

TUGAS AKHIR

PENGARUH RENDAMAN AIR PAYAU TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON CAMPURAN FLY ASH

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :
Firdaus Yulian Dwi Dirgantara
NIM : 30201900091

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH RENAMAN AIR PAYAU TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON CAMPUIRAN FLY ASH



Firdaus Yulian Dwi Dirgantara.
NIM : 30201900091

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 27 November 2025

Tim Pengaji

Tanda Tangan

1. M. Rusli Ahyar, ST. M.Eng
NIDN: 0625059102

2. Eko Mulianwan Satrio, ST., MT
NIDN: 0610118101

27/11/25

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 08 / A.2 / SA – T / XI / 2025

Pada hari ini tanggal 27/11/2025 berdasarkan surat iiii putusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : M. Rusli Ahyar,ST. M.Eng
Jabatan Akademik : Lektor/Lektor Kepala/Guru Besar
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Firdaus Yulian Dwi Dirgantara.

NIM : 30201900091

Judul : Pengaruh Rendaman Air Payau Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Campuran Fly Ash.

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	15/04/2025	
2	Seminar Proposal	25/04/2025	ACC
3	Pengumpulan data	13/11/2025	
4	Analisis data	14/11/2025	
5	Penyusunan laporan	15/11/2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

M. Rusli Ahyar,ST. M.Eng

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Firdaus Yulian Dwi Dirgantara

NIM : 30201900091

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**PENGARUH RENDAMAN AIR PAYAU TERHADAP KUAT TEKAN
PADA BETON CAMPURAN FLY ASH**

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 27 November 2025

Yang membuat pernyataan,



Firdaus Yulian Dwi Dirgantara

NIM : 30201900091

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Firdaus Yulian Dwi Dirgantara
NIM : 30201900091
JUDUL TUGAS AKHIR : PENGARUH RENDAMAN AIR PAYAU TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON CAMPURAN FLY ASH

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 27 November 2025

Yang membuat pernyataan,



Firdaus Yulian Dwi Dirgantara

NIM : 30201900091

MOTTO

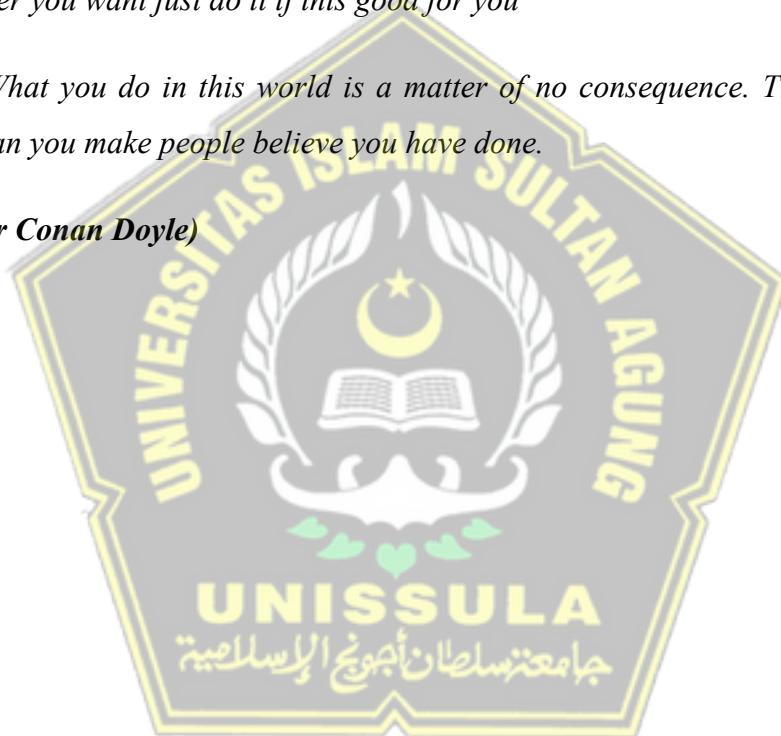
Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.

(Al-Imran : 110)

My motto is “When you can change your mind, you can change your life and whatever you want just do it if this good for you”

What you do in this world is a matter of no consequence. The question is what can you make people believe you have done.

(Arthur Conan Doyle)



PERSEMBAHAN

Allhamdulilah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Untuk Ayah saya Fatkun, saya berterimakasih atas ayah saya yang sudah memberikan banyak motivasi, dari awal mental down yang sapai tidak bisa berfikir untuk mengerjakan hal – hal yang lain sampai sekarang dan selesai mengerakan tugas akhir ini.
2. Untuk Ibu saya Fatma Permata Dewi, saya berterimakasih atas dorongan dan motivasi untuk segera selesai mengerjakan tugas akhir ini, dari saya melakukan banyak kesalahan tetapi ibu saya tetep support ke pada saya agar selesai mengerjakan tugas ini sampai akhir.
3. Untuk kakak saya Fatihah Mardiana Kartika Dewi, saya berterimakasih atas dorongan motivasi dan bantuan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, karena di saat saya bingung akan hal lain kakak saya siap untuk membantu.
4. Dan saya berterimakasih untuk teman teman komunitas saya yaitu “Mbooh” terlah memberikan saya support untuk mengerjakan tugas akhir ini sampai selesai.
5. Dan saya berterimakasih juga kepada adik tingkat saya yaitu wahyu Angkatan 21 dan Taufiq Angkatan 21 yang telah membantu saya di laboratorium beton.
6. Dan saya berterimakasih juga kepada Mas Kaisar dan Pak Budi yang telah membantu saya di laboratorium beton untuk menyelesaikan pembuatan beton.

Firdaus Yulian Dwi Dirgantara

NIM : 30201900091

KATA PENGANTAR

Contoh mukadimah dalam kata pengantar yang dapat digunakan. Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Rendaman Air Payau Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Campuran Fly Ash” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ucapan terima kasih diurutkan dari yang memiliki jabatan tertinggi hingga yang paling rendah. Contohnya bisa dilihat sebagai berikut.
2. Bapak M. Rusli Ahyar,ST. M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
3. Bapak M. Rusli Ahyar,ST. M.Eng selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Eko Milian Satrio,ST.,M.T selaku Dosen Pembanding yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, bulan, tahun

Penulis

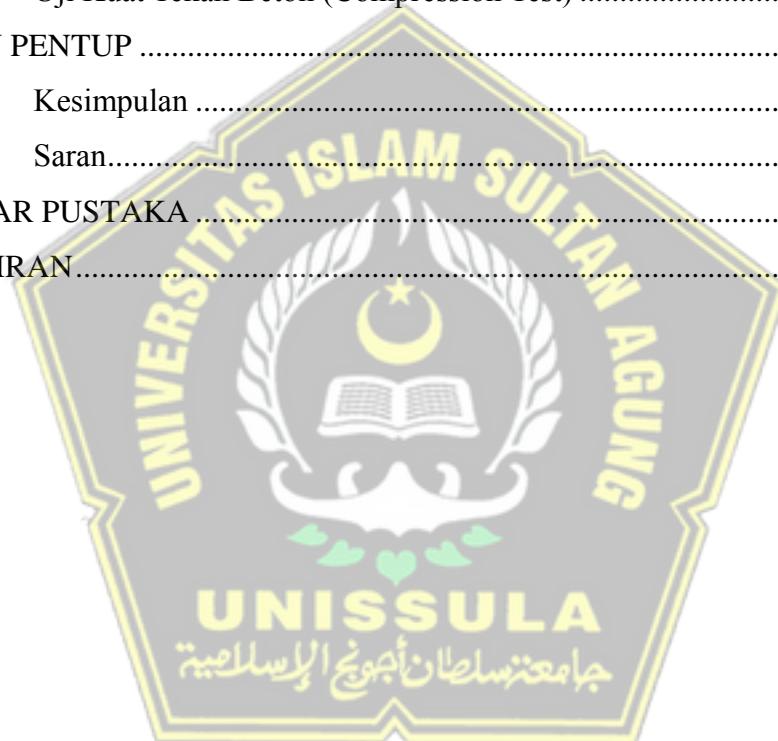
Firdaus Yulian Dwi Dirgantara

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Beton	4
2.1.1. Komposisi Beton	4
2.1.2. Jenis Beton.....	4
2.1.3. Kelebihan dan Kekurangan Beton	5
2.1.4. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Beton.....	5
2.2. Fly Ash dalam Beton.....	5
2.2.1. Pengertian Fly Ash	6
2.2.2. Jenis Fly Ash.....	6
2.2.3. Manfaat Penggunaan Fly Ash dalam Beton	7
2.2.4. Pengaruh Fly Ash terhadap Kuat Tekan Beton	7

