

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU BARA TERHADAP
KUAT TEKAN BATAKO**

THE EFFECT OF USE OF COAL ASH ON STRONG PRESS THE BATAKO

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1

Diajukan oleh :

ILHAM ARGTAQWA

19314044



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Usulan Penelitian

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU BARA TERHADAP KUAT
TEKAN BATAKO**

Diajukan oleh:

**Ilham Arga Taqwa
19314044**

Telah disetujui
Tanggal 06 mei 2023

Diketahui :

Program Studi S1 Teknik Sipil
Ketua,

Pembimbing

Ir. Dian Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIK 022 17 09 01

Ir. Dian Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIK 022 17 09 01

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU BARA TERHADAP KUAT
TEKAN BATAKO**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Ilham Arga Taqwa

19314044

Telah dipresentasikan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal Agustus 2023

Dewan Penguji

Pembimbing

Penguji

Ir.Dian Pratiwi, S.T., M.Eng
NIK 022 17 09 01

Vanita kesumawati Yacub S.T., M.Eng.
NIK. 022 21 10 01

Skripsi ini telah di terima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Dekan,

Program studi S1 Teknik Sipil
Ketua ,

Dr.H. Mahathir Muhammad, S.E.,M.M.
NIK 023 05 00 09

Ir.Dian Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIK 022 17 09 01

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Arga Taqwa

Npm : 19314044

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir

Judul : Pengaruh Penggunaan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Batako

Pembimbing : Ir.Dian Pratiwi, S.T., M.Eng.

PENULIS MENYATAKAN SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT

Apabila dikemudian hari ternyata yang saya tulis terbukti hasil plagiat, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Bandar Lampung, 27 Agustus 2023
Yang menyatakan,

Ilham Arga Taqwa
NPM. 19314044

HALAMAN PERNYATAAN PERSTUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Arga Taqwa

Npm : 19314044

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Jenis karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pengaruh Penggunaan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Batako”

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandar Lampung

Pada tanggal : 22 Agustus 2023

Yang menyatakan,

Ilham Arga Taqwa

NPM. 19314044

MOTTO

**Kesempatan memang tidak datang dua kali
Tapi kesempatan datang kepada siapa saja
yang tidak berhenti untuk mencoba**

(Dzawin Nur Ikham)

**Jangan hanya karena tidak ada fasilitas
anda tidak bisa melangkah lebih luas**

(Ilham Arga Taqwa)

**Mustahil dengan kata sukses
bagi siapa saja yang tidak pernah berperoses**

(Ableh 019)

ABSTRAK

PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN BATAKO

Oleh

Ilham Arga Taqwa

Batako merupakan salah satu alternatif bahan dinding yang murah dan relatif kuat. Batako terbuat dari campuran antara pasir, semen, dan air dengan perbandingan tertentu yang digunakan untuk pemasangan dinding. Penggunaan abu batu bara dalam campuran batako dianggap memiliki beberapa keuntungan, seperti meningkatkan sifat kekuatan, daya tahan, dan ketahanan terhadap iklim yang ekstrim.

Pada penelitian ini dilakukan analisis kuat tekan batako dengan bahan pengganti semen berupa abu batu bara (*fly Ash*) yang dihasilkan terhadap kaidah-kaidah ilmiah pada SNI 03-0349-1989. Abu batu bara (*fly Ash*) yang merupakan sisa pembakaran batu bara yang memiliki kandungan silika di dalamnya sehingga cocok digunakan sebagai bahan alternatif pengganti semen pada campuran material batako.

Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata maksimal yang didapatkan sebesar 109,5 Kg/cm², dan nilai kuat tekan rata-rata minimum sebesar 86,225 Kg/cm². Berdasarkan hasil tersebut batako dengan bahan batu bara (*fly ash*) masuk katagori golongan I dan II.

Kata Kunci: Batako, Fly Ash, Kuat Tekan

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING COAL ASH ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF BATAKO

From

Ilham Arga Taqwa

Batako is an alternative wall material that is cheap and relatively strong. Bricks are made from a mixture of sand, cement and water in a certain ratio which is used for wall installation. The use of coal ash in a mixture of bricks is considered to have several advantages, such as increasing the properties of strength, durability and resistance to extreme climates.

In this research, an analysis of the compressive strength of bricks with cement substitute material in the form of fly ash was carried out against the scientific principles of SNI 03-0349-1989. fly ash fly ash remaining from burning coal which has silica content in it so it is suitable for use as an alternative material to replace cement in a mixture of brick materials.

The results showed that the maximum average compressive strength value obtained was 109.5 Kg/cm², and the minimum average compressive strength value was 86.22 5 Kg/cm². Based on these results, brick made of coal (fly ash) is included in the categories I and II.

Keywords: *Batako, Fly Ash, Compressive Strength*

PERSEMBAHAN

Dengan penuh kebahagiaan dan ras syukur atas rahmat diberikan tuhan yang Maha Esa, Kupersembahkan Karya kecilku untuk :

Ayah

Terimakasih atas doa, dukungan dan usaha yang selalu diberikan demi keberhasilan puteranya sehingga mampu menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia

Alm Ibu

Terimakasih telah melahirkan anak selucu aku serta mengajari dan menyayangiku diwaktu kecil, Mungkin sekarang ku tak bisa menunjukkan keberhasilanku menempuh gelar sarjana di hadapanmu. Tapi ku yakin kau bangga melihat keberhasilaku di alam yang berbeda antara Surga dunia.

Saudara Kandungku

Terimakasih atas dukungan serta doa

Seluruh Teman-Temanku

Terimakasih atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Almamater Tercinta

UNIVERSITAS TEKNOKRAT INDONESIA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis curahkan kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat pada program studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Teknokrat Indonesia.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. H.M. Nasrullah Yusuf, S.E., M.B.A. selaku Rektor Universitas Teknokrat Indonesia.
2. Dr. H. Mahathir Muhammad S.E., M.M. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Teknokrat Indonesia.
3. Ir. Dian Pratiwi, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil sekaligus Dosen pembimbing skripsi ini.
4. Vanita Kesumawati Yacub, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji skripsi ini.
5. Orang tua dan kakak yang selalu mendukung dan mendanai kegiatan perkuliahan.
6. Teknik sipil Angkatan 2019 yang telah memberikan semangat dan dukungan terkhusus aliansi kota sepang bersatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga skripsi ini membawa manfaat.

Bandar Lampung, 6 Mei 2023

Penulis,

Ilham Arga Taqwa

NPM. 19314044

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSTUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
1.6 Sistematik Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Batako.....	5
2.2 Semen	7
2.3 Pasir	8
2.4 Abu Batu Bara	11
2.5 Air.....	11
2.6 Tahapan Pengujian Material Batako.....	12
2.7 Pengujian Kuat Tekan Menggunakan CTM.....	15

2.8 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	18
3.3 Studi Pustaka	19
3.4 Pengujian Material Batako	19
3.6 <i>Mix Design</i> Batako	26
3.7 Pembuatan Benda Uji	27
3.8 Perawatan Batako	27
3.9 Pengujian Kuat Tekan Menggunakan CTM.....	28
3.10 Syarat Fisik Batako.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Perhitungan Mix Des`ign Batako.....	30
4.2 Hasil Pengujian Sampel Material	32
4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Batako Pejal.....	5
Gambar 2. 2 Batako Berlubang.....	6
Gambar 2. 3 Daerah Gradasi Pasir Kasar.....	10
Gambar 2. 4 Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar.....	10
Gambar 2. 5 Daerah Gradasi Pasir Agak Halus.....	10
Gambar 2. 6 Daerah Gradasi Pasir Halus.....	11
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian.....	18
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen.....	33
Gambar 4. 2 Grafik Komulatif Analisa Gradasi Pasir.....	37
Gambar 4. 3 hasil uji zat organik.....	39
Gambar 4. 4 Grafik Kuat Tekan Batako.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Batako	6
Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus	9
Tabel 3. 1 Variasi Campuran Pengujian Kuat Tekan.....	26
Tabel 3. 2 Syarat Fisik Batako	29
Tabel 4. 1 Rencana Mix Design.....	30
Tabel 4. 2 Hasil Uji Pengikat Semen	33
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir.....	34
Tabel 4. 4 Hasil Prnyerapan Air.....	38
Tabel 4. 5 Pembahasan Pengujian Material Batako.....	41
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 0%	41
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 20%	42
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 40%	42
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 60%	42
Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bara telah lama digunakan sebagai salah satu bahan bakar utama di dunia, termasuk di Indonesia. Dalam proses pembakaran batu bara untuk menghasilkan energi, abu batu bara dihasilkan sebagai limbah sisa pembakaran batu bara. Abunya seringkali digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran batako sebagai pengganti sebagian semen. Penggunaan abu batu bara dalam campuran batako dianggap memiliki beberapa keuntungan, seperti meningkatkan sifat kekuatan, daya tahan, dan ketahanan terhadap iklim yang ekstrim.

Batako merupakan salah satu alternatif bahan dinding yang murah dan relatif kuat. Batako terbuat dari campuran antara pasir, semen, dan air dengan perbandingan tertentu yang digunakan untuk pemasangan dinding. Di Indonesia batako sudah lama dikenal dan banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Batako terdiri dari dua jenis yaitu batako berlubang dan batako pejal. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi telah banyak ditemukan inovasi atau alternatif dalam pembuatan batako untuk meningkatkan mutu dan kualitas dengan cara penambahan bahan pengganti akan meningkatkan kuat tekan batako. (Palulun, L. N. 2020).

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan atau dimanfaatkan adalah limbah batu bara yang disebut juga dengan istilah abu terbang (*Fly Ash*). Butiran abu terbang secara umum lebih halus dari butiran semen sehingga dapat menjadi bahan pengisi ruang kosong diantara butiran-butiran semen di dalam batako yang dampaknya adalah mortar menjadi lebih padat karena pori-pori yang ada terisi oleh butiran abu terbang. Kepadatan batako selain akan mempengaruhi mutu kuat tekan juga akan berpengaruh pada jumlah semen yang berkurang secara signifikan sehingga akan menurunkan biaya material. Beberapa penelitian menunjukkan

bahwa penggunaan abu batu bara dapat meningkatkan kuat tekan batako, terutama pada persentase penggunaan yang rendah.

Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan abu batu bara dapat menurunkan kuat tekan batako, terutama pada persentase penggunaan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh kandungan zat-zat kimia tertentu dalam abu batu bara yang dapat mempengaruhi kualitas batako. Selain itu, penggunaan abu batu bara yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk memahami secara mendalam pengaruh penggunaan abu batu bara dalam campuran batako terhadap kekuatan tekan batako. Dengan demikian, dapat diambil langkah-langkah yang tepat dalam penggunaan abu batu bara agar tidak merugikan kualitas batako dan lingkungan sekitar (Ariyanti, 2018)

Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Batako”**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh abu batu bara sebagai bahan pengganti semen dengan variasi 0% , 20% , 40% , 60% pada umur 28 hari terhadap kuat tekan batako?
2. Berapa nilai maksimum kuat tekan batako pada penggunaan abu batu bara sebagai bahan pengganti semen variasi 0% , 20% , 40% , 60% ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan di atas, penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh abu batu bara sebagai bahan pengganti semen dengan variasi 0% , 20% , 40% , 60% pada umur 28 hari terhadap kuat tekan batako.
2. Untuk mengetahui nilai maksimum penggunaan abu batu bara sebagai bahan pengganti semen variasi 0% , 20% , 40% , 60%.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi kepada masyarakat khususnya industri batako dan diharapkan menambah wawasan bagi pembaca.
2. Memberikan informasi mengenai hasil dari pengaruh penggunaan abu batu bara sebagai bahan pengganti semen pada batako variasi 0%,20%,40%,60%.
3. Untuk mengembangkan pengetahuan tentang teknologi batako terutama penggunaan abu batu bara sebagai bahan tambah material.
4. Memanfaatkan limbah abu batu bara yang terbuang menjadi bahan campuran batako.

1.5 Batasan Penelitian

Pengamatan dan pembahasan yang dilakukan pada skripsi ini dibatasi dengan beberapa batasan masalah, adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Jenis batako yang di pilih merupakan batako pejal tidak berlubang (*Solid Block*).
2. Variasi penggunaan abu batu bara sebagai bahan pengganti semen sebesar 0%,20%,40%,60%.
3. Semen yang digunakan merupakan semen tipe 1 dengan kemasan isi 50 kg dengan merk semen batu raja.
4. Jenis pengujian yang di lakukan merupakan uji kuat tekan.
5. Abu batu bara yang digunakan berupa *Fly Ash*.
6. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Teknokrat Indonesia.
7. Pasir yang digunakan berasal dari pasir Lampung Tengah.
8. Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm.
9. Pengujian pada saat batako mencapai umur 28 hari.
10. Perbandingan Mix Design 1 semen : 5 pasir.
11. Lokasi pegujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Teknokrat Indonesia.

1.6 Sistematik Penulisan

Sistematika penulisan berisi pemaparan dari pembahasan yang menjadi pedoman dalam penyusunan penelitian, terdiri dari:

1. BAB I Pendahuluan

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan mengenai penjelasan dan menguraikan konsep-konsep yang diteliti, teori pendukung serta hasil dari penelitian yang sejenis.

3. BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini berisikan mengenai penjelasan tentang gambaran umum penelitian, metode penelitian, jenis data yang digunakan serta teknik analisis data.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan mengenai penjelasan data-data hasil penelitian.

5. BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisikan mengenai kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta menguraikan saran yang dapat disampaikan setelah dilakukan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batako

Batako adalah batu bata padatan (*concrete brick*) yang terbuat dari campuran beberapa bahan seperti semen, pasir, dan air. Di Indonesia sendiri, istilah *concrete* sering dikenal dengan beton, tak heran batako sering disamakan dengan bataton (batu bata beton) dan sekilas mirip dengan *paving block* yang digunakan untuk material lantai atau jalan. Batako pada umumnya merupakan material bangunan untuk dinding yang terbuat dari bahan campuran antara lain semen dan pasir, serta air. Komponen bahan tersebut dicampur jadi satu hingga akhirnya dipadatkan hingga tercetak bentuk menyerupai batu bata seperti yang beredar di pasaran. Berbeda dengan proses pembuatan bata merah yang perlu dibakar dulu dalam suhu tinggi, pembuatan batako hanya perlu dikeringkan di tempat terbuka dan teduh agar tidak terkena sinar panas matahari secara langsung. (Hermanto, D. 2014).

Berdasarkan pembuatannya batako digolongkan menjadi 2 jenis yaitu batako pejal dan batako berlobang menurut SNI 03 – 0349 – 1989.

1. Batako pejal

Batako pejal adalah Batako tidak berlobang yang memiliki pejal 75% atau padat sekitar 75% dari volume batako secara keseluruhan. terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Batako Pejal

2. Batako Berlubang

Batako berlubang adalah batako yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batakonya dan volume lubang lebih dari 25% dari volume keseluruhan. Batako berlobang terlihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Batako Berlubang

Menurut SNI 03 – 0349 – 1989 adapun persyaratan ukuran batako dengan satuan mm yang terlihat pada Tabel 2. 1

Tabel 2. 1 Ukuran Batako

Jenis	Ukuran			Tebal dinding sekat lobang	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	$390 + 3$ $- 5$	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2. Berlobang a. kecil	$390 + 3$ $- 5$	$190 + 3$ $- 5$	100 ± 2	20	15
b . besar	$390 + 3$ $- 5$	$190 + 3$ $- 5$	200 ± 3	25	20

Sumber : SNI 03 – 0349 – 1989

2.2 Semen

Semen merupakan bahan campuran secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran - butiran agregat agar terbentuk massa padat dan berguna untuk mengisi rongga – rongga pada butiran agregat.

Sesuai dengan SNI 15-2049-2004, semen portland dibagi menjadi 5 jenis diantaranya :

1. Tipe 1

Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis lain. Semen jenis ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% produksi semen portland.

2. Tipe 2

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang mencegah serangan sulfat maka pada semen jenis ini senyawa C3A semen jenis ini biasa digunakan pada bangunan – bangunan sebagai berikut:

- a. Pelabuhan, bangunan – bangunan lepas pantai.
- b. Pondasi atau basement dimana tanah, air terkontaminasi oleh sulfat.
- c. Saluran - saluran air bangunan limbah.

3. Tipe 3

Semen Portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan kekuatan awal yang tinggi pada semen jenis ini kuat tekan pada unsur 3 hari mendekati umur 7 hari pada semen jenis 1 untuk mempercepat proses hidrasi dari 200 cm. Proporsi senyawa C3S dibuat lebih besar dari proporsi senyawa C2S lebih kecil 9 jenis ini biasanya digunakan pada bangunan – bangunan sebagai berikut :

- a. Pembuatan beton pracetak.
- b. Bangunan yang membutuhkan pembongkaran bekisting yang lebih cepat.
- c. Perbaikan pavement (beton).

4. Tipe 4

Semen Portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan panas hidrasi yang rendah. Retakan yang terjadi setelah pengecoran beton massa. Untuk mengurangi panas hidrasi yang terjadi (penyebab retak) maka jenis senyawa C3A ini dikurangi. Semen jenis ini mempunyai kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan sebagai berikut :

- a. Konstruksi.
- b. Basement.
- c. Pembentukan pada daerah bercuaca panas.

5. Tipe 5

Semen Portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan yang sangat tahan terhadap sulfat. Penggunaan semen jenis ini sama dengan pada penggunaan semen jenis II dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat.

2.3 Pasir

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran Batako yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). Pasir umumnya terdapat disungai-sungai yang besar. Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat sesuai dengan SNI yang ditentukan.

Syarat-syarat untuk pasir adalah sebagai berikut:

- a. Butir-butir pasir harus lolos saringan no. 4,75 dan tertahan pada saringan no. 200.
- b. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (persentase berat dalam keadaan kering).
- c. Tidak boleh mengandung bahan organik, garam, minyak, dan sebagainya.

Pasir untuk pembuatan adukan harus memenuhi persyaratan diatas, selain pasir alam (dari sungai atau galian dalam tanah) terdapat pula pasir buatan yang

dihasilkan dari batu yang dihaluskan dengan mesin pemecah batu, dari terak dapur tinggi yang dipecah-pecah dengan suatu proses (Marbun, 2016).

1. Pasir Galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dalam sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butirnya agak kurang karena butir yang bulat, karena ukuran butirannya kecil, maka baik dipakai untuk memplester tembok juga untuk keperluan lain.

3. Pasir Laut

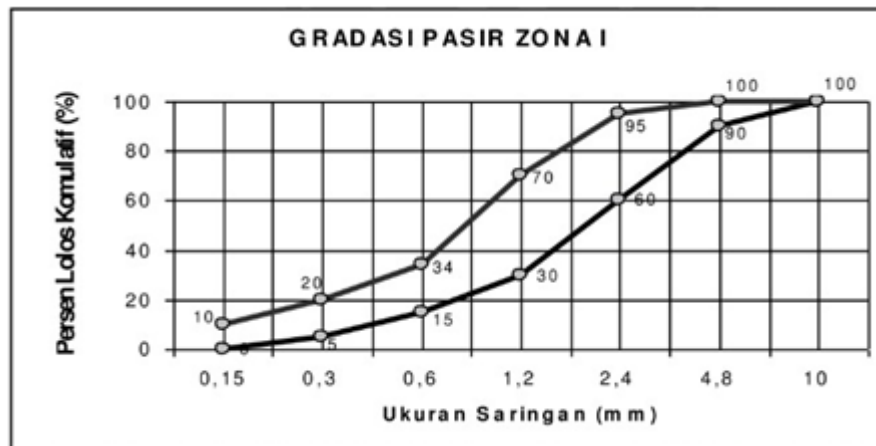
Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam.

