

**ANALISIS PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI
ALTERNATIF BATA BETON UNTUK
MENINGKATKAN DAYA
PEREDAMAN PANAS**

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 :

Andreas Chardova

NIM 1042137

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PEMANFAATAN *FLY ASH* SEBAGAI ALTERNATIF BATA BETON UNTUK MENINGKATKAN DAYA PEREDAMAN PANAS

Oleh :

Andreas Chardova

NIM 1042137

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



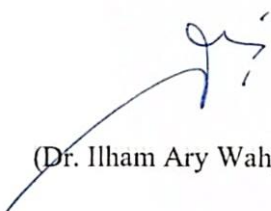
(Robert Napitupulu, S. S. T., M. T.)

Pembimbing 2



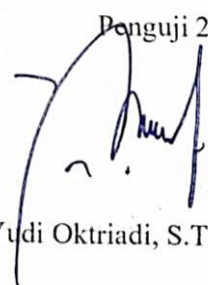
(Zaldy Kurniawan, S. S. T., M. T.)

Penguji 1



(Dr. Ilham Ary Wahyudie., M.T.)

Penguji 2



(Yudi Oktriadi, S.Tr.,M.Eng.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Andreas Chardova NIM: 1042137

Dengan Judul : Analisis Pemanfaatan *Fly Ash* sebagai Alternatif Bata
Beton untuk Meningkatkan Daya Peredaman Panas

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, Juli 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Andreas Chardova

.....

ABSTRAK

Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan tambah bata beton memberikan dampak positif terhadap lingkungan, selain mengurangi pencemaran lingkungan. *Fly ash* memiliki kandungan silikat yang kemiripan seperti semen, penambahan *fly ash* pada campuran bata beton bisa menjadi bahan tambah mineral yang baik untuk bata beton karena *fly ash* tersebut mengandung silika yang bersifat mengikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah *fly ash* sebagai bahan tambah terhadap peredaman panas serta mengetahui nilai komposisi yang tertinggi dan terendah untuk penambahan limbah *fly ash* terhadap bata beton agar dapat meredam panas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *full faktorial* dengan variabel proses *fly ash* : pasir dengan variasi 10% : 60%, 20% : 50%, 30% : 40% dan lama pengeringan dengan variasi 3 dan 5 hari, sedangkan untuk variabel konstan semen (2) : air (1) dan dilakukan uji peredaman panas sebagai respon yang diamati dengan jumlah 6 spesimen dan 3 kali replikasi pada setiap spesimen. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh faktor *fly ash* : pasir memberikan pengaruh yang signifikan dengan penambahan *fly ash* 30 % maka semakin bagus pada uji peredaman panas, sedangkan pada faktor lama pengeringan hanya berpengaruh terhadap permukaan luar spesimen. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan varian *fly ash* 30% : pasir 40% dengan waktu pengeringan 5 hari mendapatkan nilai tertinggi dengan selisih rata-rata suhu luar dan dalam sebesar 6,6°C. sedangkan varian *fly ash* 10% : pasir 60% dengan waktu pengeringan 3 hari mendapatkan nilai terendah dengan selisih rata-rata suhu luar dan dalam sebesar 4°C.

Kata Kunci : Bata Beton, *Fly Ash*, Peredaman Panas, Pasir, Semen.

ABSTRACT

The use of fly ash as an additive to concrete bricks has a positive impact on the environment, apart from reducing environmental pollution, the use of fly ash is also effective in reducing air pollution and is an alternative solution for improving the quality of concrete bricks. Fly ash has a silicate content that is similar to cement. Adding fly ash to the concrete brick mixture can be a good mineral additive for concrete bricks because fly ash contains silica which has binding properties. In this research, we will identify the benefits of fly ash as a partial replacement material for the use of cement in concrete bricks. This research aims to determine the effect of adding fly ash as a partial replacement material for cement in concrete bricks on heat reduction and to determine the highest and lowest composition values for adding fly ash waste to concrete bricks in order to reduce heat. This research will use a full factorial method with fly ash : sand parameters with variations of 10% : 60%, 20% : 50%, 30% : 40% and a cement : water ratio of 2 : 1, with a drying time of 3 and 5 days . In the test, a heat reduction test will be carried out with a total of 18 samples which will be tested after drying for 3 and 5 days. The results of this research show that the specimen with the 30% fly ash : 40% sand variant with a drying time of 5 days got the highest score with an average difference in outside and inside temperatures of 6.6°C. while the 10% fly ash: 60% sand variant with a drying time of 3 days got the lowest value with an average difference in outside and inside temperatures of 4°C.

Keywords: Concrete Bricks, Fly Ash, Heat Insulation, Sand, Cement.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, atas karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini. Adapun judul proyek akhir yang saya ajukan adalah “Analisis Pemanfaatan Limbah Batubara (*fly ash*) sebagai Alternatif Bata Beton untuk Meningkatkan Daya Peredaman Panas”.

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. Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Li Ho Min dan ibu Elsy Katarina, 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 Robert Napitupulu, S.S.T., M.T. dan Zaldy Kurniawan, 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. Teman-teman seperjuangan selama 4 tahun menempuh pendidikan di kampus teercinta kita ini, kelas TMM B angkatan 2021.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Tuhan yang Maha Esa. Dan akhirnya penulis menyadari proyek akhir ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahan hatimengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Harapan penulis 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, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERSYARATAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGHANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pengertian Bata Beton.....	7
2.1.1 Berbagai Jenis Bata Beton Pada Dinding	8
2.2 Bahan Campuran	9
2.2.1. Semen Portland	9
2.2.2 Air	10
2.2.3 Pasir	10
2.2.4 <i>Fly Ash</i>	11
2.3 Uji Peredaman Panas	11
2.4 Perhitungan Komposisi Bahan	12
2.5 Metode <i>Fullfaktorial</i>	13
2.6 Variabel Pada Penelitian	14

2.6.1 Variabel Proses.....	14
2.6.2 Variabel Konstan.....	14
2.6.3 Variabel Respon	14
2.7 Uji Normalitas Data.....	14
2.8 Uji <i>Analysis of Varians</i> (ANOVA)	14
2.8 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Desain Penelitian	18
3.1.1 Variabel Proses	18
3.1.2 Variabel Konstan	19
3.1.3 Variabel Respon.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	22
3.3 Desain Penelitian	22
3.4 Persiapan Spesimen Bahan Pengujian	23
3.5 Prosedur Pengujian Spesimen Bahan Uji	24
3.6 Data Uji Peredaman Panas	25
3.7 Metode Analisis Data	25
3.8 Kesimpulan dan Saran	25
BAB IV HASIL PENELITIAN	26
4.1 Desain Penelitian	26
4.2 Persiapan Alat dan Bahan	26
4.3 Pembuatan Alat Cetak	27
4.4 Pembuatan Spesimen	27
4.5 Proses Uji Peredaman Panas	28
4.6 Hasil Uji Peredaman Panas	28
4.7 Uji Normalitas Data	30
4.8 Uji <i>Analysis of Varians</i> (ANOVA)	32
4.8.1 ANOVA Suhu Luar	32
4.8.2 ANOVA Suhu Dalam	34

4.9 Analisis Faktor	35
4.9.1 Faktor <i>Fly Ash</i> : Pasir	35
4.9.2 Faktor Lama Pengeringan	36
4.10 Analisis Data	36
BAB V Kesimpulan dan Saran	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Standar Suhu Ruangan	12
Tabel 2.2 Desain Penelitian <i>Fullfaktorial</i>	14
Tabel 3.1 Desain Penelitian	23
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Peredaman Panas.....	29
Tabel 4.2 Selisih Rata-rata Suhu Luar dan Dalam.....	30
Tabel 4.3 ANOVA Suhu Luar	33
Tabel 4.4 ANOVA Suhu Dalam	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Bata Beton	7
Gambar 2.2 Semen Portland	9
Gambar 2.3 Pasir	10
Gambar 2.4 <i>Fly ash</i> (Abu Terbang).....	11
Gambar 3.1 <i>Flowcart</i> Metode Penelitian yang Digunakan.....	17
Gambar 3.3 Cetakan Bata Beton	20
Gambar 3.4 <i>Mixer</i>	20
Gambar 3.5 Timbangan Digital	21
Gambar 3.6 <i>Thermogun Digital</i>	21
Gambar 3.7 Saringan Pasir	22
Gambar 3.8 Proses Uji Peredaman Panas.....	24
Gambar 4.1 Alat Cetak yang Dibuat.....	27
Gambar 4.2 Proses Pengujian	28
Gambar 4.3 Grafik Hasil dari Suhu Luar	29
Gambar 4.4 Grafik Hasil dari Suhu Dalam	29
Gambar 4.5 Grafik Selisih rata-rata Suhu Luar dan Dalam	30
Gambar 4.6 Grafik Normalitas Data	31
Gambar 4.7 Struktur Dalam Spesimen	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2. Proses Pembuatan Spesimen Bata Beton

Lampiran 3. Spesimen Bata Beton

Lampiran 4. Proses Pengambilan Data Uji Peredaman Panas

Lampiran 5. Perhitungan ANOVA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 latar belakang

Energi alternative yang digunakan oleh industri berupa batu bara semakin meningkat karena harganya yang lebih murah dibandingkan menggunakan energi dari minyak bumi. Batubara banyak digunakan dalam industri karena lebih menguntungkan dibandingkan minyak bumi. Meningkatnya penggunaan batu bara telah menjadi permasalahan terbesar bagi lingkungan, khususnya limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. Salah satu limbah yang diproduksi melalui pembakaran batu bara adalah *fly ash* yang menjadi permasalahan terbesar bagi lingkungan akibat kurangnya pengelolaan terhadap kedua limbah tersebut. Terdapat dua industri di Bangka Belitung yang menggunakan batu bara sebagai sumber energinya, yaitu pembangkit listrik. Timah dan PLTU, serta penghasil limbah *fly ash*. Berbagai pihak telah berupaya keras untuk memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai solusi pengurangan pencemaran lingkungan secara berkelanjutan.

ACI Committee 226 menjelaskan, bahwa material *fly ash* terdiri dari agregat yang relatif halus yang melewati saringan no. 325 (45 milimicrons) 5-28%, yang berat jenis antara 2,2-2,9 dan warna hitam keabu-abuan. karakter unsur yang terkandung pada *fly ash* yaitu silika dan aluminium oksida yang memiliki kandungan 80%. Dengan karakter unsur yang serupa, *fly ash* merupakan salah satu limbah yang bisa digunakan menjadi material substitusi agar dapat menurunkan kandungan semen pada produksi bata beton. Penggunaan *fly ash* yang dicampurkan pada bata beton dapat menjadi material tambahan mineral yang bagus untuk bata beton karena *fly ash* memiliki kandungan silika sebagai kandungan pengikat. Jika digunakan sebagai bahan tambahan sebagian pengganti pasir pada bata beton, *fly ash* juga dapat menutupi agregat kasar yang dihasilkan dari penggunaan pasir, sehingga menghasilkan balok beton dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan bata beton tradisional.