2.2.5. Studi Terdahulu tentang Fly Ash dalam Beton.....	7
2.3. Pengaruh Media Perendaman terhadap Beton	8
2.3.1. Pengaruh Air Tawar terhadap Beton	8
2.3.2. Pengaruh Air Laut terhadap Beton	8
2.3.3. Pengaruh Air Payau terhadap Beton.....	9
2.3.4. Studi Terdahulu tentang Perendaman Beton	9
2.4. Sebagai Bahan Tambahan	9
2.4.1. Pengertian	10
2.4.2. Karakteristik	10
2.4.3. Manfaat Penggunaan dalam Beton	10
2.4.4. Studi Terdahulu tentang dalam Beton	11
2.5. Pengaruh Air Tawar dan Air Laut terhadap Beton	11
2.5.1. Air Tawar.....	11
2.5.2. Air Laut.....	11
2.6. Studi Terdahulu	12
2.6.1. Studi tentang Penggunaan Fly Ash dalam Beton	12
2.6.2. Studi tentang Penggunaan dalam Beton	12
2.6.3. Studi tentang Perbandingan Fly Ash dan dalam Beton	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1. Pendahuluan	14
3.2. Metode Penelitian.....	14
3.3. Variabel Penelitian.....	14
3.4. Sampel dan Bahan Penelitian.....	14
3.5. Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
3.6. Bahan Penelitian.....	15
3.7. Alat Penelitian.....	15
3.8. Desain Campuran Beton	16
3.9. Metode Pengujian	16
3.12.1. Uji Kuat Tekan Beton.....	16
3.12.2. Uji Permeabilitas Beton.....	16
3.12.3. Prosedur Penelitian	17
3.13. Mix Desain	17

3.14.1. Data Perencanaan.....	17
3.14.2. Langkah-Langkah Perancangan Campuran	18
3.15. Diagram Proses Penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Uji Kadar Lumpur pada Agregat Halus dan Kasar	20
4.2. Uji Sieve Analisis (Analisis Saringan).....	21
4.3. Proses Pencampuran Material Beton Menggunakan Mixer.....	23
4.4. Proses Perawatan Beton (Curing) di Air Tawar dan Air Payau.....	27
4.5. Analisis Hasil Pengujian Slump Test	30
4.6. Uji Kuat Tekan Beton (Compression Test)	34
BAB V PENTUP	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Desain Campuran Fly Ash	16
Tabel 3.2	Varian Fly Ash	18
Tabel 3.3	Komposisi Campuran Beton per 1 m ³	18
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Kasar	20
Tabel 4.2	Hasil Pengujian pada sieve analisis agregat halus	21
Tabel 4.3	Hasil Pengujian pada sieve analisis agregat kasar	22
Tabel 4.4	Komposisi Material Beton per 1 m ³	23
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Slump Beton dengan Variasi Fly Ash.....	30
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Air Tawar, 28 Hari).....	35
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Air Payau, 28 Hari)	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Proses Penelitian.....	19
Gambar 4.1	Grafik Rata – Rata Sieve Analisis Pada Agregat Halus	21
Gambar 4.2	Grafik Rata – Rata Sieve Analisis Pada Agregat Kasar	22
Gambar 4.3	Material yang Telah Ditimbang Sesuai Kebutuhan per 1 m ³ Beton.....	24
Gambar 4.4	Concrete Mixer yang Digunakan dalam Proses Pencampuran Beton.....	25
Gambar 4.5	Hasil Timbangan Pasir	26
Gambar 4.6	Hasil Timbangan Semen.....	26
Gambar 4.7	Hasil Timbangan Split.....	27
Gambar 4.8	Perendaman Air Tawar.....	28
Gambar 4.9	Perendaman Air Tawar Kedua	29
Gambar 4.10	Perendaman Air Payau	29
Gambar 4.11	Nilai Ph untuk air payau	30
Gambar 4.12	Uji slump dengan Fly Ash 0%.....	32
Gambar 4.13	Uji slump dengan Fly Ash 5%.....	32
Gambar 4.14	Uji slump dengan Fly Ash 10%.....	33
Gambar 4.15	Uji slump dengan Fly Ash 15%.....	34
Gambar 4.16	Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Tawar dan Air Payau.....	36
Gambar 4.17	Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Tawar.....	37
Gambar 4.18	Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Payau	37
Gambar 4.19	Hasil Uji Kuat Beton FA 0% dan 5%.....	38
Gambar 4.20	Hasil Uji Kuat Beton FA 10% dan FA 15%.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan	42
Lampiran 2. Proses Pembuatan Beton	44
Lampiran 3. Proses Uji Kuat Tekan Beton	47
Lampiran 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton	51



ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perendaman air payau terhadap kuat tekan beton dengan penambahan fly ash sebagai bahan substitusi sebagian semen. Penggunaan fly ash diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan dan ketahanan beton terhadap lingkungan yang mengandung kadar garam sedang. Variasi fly ash yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, kemudian dibandingkan untuk melihat performa terbaik pada dua jenis media perendaman, yaitu air tawar dan air payau.

Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan membuat benda uji silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Seluruh sampel melalui proses curing selama 28 hari sebelum direndam dalam media penelitian. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji tekan sesuai standar ASTM C39. Data hasil uji dianalisis untuk membandingkan pengaruh setiap variasi fly ash pada kedua kondisi perendaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fly ash memberikan peningkatan kuat tekan yang signifikan. Variasi fly ash 10% menjadi kadar optimal dengan kuat tekan tertinggi baik pada rendaman air tawar maupun air payau. Selain itu, pola retak pada seluruh sampel relatif sama, sehingga menunjukkan bahwa penambahan fly ash tidak menimbulkan perubahan signifikan terhadap mekanisme keruntuhan beton.

Kata kunci: Beton, fly ash, air payau, kuat tekan, curing



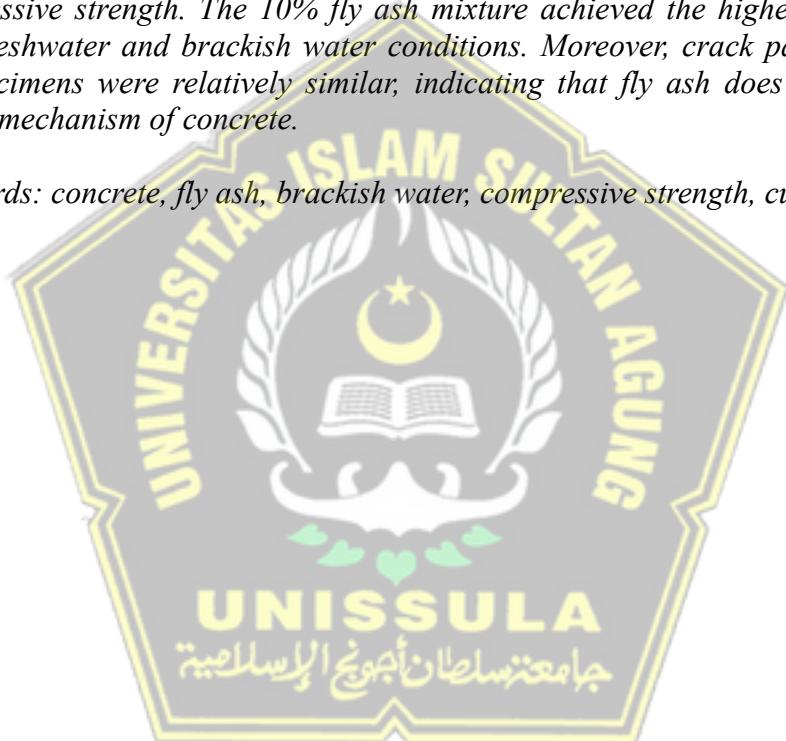
ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of brackish water immersion on the compressive strength of concrete containing fly ash as a partial cement replacement. The use of fly ash is expected to enhance strength and durability in environments with moderate salinity. Four variations—0%, 5%, 10%, and 15% fly ash—were tested and compared in two curing media: freshwater and brackish water.

The research employed an experimental approach using cylindrical concrete specimens measuring 15 × 30 cm. All samples underwent 28 days of curing before immersion in the two media. Compressive strength testing was performed in accordance with ASTM C39, and the results were analyzed to evaluate the influence of each fly ash variation under different immersion conditions.

The results indicate that the addition of fly ash significantly improves compressive strength. The 10% fly ash mixture achieved the highest strength in both freshwater and brackish water conditions. Moreover, crack patterns across all specimens were relatively similar, indicating that fly ash does not alter the failure mechanism of concrete.

Keywords: concrete, fly ash, brackish water, compressive strength, curing



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia terletak di antara 2 Samudra yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik selain itu juga terletak di antara pertemuan antara Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Hal tersebut ada beberapa keuntungan dan kerugian, untuk keuntungan oleh beberapa lempeng adalah tanah yang subur akibat letusan gunung berapi dan potensi mineral tambang yang melimpah. Namun, letak ini juga menyebabkan Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa bumi dan tsunami. Sedangkan untuk keuntungan yang diapit oleh 2 Samudra memberikan keuntungan strategis, terutama dalam hal perdagangan dan jalur transportasi internasional. Posisi ini menjadikan Indonesia sebagai persimpangan lalu lintas dunia, baik udara maupun laut. Selain itu, letak geografis ini juga memengaruhi iklim, sumber daya alam, dan keberagaman budaya di Indonesia.