Gradasi agregat halus di kelompokkan menjadi empat kelas, yaitu kelas I (kasar), kelas II (agak kasar), kelas III (agak halus) dan kelas IV (halus) (Mulyono, 2003). Tabel batas gradasi agregat halus dan grafik dapat dilihat di Tabel 2.2 dan Gambar 2.3 s/d 2.6. Agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.7.

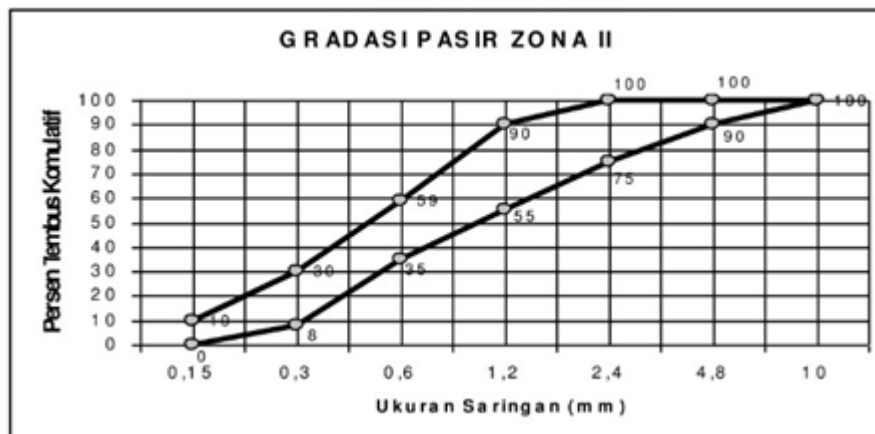
Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan	Persen Berat yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
9,5	100	100	100	100
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

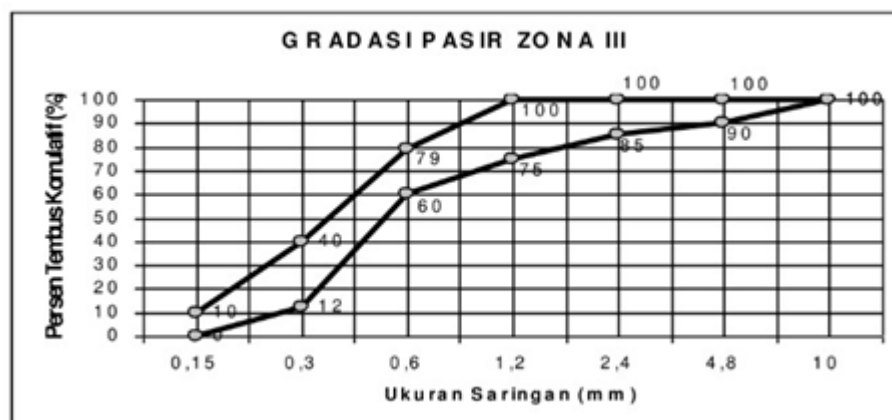
(Sumber: Mulyono 2003)



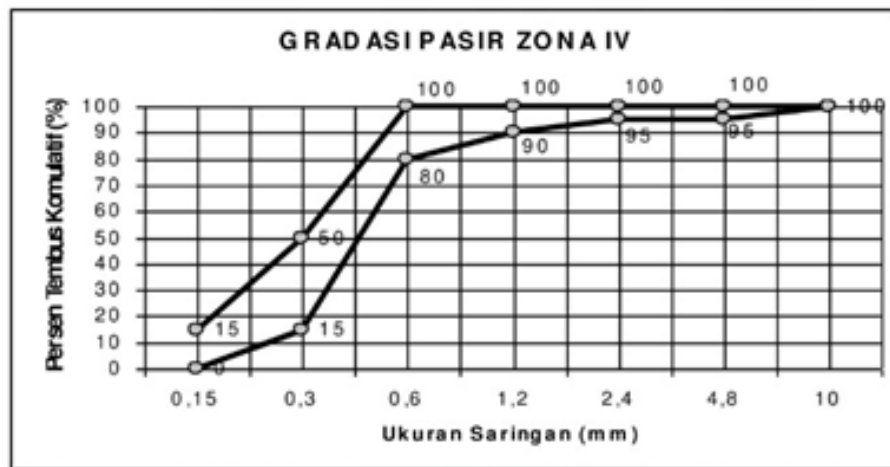
Gambar 2. 3 Daerah Gradasi Pasir Kasar
(Sumber: Mulyono 2003)



Gambar 2. 4 Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar
(Sumber: Mulyono 2003)



Gambar 2. 5 Daerah Gradasi Pasir Agak Halus
(Sumber: Mulyono 2003)



Gambar 2. 6 Daerah Gradasi Pasir Halus
(Sumber: Mulyono 2003)

2.4 Abu Batu Bara

Abu batu bara adalah abu yang di hasilkan dari sisa pembakaran batu bara. Abu batu bara dibedakan menjadi dua jenis yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*), pada penelitian ini di gunakan abu terbang (*fly ash*) dikarenakan abu terbang memiliki sifat pozolan dengan kandungan silikat dan aluminat yang tinggi sehingga dapat bereaksi dengan air dan kapur sehingga dapat berubah menjadi masa padat (Nugroho, S. 2003).

Fungsi *fly ash* pada batako sebagai bahan adiktif dalam pembuatan batako yang akan menambah internal kohesi dan menurangi porositas pada daerah terkecil dalam batako. Adapun *fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Perusahaan yang berlokasi di kota Bandar Lampung. (Tjokrodimulyo, 1996).

2.5 Air

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton maupun batako. Fungsi air dalam pembuatan batako adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antar semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Air harus bersih dan bebas dari minyak, kandungan garam, lumpur, bahan organik, atau kotoran lain seperti lempung dan lempung halus. Adapun air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Fasilitas Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Teknokrat Indonesia.

2.6 Tahapan Pengujian Material Batako

Pengujian material Batako dilakukan untuk mengetahui berapa nilai berat jenis, kadar air, volume agregat halus, gradasi, dan waktu pengikatan semen dan abu batu bara. Adapun langkah – langkah pengujian material batako sebagai berikut.

2.6.1 Pengujian Gradasi Butiaran Agregat Halus

Pengujian ini adalah salah satu cara untuk mengetahui nilai variasi butiran suatu agregat yang bertujuan untuk mendapatkan distribusi besaran atau jumlah persentase butiran, baik agregat halus maupun kasar. Mengacu pada ASTM C33-03 agregat halus harus memiliki tidak lebih dari 45% melewati saringan apapun perhitungan analisis gradasi dapat dihitung dengan Persamaan 2.1.

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{\% \text{kumulatif tertinggal}}{100} \dots \dots \dots (2.1)$$

2.6.2 Pengujian Berat Jenis Pasir

Pengujian berat jenis pasir merupakan hal yang penting untuk mengetahui menetapkan besar komposisi volume agregat dalam adukan batako. Pengujian berat jenis agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 1970:2008 tentang cara uji berat jenis dan spesifikasi karakteristik agregat halus standar interval untuk berat jenis yaitu 1,6-3,3. Perhitungan berat jenis agregat dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2

$$\text{BJ Pasir} = \frac{W1}{(W1+W3-W2)} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

W1 = Berat Pasir SSD (gr)

W2 = Berat Pasir + picnometer + air (gr)

W3 = Berat picnometer + air (gr)

2.6.3 Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus didasari pada SNI 1970:2008 tentang Metode Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus. Penyerapan Air Agregat Halus adalah perbandingan antara berat agregat dalam kondisi kering terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Standar penyerapan air yaitu maksimal 3,5%. Perhitungan penyerapan agregat dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

W1 = Berat pasir awal SSD (gr)

W2 = Berat pasir kering oven (gr)

2.6.4 Pengujian Volume Agregat

Pengujian berat volume agregat ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. berdasarkan spesifikasi agregat halus standard SNI 03-1973-1990, interval untuk berat volume yaitu 1,4 – 1,9 kg Rumus pengujian berat volume agregat halus dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4.

$$\text{Berat volume/isi agregat} = \frac{W_3}{V} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

W1 = Berat Bejana

W2 = Berat bejana berisi benda uji

W3 = berat benda uji (W2-W1)

V = Volume/isi benda uji

2.6.5 Pengujian Kadar Lumpur

Kandungan lumpur yang berlebihan pada agregat akan mengurangi daya lekat agregat dengan pasta semen. Pemeriksaan kadar lumpur dengan bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar lumpur dalam pasir tersebut. Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus standar SNI 03-4428-1997, interval untuk kadar lumpur yaitu maksimal 5%. Perhitungan pengujian kadar lumpur dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.5

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{h}{H} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

h = Tinggi lumpur (mm)

H = Tinggi pasir (mm)

2.6.6 Pengujian Kandungan Zat Organik

Pengujian kandungan zat organik dalam pasir dilakukan untuk mengetahui pengaruh zat organik yang terkandung didalam pasir terhadap larutan NaOH 3% karena besar kecilnya presentase akan menghasilkan pengaruh warna yang berbeda. Metode pengujian ini membandingkan warna cairan yang terlihat dengan warna standar No. 3 (apakah lebih tua / muda).

2.6.7 Pengujian Waktu Pengikatan Semen

Pengujian waktu pengikatan Semen dilakukan untuk menentukan waktu pengikatan permulaan semen dan (dalam keadaan konsistensi normal) dengan alat *Vicat* atau *Gilmore*. Standar pengujian waktu ikat semen pada penelitian ini berdasarkan SNI 15-2049-2004 dengan syarat nilai konsistensi normal adalah apabila jarum penetrasi mencapai angka 10 ± 1 mm.