Seringkali berbagai pihak mengabaikan kenyamanan bangunan. Kurangnya kenyamanan pada suatu bangunan dapat berdampak buruk terhadap kepribadian

seseorang dan hal lain yang tidak diinginkan. Oleh sebab itu, kenyamanan bangunan perlu lebih diperhatikan. Ada banyak penyebab yang menyebabkan kurangnya kenyamanan pada bangunan. Salah satunya adalah suhu di luar gedung yang menyebabkan panas berlebihan sehingga tidak memberikan kenyamanan optimal. Oleh karena itu, diperlukan material alternatif untuk meningkatkan kenyamanan pada bangunan.

Bata beton adalah salah satu material utama dalam pembuatan suatu bangunan dan diperlukan sebagai material untuk meningkatkan kenyamanan bangunan. Salah satu penyebab ketidaknyamanan dalam konstruksi adalah ketidakstabilan suhu pada balok beton. Suatu bangunan tetap terjaga kenyamanan optimalnya, yaitu pada suhu $20,5^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $27,2^{\circ}\text{C}$ (SNI 03-6572-2001). Dengan penambahan *fly ash* pada balok beton yang mampu menutupi agregat pasir kasar, penggunaan *fly ash* dapat meningkatkan penyerapan panas pada bangunan dengan lebih optimal dan memberikan kenyamanan pada bangunan.

Berdasarkan penjelasan di atas, beberapa peneliti juga telah melakukan penelitian terkait pemanfaatan limbah *fly ash* pada produksi batu bata beton, antara lain: Dalam penelitian tersebut, Prasetyo (2022) juga melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh penggunaan *fly ash* pada bata beton terhadap kuat tekan, daya serap air, dan redaman suhu.” Cara ini dilakukan dengan komposisi abu batubara yang digunakan pada campuran bahan aditif batu bata sebesar 0%, 3%, 5%, 7% dan 9% dari massa semen dengan perbandingan pasir-semen 8:1 dan FAS. 0,31 dengan penambahan Damdex 2%. Pada hasil penelitian ini pengujian kuat tekan tertinggi bata beton dicapai dengan penggunaan *fly ash* sebanyak 7% , dimana nilai kuat tekan tertinggi sebesar 99 kg/cm^2 . Nilai penyerapan air terbaik dicapai pada batu bata dengan penambahan *fly ash* 9% dengan nilai penyerapan air sebesar 7,51, sedangkan nilai redaman temperatur terbaik dicapai pada bata beton dengan penambahan *fly ash* 9%. penambahan *fly ash* sebesar 9% dengan nilai redaman suhu sebesar $11,5^{\circ}\text{C}$.

Selain penelitian tersebut, Fauzan dan Fikri (2023) juga melaksanakan penelitian serupa yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan Karbida Terhadap Sifat Bata Beton”. Pada penelitian ini menggunakan 5 varian

derajat substitusi *fly ash* dan penggunaan limbah karbida yang berbeda - beda, dengan tersedia 6 benda uji untuk pengujian pada setiap varian. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan standar SNI 03-0349-1989. Pada penelitian ini menunjukkan bata beton varian B menghasilkan nilai kuat tekan terbaik dengan nilai sebesar 81,6 kg/cm² dan massa bata beton sebesar 19,7 kg dengan daya serapan air dan peredaman suhu masing-masing sebesar 6,8 % dan 7,7 °C. Sedangkan bata beton varian A mempunyai nilai kuat tekan 55,4 kg/cm² dan massa 24 kg dengan kapasitas serapan air dan peredaman suhu sebesar 5,3% atau 6,1°C.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Iman (2021) dengan judul “Studi *Geopolimer Fly Ash*: Serbuk Kayu Sebagai Material Dinding Penurun Suhu Panas”. Penelitian ini menggunakan abu terbang, serbuk kayu dan larutan pengaktif basa (NaOH dan Na₂SiO₃). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran limbah serbuk gergaji dan *fly ash* terhadap kinerja termal (kemampuan meredam panas) sebagai material dinding. Metode yang digunakan adalah eksperimental dan dilakukan di laboratorium dengan variasi penambahan serbuk gergaji yaitu 0%, 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian serbuk kayu pada benda uji dapat menurunkan panas. Dari 4 (empat) variasi benda uji yang diperiksa, varian 10% paling baik dalam meredam panas, dan penggantian serbuk kayu 10% mempunyai perbedaan suhu yang besar dibandingkan dengan benda uji normal (debu kayu 0%).

Penelitian serupa berjudul “Penambahan *fly ash* pada produksi bata beton pengepres sekam padi dan dampaknya terhadap aspek pengerjaan, harga pembuatan dan peredaman termal” juga dilakukan dalam penelitian Putri (2023). Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen melalui studi materi, produksi dan pengujian pada sampel. Batu bata sekam padi terbuat dari abu batu, semen ,sekam padi, *fly ash* dan yang dicampurkan menggunakan air dan disesuaikan dengan komposisi campuran. Uji kuat tekan, daya serap air, isolasi termal dan tingkat biaya produksi selanjutnya dilakukan pada seluruh sampel. Hasil pengujian tersebut kemudian membandingkan dengan bata beton merk *Falcons* yang ada dijual saat ini. Pada hasil pengujian, batu bata sekam padi dengan penambahan *fly ash* yang mempunyai campuran paling maksimal adalah bata beton

dengan campuran 1 semen: 0,5 abu batu: 0,5 abu terbang: dan 2 sekam padi. Hasil uji kuat tekan varian ini yang dihasilkan $29,583 \text{ kg/cm}^2$ sehingga sesuai dengan standar SNI dan lebih tinggi jika membandingkan dengan bata beton produk *Falcons*. Massa volumetrik dengan rata-rata nilai $1255,3 \text{ kg/cm}^3$, dengan hasil serapan air sebesar 19,04% dan nilai peredaman termal $10,9 \text{ }^\circ\text{C}$. Harga penjualan batu bata sekam padi *fly ash* lebih murah 26% dibandingkan penjualan bata produk *Falcons*. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan *fly ash* pada bata sekam padi dapat sangat menguntungkan dalam menekan harga pembuatan.

Pada penelitian Ghifari (2022) juga melakukan uji redaman panas pada batu bata beton sekam padi berbahan limbah *fly ash* dengan judul “Pengaruh penurunan komposisi sekam padi pada material konstruksi bata beton sekam padi diteliti dari aspek pembuatan dan redaman suhu ” Penyelidikan dimulai dengan penyelidikan bahan konstruksi, pengambilan sampel dan pengujian. Semen, *fly ash* dan sekam padi digunakan sebagai material konstruksi batu bata akan terbagi dalam beberapa varian. Uji yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kuat tekan dan uji serapan air berpedoman pada SNI 03-0349-1989 Selain itu juga dilakukan uji isolasi termal dan dihitung biaya produksinya untuk dibandingkan dengan harga batu bata yang ada di pasaran. Itu juga dilakukan dengan bahan penyusun ringan dari merek *BlessCon*. Hasil penelitian menunjukkan batu bata sekam padi paling optimal dari segi teknis, sekam padi varian II dengan perbandingan pencampuran 1 semen : 1 *fly ash* : 3 sekam padi. Kuat tekan yang dihasilkan sebesar $28,464 \text{ kg/cm}^2$, nilai serapan air sebesar 15,471% dan berat volumetrik sebesar $1314,066 \text{ kg/m}^3$ sehingga tergolong bata ringan. Bata ringan merk *BlessCon* mempunyai hasil kuat tekan dengan nilai $27,09 \text{ kg/cm}^2$, dengan serapan air bernilai 27,498% dan massa jenis sebesar $742,424 \text{ kg/m}^3$. Batako sekam padi varian V dengan perbandingan pencampuran 1 semen : 1 *fly ash* : 6 sekam padi mempunyai nilai insulasi termal terbaik yakni $17,69 \text{ }^\circ\text{C}$, sedangkan bata ringan merk *BlessCon* mempunyai nilai insulasi termal $4,64 \text{ }^\circ\text{C}$. Harga dasar produksi batu bata sekam padi sebesar Rp 8.243 per batu bata dan harga jual Rp 9.067 per batu bata. Harga bata ringan merk *BlessCon* setelah konversi adalah Rp 9.680 per buah. Jadi dibandingkan dengan batu bata sekam padi, harga batu bata sekam padi lebih murah 6,33%. Harga batu

bata konvensional setelah konversi adalah Rp 6.175 per buah. Jadi dibandingkan dengan bata sekam padi, harga bata sekam padi lebih mahal 46,83%.

Dalam penelitian Kendang, dkk. (2022) Pengujian dilakukan pada balok beton, batako dan bata ringan dengan uji redaman termal. Hasil pengujian ketiga produk dengan redaman termal paling buruk adalah balok beton. Untuk itu perlu dilakukan peningkatan kualitas balok beton agar memberikan kenyamanan yang lebih baik. Dengan menambahkan *fly ash* yang tersusun dari partikel-partikel halus, rongga-rongga pada balok beton dapat ditutup sehingga mengurangi masukan panas dari luar bangunan. Penggunaan *fly ash* sebagai material tambahan untuk meningkatkan kualitas balok beton menawarkan solusi yang lebih baik untuk kenyamanan optimal pada bangunan.

Dari beberapa uraian di atas, maka pada pembuatan proyek akhir yang berjudul “ Analisis Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* Sebagai Alternatif Bata Beton Untuk Meningkatkan Peredaman Panas”, yang dilakukan dengan memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai material tambahan atau mengganti sebagian penggunaan pasir pada bata beton. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah *fly ash* dan juga dapat meredam panas dengan lebih baik dengan memanfaatkan limbah *fly ash*.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan limbah *fly ash* sebagai material tambah terhadap uji peredaman panas ?
2. Berapa nilai komposisi tertinggi dan terendah untuk penambahan limbah *fly ash* pada beton terhadap uji peredaman panas ?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh penggunaan limbah *fly ash* sebagai material tambah terhadap uji peredaman panas.
2. Mengetahui nilai komposisi yang tertinggi dan terendah untuk penambahan limbah *fly ash* pada bata beton terhadap uji peredaman panas.