Di Indonesia akhir – akhir ini, sering terjadi bencana alam berupa Banjir dan Gempa Bumi. Hal tersebut memberikan kerugian besar pada pemerintah dan masyarakat sekitar, di antaranya merusak sarana dan prasarana pemerintah dan masyarakat. Banyak bangunan – bangunan yang rusak akibat terjadinya bencana alam tersebut. Hal ini tentu perlu di atasi agar mengurangi kerugian di masa yang akan datang

Dari penjelasan perlu adanya solusi untuk mengurangi kerugian yang di akibatkan oleh Banji dan Gempa terutama di bagian konstruksi beton. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Rendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Campuran Fly Ash”, harapannya penelitian ini dapat bermanfaat untuk masyarakat dan pemerintah di masa yang akan datang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penilitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kuat tekan beton dengan rendaman air tawar?
2. Bagaimana kuat tekan beton dengan rendaman air payau?
3. Bagaimana perbandingan antara kuat tekan beton biasa dan beton dengan fly ash?

1.3. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari analisis perhitungan pada tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kuat tekan beton normal dan capuran fly ash dengan rendaman air tawar.
2. Menganalisis kuat tekan beton normal dan capuran fly ash dengan rendaman air payau.
3. Menganalisis kadar optimal fly ash pada campuran beton yang di rendam dengan air payau.

1.4. Batasan Masalah

Laporan Tugas Akhir ini difokuskan pada perbandingan mutu beton dengan penambahan fly ash yang direndam dalam media air tawar dan air Payau. Mengingat keterbatasan waktu, sumber daya, dan cakupan penelitian, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Media perendaman yang digunakan adalah air tawar dan air payau buatan sesuai standar ASTM D1141.
2. Pengujian yang dilakukan difokuskan pada kuat tekan beton pada umur 28 hari.
3. Persentase campuran fly ash yang digunakan ditentukan berdasarkan literatur terdahulu dan tidak dilakukan variasi lebih dari kadar yang ditentukan.

1.5. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu :

Bab I adalah pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang dilakukannya analisis, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penelitian.

Bab II menerangkan tinjauan pustaka yang menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan pokok pembahasan yang ditinjau berdasarkan literatur, hasil pengamatan dan pendapat para ahli untuk suatu kasus yang sama, serta penggunaan pedoman rumus atau perhitungan yang berlaku dalam analisis perhitungan permasalahan terkait.

Bab III berisi tentang metodologi dan asumsi tentang bagaimana permasalahan yang terkait dengan materi analisis perhitungan di tugas akhir ini akan dianalisis atau dicari solusi pemecahannya serta pengumpulan data, sumber data yang dipakai dalam analisis perhitungan tugas akhir ini. Harus dipahami sebelumnya bahwa materi analisis perhitungan dalam tugas akhir ini banyak yang mempunyai sifat *unpredictable* dan bersifat fenomenal, oleh sebab itu maka digunakan metode serta asumsi yang bersifat pendekatan hasil pengamatan.

Bab IV menyajikan tentang analisis perhitungan dan pembahasan permasalahan yang berkaitan dengan hasil analisis tersebut. Analisis pemecahan masalah dibuat berdasarkan data yang ada dan diambil dari hasil pengamatan secara langsung atau yang telah diambil oleh peneliti sebelumnya pada daerah penelitiannya dan masih tetap berlaku serta relevan sebagai bahan analisis perhitungan. Rumus yang dipakai untuk analisis pemecahan masalah adalah rumus sebagaimana diuraikan dalam tinjauan pustaka pada bab II, dan menggunakan metode serta asumsi sebagaimana yang diuraikan dalam bab III, dengan diberikan tambahan penjelasan bagaimana proses pembahasan tersebut telah dilakukan apabila hal dimaksud diperlukan.

Bab V berisi tentang kesimpulan dan saran atas hasil analisis perhitungan di bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton merupakan bahan bangunan komposit yang terdiri dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/batu pecah), air, dan bahan tambahan (admixture) jika diperlukan. Beton banyak digunakan karena memiliki keunggulan seperti kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan terhadap api, serta ketersediaan bahan baku yang melimpah.

Kekuatan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas dan proporsi bahan penyusun, proses pencampuran, pengecoran, pemasakan, serta proses curing. Salah satu parameter penting dalam menilai mutu beton adalah kuat tekan, yang umumnya diuji pada umur 28 hari.

2.1.1. Komposisi Beton

Komposisi utama beton terdiri dari:

1. Semen: Berfungsi sebagai bahan pengikat yang bereaksi dengan air untuk membentuk pasta yang mengikat agregat.
2. Agregat Halus: Biasanya berupa pasir, berfungsi untuk mengisi celah antara agregat kasar dan meningkatkan workability.
3. Agregat Kasar: Berupa kerikil atau batu pecah, memberikan kekuatan mekanik pada beton.
4. Air: Memicu reaksi hidrasi semen dan menentukan workability beton.
5. Bahan Tambahan (Admixture): Bisa berupa plastisizer, retarder, accelerators, atau bahan pozzolanik seperti fly ash dan untuk meningkatkan sifat beton.

2.1.2. Jenis Beton

Menurut Tjokrodimuljo (1996), beton dapat dikategorikan berdasarkan berat jenis dan penggunaannya:

1. Beton Normal: Memiliki berat jenis sekitar 2400 kg/m^3 dengan kuat tekan 15–40 MPa.
2. Beton Ringan: Berat jenisnya kurang dari 1800 kg/m^3 , digunakan untuk konstruksi yang membutuhkan bobot ringan.

3. Beton Berat: Menggunakan agregat khusus dengan berat jenis lebih dari 2800 kg/m³, sering digunakan dalam konstruksi perlindungan radiasi.
4. Beton Bertulang: Beton yang diperkuat dengan tulangan baja untuk meningkatkan kekuatan tarik.
5. Beton Prategang: Beton yang diberi tegangan awal untuk meningkatkan daya tahan terhadap beban.

2.1.3. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan Beton

1. Tahan terhadap tekanan tinggi.
2. Dapat dicetak dalam berbagai bentuk.
3. Biaya perawatan relatif rendah.
4. Tahan terhadap api dan cuaca ekstrem
5. Kekurangan Beton
6. Memiliki kuat tarik yang rendah, sehingga memerlukan tulangan.
7. Proses pengerasan membutuhkan waktu lama.
8. Berat, sehingga sulit untuk diaplikasikan dalam struktur ringan.

2.1.4. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Beton

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi kualitas beton antara lain:

1. Rasio air-semen: Semakin rendah rasio air-semen, semakin tinggi kuat tekan beton.
2. Jenis dan kualitas agregat: Agregat yang bersih dan berkualitas baik meningkatkan kekuatan beton.
3. Metode pencampuran dan curing: Proses pencampuran yang baik dan curing yang tepat meningkatkan durabilitas beton.
4. Penggunaan bahan tambahan: Fly ash dan superplastisizer dapat meningkatkan sifat mekanik dan durabilitas beton.

2.2. Fly Ash dalam Beton

Fly ash adalah bahan tambahan yang berasal dari hasil pembakaran batu bara dan sering digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam campuran beton. Fly ash memiliki beberapa manfaat, termasuk meningkatkan

workability, mengurangi panas hidrasi, dan meningkatkan durabilitas beton terhadap lingkungan yang agresif (Mehta & Monteiro, 2014).

Penggunaan fly ash dalam beton telah dikaji oleh berbagai penelitian sebelumnya. Menurut Malhotra dan Mehta (2002), fly ash dengan kadar tertentu dapat meningkatkan kuat tekan serta ketahanan beton terhadap lingkungan ekstrem, seperti perendaman dalam air payau.

2.2.1. Pengertian Fly Ash

Fly ash adalah material berbentuk serbuk halus yang merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara di pembangkit listrik tenaga uap. Fly ash termasuk dalam kategori bahan pozzolanik, yaitu material yang tidak memiliki sifat semen secara langsung tetapi dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam beton untuk membentuk senyawa yang meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton.

Menurut Malhotra & Ramezanianpour (2002), fly ash mengandung silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3), dan kalsium oksida (CaO), yang berkontribusi terhadap peningkatan sifat mekanik dan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif.

2.2.2. Jenis Fly Ash

Fly ash diklasifikasikan menjadi dua jenis utama berdasarkan komposisi kimianya:

1. Fly Ash Kelas F:

- Berasal dari pembakaran batu bara antrasit atau bituminus.
- Mengandung silika dan alumina tinggi dengan kandungan kalsium rendah.
- Cocok untuk meningkatkan durabilitas beton terhadap serangan sulfat dan ion klorida.