2.6.8 Pengujian Berat Jenis Semen dan Fly Ash

Pengujian berat jenis semen dan *fly ash* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan fisik semen maupun *fly ash* pengujian berat jenis semen dan *fly ash* sesuai SNI 15-2531-2015 dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.6.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{B}{(V_2 - V_1)} \times d \dots \dots \dots (2.6)$$

B = Berat benda uji (gram)

V₂ = Volume akhir (ml)

V₁ = Volume awal (ml)

d = Berat jenis air (gr)

2.7 Pengujian Kuat Tekan Menggunakan CTM

Pengujian pada Batako yang merupakan benda uji mengacu pada (SNI 03-0349-1989) yang menerangkan tentang metode pelaksanaan pengujian bata beton pada laboratorium. Pengujian yang dilakukan pada penelitian batako adalah uji kuat tekan. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan batako. Pengujian kuat tekan batako pada penelitian ini alat CTM (*Compression Testing Machine*). Kuat tekan batako dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.7.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots / \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

F = Beban Tekan (kg)

A = Luas Bidang Tekan (cm²)

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang menjadi referensi dan landasan teori dalam penyusunan tugas akhir ini. Berikut ini merupakan penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya :

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Pangestuti, E. K. 2011) yang berjudul “**Penambahan Limbah Abu Batu Bara Pada Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air**”. Hasil penelitian diperoleh untuk

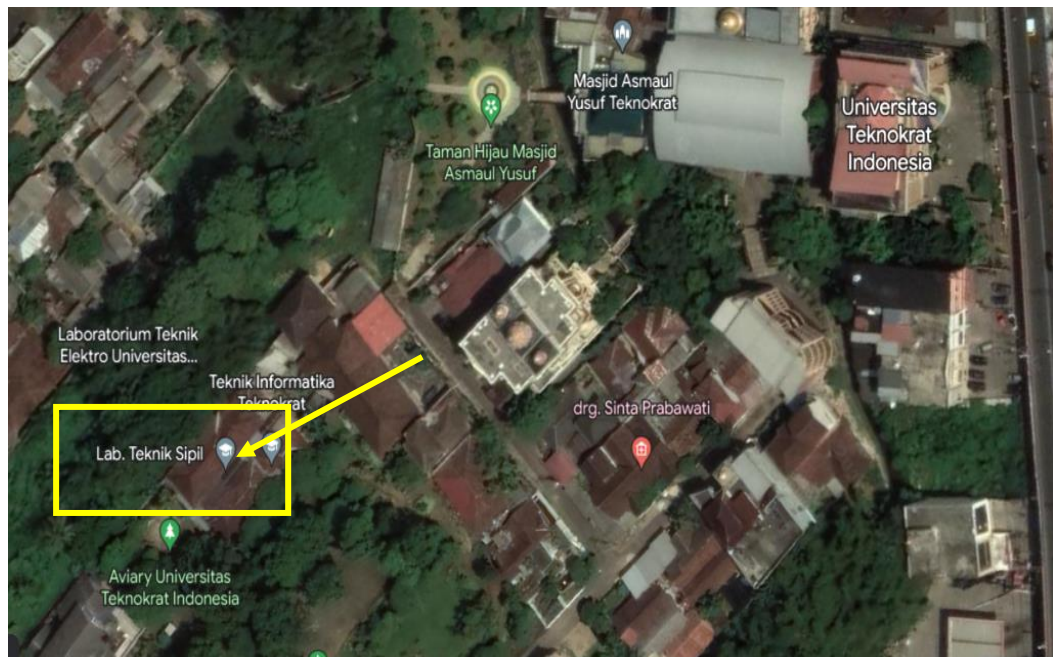
penggunaan 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 70% didapatkan hasil uji kuat tekan rata-rata umur 28 hari setiap komposisi campuran yaitu 0% sebesar 16.35 kg/cm², 10% sebesar 17.10 kg/cm², 20% sebesar 17.97 kg/cm², 30% sebesar 19.59 kg/cm², 40% sebesar 17.16 kg/cm², dan 70% sebesar 9.80 kg/cm². Dari hasil uji tekan umur 28 hari tersebut di dapat data uji kuat tekan optimum yaitu pada variasi 30%.

2. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hanif, R. 2019) yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Batako”**. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu untuk penggunaan 0%, 13%, 16%, 19%, 22%, 25% didapatkan hasil uji kuat tekan rata-rata umur 28 hari setiap komposisi campuran yaitu 0% sebesar 104.08 kg/cm², 13% sebesar 114.984 kg/cm², 16% sebesar 176.106 kg/cm², 19% sebesar 100.294 kg/cm², 22% sebesar 53.2 kg/cm², dan 25% sebesar 50.7736 kg/cm². Dari hasil uji tekan umur 28 hari tersebut di dapat data uji kuat tekan optimum yaitu pada variasi 16%.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

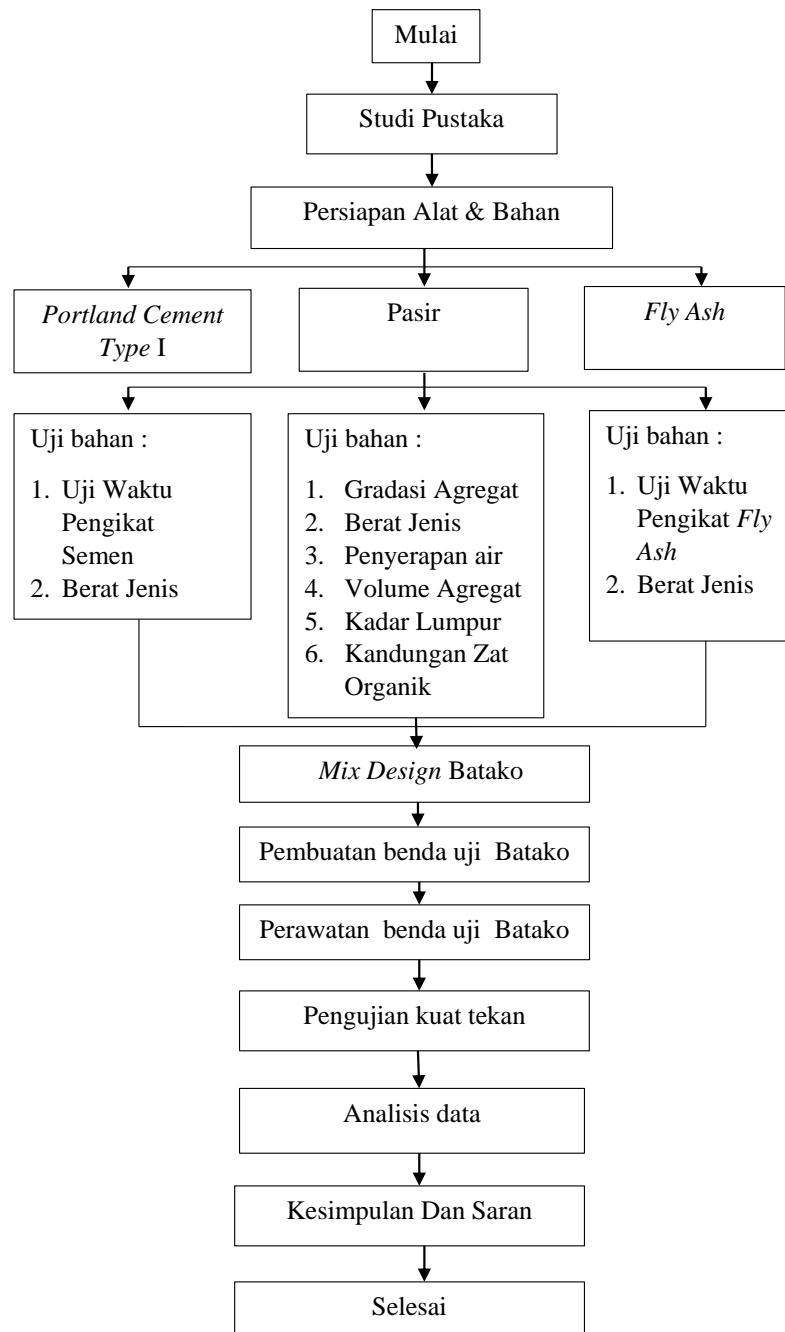
Pada penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Teknokrat Indonesia untuk pengujian karakteristik material, pembuatan benda uji, dan pengujian kuat tekan Batako juga dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Teknokrat Indonesia. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
(Sumber : *Google Maps*, 2023)

3.2 Bagan Alir Penelitian

Pada penelitian ini adapun tahapan prosedur pelaksanaan, alur penelitian di tunjukan pada bagan alur yang dapat di lihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat serta mengolah bahan penelitian (Mestika zed, 2003).

Studi pustaka ialah teknik pengumpulan data dengan melakukan penelaahan terhadap buku, literatur, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin di pecahkan (Nazir, M. 2003).

Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah pengujian dengan acuan SNI pengujian batako dan literatur yang berkaitan dengan batako maupun modul tentang tata cara pengujian material.

3.4 Pengujian Material Batako

Pengujian material merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas material, pada peneilitaian ini dilakukan tahapan pengujian material berupa kadar air agregat, berat jenis, kadar lumpur, analisa saringan, volume agregat, kandungan zat organik, uji waktu pengikatan, dan Berat Jenis semen maupun *fly ash*.

3.4.1. Pengujian Geradasi Agregat halus

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian geradasi agregat halus mengacu pada SNI 03-1968-1990.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini yaitu agegat halus sebanyak 1000 gram

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Timbangan.
- b. Oven.
- c. Mesin penggetar/penguncang ayakan (*sieve shake*).
- d. Cawan
- e. Satu Set Ayakan.
- f. Kuas.

3. Presedur Percobaan

Adapun langkah-langkah percobaan sebagai berikut:

- a. Benda uji keringkan di dalam oven dengan suhu ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- b. Menyusun saringan menurut ukuran diameter yang terbesar yang tesebar pada bagian atas dan diameter terkecil pada bagian bawah.
- c. Susunan saringan dan letakkan di atas alat penggetar.
- d. Memasukkan benda uji kedalam saringan.
- e. Hidupkan mesin *shieve shaker*/penguncang dan benda uji akan disaring selama 15 menit.
- f. Timbang benda uji yang tertahan tersebut dari masing-masing wadah/talam. Pada langkah ini harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak ada butiran agregat yang hilang.

3.4.2. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian kadar air agregat mengacu pada SNI 1970:2008.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Pasir sebanyak 1000 gram.
- b. Air.

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%.
- b. *Pycnometer*
- c. Kerucut Terpancung.
- d. Tongkat Pemasat.
- e. Saringan N0.4 (4,75 mm).
- f. Oven dengan pengatur suhu.
- g. Cawan.
- h. Corong.

3. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah :

- a. Keringkan benda uji dengan oven pada suhu (110 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ selama 24

- jam lalu dinginkan dan rendam dalam cawan selama 24 jam.
- b. Buang air rendaman benda uji secara hati – hati, agar tidak ada benda uji yang hilang.
 - c. Mengeringkan benda uji menggunakan oven.
 - d. Memasukkan sebagian benda uji kedalam kerucut pasir.
 - e. Melakukan pemadatan pada 3 lapisan, setiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan ketinggian jatuh tongkat pemadat ± 1 cm.
 - f. Ambil benda uji dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram, kemudian masukkan kedalam piknometer dan tambahkan air sampai kira – kira 90% kapasitas piknometer.
 - g. Menimbang *pycnometer* + air + sampel.
 - h. Mengeluarkan benda uji dari dalam tabung *pycnometer* kemudian masukkan ke dalam kontainer, lalu membuang air pada kontainer.
 - i. Memasukkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
 - j. Mengeluarkan benda uji dari dalam oven kemudian menimbangnya
 - k. Menimbang *pycnometer* + air sampai batas 500 cc.

3.4.3. Pengujian Penyerapan Air Agregat

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian kadar air agregat mengacu pada SNI 1970:2008.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini yaitu agregat halus sebanyak 1000 gram.

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam pengujian ini :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Oven dengan pengatur suhu.
- c. Cawan

3. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian ini adalah :

- a. Menimbang pasir sebanyak 1000 gram lalu memasukkannya ke dalam kontainer.

- b. Memasukkan benda uji kedalam oven dengan temperatur 105°C - 110°C selama 24 jam.
- c. Mengeluarkan benda uji dari dalam oven lalu diamkan selama beberapa menit agar benda uji mendingin, kemudian menimbang kembali benda uji.

3.4.4. Pengujian Volume Agregat Halus

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian kandungan zat organik pada pasir mengacu pada SNI 03-1973-1990.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan percobaan ini yaitu agregat halus kondisi SSD

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Bejana silinder 5 liter.
- b. Timbangan ketelitian 0,1 gram.
- c. Tongkat pemadat dari baja dengan panjang 60 cm dan diameter 15 mm dengan ujungnya tumpul atau bulat.
- d. Mistar perata.
- e. Kontainer.

3. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah :

- a. Timbang dan catat bejana (W_1).
- b. Masukkan benda uji ke dalam bejana.
- c. Menimbang berat bejana yang sudah berisi benda uji (W_2).
- d. Masukkan benda uji $1/3$ dari tinggi bejana, lalu memadatkan sebanyak 25 kali.
- e. Melakukan hal serupa untuk volume uji pada $2/3$ tinggi bejana dan kondisi penuh.
- f. Setelah penuh kemudian menimbang dan mencatat berat benda uji.
- g. Hitung benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)

3.4.5. Pengujian Kadar Lumpur

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian kadar air agregat mengacu pada SNI 03-4428-1997.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Pasir Sebanyak 450 cc atau 1200 gram.
- b. Air 400 ml.

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Gelas ukur dengan volume 500 ml.
- b. Saringan No 200.
- a. Kontainer atau wadah pencuci benda uji.
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.

3. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah :

- a. Gelas ukur diisi dengan pasir yang telah disediakan 130 cc.
- b. Kemudian ditambah dengan air sampai 200 cc.
- c. Tutup gelas ukur sampai rapat kemudian dikocok-kocok 60 kali.
- d. diamkan selama kurang lebih 1 jam.
- e. Hasil pengendapan lumpur yang berada diatas pasir.

3.4.6. Pengujian Kandungan Zat Organik

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian kandungan zat organik pada pasir mengacu pada SNI 2816:2004.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Pasir sebanyak 130 ml atau kurang lebih 1/3 botol (± 450 gram).
- b. Larutan NaOH 3% sebanyak 200 ml.

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Botol yang tidak berwarna dan memiliki tutup dari karet atau tempat wadah lainnya yang tidak larut jika dilarutkan NaOH.
- b. Kode warna standard.

c. Corong.

3. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam percobaan ini adalah :

- a. Memasukkan benda uji (pasir) ke dalam botol sebanyak 130 mL.
- b. Memasukkan larutan NaOH 3% sampai kira-kira 200 ml ke dalam botol yang sudah terisi benda uji. Kemudian menutup botol dan mengocok botol sampai benda uji tercampur menjadi satu, lalu diamkan benda uji selama 24 jam.
- c. Membandingkan warna cairan yang berada di dalam botol dengan warna standar pada kode warna setelah mendinginkan selama 24 jam.

3.4.7. Pengujian Waktu Pengikat Semen dan *Fly Ash*

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian waktu pengikat semen mengacu pada SNI 15-2049-2004.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Semen Portland (*Portland cement*)
- b. *fly ash*
- c. Air dengan temperatur ruang

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Alat atau wadah penumbuk
- b. Alat *Vicat* berkapasitas 400gram
- a. Alat jarum *Gilmore*

3. Prosedur Percobaan

Adapun langkah-langkah percobaan sebagai berikut:

- a. Buatlah pasta dengan mencampurkan 400 gram semen dengan air sebanyak 23-30% dari berat semen 100ml.
- b. Masukkan pasta kedalam alat *vicat* dan ratakan permukaan.
- c. Masukkan kedalam ruang yang lembab selama 30 menit.
- d. Kemudian tempatkan benda uji pada alat *Gilmore*.
- e. Turunkanlah jarum pada alat *Gilmore* hingga menyentuh permukaan pasta, catat hasil percobaan.

- f. Lepaskan skrup dan biarkan jarum jatuh ke permukaan pasta semen dan biarkan selama 30 menit. Baca dan catat angka pada *Gilmore*.
- g. Lakukan prosedur penetrasi (menjatuhkan jarum ke pasta semen) setiap 15 menit sekali dimulai dari menit ke 30.
- h. Lakukan percobaan segera setiap 15 menit dengan mengukur jarak antara penetrasi pada pasta tidak lebih dari 6,4 mm dan jarak dari cincin. Tidak boleh kurang dari 9,4 mm. Waktu pengikat tercapai apabila jarum tidak lagi membekas pada pasta semen.

3.4.8. Pengujian Berat Jenis Semen dan *Fly Ash*

Berikut ini merupakan bahan dan peralatan yang digunakan serta langkah-langkah pengujian berat jenis semen dan *fly ash* mengacu pada SNI 2531:2015.

1. Bahan

Adapun bahan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Semen Portland (*Portland cement*)
- b. *Fly Ash*
- c. Kerosin/minyak tanah

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam percobaan ini :

- a. Timbangan.
- b. Tabung *le chatelier*.
- c. Corong kaca.
- d. Spatula.
- e. ember.

3. Prosedur Percobaan

Adapun langkah-langkah percobaan sebagai berikut:

- a. Semen ditimbang sebanyak 64 gram
- b. Siapkan tabung *le chaterler* kemudian diisi minyak tanah sampai skala 0-1.
- c. Kemudian tabung direndam ke waterbath/ember yang berisi air selama ± 20 menit setelah direndam tabung ditimbang.
- d. Semen dimasukan dengan menggunakan corong kaca ke dalam tabung *le chaterlier*. Setelah semen dimasukkan, pasang penyumbat pada botol dan botol diputar atau digerakkan dengan perlahan untuk melepas udara yang

terperangkap dalam semen sampai tidak terlihat adanya gelembung udara yang muncul dipermukaan air. Jika semen telah dimasukkan, ketinggian cairan akan berada pada posisi akhir. Catat pembacaan terakhir setelah botol direndam.

- e. Kemudian tabung direndam kembali ke waterbath/ember sampai tidak jadi penurunan selama ± 20 menit setelah direndam tabung ditimbang.

3.6 *Mix Design* Batako

Perancangan campuran (*mix design*) merupakan upaya untuk menentukan besarnya jumlah material yang akan digunakan dalam adukan guna memperoleh kuat tekan rencana dan kemudahan kerja yang ditetapkan, (Alkhaly, Y. R. 2017). Pada umumnya bahan penyusun batako adalah semen sebagai perekat, agregat halus sebagai bahan pengisi, dan air sebagai pelarut. Pada sampel Batako dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari. Komposisi batako yang digunakan yaitu dengan rencana batako tipe 1 dengan mutu 100 kg/cm^2 . Bahan pengganti semen berupa *Fly Ash* menggunakan variasi campuran sebesar 0%, 20%, 40%, dan 60%. Adapun rincian variasi komposisi campuran Batako pada pengujian uji kuat tekan dengan menggunakan benda uji kubus berukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variasi Campuran Pengujian Kuat Tekan

No	Varisasi	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	0%	Kuat Tekan	5 buah
2	20%	Kuat Tekan	5 buah
3	40%	Kuat Tekan	5 buah
4	60%	Kuat Tekan	5 buah
Jumlah			20 buah

3.7 Pembuatan Benda Uji

Setelah melakukan *mix design* kemudian melakukan pembuatan Benda Uji dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Menimbang semen, pasir dan *fly ash* sesuai komposisi perencanaan campuran.
3. Menyiapkan cetakan batako dengan.
4. Pelat untuk tempat batako dipersiapkan.
5. Semua bahan-bahan dicampurkan, sesuai dengan komposisi campuran dan diaduk secara manual.
6. Air ditambahkan kedalam campuran sedikit demi sedikit secara merata dan sambil dilakukan pengadukan.
7. Setelah penambahan air, campuran tersebut diaduk kembali sampai benar-benar dalam keadaan homogen.
8. Kemudian bahan campuran ditampung dalam tempat penampung, setelah campuran berada di tempat penampung, campuran batako dimasukkan kedalam cetakan. Setelah itu dipadatkan menggunakan penumbuk.
9. Setelah selesai dicetak, Batako diangkat dari cetakan. Batako dibiarkan mengering sekitar 24 jam.