1.4 Batasan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka keterbatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Material tambahan yang digunakan pada penelitian ialah limbah *fly ash*.
2. Penggunaan *fly ash* : pasir pada balok beton dengan variasi 10% : 60%, 20% : 50% dan 30% : 40% dari volume cetakan.
3. Komposisi semen dan air 2 (20%) : 1 (10%) dari volume cetakan.
4. Bentuk yang digunakan adalah panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm.
5. Pembuatan spesimen sesuai komposisi bahan yang ditentukan, tanpa menambahkan bahan tambahan apa pun.
6. Pengujian yang dilakukan pada balok beton adalah uji redaman panas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Bata Beton

SNI 03-0349-1989 menjelaskan, Bata Beton atau biasa disebut batako merupakan salah satu material utama dalam konstruksi, dibuat dengan mencampurkan air, pasir, semen atau mineral tambah lainnya, yang dicetak menyesuaikan ukuran standar. Batako atau Bata beton adalah batako yang dibuat dengan cara dicetak dan dijaga dalam keadaan lembab pada bangunan (Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, 1982, Pasal 6).

Pembuatan bata beton dari pencampuran semen, air, dan pasir menggunakan cetakan yang berukuran berbeda-beda, proses pencetakannya tidak melibatkan proses pembakaran melainkan menggunakan proses pemadatan sesuai ukuran yang telah ditentukan.

Bata beton sering digunakan dalam konstruksi bangunan dengan harga yang relatif lebih terjangkau dibandingkan bahan lainnya, dengan ukuran standar yang berbeda-beda tergantung pada aplikasi konstruksi bangunan yang dibutuhkan. Bentuk bata beton dibedakan menjadi 2 yaitu beton berongga dan beton tidak berongga (bata padat) dan mempunyai ukuran yang bermacam-macam. Ciri-ciri bata beton adalah mempunyai massa jenis rata-rata $> 2000 \text{ kg/m}^3$, dengan daya serap panas antara $20,5^\circ \text{C} - 27,2^\circ \text{C}$ (SNI 03-6572-2001) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bata beton (Agus dan surianti, 2020)

2.1.1. Berbagai Jenis Bata Beton Pada Dinding

Bata beton untuk dinding bangunan atau bata beton mempunyai beberapa jenis tergantung dari bahan pembuatannya, menurut kegunaannya, dan lain-lain (SNI 03-0349-1989).

1. Tergantung pada bahan pembuatan.

a. Bata beton putih

Bata beton putih terbuat dari pencampuran tanah liat, batu kapur dan air yang lalu dicetak dan mempunyai panjang sekitar 25 - 30 cm, tebal 8 - 10 cm dan tinggi 14 - 18 cm.

b. Bata Beton Semen/Bata Beton Tekan

Bata beton terbuat dari pencampuran semen dan pasir atau abu batu yang mengandung silikat, dibuat secara manual atau dengan mesin, serta mempunyai panjang sekitar 36 sampai 40 cm dan tinggi 18 sampai 20 cm.

c. Bata Ringan

Bata ringan dapat dibuat dengan menggunakan campuran batu pasir, kapur, semen dan bahan tambahan lainnya. Massa jenis bata beton ringan sebesar 1850 kg/m^3 dianggap sebagai batas bata beton ringan sesungguhnya (Murdock, 1991).

2. Berbasis kelompok

a. Bata Beton Biasa

Memiliki kepadatan antara 2200 sampai 2400 kg/m^3 dengan ketahanan sesuai *mix design* yang sudah ada .

b. Batu Bata Beton Ringan

Memiliki kepadatan dibawah 1800 kg/m^3 dengan ketahanan sesuai penggunaan dan desain campuran. Bata beton ringan dibedakan menjadi 2 yaitu batako beton ringan berpori dan bata beton ringan non-aerasi .

2.2. Bahan Campuran

Untuk menghasilkan bata beton yang bermutu bagus, Anda harus memperhatikan bahan pembuatan. Bahan yang akan digunakan sangat mempengaruhi mutu pada bata beton yang diproduksi pada bangunan. Bahan-bahan penyusun batu bata beton diantaranya:

2.2.1 Semen *Portland*

Semen *portland* adalah semen diperoleh menggunakan cara menghancurkan klinker (semen setengah jadi yang bahannya berbentuk bongkahan), karena mengandung kalsium silikat kemudian dicampur dengan bahan lain berupa senyawa kristal sulfat SNI 15-2039- 1994 . Semen *portland* berperan sebagai bahan pengikat utama dalam pembuatan batu bata beton dan pasangan bata, yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk membentuk suatu kesatuan yang kuat pada batu bata beton. Jenis semen *portland* yang digunakan merupakan faktor penting dalam menghasilkan batu bata beton yang lebih berkualitas. Gambar 2.2 menunjukkan semen *portland*.



Gambar 2.2 Semen *portland* (Kedang, dkk. 2022)

2.2.1. Air

Air ialah salah satu material pengikat material pasir dan semen pada campuran bata beton. Peranan air pada pembuatan batu beton adalah membuat semen berkontraksi dengan pasir, sehingga semen dan pasir menyatu dengan baik. Pada campuran bata beton, kadar airnya yang digunakan sekitar 25-29% dari berat air semen yang digunakan untuk membuat bata beton. Namun kenyataannya akan sulit membuat bata beton dengan kadar air kurang dari 30% berat semen karena bahan semen dan pasir tidak tercampur dengan baik. Oleh karena itu, umumnya pada pembuatan batu bata beton kadar airnya biasanya >40% dan kelebihan air tidak akan bereaksi dengan baik. Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI-1982).

2.2.2. Pasir

Pasir merupakan agregat halus yang dibentuk melalui pemecahan alam batuan besar yang menghasilkan bebatuan kecil. Dalam pembuatan bata beton, tekstur halus diartikan butiran bebatuan dengan ukuran maksimal 5 mm atau ayakan no. 4. Hasil agregat halus pada pasir komposisi alami ini memperoleh butiran yang berbentuk bulat dan tekstur kasar. Dengan karakteristik pasir yang memiliki agregat halus sangat cocok digunakan sebagai penguat dan sebagai pengisi semen pada campuran bata beton. Gambar 2.3 menunjukkan pasir.



Gambar 2.3 Pasir (<http://eprints.polsri.ac.id/>)

2.2.3. Fly Ash

Pada penggunaan batubara dihasilkan dua macam limbah pembakaran. Limbah pembakaran dikeluarkan dari cerobong berupa abu dengan agregat halus yaitu *fly ash* , sedangkan limbah lainnya yaitu abu dengan tekstur kasar dibawah tungku ialah *bottom ash* . Residu pembakaran *fly ash* mengandung karakteristik pozzolan, karakteristik pozzolan merupakan karakteristik yang mengandung senyawa sejenis alumina dan silika. Menurut Hasyim (2017) *fly ash* mengandung silika , oksida besi , aluminium oksida, kalium oksida , magnesium oksida dan sulfat . Dengan kandungan yang mirip dengan semen *fly ash* , merupakan bahan yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan semen pada campuran bata beton, sehingga limbah hasil pembakaran *fly ash* dapat dimanfaatkan kembali , sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat *fly ash*. limbah *fly ash* pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fly Ash (abu terbang) (Damayanti, 2018)

2.3 Uji Peredaman Panas

Pengujian peredaman panas dilakukan dengan memberikan sumber panas pada salah satu sisi bata beton, baik dari paparan panas matahari maupun dari lampu sorot/*trigger*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bata beton dalam meredam panas dari luar, sehingga memberikan kenyamanan optimal di dalam. Pada penelitian dengan menggunakan standar SNI 03-6572-2001, ketentuan standarnya ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Suhu Ruangan

No.	Kenyamanan termal	Suhu
1	Sejuk – Nyaman	20,5°C - 22,8°C
2	Kenyamanan optimal	22,8°C - 25,8°C
3	Hangat-optimal	25,8°C - 27,2°C

Metode ini bertujuan untuk mengetahui perilaku bata beton dalam menentukan serapan panas, modulus serapan panas dan aspek hubungan lain antara daya serap panas bata beton sesuai standar yang ditentukan SNI 03-6572-2001, metode akan dilakukan dengan menggunakan spesimen yang bisa diproduksi dalam ukuran yang dapat disesuaikan.

2.4 Perhitungan Komposisi Bahan

Menghitung jumlah komposisi bahan merupakan langkah utama sebelum pengambilan spesimen benda uji. Perhitungan komposisi dilakukan untuk membuat spesimen, menentukan volume cetakan dan volume masing-masing bahan yang digunakan, sebagai berikut:

- Volume cetakan (V_c)

Untuk menghitung volume cetakan digunakan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$V_c = P \cdot l \cdot t \dots\dots\dots (2.1)$$

Informasi :

V_c : Volume cetakan (cm^3)

P : Panjang cetakan (cm)

l : Lebar cetakan (cm)

t : Tinggi cetakan (cm)

- Volume material (*fly ash*, pasir dan semen)

Untuk menghitung volume bahan. menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$Materi V = (\% \text{ bahan}) \times V_C \dots\dots\dots(2.2)$$

Informasi :

V_{Bahan} : Volume Bahan (kg)

% *bahan* : Persentase bahan yang digunakan (%)

V_C : Volume cetakan (cm³)

- Volume air

Untuk menghitung volume air digunakan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$V_{Air} = (V_{Semen}) : 2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Informasi :

V_{Air} : Volume air (ml)

$Semen \quad V$: Volume semen (kg)

2.5 Metode *Fullfaktorial*

Desain *fullfaktorial* yang melibatkan penggunaan 2 faktor atau lebih pada penelitian. Desain *fullfaktorial* tergabung antara level faktor. Jumlah pengulangan yang akan digunakan untuk setiap faktor yang berkombinasi merupakan pengiraan. Dalam *fullfaktorial*, jumlah taraf pada setiap taraf faktor dan jumlahnya Pengulangan yang dilaksanakan tidak diwajibkan sama. Jenis desain *fullfaktorial* ini sering disebut sebagai desain *fullfaktorial* yang kurang seimbang. Tabel 3.2 menunjukkan rancangan penelitian *fullfaktorial* dengan 3 taraf persentase *fly ash* : pasir, sedangkan faktor waktu pengeringan menggunakan 2 taraf.

Dilakukan analisis varians atau ANOVA yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor terhadap pengujian redaman panas yang dilakukan. Metode faktorial lengkap menggunakan buku referensi Douglas C. Montgomery (2009).