2. Fly Ash Kelas C:

- Berasal dari pembakaran batu bara sub-bituminus atau lignit.
- Mengandung kalsium oksida lebih tinggi, sehingga memiliki sifat semen sebagian.
- Dapat meningkatkan kuat tekan beton lebih cepat dibandingkan Fly Ash Kelas F.

2.2.3. Manfaat Penggunaan Fly Ash dalam Beton

Penggunaan fly ash dalam beton memiliki berbagai manfaat, antara lain:

- Meningkatkan Workability: Partikel halus fly ash berbentuk bola meningkatkan flowabilitas campuran beton.
- Mengurangi Panas Hidrasi: Fly ash memperlambat reaksi hidrasi semen, sehingga mengurangi risiko retak akibat panas.
- Meningkatkan Durabilitas: Beton dengan fly ash lebih tahan terhadap serangan kimia seperti ion klorida dan sulfat.
- Mengurangi Permeabilitas: Fly ash mengisi pori-pori dalam beton, sehingga mengurangi penetrasi air dan zat berbahaya.
- Mengurangi Penggunaan Semen: Fly ash dapat menggantikan sebagian semen, sehingga mengurangi emisi karbon dalam industri konstruksi.

2.2.4. Pengaruh Fly Ash terhadap Kuat Tekan Beton

Menurut penelitian oleh Bentz et al. (2013), penggunaan fly ash dalam beton dapat meningkatkan kuat tekan pada umur 28 hari, terutama jika dikombinasikan dengan bahan tambahan lain seperti .

Studi oleh Thomas et al. menunjukkan bahwa beton dengan fly ash 30–50% dari berat semen memiliki ketahanan lebih baik terhadap lingkungan agresif dibandingkan beton tanpa fly ash.

2.2.5. Studi Terdahulu tentang Fly Ash dalam Beton

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan fly ash dalam beton:

- Malhotra & Mehta (2002): Fly ash meningkatkan kuat tekan dan ketahanan beton terhadap lingkungan ekstrem.
- Bhanja & Sengupta (2003): Kombinasi fly ash dan meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan.
- Raj Premani (2017): Fly ash mengurangi dampak lingkungan dari limbah pembakaran batu bara.

2.3. Pengaruh Media Perendaman terhadap Beton

Beton yang terpapar lingkungan air tawar dan air payau mengalami perubahan sifat mekanik dan durabilitasnya. Menurut ASTM C1202 (Standard Test for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration), air laut dapat mempercepat proses penetrasi ion klorida ke dalam beton, yang berpotensi menyebabkan korosi pada tulangan baja dalam beton bertulang.

Sebaliknya, air tawar memiliki efek yang lebih minimal terhadap beton, tetapi tetap dapat menyebabkan degradasi seiring waktu tergantung pada komposisi mineralnya (Neville, 2011).

2.3.1. Pengaruh Air Tawar terhadap Beton

Air tawar umumnya memiliki dampak yang lebih minimal terhadap beton dibandingkan air laut atau air payau. Namun, tetap ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas beton dalam perendaman air tawar:

- Proses hidrasi semen: Air tawar membantu proses hidrasi semen yang berkontribusi terhadap peningkatan kuat tekan beton.
- Kandungan mineral dalam air: Air tawar yang mengandung mineral tertentu dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam beton, terutama jika terdapat ion kalsium dan magnesium.
- Durabilitas beton: Beton yang direndam dalam air tawar cenderung mengalami pengurangan porositas, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi air.

Menurut penelitian oleh Patrio et al. (2024), beton yang direndam dalam air tawar memiliki kuat tekan rata-rata 22,025 MPa, lebih tinggi dibandingkan beton yang direndam dalam air payau.

2.3.2. Pengaruh Air Laut terhadap Beton

Air laut memiliki dampak yang lebih agresif terhadap beton dibandingkan air tawar karena mengandung ion klorida dan sulfat yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan baja dalam beton bertulang. Dampak utama perendaman air laut terhadap beton meliputi:

- Korosi tulangan: Ion klorida dalam air laut dapat menembus beton dan menyebabkan korosi pada baja tulangan.
- Penurunan kuat tekan: Beton yang direndam dalam air laut mengalami penurunan kuat tekan seiring waktu. Penelitian oleh Irawan et al. (2023) menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang direndam dalam air laut selama 90 hari turun dari 22,27 MPa menjadi 16,10 MPa.
- Peningkatan permeabilitas: Air laut meningkatkan permeabilitas beton, yang dapat mempercepat degradasi struktur.

2.3.3. Pengaruh Air Payau terhadap Beton

Air payau merupakan campuran antara air tawar dan air laut, sehingga memiliki karakteristik yang berada di antara keduanya. Air payau mengandung garam dalam jumlah sedang, yang dapat mempengaruhi kuat tekan dan durabilitas beton.

Menurut penelitian oleh Reviandari (2021), beton yang direndam dalam air payau mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan beton yang direndam dalam air tawar. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton normal mencapai 15,392 MPa, sedangkan beton yang direndam dalam air payau hanya mencapai 13,654 MPa.

2.3.4. Studi Terdahulu tentang Perendaman Beton

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait pengaruh media perendaman terhadap beton:

- Irawan et al. (2023): Air laut menyebabkan penurunan kuat tekan beton dan meningkatkan permeabilitasnya.
- Patrio et al. (2024): Air tawar memiliki dampak lebih minimal terhadap beton dibandingkan air payau.
- Reviandari (2021): Air payau menyebabkan penurunan kuat tekan beton dibandingkan air tawar.

2.4. Sebagai Bahan Tambahan

Adalah bahan pozzolanik yang memiliki ukuran partikel sangat halus dan kandungan silika yang tinggi. sering digunakan dalam beton berkinerja tinggi

karena mampu meningkatkan kuat tekan serta ketahanan terhadap serangan kimia dan ion klorida (ACI Committee 234, 2006).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bentz et al. (2013), penambahan sebesar 5–10% dari berat semen mampu meningkatkan ketahanan beton terhadap perendaman dalam air laut, serta mengurangi porositas dan permeabilitasnya.

2.4.1. Pengertian

Adalah material berbentuk serbuk halus yang merupakan produk sampingan dari proses produksi ferrosilicon dan silikon metal dalam industri peleburan. memiliki kandungan silika amorf (SiO_2) yang sangat tinggi, biasanya lebih dari 85%, sehingga dikategorikan sebagai bahan pozzolanik.

Menurut penelitian oleh Davendra (2022), memiliki ukuran partikel yang sangat kecil, sekitar 0,1 mikron, yang membuatnya mampu mengisi pori-pori dalam beton dan meningkatkan kekuatan serta durabilitasnya.

2.4.2. Karakteristik

Memiliki beberapa karakteristik utama yang membuatnya unggul sebagai bahan tambahan dalam beton:

- **Ukuran Partikel Sangat Halus:** Memiliki ukuran partikel jauh lebih kecil dibandingkan semen, sehingga meningkatkan kepadatan beton.
- **Reaktivitas Tinggi:** Bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dalam beton untuk membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang meningkatkan kekuatan beton.
- **Meningkatkan Durabilitas:** Mengurangi permeabilitas beton terhadap air dan ion klorida, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap korosi tulangan.

2.4.3. Manfaat Penggunaan dalam Beton

Penggunaan dalam beton memberikan berbagai manfaat, antara lain:

- **Meningkatkan Kuat Tekan:** Penelitian oleh Tarru et al. (2021) menunjukkan bahwa penambahan 5–15% dalam beton dapat meningkatkan kuat tekan hingga 43,62 MPa pada umur 28 hari.
- **Mengurangi Permeabilitas:** mengisi pori-pori dalam beton, sehingga mengurangi penetrasi air dan zat berbahaya.

- Meningkatkan Ketahanan terhadap Korosi: Beton dengan lebih tahan terhadap serangan ion klorida dan sulfat, yang sering ditemukan dalam lingkungan laut.
- Mengurangi Retak akibat Panas Hidrasi: memperlambat reaksi hidrasi semen, sehingga mengurangi risiko retak akibat panas.

2.4.4. Studi Terdahulu tentang dalam Beton

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan dalam beton:

- Davendra (2022): meningkatkan kuat tekan beton mutu tinggi dan mengurangi permeabilitasnya.
- Tarru et al. (2021): Penambahan sebesar 5–15% meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan.
- Beel (2021): meningkatkan ketahanan beton terhadap karbonasi dan perembesan ion klorida.

2.5. Pengaruh Air Tawar dan Air Laut terhadap Beton

Air merupakan komponen penting dalam reaksi hidrasi semen. Kualitas air yang digunakan dalam pencampuran beton sangat memengaruhi kekuatan dan durabilitas beton. Secara umum, air yang digunakan harus bebas dari bahan-bahan yang dapat mengganggu proses hidrasi atau merusak produk hidrasi.

