

**ANALISIS PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON  
NORMAL DAN BETON RINGAN SETELAH PROSES  
PERENDAMAN MENGGUNAKAN ASAM SULFAT &  
AIR PAYAU**

**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program  
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti**



**Oleh :**

**HIRAS SIAGIAN**

**NPM. 1902210037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK  
SIPIIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Hira Sloglan  
NIM : 192210837  
Program Studi : Teknik Sipil  
Program : Strata I ( S1 )  
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Ringan Setelah Proses Perendaman Menggunakan Asam Sulfat & Air Payau.

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

19/04/23


Ani Firda S.T.,M.T  
NIDN : 0020117701

Yules Pramono Zulkarnain S.T.,M.T  
NIDN : 0023077301

Mengetahui :

 Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T.,M.M  
NIDN : 0218126201

  
Revi Andayani, S.T., M.T  
NIDN : 0003067801

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Hiras Siagian  
NPM : 1902210037  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Ringan Setelah Proses Perendaman Menggunakan Asam Sulfat & Air Payau.

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa,

1. Skripsi dengan judul tersebut diatas adalah murni hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 yang berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan gelar akademik profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 (dua) terbukti merupakan jiplakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 tahun/ atau pidana denda paling banyak Rp.200.000.000,- (Dua ratus juta rupiah).

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, 30 Maret 2023



(Hiras Siagian)

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto:**

*“Tidak ada kata tidak mungkin, sebelum kamu sempat mencobanya. fokuslah untuk mencapai tujuanmu.”*

### **Persembahan:**

1. Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunianya sehingga karya ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Kiranya keberhasilan penulisan skripsi ini dapat menjadi langkah awal bagi saya di masa depan.
2. Untuk orang tua saya Mama tercinta dan Bapa Uda saya terimakasih atas doa dan nasehat nya selama ini sehingga dapat menyelesaikan kuliah ini dengan baik. Dan persembahan ini juga saya berikan untuk mendiang Papa saya yang sudah di sorga.
3. Untuk kakak dan adik tercinta yang juga selalu mendukung setiap langkah, terima kasih atas doa dan supportnya selama kuliah ini.
4. Untuk kedua dosen pembimbing saya, ibu Ani Firda, S.T., M.T dan bapak Yules Pramona Zulkarnain, S.T., M.T terimakasih untuk waktu dan bimbingannya selama skripsi ini. Dan mohon maaf bila selama bimbingan ada perbuatan dan tutur kata saya yang tidak berkenan di hati bapak dan ibu pembimbing.

5. Terima Kasih kepada seluruh bapak/ibu dosen Teknik Sipil Universitas Tridinanti yang selalu membimbing dan mendidik saya.
6. Terima Kasih juga kepada saudara Anggi Aldisati, Erland, M.Yoga, Irfan, Triana yang telah membantu saya selama di LAB Beton.
7. Terima Kasih juga kepada rekan seperjuangan skripsi beton Supriyadi, Dea Oc, M. Arif, dan Alya.
8. Terima Kasih kepada teman-teman seperjuangan skripsi kepada Andika Manggala, M. Ridho, Aldi, Elfrida, Hamidah, Yuli, yang telah mensupport tenaga dan menyemangati selama pengerjaan skripsi ini dan kiranya untuk kita semua bisa sukses di masa yang akan datang.
9. Dan persembahan ini juga saya berikan kepada kedua alm. sahabat saya dari awal masuk kuliah teruntuk alm. Romy, dan alm. Rifki Pradiansyah. Terima Kasih untuk waktu suka duka nya selama masa perkuliahan kita.

### **ABSTRAK**

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan diberbagai bidang. Umumnya penggunaan beton dimulai dari konstruksi bawah dan konstruksi atas. Pada penggunaan konstruksi bawah, beton akan berada dalam lingkungan yang beragam, salah satunya adalah lingkungan agresif seperti air payau, rawa dan lain-lain. Untuk melihat pengaruh dari lingkungan agresif ini terhadap beton maka penelitian ini dilakukan proses perendaman beton dengan menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 1% dan 2% dari volume air serta perendaman dengan menggunakan air payau selama 28 hari. Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan benda uji slinder dengan diameter slinder 15 cm dan tinggi 30 cm.