2.6 Variabel Pada Penelitian

Ada beberapa yang akan digunakan pada penelitian sebagai acuan pada tujuan penelitian ini, variabel yang digunakan antara lain ialah :

2.6.1 Variabel Proses

Variabel proses merupakan variabel yang berpengaruh yang signifikan terhadap penelitian dan bisa dikontrol/dikendalikan, sesuai kebutuhan Nasution (2017). Ada beberapa variabel proses yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

1. *Fly Ash* : Pasir
2. Lama Pengeringan

2.6.2 Variabel Konstan

Variabel konstan merupakan variabel yang bersifat tetap dan tidak bisa dikontrol dan kendalikan secara lebih, dan variabel konstan juga memberi pengaruh yang kurang signifikan terhadap penelitian Nasution (2017). Ada beberapa variabel konstan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

1. Semen : Pasir
2. Ukuran Cetakan

2.6.3 Variabel Respon

Variabel respon ialah variabel yang nilainya disebabkan oleh perlakuan yang diberikan dan nilainya tidak dapat ditemukan sebelum dilakukan pengujian dalam penelitian Nasution (2017). Pada penelitian ini melakukan uji peredaman panas sebagai variabel respon yang diamati.

2.7 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data dilakukan pada penelitian yang bertujuan untuk melihat apakah nilai data yang diperoleh dari uji peredaman panas berdistribusi normal atau tidak, sehingga data bisa analisis lebih lanjut. Douglas C. Montgomery (2009).

2.8 Uji Analysis of Varians (ANOVA)

Uji *Analysis of Varians* atau disingkat ANOVA adalah sebuah analisis statistik yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh setiap faktor yang digunakan

pada sebuah penelitian. Pada penelitian ini Uji ANOVA akan digunakan untuk mengetahui peran/manfaat pada pengguna *fly ash* pada bata beton. Douglas C. Montgomery (2009).

2.8 Penelitian Terdahulu

Putri (2023) melakukan penelitian dengan judul “Penggunaan *fly ash* pada produksi batu bata pengepres sekam padi dan pengaruh terhadap aspek pembuatan, harga pembuatan dan redaman termal.” Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen melalui studi materi, produksi dan pengujian pada sampel. Batu bata sekam padi terbuat dari abu batu, semen, sekam padi, *fly ash* dan yang dicampurkan menggunakan air dan disesuaikan dengan komposisi campuran. Uji kuat tekan, daya serap air, isolasi termal dan tingkat biaya produksi selanjutnya dilakukan pada seluruh sampel. Hasil pengujian tersebut kemudian membandingkan dengan bata beton merk *Falcons* yang ada dijual saat ini. Pada hasil pengujian, batu bata sekam padi dengan penambahan *fly ash* yang mempunyai campuran paling maksimal adalah bata beton dengan campuran 1 semen: 0,5 abu batu: 0,5 abu terbang: dan 2 sekam padi. Hasil uji kuat tekan varian ini yang dihasilkan 29,583 kg/cm² sehingga sesuai dengan standar SNI dan lebih tinggi jika membandingkan dengan bata beton produk *Falcons*. Massa volumetrik dengan rata-rata nilai 1255,3 kg/cm³, dengan hasil serapan air sebesar 19,04% dan nilai peredaman termal 10,9 °C. Harga penjualan batu bata sekam padi *fly ash* lebih murah 26% dibandingkan penjualan bata produk *Falcons*. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan *fly ash* pada bata sekam padi dapat sangat menguntungkan dalam menekan harga pembuatan.

Fauzan (2023) juga melakukan penelitian serupa dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* dan Karbit Terhadap Karakteristik Batu Bata”. Pada penelitian ini menggunakan 5 varian derajat substitusi *fly ash* dan penggunaan limbah karbita yang berbeda - beda, dengan tersedia 6 benda uji untuk pengujian pada setiap varian. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan standar SNI 03-0349-1989. Pada penelitian ini menunjukkan bata beton varian B menghasilkan nilai kuat tekan terbaik dengan nilai sebesar 81,6 kg/cm² dan massa bata beton

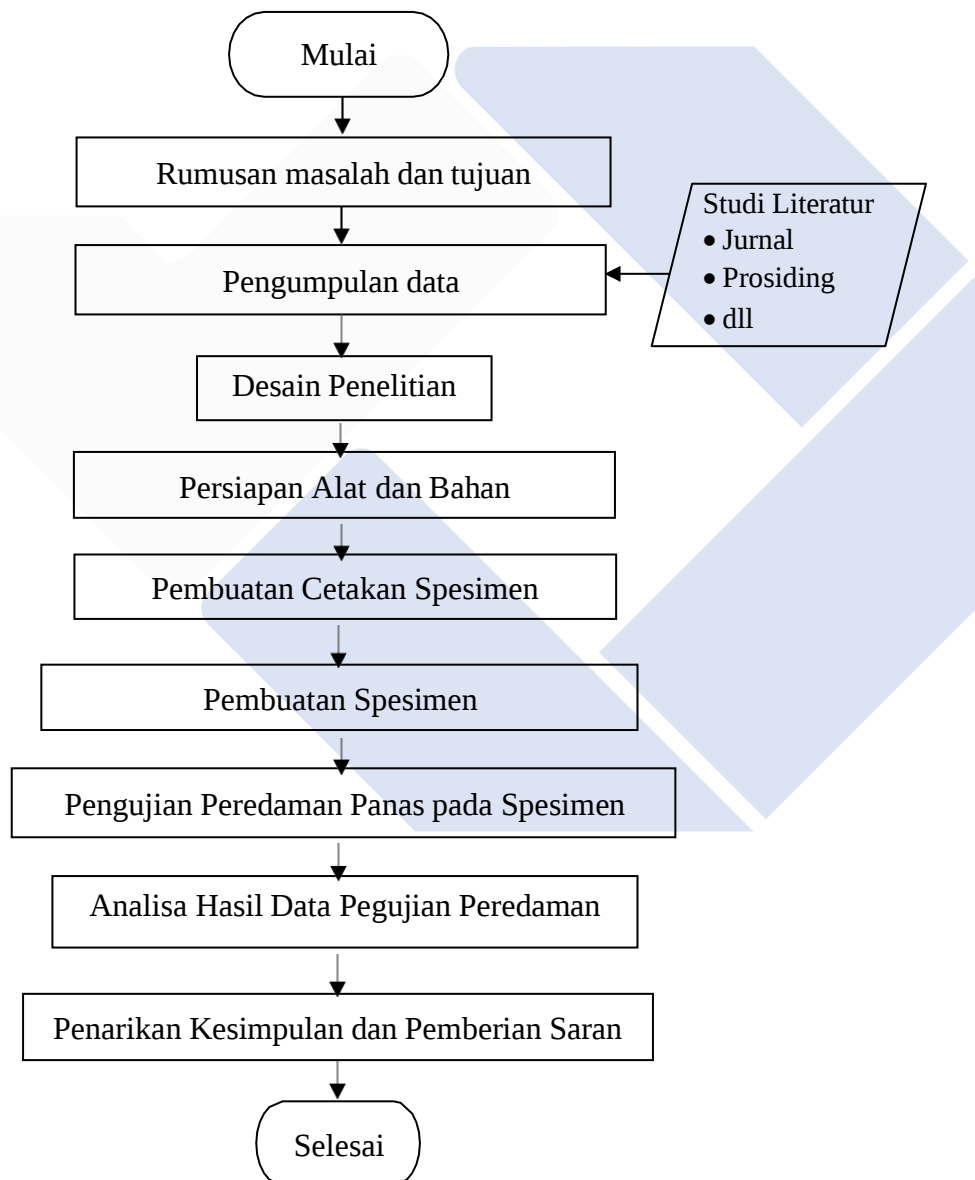
sebesar 19,7 kg dengan daya serapan air dan peredaman suhu masing-masing sebesar 6,8 % dan 7,7 °C. Sedangkan bata beton varian A mempunyai nilai kuat tekan 55,4 kg/cm² dan massa 24 kg dengan kapasitas serapan air dan peredaman suhu sebesar 5,3% atau 6,1°C.

Dalam penelitian Prasetyo (2022) yang berjudul “Pengaruh *fly ash* pada batu bata terhadap kuat tekan, serapan air, dan redaman suhu”. Penelitian ini menggunakan sisa bakar batu bara (*fly ash*) untuk material tambahan pada pencampuran batu bata. Komposisi abu batubara yang digunakan pada campuran bahan aditif batu bata terdiri dari 0%, 3%, 5%, 7% dan 9% dari berat semen dengan perbandingan semen terhadap pasir 1:8 dan FAS 0,31 dengan penambahan *damdex* 2%. . Pengujian yang dilakukan meliputi uji kuat tekan, serapan air, dan uji redaman panas. Pengujian pada masing-masing campuran batu bata dilakukan setelah batu bata berumur 14 hari. Berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing komposisi campuran batako, diperoleh persentase penambahan abu batubara (*fly ash*) efektif yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan batako, yaitu dengan komposisi campuran 1Pc:8Ps:5%. terbang. abu. Pada penelitian ini kuat tekan tertinggi diperoleh dari batu bata dengan penambahan *fly ash* 7% dengan nilai kuat tekan tertinggi sebesar 99 kg/cm² . Nilai penyerapan air terbaik diperoleh pada batu bata dengan penambahan *fly ash* 9% dengan nilai penyerapan air sebesar 7,51, sedangkan nilai redaman suhu terbaik diperoleh pada batu bata dengan penambahan *fly ash* 9% dengan nilai redaman suhu 11,15 . °C.

BAB III

METODE PENELITIAN

Untuk memudahkan penelitian ini, peneliti membuat tahapan penelitian dengan bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. dan gambar 3.2 berlanjut.



Gambar 3.1 *Flowcart* Metode Penelitian yang Digunakan (Dok. Pribadi)

3.1 Rumusan Masalah dan Tujuan

Pada penelitian ini diperoleh sebuah permasalahan yaitu panas ruangan, oleh sebab itu diperlukan peredaman panas untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu material yang tepat dalam meredam panas ruangan ialah menggunakan limbah *fly ash* sebagai bahan tambah pada bata beton, karena pada material *fly ash* memiliki kandungan silika yang mampu meredam panas dengan baik. Sehingga pada penelitian ini memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai untuk meningkatkan peredaman panas ruangan dengan lebih baik.

3.2 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh melalui studi literatur melalui jurnal, prosiding, dan beberapa media lain.

3.3 Desain Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa variabel yang menjadi faktor penting pada penelitian. Variabel-variabel pada penelitian ini akan dijelaskan dibawah ini:

3.3.1 Variabel Proses

Panel penelitian ini akan menggunakan variabel proses/independen yang disebut juga faktor kontrol, yang dapat dimodifikasi atau dikendalikan pada penelitian Nasution(2017). Faktor-faktor berikut yang digunakan pada penelitian ini:

1. *Fly Ash* : Pasir

Pada penelitian ini *fly ash* menjadi bahan utama dan masuk dalam variabel proses pada taraf 10%:60%, 20%:50% dan 30%:40% dari ukuran cetakan spesimen.