2.5.1. Air Tawar

Air tawar adalah jenis air yang biasa digunakan dalam campuran beton, yang tidak mengandung kadar garam tinggi. Air ini umumnya berasal dari sumur, sungai, atau PDAM, dan memenuhi standar mutu air untuk konstruksi.

2.5.2. Air Laut

Air laut mengandung garam-garam seperti natrium klorida (NaCl), magnesium sulfat (MgSO_4), dan kalsium sulfat (CaSO_4). Penggunaan air laut dalam beton dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam campuran dan mengakibatkan beberapa permasalahan, seperti:

- Korosi pada tulangan baja akibat penetrasi ion klorida.
- Reaksi kimia yang menurunkan kekuatan dan keawetan beton.

- Meningkatkan porositas beton jika tidak dikontrol dengan bahan tambah yang tepat.
- Namun, penggunaan bahan pozzolan seperti dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif seperti air laut dengan memperbaiki mikrostruktur beton dan mengurangi penetrasi ion-ion berbahaya.

2.6. Studi Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan fly ash dan dalam beton. Studi oleh Thomas et al. menunjukkan bahwa beton dengan kombinasi fly ash dan memiliki daya tahan yang lebih tinggi terhadap lingkungan agresif, dibandingkan beton biasa.

Selain itu, penelitian oleh Bhanja dan Sengupta mengungkapkan bahwa komposisi optimal dari bahan tambahan ini mampu meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan, terutama setelah perendaman dalam media berbeda seperti air laut dan air tawar.

2.6.1. Studi tentang Penggunaan Fly Ash dalam Beton

Fly ash telah banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam beton untuk meningkatkan kuat tekan dan durabilitasnya. Penelitian oleh Mukhamad Riski Maulana (2022) menunjukkan bahwa penggunaan fly ash sebagai pengganti sebagian semen dapat meningkatkan kuat tekan beton dan mengurangi dampak lingkungan dari produksi semen.

Selain itu, penelitian oleh Ade Okvianti Irlan et al. (2023) menemukan bahwa penambahan fly ash dalam beton berpori dapat meningkatkan kuat tekan hingga 34,5 MPa, serta mengurangi porositas dan permeabilitas beton.

2.6.2. Studi tentang Penggunaan dalam Beton

Dikenal sebagai bahan tambahan yang dapat meningkatkan kepadatan dan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif. Penelitian oleh Riska Putri Bintari Anggraini et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi fly ash dan dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap serapan air dan memperbaiki sifat mekaniknya.

Selain itu, penelitian oleh Beel (2021) menemukan bahwa meningkatkan ketahanan beton terhadap karbonasi dan perembesan ion klorida, yang sangat penting dalam konstruksi di lingkungan laut.

2.6.3. Studi tentang Perbandingan Fly Ash dan dalam Beton

Beberapa penelitian telah membandingkan efek fly ash dan dalam beton. Studi oleh Mukhamad Riski Maulana (2022) menemukan bahwa beton dengan kombinasi fly ash dan memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton tanpa bahan tambahan.

Persentase campuran fly ash dan yang digunakan ditentukan berdasarkan literatur terdahulu dan tidak dilakukan variasi lebih dari kadar yang ditentukan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Bab ini berisi metode dan pendekatan penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah serta mencapai tujuan penelitian. Metode yang diterapkan disusun secara sistematis agar hasil penelitian dapat diperoleh secara valid dan reliabel.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu dengan melakukan pengujian terhadap beton normal dan beton dengan fly ash serta yang direndam dalam media air tawar dan air payau.

Menurut Creswell (2014), metode eksperimental merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menguji variabel yang diberikan perlakuan tertentu dalam lingkungan terkontrol, sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara objektif.

3.3. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Variabel bebas: Komposisi beton dengan fly ash.
- Variabel terikat: Kuat tekan beton setelah perendaman dalam air tawar dan air payau.
- Variabel kontrol: Waktu perendaman, metode pencampuran beton, dan proses curing.

3.4. Sampel dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel beton dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Beton normal (tanpa bahan tambah)
- Beton dengan fly ash (optimal dicari) dari berat semen
- Beton dengan kombinasi fly ash.

- Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:
- Semen Portland Tipe I sesuai standar SNI 15-2049-2015
- Agregat halus dan agregat kasar sesuai standar ASTM C33
- Fly ash dari pembangkit listrik tenaga uap
- Air tawar dan air payau buatan sesuai standar ASTM D1141

3.5. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium pada periode bulan July hingga Agustus 2025. Kegiatan meliputi pembuatan benda uji, proses curing, dan pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.

- Tempat: Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung.
- Waktu: Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 2 bulan

3.6. Bahan Penelitian

Bahan – bahan penelitian yang akan digunakan dalam penelitian :

- Semen Portland (PPC) sesuai SNI 2049:2015.
- Agregat halus: Pasir bersih dari sungai lokal.
- Agregat kasar: Batu pecah bergradasi 10–20 mm.
- Air:
- Air tawar: air bersih dari PDAM atau sumur.
- Air payau: langsung dari belakang Fakultas Teknik.
- Fly Ash: Pozzolan buatan dengan kandungan $\text{SiO}_2 \geq 85\%$.
- Superplasticizer : Untuk menjaga workability pada campuran dengan Fly Ash tinggi.

3.7. Alat Penelitian

Alat – alat yang akan di gunakan dalam penelitian ada beberapa :

- Molen (mesin pencampur beton)
- Timbangan digital
- Cetakan silinder beton $\text{Ø}15 \times 30 \text{ cm}$
- Alat uji kuat tekan beton (compressive test machine)
- Ember, sekop, gelas ukur

3.8. Desain Campuran Beton

Campuran beton dirancang dengan mutu $f_c = 25$ MPa (K-250) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Penambahan fly ash dilakukan sebagai substitusi sebagian semen dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Rasio air-semen disesuaikan agar slump tetap dalam rentang 75–125 mm.

Tabel 3.1 Desain Campuran Fly Ash

Kode	Fly Ash (%)	Jenis Air	Jumlah benda uji
A1	0%	Tawar	3
A2	5%	Tawar	3
A3	10%	Tawar	3
A4	15%	Tawar	3
B1	0%	Payau	3
B2	5%	Payau	3
B3	10%	Payau	3
B4	15%	Payau	3

Setiap variasi dibuat minimal 3 benda uji untuk setiap umur pengujian (28 hari).

3.9. Metode Pengujian

3.12.1. Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan dilakukan dengan metode ASTM C39, yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari setelah perendaman dalam media air tawar dan air payau.

3.12.2. Uji Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton diuji dengan metode ASTM C1202, yang mengukur kemampuan beton dalam menahan penetrasi ion klorida, khususnya pada beton yang direndam dalam air payau.

3.12.3. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan sampel beton dengan variasi fly ash sesuai perhitungan mix design.
2. Proses pencampuran beton dilakukan dengan metode manual.
3. Pengecoran dan curing dilakukan selama 28 hari dalam kondisi standar laboratorium.
4. Perendaman beton dalam air tawar dan air payau selama 28 hari.
5. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari setelah perendaman.
6. Analisis data menggunakan metode statistik untuk membandingkan hasil pengujian beton normal dan beton dengan bahan tambahan.

3.13. Mix Desain

Perancangan campuran beton (mix design) dalam penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7656:2012 tentang “Tata Cara Perhitungan Campuran Beton Normal”. Tujuan dari mix design adalah untuk menentukan proporsi bahan penyusun beton agar diperoleh mutu beton yang sesuai dengan target kuat tekan, workability, dan durabilitas yang diinginkan.

3.14.1. Data Perencanaan

Data perencanaan yang digunakan dalam perancangan campuran beton adalah sebagai berikut:

- Mutu beton target (f'_c) : 25 MPa
- Umur pengujian : 28 hari
- Slump yang diinginkan : 75–100 mm
- Ukuran maksimum agregat : 20 mm
- Jenis semen : Portland Pozzolan Cement (PPC)
- Faktor air-semen (w/c ratio) : 0,50
- Bahan tambahan : Fly ash sebagai substitusi sebagian semen (0%, 5%, 15%, 20%)
- Metode curing : Air tawar dan air payau

3.14.2. Langkah-Langkah Perancangan Campuran

Perhitungan campuran beton dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Penentuan Kadar Air

Berdasarkan tabel dalam SNI 7656:2012, untuk slump 75–100 mm dan agregat maksimum 20 mm, kadar air diperkirakan sebesar $\pm 185 \text{ kg/m}^3$.

2. Penentuan Faktor Air-Semen

Faktor air-semen ditetapkan sebesar 0,50 untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan dan mempertahankan workability.

