bata Runggan	
Nama Mahasiswa		1. Dicky Hulman Maulana /NIM: 1041941 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	16/2022 /12	Progress Penghitungan Area Densitas	
3	16/2022 /12	Progress Penghitungan Area Uji tekan	
3	19/2022 /12	Progress Revisi Bab I, II, III	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (LUHMAN S.W.)	 (Erwin aneja)	(.....)

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....			
JUDUL	Pengaruh Penambahan Fly ash Terhadap Densitas Bata Ringan		
Nama Mahasiswa	Dicky Humam Maulana NIRM: 10A1911		
Nama Pembimbing	1. DR. Ikhram Ary Wahyudin, S.S.T., M.T. 2. Etwansyah, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	11 Mei	Rancangan Mixer	
2	24 Mei	Lanjutan rancangan mixer	
3	30.06.22	Diskusi Penentuan alat dan bahan	
4	15.08.22	Diskusi Cetaklon	
5	02.09.22	Pengujian Pasir	
6	15.09.22	Penentuan Rancangan Penelitian	
7	22.07.22	Diskusi Bab 1, 2, 3	
8	20.12.23	Kelengkapan Konten Proyek Akhir	
9	03.01.23	Revisi BAB 4, 5	
10	17.01.23	Revisi Jurnal	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR

TAHUN AKADEMIK
2022 / 2023

JUDUL : Pengaruh Penambahan Ayr. Ash terhadap Dens. Has.
Bata Ringan

Nama Mahasiswa :

1.	_____	NIM: _____
2.	DIKKY FILMAN MAULANA	NIM: 1041911
3.	_____	NIM: _____
4.	_____	NIM: _____
5.	_____	NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
Makalah di bawa saat Perun	

Sungailiat, 25-01-2023
Penguji

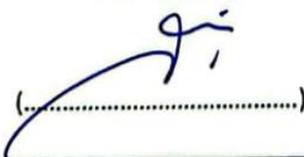
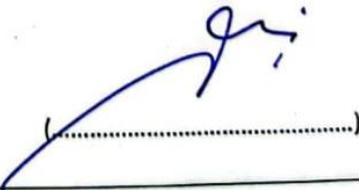
[Signature]
(.....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Mengetahui,
Pembimbing
[Signature] 15/02/23
(.....)

Sungailiat, 15-02-2023
Penguji
[Signature]
(.....)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022</u> / <u>2023</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p><u>Pengaruh penambahan fly ash terhadap densitas bata ringan.</u></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>DIKEY Hilman Maulana</u> NIM: <u>1041911</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p><u>Kesimpulan diperbaiki agar nyambung dg tujuan.</u></p>	
	<p>Sungailiat, <u>25-01-2023</u></p> <p>Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....<u>ILHAM.A.W</u>.....) </p>
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>	<p>Sungailiat, <u>25.1.23</u></p> <p>Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>



JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : XXXX-XXXX

SURAT KETERANGAN

Nomor : 032/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH FLY ASH TERHADAP DENSITAS dan KUAT
TEKAN BATA RINGAN”**

Atas nama :

Penulis : **DIKKY HILMAN MAULANA, ILHAM ARY WAHYUDIE,
ERWANSYAH**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT) Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 17 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 17 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIK. 1901010201640006

dikky

ORIGINALITY REPORT

18%
SIMILARITY INDEX

18%
INTERNET SOURCES

1%
PUBLICATIONS

6%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	3%
2	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	3%
3	eprints.itenas.ac.id Internet Source	2%
4	eprints.uty.ac.id Internet Source	2%
5	repository.uinsu.ac.id Internet Source	2%
6	dewey.petra.ac.id Internet Source	1%
7	www.slideshare.net Internet Source	1%
8	positori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	1%
9	lib.unnes.ac.id Internet Source	1%

10	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	1 %
11	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	1 %
12	www.coursehero.com Internet Source	1 %
13	Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta Student Paper	1 %
14	repository.ub.ac.id Internet Source	1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%