Hasil pengujian didapatkan bahwa kuat tekan beton ringan dengan sulfat konsentrasi 1% mengalami penurunan sebesar 21,39% dari beton normal. Kuat tekan beton ringan dengan konsentrasi 2% mengalami penurunan sebesar 32,26% dari beton normal. Sedangkan kuat tekan dengan perendaman air payau mengalami penurunan sebesar 7,2% dari beton normal.

**Kata Kunci:** beton normal, beton ringan, asam sulfat, air payau

### ***ABSTRACT***

Concrete is one of the construction materials that is widely used in construction in various fields. Generally, the use of concrete starts from the bottom construction and the upper construction. In the use of lower construction, concrete will be in a diverse environment, one of which is an aggressive environment such as brackish water, swamps and others. To see the effect of this aggressive environment on concrete, this study carried out a concrete soaking process using sulfuric acid with a concentration of 1% and 2% of the volume of water and soaking using brackish water for 28 days. Furthermore, concrete compressive strength testing was carried out with a slender test specimen with a slender diameter of 15 cm and a height of 30 cm.

The test results found that the compressive strength of lightweight concrete with a sulfate concentration of 1% decreased by 21.39% from normal concrete. The compressive strength of lightweight concrete with a concentration of 2% decreased by 32.26% from normal concrete. While the compressive strength with brackish water immersion decreased by 7.2% from normal concrete.

**Keywords:** normal concrete, lightweight concrete, sulfuric acid, brackish water

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunianya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan judul :

**“ANALISIS PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON NORMAL DAN BETON RINGAN SETELAH PROSES PERENDAMAN MENGGUNAKAN ASAM SULFAT & AIR PAYAU”**. Adapun tujuan penulis skripsi adalah untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 pada jurusan Teknik Sipil Universitas Tridinanti.

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada Ibu Ani Firda , S.T., M.T selaku dosen pembimbing I dan Bapak Yules Pramona Zulkarnain, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang telah membantu serta membimbing dengan tulus dan ikhlas dalam pelaksanaan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yth. Ibu Dr. Ir.Hj. Nyimas Manisah, MP, Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Yth. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni,M.T,M.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Yth. Ibu Reni Andayani, ST.MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti
4. Yth. Seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Tridinanti Palembang atas ilmu yang telah diberikan.
5. Mama tercinta R.Pakpahan



6. Bapa Uda Roy H.Siagian
7. Kakak dan adik saya beserta keluarga besar F.B.Siagian
8. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2019 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridianti yang telah banyak menyumbangkan pikiran dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi, penulis menyadari masih banyak kekurangan untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini dikemudian hari. Akhirnya, hanya kepada Tuhan penulis berserah diri dan semoga Skripsi ini berguna bagi para pembaca dan terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Maret 2023  
Penulis

Hiras Siagian  
NPM. 1902210037

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	I
Lembar PENGESAHAN. ....	II
SURAT PERNYATAAN .....	III
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	IV
ABSTRAK.....	VI
Kata PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR .....	XIV
DAFTAR TABEL .....	XV
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dari penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian Beton .....	7
2.2. Syarat-syarat Campuran Beton.....	7
2.3. Sifat-sifat Beton.....	9
2.4. Jenis-Jenis Beton .....	9
2.5. Material Penyusun Beton .....	10
2.5.1 Semen Portland (PC).....	10
2.5.2 Agregat.....	11
2.5.3 Air .....	18
2.6 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	19
2.6.1. Sifat Fisik.....	19
2.6.2. Sifat Kimiawi.....	20
2.7 Epoxy Resin .....	21
2.7.1. Karakteristik <i>Epoxy</i> .....	21
2.7.2. Polimer <i>Epoxy Resin</i> .....	22
2.7.3. Jenis Epoxy Resin .....	22
2.7.4. Hardener .....	23
2.8. Deskripsi Beton Ringan.....	23
2.9. Kuat Tekan Beton.....	24
2.10. Asam Sulfat .....	25

2.10.1. Faktor yang Mempengaruhi Serangan Sulfat .....	25
2.10.2. Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Beton Terhadap Sulfat .....	26
2.11. Air Payau .....	27
2.12. Uji Slump Beton ( <i>Concrete Slump Test</i> ).....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.3. Alat dan Bahan .....	34
3.3.1 Bahan.....	34
3.3.2 Alat.....	36
3.4 Pembuatan Agregat Ringan.....	44
3.5 Pengujian Material .....	45
3.5.1. Pengujian Material Agregat Halus.....	45
3.6 Desain Campuran Beton.....	49
3.7 Pengujian Slump.....	49
3.8 Pembuatan Benda Uji .....	50
3.9 Perendaman Asam Sulfat .....	52
3.10 Perendaman Air Payau .....	52
3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	52
3.12 Teknik Analisa Data.....	53