3.8 Perawatan Batako

perawatan beton atau batako curing adalah suatu langkah atau tindakan untuk memberikan kesempatan pada beton mengembangkan kekuatannya secara wajar dan sesempurna mungkin. Untuk tujuan tersebut maka suatu pekerjaan batako perlu dijaga agar permukaan batako segar selalu lembab, sejak adukan batako dipadatkan sampai batako dianggap cukup keras. Kelembaban batako itu harus dijaga agar proses hidrasi semen dapat terjadi dengan wajar dan berlangsung dengan sempurna. Adapun Proses perawatan batako pada penelitian ini akan dilakukan setelah batako yang telah dicetak didiamkan selama 24 jam, lalu Batako dilakukan perawatan dengan cara dimasukkan kedalam air selama 28 hari.

3.9 Pengujian Kuat Tekan Menggunakan CTM

Kuat tekan hancur adalah kemampuan untuk menahan gaya tekan, atau kemampuan maksimal dalam menahan beban yang menyebabkan kehancuran. Adapun langkah – langkah pengujian kuat tekan pada Batako sebagai berikut:

1. Menimbang dan mengukur benda uji.
2. Meletakkan benda uji pada mesin CTM (*Compression Testing Machine*) secara sentris..
3. Menghidupkan dan Menjalankan mesin CTM (*Compression Testing Machine*) dengan kecepatan penambahan beban yang konstan.
4. Melakukan pembacaan kala pada CTM (*Compression Testing Machine*) Ketika kondisi beban hancur (dalam satuan kN).
5. Menggambarkan pola retak benda uji.

Kuat tekan Batako dapat dihitung menggunakan rumus 3.1.

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{F}{A} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

F = Beban Tekan (kg)

A = Luas Bidang Tekan (cm²)

3.10 Syarat Fisik Batako

Dalam penelitian ini perlu dilakukan kegiatan pengamatan terhadap karakteristik batako, salah satu karakteristik yang diamati dalam penelitian ini yaitu syarat fisik batako untuk mengetahui penelitian batako ini masuk ke golongan berapa . Berikut adalah syarat fisik batako menurut SNI 03–0349 –1989 terlihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Syarat Fisik Batako

Syarat fisif	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata – rata min	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
3 Kuat tekan masing masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17

Sumber : SNI 03 – 0349 – 1989

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Mix Design Batako

Penelitian ini menggunakan perbandingan adukan sebagai penyusun batako dengan campuran adukan yaitu 1 PC : 5 PS dengan substitusi bahan pengganti semen berupa abu batu bara (*Fly Ash*) dengan variasi 0%, 20%, 40%, dan 60%. Volume rencana Mix Design dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 1 Rencana *Mix Design*

Variasi <i>Fly Ash</i>	Semen	Pasir
0%	1	5
20%	1	5
40%	1	5
60%	1	5

4.2.1. Perhitungan Kebutuhan Bahan

a. Volume benda uji = $P \times L \times T$
= 15 cm x 15 cm x 15 cm
= 3375 cm³

b. Kebutuhan pasir

Pasir = $\frac{5}{6} \times \text{Volume} \times \text{BJ Pasir}$
= $\frac{5}{6} \times 3375 \text{ cm}^3 \times 2,6055 \text{ gr/cm}^3$
= 7327,9688 gram

Untuk 5 benda uji = 7327,9688 x 5
= 36639,8440 gram
= 36,6398 kg

c. Kebutuhan semen

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= \frac{1}{6} \times \text{Volume} \times \text{Bj semen} \\
 &= \frac{1}{6} \times 3375\text{cm}^3 \times 3.09 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 1738,1250 \text{ gram} \\
 \text{Untuk 5 benda uji} &= 1738,1250 \text{ gram} \times 5 \\
 &= 88690,6250 \text{ gram} \\
 &= 8,6906 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

d. Kebutuhan *Fly Ash*

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Fly Ash } 20\% &= 20\% \times \text{berat semen} \\
 &= 20\% \times 1738,1250 \text{ gram} \\
 &= 347,6250 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 5 benda uji} &= 347,6250 \times 5 \\
 &= 1738,1250 \text{ gram} \\
 &= 1.7381 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Fly Ash } 40\% &= 40\% \times \text{berat semen} \\
 &= 40\% \times 1738,1250 \text{ gram} \\
 &= 695,25 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 5 benda uji} &= 695,25 \times 5 \\
 &= 3476,25 \text{ gram} \\
 &= 3,4763 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Fly Ash } 60\% &= 60\% \times \text{berat semen} \\
 &= 60\% \times 1738,1250 \text{ gram} \\
 &= 1042,8750 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 5 benda uji} &= 1042,8750 \times 5 \\
 &= 5214,3750 \text{ gram} \\
 &= 5,2144 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. Kebutuhan Air} &= \text{Fas} \times \text{jumlah semen} \\
 &= 0,4 \times 8,6906 \text{ kg} \\
 &= 3,4762 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

4.2 Hasil Pengujian Sampel Material

Berikut ini adalah hasil perhitungan pengujian sampel material batako yang telah diuji menurut prosedur pelaksanaan.

4.2.1. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan konstruksi Universitas Teknokrat Indonesia. Hasil Pemngamatan secara visual menunjukkan bahwa air tersebut baik digunakan dalam pembuatan batako karena air tersebut bersih,tidak berwarna, dan tidak berbau.

4.2.2. Semen

Semen merupakan sebagai bahan pengikat adukan batako. Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen yang diproduksi oleh PT.Semen Baturaja dalam kemasan 50 kg/zak. Dari hasil pengamatan secara viusal menunjukkan bahwa semen masih dalam keadaan baik, kemasan tertutup rapat, dan butiran partikel semen tidak ada yang menggumpal. Hasil pemeriksaan berat jenis semen dan waktu pengikat semen dapat dilihat dalam uraian berikut :

A. Berat Jenis Semen

Berikut ini adalah data hasil berat jenis semen yang telah diuji mengacu pada SNI 15-2531-2015.

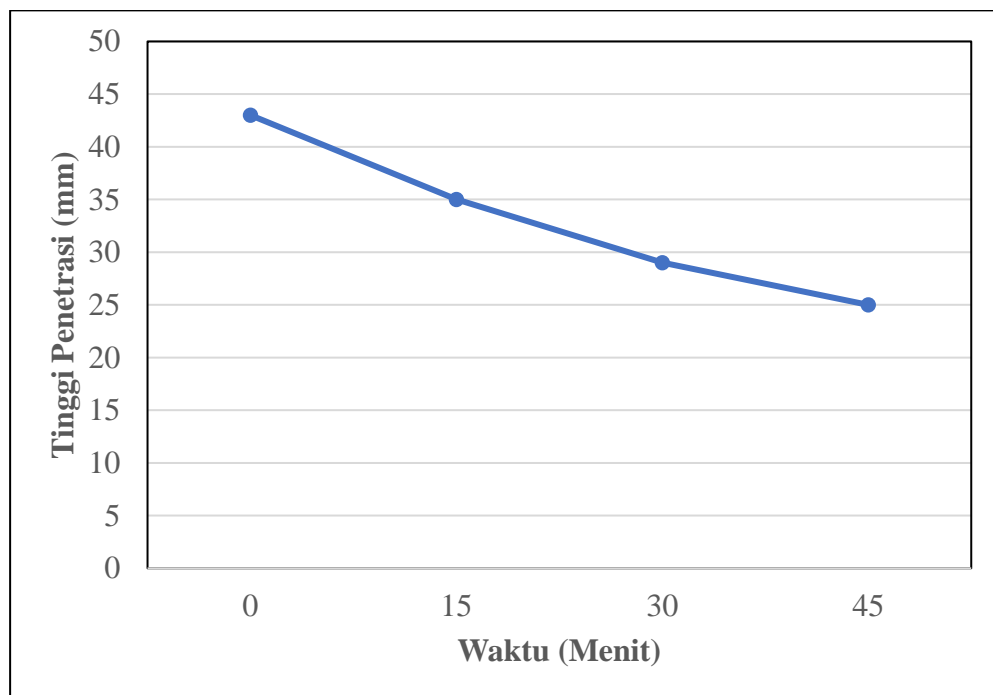
$$\begin{aligned}
 \text{Berat Benda Uji} &= 64 \text{ gram} \\
 \text{Volume Awal (V1)} &= 1 \text{ ml} \\
 \text{Volume Akhir (W2)} &= 21,4 \\
 \text{Berat Jenis Semen} &= \frac{\text{Berat Semen}}{(v2-v1)} \\
 &= \frac{64}{(21,4 - 1)} \\
 &= 3,09 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

B. Waktu Pengikat Semen

Berikut ini adalah data hasil pengujian waktu pengikat semen yang telah diuji. Hasil pengujian waktu pengikat semen di tunjukan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1

Tabel 4. 2 Hasil Uji Pengikat Semen

No	Waktu (Menit)	Tinggi Penetrasi (mm)
1	0	43
2	15	35
3	30	29
4	45	25



Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Waktu Ikat Semen

4.2.3. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Lampung Tengah. Pemeriksaan pasir meliputi pemeriksaan kadar air, berat jenis, kadar lumpur, kandungan zat organik, gradasi pasir. Hasil pemeriksaan terhadap pasir dapat dilihat dalam uraian berikut :

A. Gradasi Pasir

Berikut ini adalah data hasil Pengujian Gradasi Pasir yang telah diuji mengacu pada ASTM C33-03, perhitungan berat jenis pasir dapat dihitung menggunakan rumus 2.1. dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Gram)	Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Lolos (%)
9,5	1,80	0,21	0,21	99,79
4,75	7,60	0,87	1,07	98,93
2,36	6,00	0,69	1,76	98,24
1,18	213,90	24,45	26,21	73,79
0,6	253,30	28,96	55,17	44,83
0,3	182,20	20,83	76,00	24,00
0,15	147,80	16,90	92,90	7,10
Pan	62,10	7,10	100	0
Jumlah	874,70	100	353,33	

Perhitungan Analisa Saringan Pasir sebagai berikut :