2. Waktu pengeringan

Pada penelitian ini waktu pengeringan spesimen akan dilakukan antara pukul 12.00 hingga 14.00 WIB selama 3 dan 5 hari setelah spesimen dicetak.

3.3.2 Variabel Konstan

Variabel konstan merupakan suatu faktor yang memiliki sifat tidak berubah atau tidak dilaksanakan pengujian terhadap faktor tersebut. Nilai faktor ini selalu ditetapkan secara konstan agar tidak berubah selama pemeriksaan sehingga menghasilkan nilai yang berarti Nasution (2017). Variabel konstan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen (20%) : Air (10%)
2. Ukuran cetakan (panjang 200mm, lebar 10mm dan tinggi 50mm)

3.3.3 Variabel Respon

Variabel respon ialah variabel yang nilainya disebabkan oleh perlakuan yang diberikan dan nilainya tidak dapat ditemukan sebelum dilakukan pengujian dalam penelitian Nasution (2017). Penelitian ini akan menggunakan uji peredam panas pada spesimen dengan menggunakan alat uji berbentuk *termogun*. Nilai yang diperoleh pada pengujian peredaman panas dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar energi panas spesimen yang dapat diturunkan sesuai standar yang telah ditentukan.

Berdasarkan variabel proses yang telah ditentukan dalam penelitian ini, lalu desain penelitian dalam pembuatan spesimen menggunakan desain *fullfaktorial* Jumlah spesimen benda pengujian yang digunakan sebanyak 6 spesimen dengan 3 kali pengulangan. dengan jumlah spesimen yang diuji sebanyak 18 spesimen, hal ini akan ditunjukkan pada tabel 3.1 di bawah ini

Tabel 3.1 Desain Penelitian

No.	<i>Abu terbang</i> : Pasir (%)	Waktu pengeringan (jam)	Spesimen
1	10:60	3	3
2	20:50	3	3
3	30:40	3	3
4	10:60	5	3
5	20:50	5	3
6	30:40	5	3
Jumlahnya			18

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Pada peneilitian ini ada beberapa alat dan bahan harus disiapkan untuk memudahkan penelitian, yaitu:

3.4.1 Alat

Dalam proses penelitian, alat yang akan digunakan pada pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Alat cetak yang berukuran panjang 200 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 50 mm, seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Cetakan Data Beton (Dok. Pribadi)

2. *Mixer* , berfungsi untuk mencampur bahan bata beton hingga halus. Gambar 3.4 menunjukkan *mixer* yang digunakan.



Gambar 3.4 *Mixer* (Putera, 2017)

3. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang bahan sesuai komposisi variabel penelitian. Gambar 3.5 merupakan timbangan digital yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.5 Timbangan Digital (Dok. Pribadi)

4. *Thermogun digital* , digunakan untuk mengukur suhu bata beton pada saat melakukan uji peredaman panas, seperti pada Gambar 3.6 adalah *termogun* yang digunakan.



Gambar 3.6 *Termogun Digital* (Dok. Pribadi)

5. Saringan pasir dengan ukuran mesh 4, digunakan untuk memisahkan agregat pasir halus dari batuan kasar. Gambar 3.7 menunjukkan saringan pasir yang akan digunakan.



Gambar 3.7 Saringan pasir (Dok Pribadi)

3.4.2 Bahan

Berapa banyak bahan/material yang digunakan dalam penelitian untuk memperoleh spesimen yang berkualitas baik, yaitu:

1. *Fly Ash* (abu terbang)
2. Pasir
3. Air
4. Semen *Portland*

3.5 Pembuatan Alat Cetak

Pada proses pembuatan alat cetak spesimen pada penelitian ini, peneliti dibantu oleh pihak D-III teknik perawatan dan perbaikan mesin yang akan membuat alat cetak spesimen bata beton dengan proses cetak pengpressan manual dengan tekanan yang bisa di atur dengan mudah.

3.6 Pembuatan Spesimen

Ada beberapa tahapan untuk mengerjakan spesimen sebagai bahan pengujian :

1. Penimbangan berat bahan.
penimbangan material diantaranya pasir, semen dan bahan tambahan (*fly ash*) memakai timbangan digital.

2. Pembuatan Spesimen.

Langkah di dalam pandangan seru bahan basis dan bahan mencampur :

- Masukkan *fly ash*, semen dan pasir ke dalam wadah, lalu campurkan dengan *mixer* dengan penambahan air sedikit demi sedikit hingga semua bahan tercampur rata .
- Kemudian tuang bahan yang sudah tercampur ke dalam cetakan hingga spesimen merata dan penuh.
- Kemudian *tekan* dengan alat cetak yang telah diproduksi dengan kekuatan yang sama.

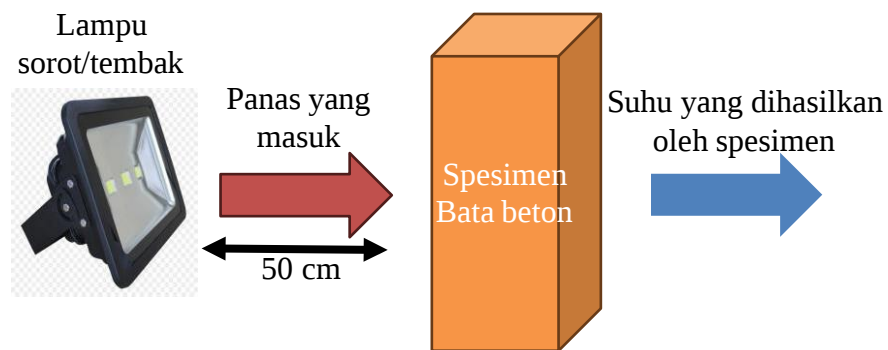
3. Tahap pengeringan spesimen

- Spesimen akan dikeringkan selama 3 dan 5 hari pada pukul 12.00 -14.00 WIB.

3.7 Pengujian Peredaman Panas pada Spesimen

Berikut proses pengujian untuk menentukan nilai uji redaman panas pada spesimen bata beton:

1. Setelah spesimen dikeringkan selama 3 dan 5 hari, dilakukan pengujian peredaman panas dengan cara pemanasan menggunakan lampu sorot/trigger 500 watt pada jarak 50 cm selama 30 menit setelah spesimen selesai tahap pengeringan.
2. Spesimen mempunyai 2 sisi, satu sisi terkena panas dan sisi lainnya tidak terkena panas.
3. Ukur suhu pada kedua sisi spesimen menggunakan *termogun digital* setelah spesimen terkena panas selama 30 menit pada suhu panas yang stabil, sehingga dapat diketahui perbandingan dan perbedaan suhu pada kedua sisi, hal ini terlihat pada Gambar 3.8 Proses uji redaman panas.



Gambar 3.8 Proses Uji Redaman Panas (Dok. Pribadi)

Standar suhu lingkungan atau kenyamanan termal untuk daerah tropis berdasarkan SNI 03-6572-2001 dibagi menjadi:

1. Sejuk dengan nyaman, antara suhu efektif $20,5^{\circ}\text{C} \sim 22,8^{\circ}\text{C}$.
2. Kenyamanan optimal, antara suhu efektif $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$
3. Hangat dengan nyaman, antara suhu efektif $25,8^{\circ}\text{C} \sim 27,1^{\circ}\text{C}$.

3.7.1 Data Pengujian Peredaman Panas

Setelah dilakukan proses pengujian peredaman panas maka, data uji Peredaman panas diperoleh pada saat proses uji Peredaman panas telah selesai dilaksanakan. Data uji peredaman panas dapat dilihat pada alat ukur suhu yaitu *termogun*, dengan cara mengecek suhu pada ke dua sisi spesimen.

3.8 Analisa Hasil Pengujian Peredaman Panas

Setelah data uji peredaman panas diperoleh, maka tahap selanjutnya dilakukan analisa terhadap data yang sudah diperoleh, dengan melakukan uji normalitas data pada *software* minitab yang bertujuan untuk mengetahui jika data berdistribusi normal atau tidak. Untuk analisa kedua akan dilakukan uji ANOVA (*Analysis of Varians*) dengan *software* minitab yang lalu di validasi dengan hasil hitungan manual, pengujian ANOVA bertujuan untuk mengetahui pengaruh setiap faktor pada setiap spesimen.

3.9 Penarikan Kesimpulan dan Pemberian Saran

Kesimpulan dan saran merupakan proses akhir dalam penelitian. Kesimpulan membahas tentang hasil uji peredaman panas yang telah dilakukan, sedangkan saran merupakan hal yang peneliti sampaikan kepada peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian selanjutnya.



BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan beberapa variabel yang menjadi faktor penting pada penelitian ini, diantaranya :

1. Variabel Proses

Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini, ialah :

- a. *Fly Ash* : Pasir (10%:60%, 20%:50%, dan 30%:40%)
- b. Lama Pengeringan (3 dan 5 hari)

2. Variabel Konstan

Variabel konstan yang digunakan pada penelitian ini, ialah :

- a. Semen (20%) : Air (10%)
- b. Ukuran Cetakan (Panjang 200mm, lebar 100mm, dan tinggi 50mm)

3. Variabel Respon

Variabel respon yang digunakan pada penelitian ini, ialah uji peredaman panas yang akan dilakukan terhadap spesimen setelah dicetak.

4.2 Persiapan Alat dan Bahan

Pada penelitian ini ada beberapa alat dan bahan yang digunakan, sebagai penunjang keberhasilan penelitian ini, antara lain :

1. Alat

- a. Alat Cetak
- b. *Mixer*
- c. Timbangan digital
- d. *Termogun* digital
- e. Saringan Pasir

2. Bahan

- a. *Fly Ash* (Abu terbang)
- b. Pasir
- c. Air
- d. Semen *portland*

4.3 Pembuatan Alat Cetak

Pada proses Pembuatan Alat cetak pada penelitian ini, peneliti dioleh pihak Mahasiswa D-III Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin merupakan pihak yang membuat alat cetak yang digunakan pada penelitian ini. Gambar 4.1 merupakan alat cetak yang digunakan.



Gambar 4.1 Alat Cetak yang dibuat (Dok. Pribadi)

4.4 Pembuatan Spesimen

Pada pembauatan Spesimen ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan Spesimen, diantaranya : (dapat dilihat pada lampiran 2)

1. Pengayakan Pasir
2. Penimbangan Bahan yang digunakan
3. Memasukan campuran bahan ke dalam cetakan
4. Kemudian tekan alat cetak untuk sudah dibuat dengan kekuatan yang sama.