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1 Deskripsi Penelitian .....	54
4.2. Hasil Pengujian Bahan Dasar .....	55
4.2.1 Hasil Pengujian Agregat Halus .....	55
4.2.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....	56
4.3 Rencana Campuran.....	59
4.3.1 Job Mix Formula (JMF) Beton Ringan .....	59
4.4 Hasil Uji Slump Test .....	61
4.5 Proses Perendaman .....	62
4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	63
4.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal .....	63
4.6.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan .....	64
4.7 Analisis Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran .....	67

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelas dan Mutu Beton.....	10
Tabel 2.2	Batas Gradasi Agregat Halus.....	14
Tabel 2.3	Komposisi dan Klasifikasi <i>Fly Ash</i> .....	20
Tabel 2.4	Sifat mekanik <i>epoxy resin</i> .....	22
Tabel 2.5	Rekapan Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 3.1	Ukuran Cetakan Benda Uji.....	38
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Agregat Halus.....	55
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	56
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	57
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Agregat Ringan Buatan .....	57
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat kasar .....	58
Tabel 4.6	Kebutuhan Material per 1m.....	60
Tabel 4.7	Hasil Uji <i>Slump Test</i> Beton Normal .....	61
Tabel 4.8	Hasil Uji <i>Slump Test</i> Beton Ringan.....	62
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Dengan Berbagai Proses Perendaman.....	63
Tabel 4.10	. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Berbagai Proses Perendaman .....	64
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dan Ringan.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengaruh Jenis Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton.....	13
Gambar 3.1	Peta Lokasi Universitas Tridinanti Palembang.....	31
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahap Penelitian.....	32
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian`Laboratorium.....	33
Gambar 3.4	Semen Portland.....	34
Gambar 3.5	Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	35
Gambar 3.6	Epoxy Resin.....	35
Gambar 3.7	Hardener.....	36
Gambar 3.8	Ayakan atau Saringan.....	37
Gambar 3.9	Bekisting Silinder.....	37
Gambar 3.10	Timbangan Gantung Digital.....	38
Gambar 3.11	Timbangan.....	39
Gambar 3.12	Oven.....	39
Gambar 3.13	Alat Slump.....	41
Gambar 3.14	Mesin Los Angeles.....	41
Gambar 3.15	Mesin Kuat Tekan .....	42
Gambar 3.16	Mixer.....	43

Gambar 3.17	Cetakan Trigang.....	43
Gambar 4.1	Gambar Zona 4 .....	56
Gambar 4.2	Grafik Analisa saringan.....	58
Gambar 4.3	Hasil Pengujian Slump Beton Ringan.....	62
Gambar 4.4	Hasil Pengujian Slump Beton Normal.....	62
Gambar 4.5	Diagram Batang Kuat tekan Beton Normal.....	64
Gambar 4.6	Diagram Batang Kuat tekan Beton Ringan.....	64
Gambar 4.7	Diagram Batang Perbandingan Beton Normal dan Ringan.....	66





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia pembangunan dibidang struktur mengalami kemajuan yang cukup pesat, yang berlangsung diberbagai bidang misalnya jembatan, jalan, gedung-gedung, dan sebagainya. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan tersebut adalah beton.

Beton merupakan material yang terdiri dari semen, air , dan pasir. Beton memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan agregat lain antara lain, harganya yang murah,beton mudah dibentuk dan kuat terhadap tekan. Beton memiliki berat jenis yang cukup besar yaitu 2200 kg/m<sup>3</sup>-2400kg/m<sup>3</sup>,Sehingga mengakibatkan struktur menjadi berat. Untuk mengatasi masalah tersebut dibuatlah beton ringan.