1. No. Saringan 3/8" (9,5 mm)

$$\text{Tertinggal pada saringan} = 1,8 \text{ gram}$$

$$\text{Presentase tertinggal pada saringan} = \frac{1,8}{874,70} \times 100 \%$$

$$= 0,21 \%$$

$$\text{Presentase kumulatif tertinggal} = 0,21 \%$$

$$\text{Presentase kumulatif lolos} = 100 \% - 0,21 \%$$

$$= 99,79 \%$$

2. No. Saringan 4 (4,75 mm)

$$\text{Tertinggal pada saringan} = 7,60 \text{ gram}$$

$$\text{Presentase tertinggal pada saringan} = \frac{7,60}{874,70} \times 100 \%$$

$$= 0,87 \%$$

$$\text{Presentase kumulatif tertinggal} = 0,21 \% + 0,87 \%$$

$$= 1,07 \%$$

Presentase komulatif lolos	= 100 % - 1,07 %
	= 98,93 %
3. No. Saringan 8 (2,36 mm)	
Tertinggal pada saringan	= 6,00 gram
Presentase tertinggal pada saringan	= $\frac{6,00}{874,70} \times 100 \%$
	= 0,69 %
Presentase komulatif tertinggal	= 1,07 % + 0,69 %
	= 1,76 %
Presentase komulatif lolos	= 100 % - 1,76 %
	= 98,24 %
4. No. Saringan 16 (1,18 mm)	
Tertinggal pada saringan	= 213,90 gram
Presentase tertinggal pada saringan	= $\frac{213,90}{874,70} \times 100 \%$
	= 24,45 %
Presentase komulatif tertinggal	= 1,76 % + 24,45 %
	= 26,21 %
Presentase komulatif lolos	= 100 % - 26,21 %
	= 73,79 %
5. No. Saringan 30 (0,60 mm)	
Tertinggal pada saringan	= 253,30 gram
Presentase tertinggal pada saringan	= $\frac{253,30}{874,70} \times 100 \%$
	= 28,96 %
Presentase komulatif tertinggal	= 26,21 % + 28,96 %
	= 55,17 %

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif lolos} &= 100 \% - 55,17 \% \\ &= 44,83 \% \end{aligned}$$

6. No. Saringan 50 (0,30 mm)

$$\text{Tertinggal pada saringan} = 182,20 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase tertinggal pada saringan} &= \frac{182,20}{874,70} \times 100 \% \\ &= 20,83 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif tertinggal} &= 55,17 \% + 20,83 \% \\ &= 76 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif lolos} &= 100 \% - 76 \% \\ &= 24 \% \end{aligned}$$

7. No. Saringan 100 (0,15 mm)

$$\text{Tertinggal pada saringan} = 147,80 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase tertinggal pada saringan} &= \frac{147,80}{874,70} \times 100 \% \\ &= 16,90 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif tertinggal} &= 76 \% + 16,90 \% \\ &= 92,90 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif lolos} &= 100 \% - 92,90 \% \\ &= 7,10 \% \end{aligned}$$

8. Pan

$$\text{Tertinggal pada saringan} = 62,10 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase tertinggal pada saringan} &= \frac{62,10}{874,70} \times 100 \% \\ &= 7,10 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase komulatif tertinggal} &= 92,90 \% + 7,10 \% \\ &= 100 \% \end{aligned}$$

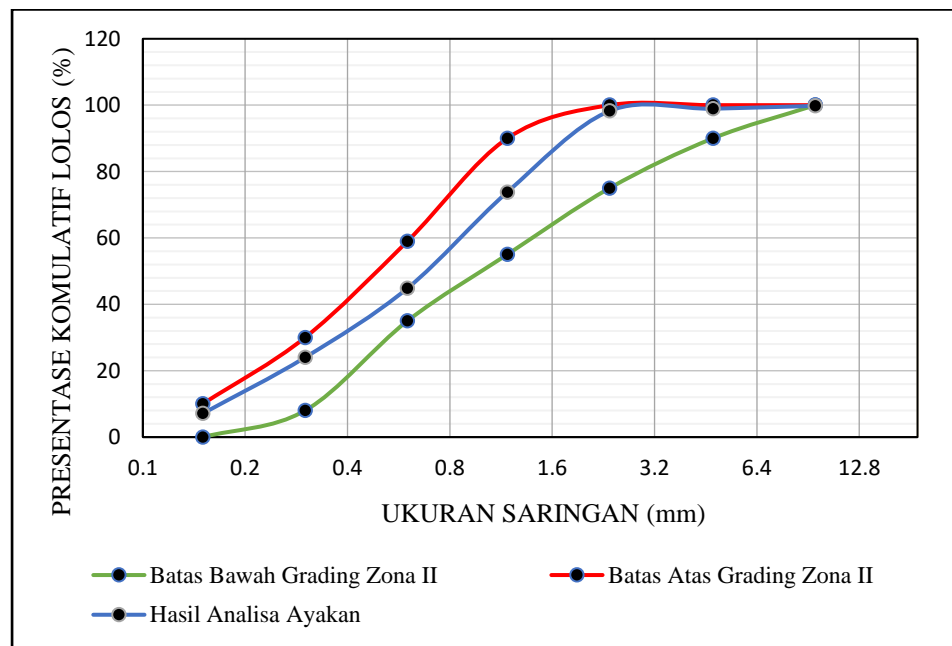
$$\text{Presentase komulatif lolos} = 100 \% - 100 \%$$

$$= 0 \%$$

$$\text{Angka Kehalusan} = \frac{\% \text{Komulatif Tertahan}}{100}$$

$$= \frac{353,33}{100} \%$$

$$= 3,533\%$$



Gambar 4. 2 Grafik Komulatif Analisis Gradasi Pasir

B. Berat Jenis Pasir

Berikut ini adalah data hasil pengujian berat jenis pasir yang telah diuji mengacu pada SNI 1970:2008, perhitungan berat jenis pasir dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2.

Diketahui :

$$\text{Berat Picnometer + Pasir + air (W2)} = 964,4 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Pasir SSD (W1)} = 500 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Picnometer + Air (W3)} = 656,3 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Jenis Pasir} = \frac{A}{(A + B - C)} \times 100\%$$

$$= \frac{500}{(500 + 656,3 - 964,4)}$$

$$\text{Berat Jenis Pasir} = 2,6055 \text{ gram}$$

C. Penyerapan Air Pasir

Berikut ini adalah data hasil pengujian kadar air pasir yang telah diuji mengacu pada SNI 1970:2008 perhitungan kadar air pasir dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3.

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air Pasir} &= \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100 \% \\ &= \frac{1000 - 983,9}{983,9} \times 100 \% \\ &= 1,63\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Hasil Prnyerapan Air

Berat Pasir Awal (W1)	1000
Berat Pasir Setelah Di Oven (W2)	983,9
Kadar Air (%)	1,63

D. Volume Agregat Halus

Berikut ini adalah data hasil pengujian volume agregat halus yang telah diuji mengacu pada SNI 03-1973-1990, perhitungan volume pasir dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4.

$$W_1 = 2,95 \text{ kg}$$

$$W_2 = 7,98 \text{ kg}$$

$$W_3 = W_2 - W_1$$

$$= 4,9$$

$$\text{Volume Bejana} = 3,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Volume agregat halus} = \frac{W_3}{V}$$

$$= \frac{4,9}{3,2}$$

$$= 1,5313 \text{ kg/cm}^3$$

E. Kadar Lumpur Dalam Pasir

Berikut ini adalah data hasil pengujian kadar lumpur dalam pasir yang telah diuji mengacu pada SNI 03-4428-1997, perhitungan kadar lumpur dalam pasir dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.5

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \frac{h}{H} \times 100 \% \\ &= \frac{3}{95} \times 100 \% \\ &= 3,16\% \end{aligned}$$

F. Kandungan Zat Organik

Berikut ini adalah data hasil pengujian kandungan zat organik yang telah diuji. Hasil Kandungan Zat organik pada pasir berada pada nomor 3 dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 hasil uji zat organik

4.2.4. Abu Batu Bara (*Fly Ash*)

Abu batu bara (*Fly Ash*) adalah sebagai bahan pengganti semen. Pada penelitian ini Pemeriksaan Abu batu bara (*Fly Ash*) meliputi pemeriksaan berat jenis dan tidak dilakukan pemeriksaan secara kimiawai yang dijelaskan sebagai berikut:

Berat Benda Uji = 64 gram

Volume Awal (V1) = 1 ml

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Akhir (W2)} &= 21,5 \\
 \text{Berat Jenis Semen} &= \frac{\text{Berat Semen}}{(v2-v1)} \\
 &= \frac{64}{(21,5 - 1)} \\
 &= 3,12 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

4.2.5. Pembahasan Pengujian Material Batako

Berdasarkan hasil pengujian material batako yang diuji di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Teknokrat Indonesia dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. Pengujian Berat Jenis Semen diperoleh hasil 3,09 gr/cm³, menunjukkan berat jenis semen memenuhi standar spesifikasi menurut SNI 15-2531-2015 yang diketahui standar berat jenis semen bekisar 3.20gr/cm³.
2. Pengujian Gradasi Pasir diperoleh hasil sebesar 3.5%, menunjukkan gradasi pasir memenuhi standar spesifikasi menurut SNI-T-15-1990-03 yang diketahui standar kehalusan pasir adalah antara 1,50-3,80 dan setelah dimasukan grafik pasir yang digunakan masuk dalam zona II.
3. Pengujian Berat Jenis Pasir diperoleh hasil sebesar 2,6055 gram menunjukkan berat jenis pasir memenuhi standar spesifikasi menurut SNI 1970:2008 yang diketahui standar berat jenis pasir adalah 1,6-3,3.
4. Pengujian Penyerapan Air Pasir diperoleh hasil sebesar 1,63% menunjukkan penyerapan air pasir memenuhi standar spesifikasi menurut SNI 1970:2008 yang diketahui standar penyerapan air pasir adalah maksimal 3.5% .
5. Pengujian Berat Volume Pasir diperoleh hasil sebesar 1,5313, menunjukkan berat volume pasir memenuhi standar spesifikasi menurut SNI 03-4804-1998 yang diketahui standar berat volume pasir adalah 1,4 – 1,9 gr/cm³.
6. Pengujian Kadar Lumpur Dalam Pasir diperoleh hasil sebesar 3,16%, menunjukkan kadar lumpur dalam pasir memenuhi standar spesifikasi menurut SNI 03-4428-1997 yang diketahui standar kadar lumpur dalam pasir maksimal adalah kurang dari 5%.s

7. Pengujian Kandungan Zat Organik Dalam Pasir diperoleh warna hasil akhir berada di nomor 3. Sesuai dengan standar SNI 2816:2014 syarat Kandungan Zat Organik Dalam Pasir berada pada No 1-3.