3. Penentuan Berat Semen Berat semen dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat semen (Kg/m}^3) = \frac{\text{Berat air}}{\text{faktor air semen}} \\ (\text{w/c ratio})$$

4. Penyesuaian Fly Ash

Fly ash digunakan sebagai substitusi sebagian semen. Perhitungan berat semen dan fly ash untuk tiap variasi adalah sebagai berikut:

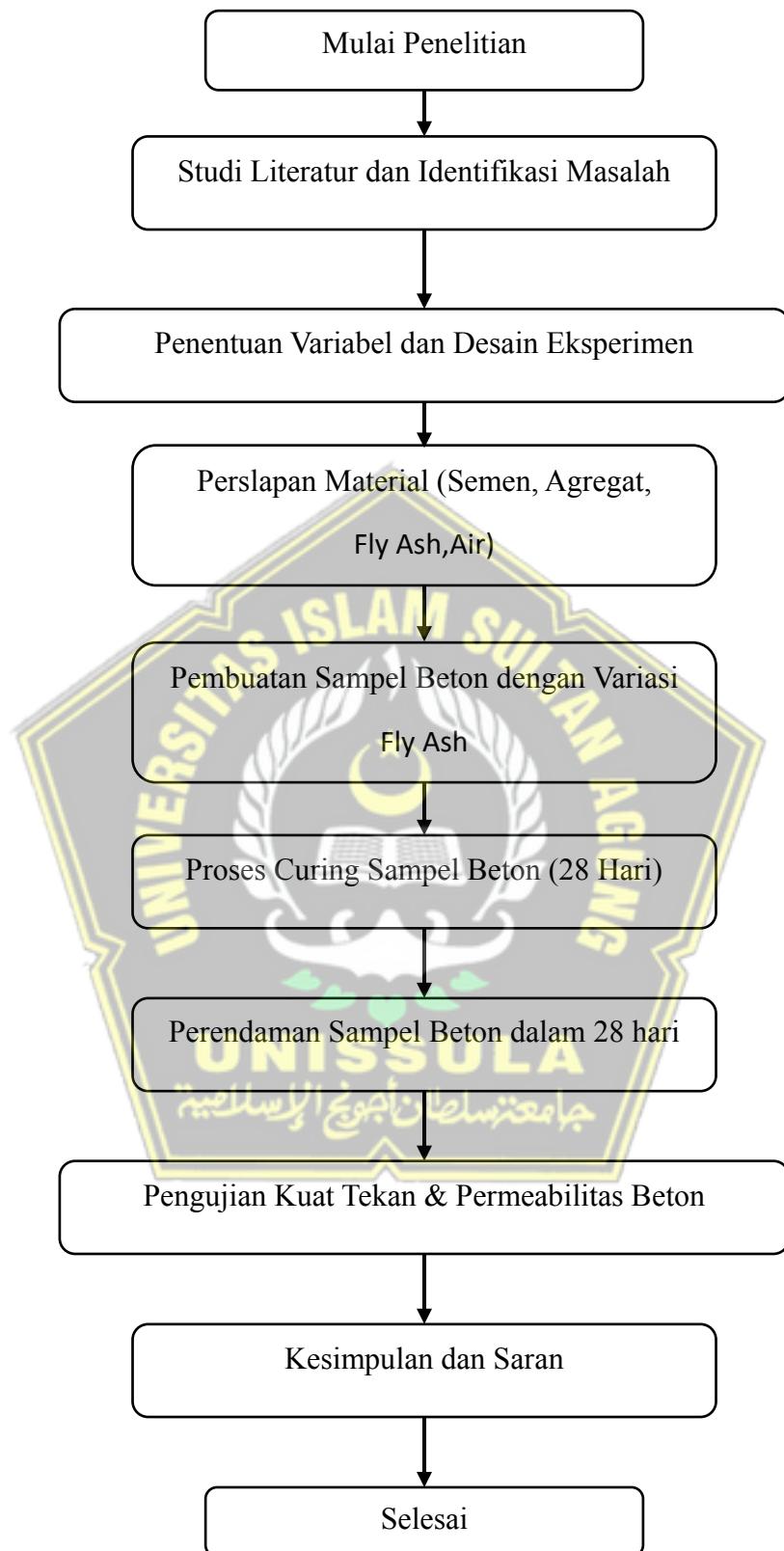
Tabel 3.2 Varian Fly Ash

Variasi Fly Ash	Semen (Kg)	Fly Ash (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	SP % Dari semen	Total (Kg)
0%	1,4	0	1	2,3	3,5	0.8	7,2
5%	1,2	0.6	1	2,3	3,5	0.8	7,6
10%	1,2	0.13	1	2,3	3,5	0.8	7,13
15%	1,1	0.19	1	2,3	3,5	0.8	7,09

Tabel 3.3 Komposisi Campuran Beton per 1 m³

Variasi Fly Ash	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Air (L)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	SP (%)	Jumlah Total (kg/m ³)
0%	308	0	185	750	1050	0.8	2293.8
5%	292.6	15.4	185	750	1050	0.8	2293.8
10%	277.2	30.8	185	750	1050	0.8	2293.8
15%	261.8	46.2	185	750	1050	0.8	2293.8

3.15. Diagram Proses Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Proses Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Kadar Lumpur pada Agregat Halus dan Kasar

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui berapa banyak lumpur yang ada dalam agregat halus seperti pasir dan agregat kasar seperti kerikil atau split. Jika kandungan lumpur terlalu tinggi, maka ikatan antara pasta semen dengan agregat akan terganggu, sehingga membuat kekuatan tekan beton berkurang.

Prosedur uji dilakukan dengan mencuci sampel agregat terlebih dahulu, lalu. Persentase kadar lumpur dihitung menggunakan rumus mengendapkannya hingga air menjadi jernih dan lumpur tersisa

$$\text{Kadar Lumpur (\%)} = (A - B) / A \times 100$$

Keterangan:

A = berat awal sampel (gram)

B = berat setelah pencucian dan pengeringan (gram)

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Kasar

Jenis Agregat	Berat Awal (g)	Berat Setelah Pencucian (g)	Kadar Lumpur (%)	Batas Maksimum SNI (%)	Keterangan
Pasir	500	495.8	0.84	5	Telah memenuhi syarat dari batas maksimum SNI
Kerikil	500	495	1	1	Telah memenuhi syarat dari batas maksimum SNI

(Sumber : penulis)

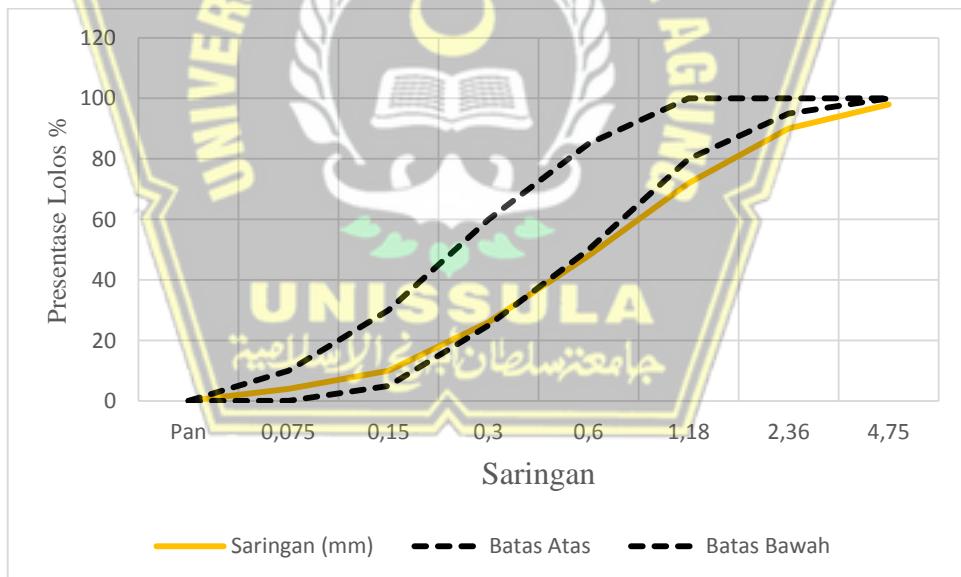
4.2. Uji Sieve Analisis (Analisis Saringan)

Uji sieve digunakan untuk mengetahui bagaimana ukuran butir agregat kasar dan halus terdistribusi. Distribusi ukuran butir ini sangat berpengaruh terhadap kemudahan pemasangan, ketahanan, dan kekuatan beton.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada sieve analisis agregat halus

Saringan (mm)	Tertahan (g)	Komulatif %	agregat tertinggal %	Lolos %	Spesifikasi ASTMC33 (%)	
					min	ma
4,75	10	2	2	98	95	100
2,36	40	8	10	90	80	100
1,18	90	18	28	72	50	85
0,6	120	24	52	48	25	60
0,3	110	22	74	26	5	30
0,15	80	16	90	10	0	10
0,075	30	6	96	4	0	0
Pan	20	4	100	0	0	0
Total	500					

(Sumber : penulis)



Gambar 4.1 Grafik Rata – Rata Sieve Analisis Pada Agregat Halus

(Sumber : penulis)