4.5 Proses Uji Peredaman Panas

Pada proses uji peredaman panas, spesimen akan menggunakan lampu sorot/trigger berkekuatan 500 watt sebagai sumber panas yang akan diterapkan pada spesimen bata beton. Pemanasan dengan menggunakan lampu sorot akan dilakukan selama 30 menit dengan jarak 50 cm sesuai suhu rata-rata di Bangka Belitung sebesar $30 - 33^{\circ}\text{C}$ (BMKG, 2021). Gambar 4.1 menunjukkan proses uji peredaman panas.



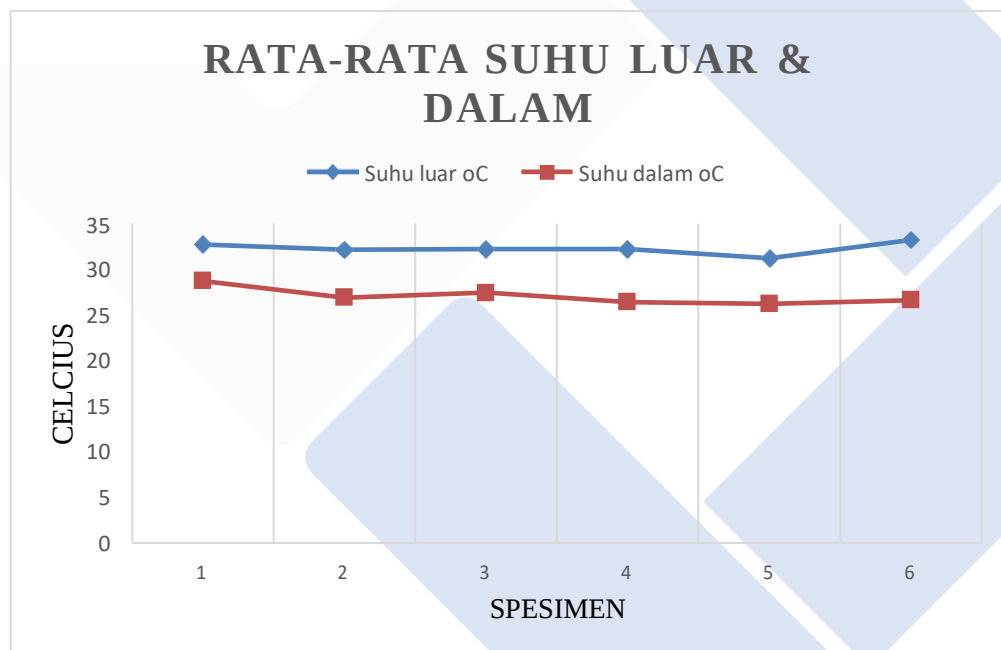
Gambar 4.2 Proses Pengujian (Dok. Pribadi)

4.6 Hasil Uji Peredaman Panas

Setelah dilakukan pengujian dan pengumpulan data, diperoleh hasil pengujian peredaman panas dengan jumlah spesimen sebanyak 6 buah dengan masing-masing 3 kali pengulang. Berikut hasil pengujian peredaman panas yang dapat dilihat pada tabel 4.1. dan tabel 4.2 untuk grafik hasil uji dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4 berikut. Sedangkan pada selisih rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.5

Tabel 4.1 Hasil pengujian Peredaman Panas

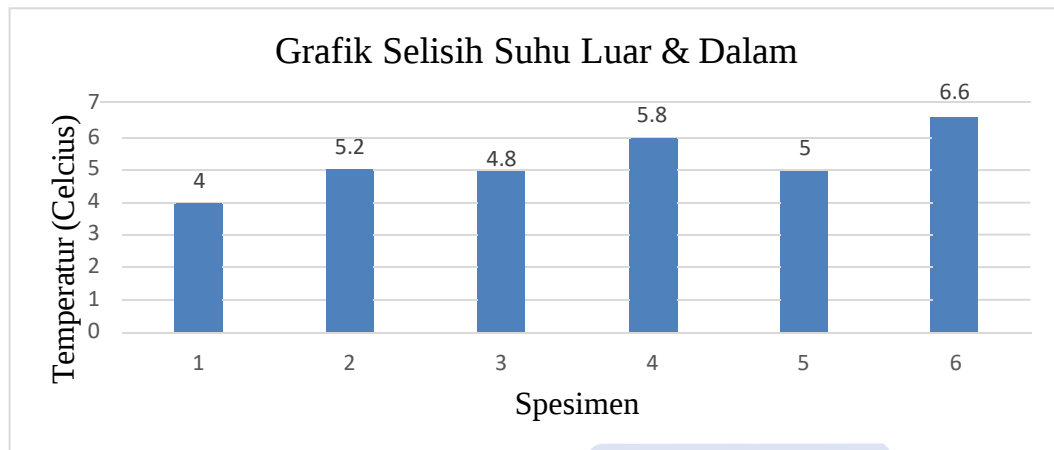
Spesimen	Replikasi						Rerata	
	1		2		3		Suhu luar °C	Suhu dalam °C
	Suhu luar °C	Suhu dalam °C	Suhu luar °C	Suhu dalam °C	Suhu luar °C	Suhu dalam °C		
1	30,8	27,1	33,5	28,3	33,8	30,8	32,7	28,7
2	32,3	26,9	32,4	27,0	31,7	26,9	32,1	26,9
3	31,5	27,1	32,2	27,0	32,9	28,2	32,2	27,4
4	32,4	26,3	33,2	26,9	31,1	26,2	32,2	26,4
5	31,0	26,6	31,8	26,1	30,8	26,0	31,2	26,2
6	33,1	27,3	33,5	26,4	33,1	26,3	33,2	26,6



Gambar 4.3 Grafik Rata-rata Suhu Luar dan Dalam (Hasil Pengujian)

Tabel 4.2 Selisih Rata-rata Suhu Luar dan Suhu Dalam

Selisih Rata-rata Suhu Luar dan Suhu Dalam (°C)					
Spesimen					
1	2	3	4	5	6
4	5,2	4,8	5,8	5	6,6



Gambar 4.4 Grafik rata-rata Selisih Suhu Luar dan Dalam (Hasil Pengujian)

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil uji peredaman panas dengan menggunakan *full faktorial design*, nilai uji peredaman panas terbaik terdapat pada spesimen no. 6 dengan jumlah *fly ash* 30% : pasir 40% dan lama pengeringan 5 hari diperoleh hasil peredaman panas dengan rata-rata selisih 6,6 °C dan nilai spesimen yang tidak menurunkan panas dengan signifikan terdapat pada spesimen . no. 1 dengan perbedaan rata-rata 4 °C.

4.7 Uji Normalitas Data

Uji Normalitas bertujuan untuk mengevaluasi sebaran data suatu variabel, untuk mengetahui apakah sebaran data atau variabel tersebut berdistribusi normal atau tidak.

1. Hipotesis

H_0 : Data yang dihasilkan tidak berdistribusi normal.

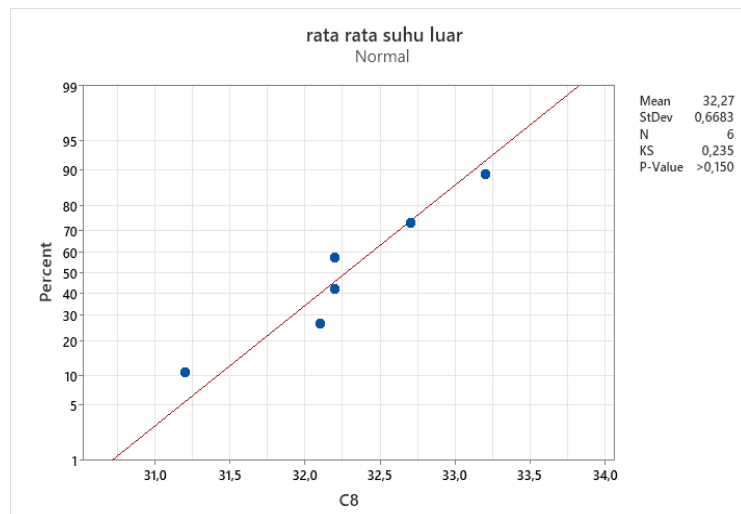
H_1 : Data yang dihasilkan berdistribusi normal.

2. Kriteria penolakan

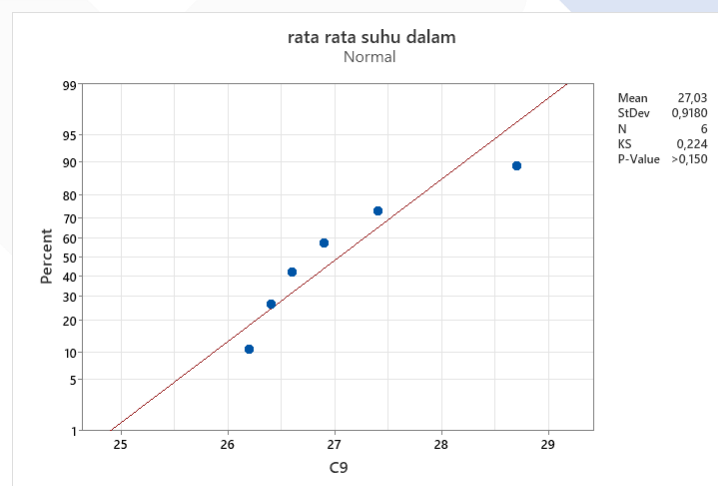
Tolak H_1 , jika hasil nilai KS < 5%

3. Hasil

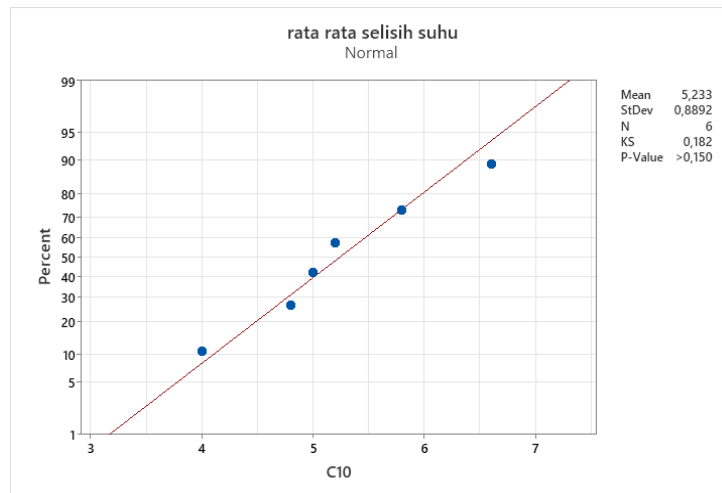
Hasil uji normalitas data ditunjukkan pada Gambar 4.3 dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai KS dari rata – rata suhu luar sebesar 0,235, nilai KS dari rata-rata suhu dalam sebesar 0,224, dan nilai KS dari selisih rata-rata suhu luar dan dalam sebesar 0,182.