Menurut SNI 2847:2019, beton ringan (*lightweight concrete*) adalah beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. sebagaimana ditetapkan oleh ASTM C567 antara 1440-1850 kg/m<sup>3</sup>. Didalam beton, agregat merupakan salah satu bagian yang dapat mempengaruhi sifat beton karena agregat menempati 60% - 80% total beton. Salah satu cara untuk memperoleh berat isi beton ringan yang sesuai dengan standarisasi yaitu dengan menggunakan agregat ringan sebagai agregat kasar beton. Agregat ringan dapat dibuat dengan campuran *fly ash* dan epoxy resin. Pemakaian beton ringan dapat meminimalisir penggunaan material-material yang lainnya. Penggunaan beton ringan bertujuan untuk mengurangi berat bangunan itu sendiri, tetapi masih dapat

menahan beban yang bekerja. Beton ringan pun mempunyai sejumlah kekurangan di antaranya, beton ringan mempunyai nilai kuat tekan yang terbatas yang akan berakibat juga pada ketahanan (durabilitas) dari beton ringan.

Beton juga digunakan sebagai infrastruktur untuk penyaluran air waduk dan keperluan irigasi serta beton juga berada di daerah industri dan lingkungan air laut. air sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, permukaan bumi lebih banyak terdapat kandungan air dari pada daratan. Ekosistem perairan umumnya terbagi menjadi ekosistem air tawar, air laut dan air payau. Kadar garam pada perairan payau tidak bisa ditebak, dikarenakan perairan payau sangat fluktuatif.

Struktur beton dapat dikatakan berada pada lingkungan agresif manakala beton terus-menerus berada dalam lingkungan air laut, tanah, asam, air payau dan kawasan industri dimana banyak terkandung sulfat, pemakaian struktur beton yang kontak langsung dengan senyawa asam sulfat dan air payau akan mempengaruhi kualitas kuat tekan beton karena asam sulfat dapat membuat beton menjadi korosi.

Sebagai contoh di Provinsi Sumatra Selatan sebagian besar daerah pasang surut, sehingga sebagian besar lahan tersebut mengalami genangan-genangan air, dan mengandung keasaman pada air tersebut. Yang mana kala kita mengetahui lingkungan agresif merupakan suatu keadaan dimana terdapat kandungan kimia dengan konsentrasi tertentu yang dapat mengganggu sifat fisik maupun sifat mekanik beton. Hal ini menyebabkan penurunan pada mutu beton dan dapat berakibat pada kerusakan struktur. Maka dari itu terkait penjelasan diatas, maka penulis ingin mengetahui nilai kuat tekan beton terhadap perendaman asam sulfat dan air payau.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka terdapat beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Berapa besar perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton ringan yang telah mengalami proses perendaman asam sulfat ?
2. Berapa besar perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton ringan yang telah mengalami proses perendaman air payau ?

## **1.3 Tujuan dari penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton ringan yang telah melalui proses perendaman asam sulfat ?
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton ringan yang telah melalui proses perendaman air payau ?

## **1.4 Batasan Penelitian**

Agar tidak terjadi perluasan masalah dan penelitian ini lebih terfokus pada rumusan masalah, maka perlu diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah semen Baturaja Portland Composite Cement (PCC) tipe 1.
2. Agregat kasar menggunakan agregat ringan buatan berbahan fly ash dan epoxy resin dengan perbandingan 70% :30%.
3. *Fly Ash* berasal dari PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.
4. Mutu beton rencana yaitu  $f'c = 30$  Mpa.

5. Cetakan untuk benda uji beton berbentuk silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm x 30 cm.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur adalah 28 hari.
7. Pengujian perendaman menggunakan asam sulfat dengan kadar 1% memiliki Ph 3,5, dan 2% memiliki Ph4 dengan lama rendam 28.
8. Pengujian perendaman menggunakan air payau dari Pelabuhan Sungsgang dengan Ph7,2 dengan lama perendaman 28 hari.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penyusunan penelitian ini diharapkan nantinya akan memberikan manfaat bagi semua pihak. Adapun manfaat yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengurangi jumlah pencemaran/polusi lingkungan.
2. Dengan memanfaatkan secara maksimal *fly ash* yang merupakan limbah pembakaran batubara sebagai agregat ringan buatan untuk campuran beton ringan, dapat meningkatkan mutu dan mengurangi biaya pembelian material dalam pembuatan beton ringan.
3. Menambah alternatif penggunaan material baru dalam pembuatan beton ringan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sebagai gambaran singkat penulis menguraikan sistematika yang menjelaskan keterkaitan antara bab dengan bab yang lainnya adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan, seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan yang menjelaskan secara singkat komposisi masing-masing bab yang ada pada penulisan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menyajikan beberapa teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, rumusan-rumusan dasar perhitungan, dan referensi/study desk.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Berisikan tentang bagan alir uraian data, metode yang digunakan terhadap data yang diperoleh serta batasan-batasan, asumsi yang digunakan, lokasi penelitian, waktu penelitian dan jadwal kegiatan.