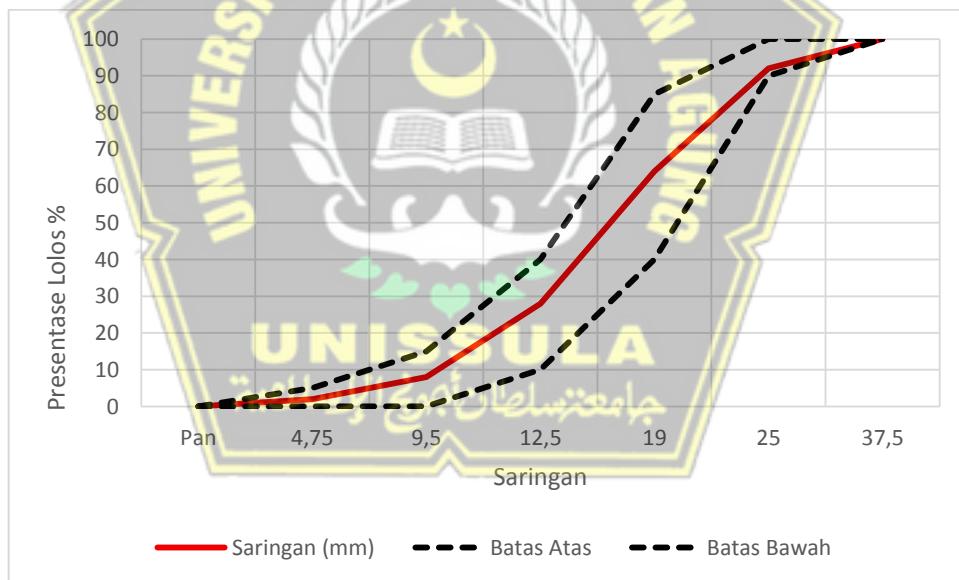
Pengujian saringan dilakukan pada sampel agregat 500 gram untuk mengetahui distribusi ukuran partikel. Setiap saringan menunjukkan massa tertahan dan persentase lolos. Hasilnya, semakin kecil ukuran saringan, semakin banyak material yang tertahan. Material yang tertahan berturut-turut sebesar 2,0%

pada saringan 4,75 mm, 8,0% (2,36 mm), 18,0% (1,18 mm), 24,0% (0,60 mm), 22,0% (0,30 mm), 16,0% (0,15 mm), dan 6,0% (0,075 mm), dengan 4,0% tersisa di pan. Secara keseluruhan, data menunjukkan gradasi agregat semakin halus dan dapat digunakan untuk menilai klasifikasi serta kesesuaiannya dengan standar.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada sieve analisis agregat kasar

Saringan (mm)	Tertahan (g)	Kumulatif (%)	agregat tertinggal %	Lolos (%)	Spesifikasi ASTMC33 (%)	
					min	max
37,5	0	0	0	100	100	100
25	40	8	8	92	90	100
19	140	28	36	64	40	85
12,5	180	36	72	28	10	40
9,5	100	20	92	8	0	15
4,75	30	6	98	2	0	5
Pan	10	2	100	0	0	0
Total	500					

(Sumber : penulis)



Gambar 4.2 Grafik Rata – Rata Sieve Analisis Pada Agregat Kasar
(Sumber : penulis)

Pengujian sieve analysis pada agregat kasar dengan berat sampel 500 gram menunjukkan bahwa tidak ada material yang tersisa di saringan 37,5 mm, sehingga semua sampel lewat saringan terbesar. Di saringan 25 mm, 8,0% material tertahan, sedangkan di saringan 19 mm, jumlah material yang tertahan bertambah menjadi 28,0%.

Material yang paling banyak tertahan terdapat di saringan 12,5 mm, yaitu sebanyak 36,0%.

Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar agregat berada dalam ukuran sekitar 12,5 mm. Di saringan 9,5 mm dan 4,75 mm, masing-masing terdapat 20,0% dan 6,0% material yang tertahan. Sisa material yang halus dan lewat semua saringan tertahan di pan dengan jumlah 2,0%.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki distribusi ukuran yang dominan di sekitar 12,5 mm.

Gradasi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah agregat sesuai dengan standar campuran beton atau konstruksi lainnya.

4.3. Proses Pencampuran Material Beton Menggunakan Mixer

Proses pengadukan beton menggunakan mixer beton agar mendapatkan campuran yang merata. Bahan yang digunakan terdiri dari semen, pasir, batu split, air, dan Fly Ash dengan variasi jumlah Fly Ash sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen.

Tabel 4.4 Komposisi Material Beton per 1 m³

Variasi Fly Ash	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Pasir (kg)	Split (kg)	Air (liter)
0%	11,42	0,00	6,86	27,82	38,95
5%	10,85	0,57	6,86	27,82	38,95
10%	10,28	1,14	6,86	27,82	38,95
15%	9,71	1,71	6,86	27,82	38,95

(Sumber : penulis)

Pada gambar 4.4 tersebut ditampilkan kondisi bahan utama yang digunakan dalam proses pembuatan beton pada penelitian ini.



Gambar 4.3 Material yang Telah Ditimbang Sesuai
Kebutuhan per 1 m³ Beton
(Sumber : penulis)

Penimbangan ini dilakukan untuk memastikan setiap bahan memiliki berat yang sesuai dengan kebutuhan per kilogram berdasarkan perhitungan desain campuran (mix design) yang telah ditentukan.

Agregat kasar tersebut dipersiapkan dengan memastikan kebersihan dan kadar air permukaannya berada dalam kondisi kering permukaan atau kondisi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Selain itu, ada wadah yang berisi agregat halus berupa pasir yang sudah diukur sesuai kebutuhan campuran berdasarkan perhitungan desain. Sebelum diukur, pasir diperiksa kadar lumpurnya dan dihitung kadar airnya, sehingga massa yang digunakan dalam campuran mencerminkan berat kering sebenarnya. Setiap material dimasukkan ke dalam wadah terpisah agar memudahkan pengendalian jumlah material, mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penimbangan, serta menjaga kebersihan dan ketepatan dalam proporsi campuran. Penyusunan material seperti yang ditunjukkan pada gambar merupakan tahap persiapan yang esensial sebelum proses pencampuran menggunakan mixer dilakukan. Tahap ini memastikan bahwa seluruh material berada dalam kondisi siap digunakan, baik dari segi jumlah maupun kualitas, sehingga proses pencampuran dapat menghasilkan beton dengan konsistensi campuran yang sesuai dengan standar perencanaan.

Gambar 4.5 menampilkan alat mixer beton yang digunakan dalam proses pencampuran bahan-bahan dalam penelitian ini. Mixer ini merupakan alat

mekanis yang berfungsi untuk menghomogenkan seluruh bahan pembentuk beton, termasuk semen, pasir, kerikil, air, serta bahan tambahan sesuai kebutuhan. Dengan menggunakan mixer, proses pencampuran dapat dilakukan secara lebih merata dan konsisten dibandingkan jika dilakukan secara manual



Gambar 4.4 Concrete Mixer yang Digunakan
dalam Proses Pencampuran Beton
(Sumber : penulis)

Mixer yang terlihat pada gambar adalah tipe drum mixer yang bekerja dengan memutar silinder sehingga bahan-bahan di dalamnya mengalami pengangkatan dan jatuh berulang. Mekanisme ini membantu menghasilkan adukan beton yang lebih seragam, mengurangi segregasi, dan memastikan campuran memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan dalam desain campuran. Selain itu, penggunaan mixer juga mempercepat proses dan meningkatkan efisiensi, terutama ketika jumlah adukan yang dihasilkan dalam satu kali produksi cukup besar.

Berikut ini adalah proses pengukuran berat bahan utama yang digunakan dalam pembuatan beton, yaitu agregat halus, semen, dan agregat kasar. Semua bahan tersebut diukur menggunakan timbangan digital agar massa yang didapat sesuai dengan perhitungan campuran yang sudah ditentukan. Proses pengukuran dilakukan secara terpisah untuk masing-masing jenis bahan agar komposisi campuran dapat dikelola dengan baik.

Pada gambar 4.3 terlihat proses pengukuran pasir halus yang sudah ditempatkan dalam wadah lalu diletakkan di atas timbangan. Pengukuran ini dilakukan agar mendapatkan berat pasir yang tepat sesuai kebutuhan untuk satu kali pencampuran. Selanjutnya, pada gambar 4.4 terlihat pengukuran semen yang juga ditempatkan di dua wadah yang berbeda. Pengukuran semen dilakukan

secara teliti agar jumlah bahan pengikatnya sesuai dengan desain campuran, sehingga tidak ada kekurangan atau kelebihan material.

Pada gambar 4.5 terlihat proses pembuatan agregat kasar (split) yang ditimbang dalam tiga wadah. Agregat kasar tersebut ditimbang setelah melewati proses pembersihan dan penyesuaian kadar air, sehingga massa yang didapatkan mencerminkan kondisi material secara nyata. Penimbangan agregat kasar dilakukan dengan tepat karena komponen ini merupakan bagian terbesar dari volume beton dan sangat memengaruhi kualitas campuran.