(A)



(B)



(C)

Gambar 4.6 Grafik Normalitas Data (*Minitab*)

4. Kesimpulan

Dari hasil uji normalitas data diatas dapat disimpulkan bahwa H_1 gagal ditolak karena $KS > 5\%$ yang berarti data uji peredaman panas tersebut berdistribusi normal.

4.8 Uji Analysis of Varians (ANOVA)

Setelah data uji peredaman panas diperoleh, maka akan dilakukan pengujian ANOVA dengan menggunakan *software*/perhitungan manual pengolah data yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel proses terhadap uji peredaman panas.

4.8.1 ANOVA Suhu Luar

1. Faktor *Fly Ash* : Pasir

a. Hipotesis

H_0 : Faktor *fly ash* : pasir tidak berpengaruh terhadap redaman panas

H_1 : Faktor *fly ash* : pasir berpengaruh terhadap redaman panas

b. Kriteria penolakan

Tolak H_1 , apabila nilai $F\text{-value} > \text{nilai } F\text{-table}$

c. Hasil

Hasil ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.3 ANOVA Suhu Luar. Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji ANOVA terhadap suhu luar dari keenam spesimen. Diperoleh hasil *F-value* dari faktor *fly ash* :pasir sebesar 2,2468 dengan nilai *F-Table* sebesar 3,88.

d. Kesimpulan

Dari hasil yang ditunjukkan dari Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa H_1 gagal ditolak karena nilai dari *F-value* lebih kecil dari *F-Table*.

2. Faktor Lama Pengeringan

a. Hipotesis

H_0 : Faktor Lama Pengeringan tidak berpengaruh terhadap redaman panas

H_1 : Faktor Lama Pengeringan berpengaruh terhadap redaman panas

b. Kriteria penolakan

H_1 tidak ditolak apabila nilai *F-value* < nilai *F-table*

c. Hasil

Hasil ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.3 ANOVA Suhu Luar. Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji ANOVA terhadap suhu luar dari keenam spesimen. pada faktor lama pengeringan diperoleh nilai *F-value* sebesar 0,083679 dengan nilai *F-Table* sebesar 4,7.

d. Kesimpulan

Dari hasil yang ditunjukkan dari Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa H_1 gagal ditolak dikarenakan nilai *F-value* yang diperoleh lebih kecil dari *F-Table*.

Tabel 4.3 ANOVA Suhu Luar

Soure	DF	Adj SS	Adj MS	F-value	F-table
Fy ash : Pasir	2	3,61	1,805	2,2468	3,8
Lama pengeringan	1	0,0672	0,0672	0,083679	4,7
<i>Fly ash</i> : Pasir*Lama Pengeringan	2	3,167	1,5838	1,971646	
Error	12	9,64	0,803		
Total	17	16,485			

4.8.2 ANOVA Suhu Dalam

1. Faktor *Fly Ash* : Pasir

a. Hipotesis

H_0 : Faktor *fly ash* : pasir tidak berpengaruh terhadap redaman panas

H_1 : Faktor *fly ash* : pasir berpengaruh terhadap redaman panas

b. Kriteria penolakan

Tolak H_1 , apabila nilai *F-value* > nilai *F-table*

c. Hasil

Hasil ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.4 ANOVA Suhu Dalam. Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji ANOVA terhadap suhu dalam dari keenam spesimen. Didapatkan hasil *F-value* dari faktor *fly ash* : pasir sebesar 2,0446 dengan nilai *F-Table* yang diperoleh sebesar 3,88.

d. Kesimpulan

Dari hasil yang ditunjukkan dari Tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa H_1 gagal ditolak dikarenakan nilai dari *F-value* lebih kecil dari *F-Table*.

2. Faktor Lama Pengeringan

a. Hipotesis

H_0 : Faktor Lama Pengeringan tidak berpengaruh terhadap redaman panas

H_1 : Faktor Lama Pengeringan berpengaruh terhadap redaman panas

b. Kriteria penolakan

H_0 tidak ditolak apabila nilai *F-value* < nilai *F-table*

c. Hasil

Hasil ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.4 ANOVA Suhu Dalam. Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji ANOVA terhadap suhu dalam dari keenam spesimen. faktor lama pengeringan memperoleh nilai *F-value* sebesar 9,1696 dengan nilai *F-Table* yang didapatkan sebesar 4,7.

d. Kesimpulan

Dari hasil yang ditunjukkan dari Tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dikarenakan nilai dari *F-value* lebih besar dari nilai *F-Table*.

Tabel 4.4 ANOVA Suhu Dalam

Soure	DF	Adj SS	Adj MS	F-value	F-table
<i>Fly ash</i> : Pasir	2	3,107	1,5539	2,0446	3,88
Lama Pengeringan	1	6,968	6,9689	9,1696	4,7
<i>Fly ash</i> : Pasir * Lama Pengeringan	2	2,354	1,177	1,5489	
Error	12	9,112	0,76		
Total	17	21,551			

4.9 Analisis Faktor Penelitian

4.9.1 Faktor *Fly Ash* : Pasir

Faktor *fly ash* : pasir pada hasil uji ANOVA diatas memiliki pengaruh penting terhadap uji peredaman panas, karena semakin banyak pasir yang digunakan pada campuran bata beton maka akan terbentuk porositas, sedangkan semakin banyak *fly ash* yang digunakan pada bata beton maka bata beton akan semakin tinggi berat jenisnya yang disebabkan oleh material *fly ash*. yang mempunyai agregat lebih halus dibandingkan pasir. Oleh karena itu, kepadatan bata beton dapat memaksimalkan penyerapan panas dari luar bata beton. Hal ini sesuai dengan data hasil uji peredaman panas pada Tabel 4.1, bahwa faktor *fly ash* sebesar 30% : Pasir 40% mempunyai perbedaan daya peredaman panas yang lebih baik dibandingkan yang lainnya. Gambar 4.7 menunjukkan struktur dalam spesimen bata beton.



(A)



(B)



(C)

Fly ash 10% : Pasir 60% *Fly Ash* 20% : Pasir 50% *Fly Ash* 30% : Pasir 40%
Gambar 4.7 Struktur Dalam (Dok. Pribadi)

Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat bahwa spesimen bata beton dengan komposisi 30% *fly ash* : 40% pasir mempunyai ukuran pori yang paling kecil dibandingkan spesimen lainnya, sehingga *fly ash* sebagai bahan pelengkap dapat

menutupi butiran kasar. agregat pasir sehingga dapat dihasilkan struktur bata beton dengan kepadatan yang baik, untuk meredam panas dari luar.

4.9.2 Faktor Lama Pengeringan

Dari hasil uji ANOVA diketahui bahwa faktor waktu pengeringan mempunyai pengaruh terhadap peredaman panas dari suhu luar sedangkan pada suhu dalam tidak berpengaruh. Hal ini dikarenakan bahan pengikat spesimen adalah semen yang mengeras atau kering, waktu pengeringan yang paling baik adalah 5 hari. Sedangkan waktu pengeringan 3 hari menyebabkan bahan semen kurang melekat dan mengeras karena struktur bagian dalam spesimen masih basah atau lembap sehingga spesimen belum kering maksimal saat digunakan.

4.10 Analisis Data

Pada analisis data uji pada penelitian ini terlihat pada Tabel 4.1 bahwa hasil uji peredaman panas terbaik diperoleh pada spesimen no. 6 dengan campuran 30% *fly ash* : 40% pasir dan waktu pengeringan 5 hari dengan rata-rata perbedaan suhu luar dan dalam sebesar 6,6 ° C. Hal ini disebabkan karena kandungan *fly ash* yang lebih tinggi menghasilkan struktur internal dengan pori-pori yang lebih besar . ukuran. pori-pori spesimen lebih kecil, sedangkan waktu pengeringan 5 hari menghasilkan pengeringan bahan semen yang lebih optimal dan pengerasan yang lebih baik. Oleh karena itu, ia mampu meredam panas lebih baik dibandingkan spesimen lainnya.

Nilai uji terendah diperoleh pada spesimen no. 6 dengan campuran 10% *fly ash* : 60% pasir dan waktu pengeringan 3 hari, nilai rata-rata selisih suhu luar dan dalam adalah 4 ° C. Hal ini disebabkan karena penggunaan *fly ash*. sedikit sehingga menyebabkan struktur internal spesimen menghasilkan pori-pori yang besar karena *fly ash* tidak maksimal menutupi agregat kasar pasir. Sedangkan waktu pengeringan 3 hari menyebabkan pengikatan dan pengerasan material semen menjadi berkurang sehingga menyebabkan struktur internal menjadi lebih basah dan semen kurang optimal dalam proses pengeringan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan *fly ash* pada campuran bata beton dengan penggunaan *fly ash* Sebesar 30% yang ditambahkan maka daya serap panasnya semakin baik, karena *fly ash* dapat menutupi agregat kasar yang dihasilkan pasir. Oleh karena itu, struktur internal batu bata beton akan menghasilkan pori-pori yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *fly ash* yang lebih sedikit. Sedangkan pengaruh lama pengeringan bata beton hanya berpengaruh terhadap permukaan luar pada bata beton bahwa semakin lama bata beton mengering maka semakin tinggi pula suhu dari luar yang diterima.
2. Nilai persentase penambahan dengan uji peredaman tertinggi adalah pada campuran *fly ash* (30%) : pasir (40%) dengan proses pengeringan selama 5 hari dengan rata-rata selisih suhu luar dan dalam sebesar 6,6 ° C. Sedangkan nilai terendah terdapat pada campuran *fly ash* 10% : pasir 60 % selama 3 hari dengan rata-rata selisih suhu luar dan dalam sebesar 4°C.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, peneliti akan memberikan beberapa saran/kontribusi agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik lagi, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan bata beton yang lebih bagus maka lebih diperhatikan lagi proses pencampuran material dengan *mixer*, pastikan semua bahan tercampur rata sebelum melakukan proses pencetakan batu bata beton.
2. Agar bata beton lebih mudah dikeluarkan dari cetakan, ada baiknya cetakan dilumuri dengan minyak atau oli sebagai pelumas agar bata beton lebih mudah dikeluarkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abhinaya Fikri Fauzan, (2023), “Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dan Limbah Karbit Terhadap Katarestik Batako”, *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Alvin Raffasya Ghifari, (2022), “Pengaruh Pengurangan Proporsi Sekam Padi Pada Bahan Susun Batako Sekam Padi Ditinjau Dari Aspek Teknis, Redaman Panas, dan Biaya Produksi”. *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Andrian Prasetyo, (2022), “Pengaruh *Fly Ash* pada Batako terhadap Kuat Tekan, Peyerapan Air, dan Redaman Suhu”, *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Indonesia, 2001, “ SNI 03-6572-2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung”, *Badan Standarisasi Indonesia (BSN)*, Jakarta.
- Damayanti, R. (2018). “Abu batubara dan pemanfaatannya: Tinjauan teknis karakteristik secara kimia dan toksikologinya”. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, vol. 14, no. 3, pp. 213-231.
- Dikky Hilman Maulana, (2023), “Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Terhadap Densitas Bata Ringan”, *Proyek Akhir Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung
- Endah Kanti Pangestuti, (2017), “Penambahan Limbah Abu Batu Bara pada Batako Ditinjau terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air”, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, vol. 13, no. 2, pp. 161-168.
- Heru Pratama Putera, (2017), “Pengaruh Komposisi *Fly Ash* dan Lama Pengeringan Pada Pembuatan Batako Dengan Uji Densitas”, *Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin*, Institut Teknologi Padang, Padang.
- Irzal Agus, Surianti, (2020), “Pemanfaatan Abu Batu Bara (*Fly Ash*) Pada Beton”, *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, vol. 9, no. 2, pp. 89-95.
- Maria Regina Beribi Kedang , Abdul Halim , Aji Suraji, (2022), “Kajian Perbandingan Daya Redam Suara dan Panas pada Material Dinding Batako, Batu Bata, Bata Ringan”, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 2, pp. 1-10.