Tabel 4. 5 Pembahasan Pengujian Material Batako

Nama pengujian	Hasil Pengujian	Menurut SNI	Memenuhi Syarat	Tidak Memenuhi
Berat Jenis Semen	3,09 gr/cm ³	3,00 – 3,20 gr/cm ³	✓	
Analisis Gradasi pasir	3,5 %	1,50 – 3,80 %	✓	
Berat Jenis Pasir	2,6055 gram	1,6-3,3. gram	✓	
Penyerapan Air Pasir	1,63 %	3.5%	✓	
Kadar Lumpur	3,15 %	Max 5 %	✓	
Kandungan Organik	Nomor 3	Nomor 1 -3	✓	

4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako

Berikut ini adalah data hasil pengujian kuat tekan dari 5 benda uji setiap variasi nya yang di uji di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Teknokrat Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.5 s.d Tabel 4.8

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 0%

No Sampel	Massa (g)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Max (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	7150	225	241.37	10.73
2	7150	225	256.68	11.41
3	7250	225	239.82	10.66
4	6850	225	262.66	11.67
5	7300	225	232.20	10.32
Rata-rata			246.54	10.95

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 20%

No Sampel	Massa (g)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Max (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	7200	225	237.31	10.55
2	6700	225	174.94	7.78
3	7000	225	168.36	7.48
4	7100	225	225.74	10.03
5	6900	225	231.94	10.31
Rata-rata			207.658	9.23

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 40%

No Sampel	Massa (g)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Max (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	6800	225	227.79	10.12
2	6900	225	261.06	11.60
3	6950	225	278.76	12.39
4	6900	225	190.89	8.48
5	6750	225	230.27	10.23
Rata-rata			237.754	10.564

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako 60%

No Sampel	Massa (g)	Luas Penampang (mm ²)	Beban Max (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	7100	225	230.84	10.26
2	6900	225	190.65	8.47
3	6850	225	189.82	8.44
4	7100	225	200.74	8.92
5	6700	225	157.96	7.02
Rata-rata			194.002	8.622

Perhitungan :

Sebagai contoh diambil hasil pengujian pada sampel 1 variasi 0% dan 40% :

A. Perhitungan Sampel 1 Variasi 0%

Lebar (l) = 15 cm

Panjang (p) = 15 cm

Beban Maksimum (f) = 241.37 kN

Luas penampang (A) = p x l

$$\begin{aligned}
 &= 15 \times 15 \\
 &= 225 \text{ cm}^2 \\
 \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{241.37}{225} \\
 &= 1.0728 \text{ kN/cm}^2 \\
 &= 10.7280 \text{ MPa} \\
 &= 107.2800 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Sampel 1 Variasi 0%

$$\text{Lebar (l)} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang (p)} = 15 \text{ cm}$$

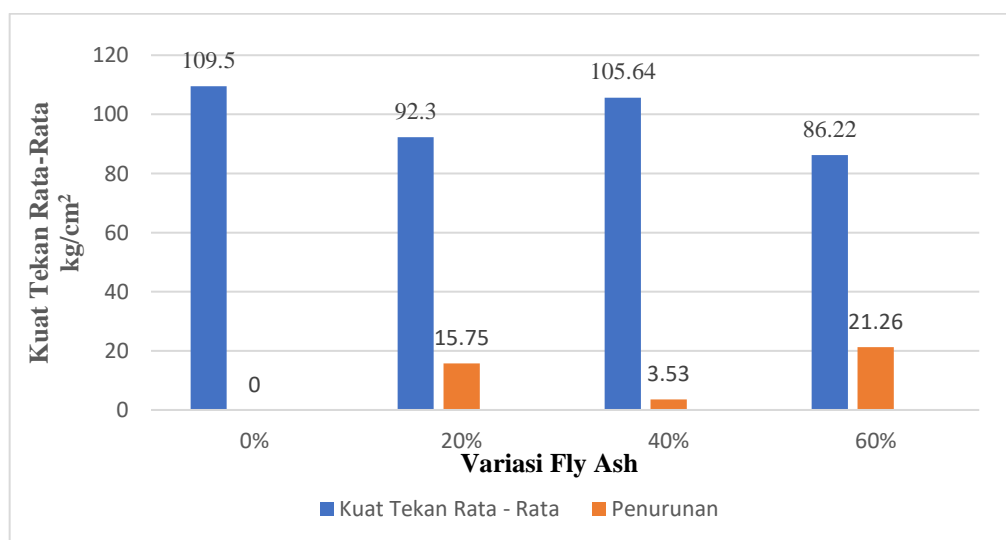
$$\text{Beban Maksimum (f)} = 241.37 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang (A)} &= p \times l \\
 &= 15 \times 15 \\
 &= 225 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tekan (f'c)} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{227.79}{225} \\
 &= 1.0124 \text{ kN/cm}^2 \\
 &= 10.1240 \text{ MPa} \\
 &= 101.2400 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan

Batako	Kuat Tekan Rata-Rata Kg/cm ²	Penurunan %	Spesifikasi
0%	109,5	0	Golongan I
20%	92,3	15,71	Golongan II
40%	105,64	3,53	Golongan I
60%	86,22	21,26	Golongan II



Gambar 4. 4 Grafik Kuat Tekan Batako

Dari perhitungan di atas diperoleh hasil uji kuat tekan batako dengan variasi 0%, 20%, 40%, dan 60% pada umur 28 hari. Nilai rata-rata maksimum penggunaan bahan pengganti semen berupa abu batu bara (*fly ash*) terjadi pada variasi 40% sebesar 105,64 Kg/cm² dengan penurunan dari variasi 0% sebesar 3,53% dan nilai rata rata minimum terjadi pada variasi 60% sebesar 86,22 Kg/cm² dengan penurunan dari variasi 0% sebesar 21,26%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh abu batu bara *Fly Ash* sebagai substitusi semen dalam pembuatan batako adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian Pengaruh Abu Batu Bara *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Batako didapatkan nilai kuat tekan rata - rata batako pada umur 28 hari dengan variasi *Fly Ash* 0% yaitu sebesar 109.5 Kg/cm² masuk katagori golongan I menurut SNI-03-0349-1989, pada variasi *Fly Ash* 20% yaitu sebesar 92.3 Kg/cm² masuk katagori golongan II menurut SNI-03-0349-1989, pada variasi *Fly Ash* 40% sebesar 105,64 Kg/cm² masuk katagori golongan I menurut SNI-03-0349-1989, dan pada variasi *Fly Ash* 60% sebesar 86.22 Kg/cm² masuk katagori golongan II menurut SNI-03-0349-1989.
2. Nilai rata-rata maksimum penggunaan bahan pengganti semen berupa abu batu bara (*fly ash*) terjadi pada variasi 40% sebesar 105,64 Kg/cm² dengan penurunan dari variasi 0% sebesar 3,53%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaruh abu batu bara terhadap kuat tekan batako, adapun saran yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada proses pembuatan benda uji perlu diperhatikan pada proses pencampuran material agar didapatkan hasil campuran yang homogen.
2. Pada proses pembuatan benda uji perlu diperhatikan pada proses pemadatan material agar didapatkan nilai kuat tekan yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhaly, Y.R. (2017). Penerapan Metode Modified Andreasen Packing Model Pada Rancangan Campuran Beton Normal. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- Andrian, P. (2022). Pengaruh Fly Ash Pada Batako Terhadap Kuat Tekan. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Ariyanti. (2018). Pengaruh Penggunaan Abu Batu Bara dalam Campuran Batako. Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
- ASTM International - ASTM C33-03 "Standard Specification for Concrete Aggregate". Annual Books of ASTM Standards USA.
- Badan Standart Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989 Bata Beton Untuk Pasangan Dinding: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 1990. SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 1990. SNI 03-1973-1990 Metode Pengujian Berat Isi Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standart Nasional. 1991. SNI 15-2531-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standart Nasional. 1997. SNI 03-4428-1997 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 2002. SNI-03-6820-2002 Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 2004. SNI-15-2049-2004 Sement Portland. Jakarta Badan Standarisasi Nasional.

- Badan Standart Nasional. 2008. SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 2013. SNI-7974-2013 Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulis. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standart Nasional. 2015. SNI 15-2531-2015 Metode Uji Densitas Semen Hidraulis. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Hanif, R. (2019). Pengaruh Penambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Batako.
- Hermanto, D. (2014). Kuat Tekan Batako Dengan Variasi Bahan Tambah Serat Ijuk. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Marbun, (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Padi Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Batako Ringan.
- Mestika, Zed. (2003). Jurnal Menganai Pengertian Studi Pustaka dan Ciri-cirinya dalam Penelitian.
- Mulyono, T. (2003). Teknologi Beton. Penerbit Andi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nazir, M. (2003). Jurnal Menganai Metode Penelitian dan Ciri-cirinya dalam Penelitian. Jakarta Ghalia Indonesia.
- Nugroho, S. (2003). Pengaruh Penambahan *Fly Ash* (Abu Terbang) Pada campuran beton curing dengan suhu 80°C (selama 12 jam) ditinjau dari kuat tekan beton.
- Palulun, L. N. (2020). Nilai Kuat Tekan Batako Berbahan Abu dan Serat Ampas Tebu. Departemen Arsitektur Fakultas Trknik Universitas Hasanuddin.
- Pangestuti, E. K (2011). Penambahan Limbah Abu Batu Bara Pada Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Tjokrodimulyo, (1996). Teknologi Beton. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

LAMPIRAN