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini berisikan informasi tentang menganalisa perhitungan ulang menggunakan metode-metode pilihan berdasarkan data-data yang telah ada. Bab ini akan dilanjutkan pada tahap berikutnya.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian secara singkat dan jelas sebagai jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian serta memberikan saran – saran sehubungan dengan analisis yang telah dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 226. (1988). *Use of Fly Ash in Concrete*.
- ACI Manual of concrete Practice 1993. (1993). *concrete Practice*.
- Ani Firda, A. S. (2022, 6). Artificial Aggregate Using Polymer Epoxy Resin and Fly Ash. 22.
- Ani Firda, Anis Saggaff, Hanafiah, Saloma. (2023, 1). Characteristic of Polymeric Lightweight Aggregate with Coal Fly Ash and Epoxy Resin for Manufacturing the Lightweight Concrete. *Civil Engineering and Architecture*, 473-485.
- Ani Firda, I. S. (2020, 5 31). Pengaruh Variasi Perendaman Beton Purun Tikus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Forum Mekanika*.
- Ani Firda, R. P. (2021, 6 30). Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) sebagai Material Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Ringan. *Jurnal Deformasi*, 1-8.
- Apriadi, A. (2021, 11 2). Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton Ringan Dengan Beton Normal.
- Asroni, A. (2010). *Balok dan Plat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- ASTM D1652-11. (2019). *Standard Test Method for Epoxy Content of Epoxy Resins*.
- Celvin, C. (2022, 4). Analisis Kuat Tekan Beton Ringan Setelah Menjalani Proses Pembakaran dan Perendaman Dengan Asam Sulfat.
- Cement Concrete & Aggregate Australia. (2002). *Sulfat-Resisting Cement And Concrete*.
- Christman, A. D. (2021, 11). Analisa Kuat Tekan Beton Ringan Menggunakan Agregat Ringan Buatan.
- Dian Pranata, J. A. (2021). Tingkat Ketahanan Dinding Bata Berbahan Dasar Limbah Plastik Terhadap Kebakaran .
- Djiwantoro, 2. ( 2001). *Pemanfaatan abu terbang batubara (fly ash) sebagai bahan bangunan*.
- dkk, H. (2008). *Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing*.
- Indra Syahrul Fuad, A. F. (2013). Pengaruh Penambahan Polypropylene Fibres Terhadap Proses Curing Menggunakan Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Pada Mutu Beton K-175. *Jurnal Desiminasi Teknologi Fakultas Teknik*.



- Mc Cormac, J. C. (2004). *Desain Beton Bertulang-Edisi* . Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, T. (2015). *Teknologi Beton*. Jakarta: Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ.
- Nono Suhana, A. M. (2017). Pengaruh Rendaman Air Asam Sulfat Pasca Curing Terhadap Kuat Tekan Beton. 42–49.
- Prawijaya, A. (2022, 10). Analisis kuat tekan dan kuat lentur beton ringan (lightweight concrete) menggunakan agregat ringan.
- Putri, F. D. (2022, 4). Analisis Kuat Tekan, Kekakuan (Stiffines) dan Keuletan (Toughness) Beton Ringan Menggunakan Agregat Ringan.
- Sandor, P. (1979). *Concrete-Making Materials Paperback*.
- Standar Nasional Indonesia 03-6468-2000. (2002). *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 03-6861.1-2002. (n.d.). *Persyaratan Air*.
- Standar Nasional Indonesia T-15-1991-03. (n.d.). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Sultan, M. A. (2021). Pengaruh rendaman asam terhadap kuat tekan beton dengan penambahan fly ash.
- Susilorini, K. d. (2011). *Durabilitas beton pasca bakar*.
- Tjokrodinuljo. (2009). *Teknologi beton*. Nafiri, t.th.
- Wang, C. K. (1992). *Concrete Design*. Mishawaka, USA: Addison-Wesley Educational Publishers.
- Young, J. a. (1981). *Concrete*. New Jersey: Prentice-Hall.