Montgomery, D. C. (2009). *Design and analysis of experiments*. John wiley & sons.

Muh. Ichwanul Iman I. (2021), “Studi Geopolimer *Fly Ash*-Serbuk Kayu Sebagai Material Dinding Peredaman Suhu Panas”, *Tugas Akhir Departemen Teknik Lingkungan*, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Nauval Rabbani, (2022), “Studi Pemanfaatan Limbah Batubara Pabrik Tekstil pada Bata Beton”, *junal teknik*, vol. 20, no. 3. pp. 148-157.

Nurul Fatma Ratih Arifin Putri, (2023), “Penambahan *Fly Ash* Pada Pembuatan Bata Press Sekam Padi Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi, Serta Peredaman Panas”, *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Parmin Lumbantoruan, Heru Prasetyo, Rahmawati, (2022), “Kemampuan Variasi Campuran Sekam Padi Pada Batako Terhadap Peredaman Suhu”, *Jurnal Deformasi Universitas PGRI Palembang*, vol. 7, no. 2, pp. 175-183.

Sangkot Nasution, (2017), “ Variabel Penelitian”, *Jurnal Raudhah*, vol. 5, no. 2, pp. 1-9.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Andreas Chardova
Tempat dan Tanggal Lahir : Batam, 24 Juni 2001
Alamat : Gg. Palapinang I Dalam, Gabek II, Pangkal Pinang
Telp. : 082127823374
E-mail : andreaschardova80@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

TK Budi Mulia Pangkalpinang	(2006-2007)
SD Budi Mulia Pangkalpinang	(2007-2013)
SMP Budi Mulia Pangkalpinang	(2013-2016)
SMK Negeri 1 Pangkalpinang	(2016-2019)
D-IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	(2021-2024)

3. Pendidikan Non-formal

-

Sungailiat, Juli 2024

Andreas Chardova

Lampiran 2. Proses Pembuatan Spesimen Bata Beton



Lampiran 3. Spesimen Bata Beton



Lampiran 4. Proses Pengambilan Data Uji Peredaman Panas



Spesimen 1 (1)

→ Suhu Luar : 30,8°C
Suhu Dalam : 27,1°C



Spesimen 1(2)

→ Suhu Luar : 33,5°C
Suhu Dalam : 28,3°C



Spesimen 1(3)

→ Suhu Luar : 33,8°C
Suhu Dalam : 30,8°C



Spesimen 2(!)

→ Suhu Luar : 32,3°C
Suhu Dalam : 26,9°C



Spesimen 2(2)

Suhu Luar : 32,4°C
Suhu Dalam : 27,0°C



Spesimen 2(3)

Suhu Luar : 31,7°C
Suhu Dalam : 26,9°C



Spesimen 3(1)

Suhu Luar : 31,5°C
Suhu Dalam : 27,1°C



Spesimen 3(2)

Suhu Luar : 32,2°C
Suhu Dalam : 27,0°C



Spesimen 3(3)

Suhu Luar : 32,9°C
Suhu Dalam : 28,2°C



Spesimen 4(1)

→ Suhu Luar : 32,4°C
Suhu Dalam : 26,3°C



Spesimen 4(2)

→ Suhu Luar : 33,2°C
Suhu Dalam : 26,9°C



Spesimen 4(3)

→ Suhu Luar : 31,1°C
Suhu Dalam : 26,2°C



Spesimen 5(1)

→ Suhu Luar : 31,0°C
Suhu Dalam : 26,6°C



Spesimen 5(2)

→ Suhu Luar : 31,8°C
Suhu Dalam : 26,1°C



Spesimen 5(3)

→ Suhu Luar : 30,8°C
Suhu Dalam : 26,0°C



Spesimen 6(1)

→ Suhu Luar : 33,1°C
Suhu Dalam : 27,3°C



Spesimen 6(2)

→ Suhu Luar : 33,5°C
Suhu Dalam : 26,4°C



Spesimen 5(2)

→ Suhu Luar : 33,1°C
Suhu Dalam : 26,3°C

Lampiran 5. Perhitungan ANOVA

1. Suhu Luar

Perlakuan	repilkasi			total	rata-rata
<i>Fly Ash</i> : Pasir/ Lama Pengeringan	1	2	3		
10% : 60% / 3 hari	30,8	33,5	33,8	98,1	32,7
20% : 50% / 3 hari	32,3	32,4	31,7	96,4	32,1
30% : 40% / 3 hari	31,5	32,2	32,9	96,6	32,2
10% : 60% / 5 hari	32,4	33,2	31,1	96,7	32,2
20% : 50% / 5 hari	31	31,8	30,8	93,6	31,2
30% : 40% / 5 hari	33,1	33,5	33,1	99,7	33,2
Grand total				581,1	32,28

Faktor A (<i>Fly ash</i> : Pasir)	Faktor B (Lama pengeringan)		total
	3 hari	5 hari	
10% : 60%	98,1	96,7	194,8
20% : 50%	96,4	93,6	190
30% : 40%	96,6	99,7	196,3
total	291,1	290	581,1

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

$$SST = (18.776,33) - \frac{581,1^2}{18}$$

$$SST = 18.776,33 - \frac{337.677,2}{18}$$

$$SST = 18.776,33 - 18.759,85$$

$$SST = 16,485$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = \frac{(194,8^2 + 190^2 + 196,3^2)}{6} - \frac{581,1^2}{18}$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = 18.763,46 - 18.759,85$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = 3,61$$

$$SS_{lama pengeringan} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{lama pengeringan} = \frac{(291,1^2 + 290^2)}{9} - \frac{581,1^2}{18}$$

$$SS_{lama pengeringan} = 18.759,91 - 18.759,85$$

$$SS_{lama pengeringan} = 0,06722$$

$$SS_{interaction} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y^2 ij - \frac{Y^2}{abn} - SS_{Fly Ash} - SS_{Lama Pengeringan}$$

$$SS_{interaction} = \frac{(98,1^2 + 96,7^2 + 96,4^2 + 93,6^2 + 96,6^2 + 99,7^2)}{3} - 18.759,85$$

$$- 3,61 - 0,06722$$

$$SS_{interaction} = 18.766,69 - 18.759,85 - 3,61 - 0,06722$$

$$SS_{interaction} = 3,167$$

$$SS_{error} = SS_T - SS_{fly ash} - SS_{lama pengeringan} - SS_{intercation}$$

$$SS_{error} = 16,485 - 3,61 - 0,06722 - 3,167$$

$$SS_{error} = 9,64$$

2. Suhu Dalam

PERLAKUAN	REPLIKASI			TOTAL	RATA-RATA
	1	2	3		
10% : 60% / 3 hari	27,1	28,3	30,8	86,2	28,73
20% : 50% / 3 hari	26,9	27	26,9	80,8	26,93
30% : 40% / 3 hari	27,1	27	28,2	82,3	27,43
10% : 60% / 5 hari	26,3	26,9	26,2	79,4	26,46
20% : 50% / 5 hari	26,6	26,1	26	78,7	26,23
30% : 40% / 5 hari	27,3	26,4	26,3	80	26,66
Grand total				487,4	27,077

Faktor A(Fly Ash : Pasir)	Faktor B (Lama Pengeringan)		total
	3 hari	5 hari	
10% : 60%	86,2	79,4	165,6
20% : 50%	80,8	78,7	159,5
30% : 40%	82,3	80	162,3
total	249,3	238,1	487,4

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

$$SST = (13.219,26) - \frac{487,4^2}{18}$$

$$SST = 13.219,26 - \frac{237.558,76}{18}$$

$$SST = 13.219,26 - 13.197,70$$

$$SST = 21,55$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = \frac{(165,6^2 + 159,5^2 + 162,3^2)}{6} - \frac{487,4^2}{18}$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = 13.200,83 - 13.197,70$$

$$SS_{fly\ ash:pasir} = 3,107$$

$$SS_{lama pengeringan} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{lama pengeringan} = \frac{(249,3^2 + 238,1^2)}{9} - \frac{487,4^2}{18}$$

$$SS_{lama pengeringan} = 13.204,68 - 13.197,70$$

$$SS_{lama pengeringan} = 6,9688$$

$$SS_{interaction} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y^2 ij - \frac{Y^2}{abn} - SS_{Fly Ash} - SS_{Lama Pengeringan}$$

$$SS_{interaction} = \frac{(86,2^2 + 79,4^2 + 80,8^2 + 78,7^2 + 82,3^2 + 80^2)}{3} - 13.197,20$$

$$- 3,107 - 6,9688$$

$$SS_{interaction} = 13.210,14 - 13.197,20 - 3,107 - 6,9688$$

$$SS_{interaction} = 2,354$$

$$SS_{error} = SS_T - SS_{fly ash} - SS_{lama pengeringan} - SS_{intercacion}$$

$$SS_{error} = 21,66 - 3,107 - 6,9688 - 2,354$$

$$SS_{error} = 9,21$$