Gambar 4.5 Hasil Timbangan Pasir
(Sumber : penulis)



Gambar 4.6 Hasil Timbangan Semen
(Sumber : penulis)



Gambar 4.7 Hasil Timbangan Split
(Sumber : penulis)

Seluruh proses penimbangan ini merupakan langkah awal yang sangat penting untuk memastikan bahwa setiap bahan yang digunakan berada dalam jumlah yang tepat, sehingga campuran beton yang dihasilkan memiliki konsistensi yang baik dan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

4.4. Proses Perawatan Beton (Curing) di Air Tawar dan Air Payau

Setelah dicetak, sampel beton dibiarkan selama 24 jam sebelum direndam. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari dengan menggunakan dua jenis media, yaitu air bersih dan air payau.

Pada tahap pengujian kuat tekan beton, benda uji berbentuk silinder disiapkan sesuai dengan standar pengujian yang berlaku. Gambar 4.6 menunjukkan tiga benda uji beton silinder yang telah dikeluarkan dari cetakan dan dibiarkan mengalami proses curing awal dengan air. Permukaan benda uji tampak sudah mengeras secara merata, menunjukkan bahwa proses pencampuran, pemanasan, dan pembongkaran cetakan berjalan dengan baik. Setiap benda uji diberi kode untuk memudahkan pencatatan dan pengelompokan data selama penelitian berlangsung.



Gambar 4.8 Perendaman Air Tawar
(Sumber : penulis)

Selanjutnya, seperti yang terlihat pada gambar 4.9, semua benda uji ditempatkan di dalam bak berisi air untuk menjalani proses curing lanjutan.

Perendaman dilakukan hingga mencapai umur uji yang ditentukan, yaitu 28 hari, sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kondisi air dalam bak dipertahankan stabil dan menutupi seluruh permukaan benda uji agar proses hidrasi semen berjalan seragam. Proses curing dengan air ini bertujuan untuk mempertahankan kelembapan beton sehingga reaksi hidrasi dapat berlangsung optimal dan menghasilkan kuat tekan yang benar-benar mewakili.

Benda uji yang terlihat pada gambar tersebut menunjukkan variasi usia dan kode penanda, yang mengindikasikan adanya beberapa seri pengujian.

Dengan demikian, pengelolaan benda uji dilakukan secara teratur agar dapat memastikan pengambilan data kuat tekan pada setiap tahap usia beton. Seluruh prosedur perawatan benda uji dilakukan sesuai dengan ketentuan standar SNI 1974:2011 mengenai pembuatan dan perawatan benda uji beton.



Gambar 4.9 Perendaman Air Tawar Kedua
(Sumber : penulis)



Gambar 4.10 Perendaman Air Payau
(Sumber : penulis)

Pengujian pH dilakukan untuk memahami tingkat keasaman atau kebasaan dari sampel air yang diambil dari Saluran Drainase pada tanggal 2 Oktober 2023. Metode yang digunakan adalah pengujian kualitatif dengan menggunakan kertas indikator pH, lalu dibandingkan langsung dengan chart warna yang tersedia. Hasilnya menunjukkan bahwa warna pada kertas uji cocok dengan kolom pH sekitar 8, yang menunjukkan bahwa air tersebut bersifat basa. Nilai pH ini bisa

memberi informasi awal mengenai kualitas air dan kemungkinan dampaknya terhadap lingkungan serta bahan yang terkena langsung, seperti beton.



Gambar 4.11 Nilai Ph untuk air payau
(Sumber : penulis)

4.5. Analisis Hasil Pengujian Slump Test

Uji slump digunakan untuk mengetahui sejauh mana adukan beton bisa mengalir atau tumpah. Besarnya angka slump ditentukan oleh jenis bahan yang digunakan, jumlah air, serta jumlah Fly Ash dalam campuran.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Slump Beton dengan Variasi Fly Ash

Variasi Fly Ash	Tinggi Slump (mm)	Kondisi Adukan	Keterangan
0%	14	Tidak terlalu encer dan tidak terlalu kering	Kondisi adukan normal
5%	20	Terlalu Encer	Kandungan air lebih tinggi, menyebabkan adukan terlalu cair dan menurunkan kekentalan

10%	5	Tidak terlalu encer dan tidak terlalu kering	Pada variasi 10% adukan menunjukkan konsisten yang lebih kental dibandingkan pada varian yang sebelumnya.
15%	7	Tidak terlalu encer dan tidak terlalu kering	Pada variasi di 15% menghasilkan adukan dengan kekentalan yang mendekati kondisi optimal, dengan Tingkat workability pada Tingkat sedang.

(Sumber : penulis)

Uji slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecahan campuran beton segar tanpa menggunakan Fly Ash (0%). Sesuai dengan prosedur standar SNI campuran beton dituang ke dalam kerucut slump secara bertahap dan dipadatkan sesuai aturan yang berlaku. Setelah cetakan dilepas secara vertikal, penurunan tinggi beton diukur menggunakan penggaris untuk menentukan nilai slump.

Hasil uji menunjukkan bahwa beton dengan komposisi Fly Ash sebanyak 0% memiliki nilai slump sebesar 13 cm.

Angka ini menunjukkan tingkat kelecahan yang sedang dan masih dalam batas yang bisa diterima untuk pekerjaan struktural. Nilai ini menunjukkan bahwa campuran beton memiliki konsistensi yang baik dan mudah dibentuk di lapangan tanpa mengalami pemisahan atau perembesan yang berlebihan.



Gambar 4.12 Uji slump dengan Fly Ash 0%
(Sumber : penulis)

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan beton segar yang menggunakan substitusi Fly Ash sebanyak 5%. Cara menguji mengikuti standar SNI dengan menggunakan alat berbentuk slump cone dan mengukur turunnya tinggi beton setelah cetakan diangkat.

Hasil pengujian menunjukkan nilai slump sebesar 20 cm, yang termasuk sangat tinggi dan melebihi batas normal beton menurut SNI.

Nilai ini menunjukkan campuran beton terlalu cair, sehingga berisiko mengalami segregasi dan kebocoran air. Kondisi ini menunjukkan bahwa rasio air dalam campuran perlu diperiksa lagi agar kualitas dan kekuatan beton tetap memenuhi standar konstruksi.



Gambar 4.13 Uji slump dengan Fly Ash 5%
(Sumber : penulis)

Uji slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecahan beton segar yang menggunakan campuran dengan tambahan fly ash sebanyak 10%. Uji ini dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams sesuai dengan prosedur standar,

di mana beton dimasukkan ke dalam cetakan dalam tiga lapisan dan setiap lapisan dipadatkan secara merata. Setelah cetakan dilepas secara vertikal, penurunan tinggi beton diukur dengan menggunakan meteran, seperti yang terlihat pada Gambar 4.11.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beton mengalami penurunan sebesar 2 cm. Nilai slump ini menunjukkan bahwa tingkat kelecahan beton relatif rendah, namun masih dapat dikerjakan selama proses pengecoran dilakukan dengan cara pemadatan yang cukup. Penambahan fly ash sebanyak 10% tidak menyebabkan beton mengalami penyebaran atau deformasi berlebihan, sehingga kualitas kelecahan beton masih memenuhi syarat untuk digunakan pada struktur yang membutuhkan beton dengan konsistensi kaku hingga sedang.



Pengujian slump dilakukan pada campuran beton yang ditambahkan fly ash sebanyak 15% untuk mengetahui tingkat kelecahan beton segar. Pengujian menggunakan alat kerucut Abrams sesuai dengan standar pengukuran slump. Beton dimasukkan ke dalam cetakan dalam tiga lapisan dan dipadatkan secara merata. Setelah cetakan dilepas secara vertikal, beton mengalami penurunan tinggi yang diukur menggunakan meteran, seperti yang terlihat pada Gambar 4.13.

Hasil pengukuran menunjukkan beton mengalami penurunan sebesar 7 cm.

Nilai slump ini menunjukkan bahwa beton memiliki tingkat kelecahan yang lebih baik dibandingkan variasi sebelumnya. Penambahan fly ash sebanyak 15% memengaruhi peningkatan kelecahan karena partikel fly ash yang halus membantu meningkatkan kemampuan alir campuran. Beton tetap pertahankan bentuknya

tanpa mengalami keruntuhan berlebihan, sehingga dapat dikatakan memiliki konsistensi sedang dan masih layak digunakan dalam proses pengecoran yang membutuhkan kemudahan penggeraan.



Gambar 4.15 Uji slump dengan Fly Ash 15%
(Sumber : penulis)

4.6. Uji Kuat Tekan Beton (Compression Test)

Uji kuat tekan beton adalah salah satu cara utama untuk mengetahui kualitas beton. Kuat tekan menunjukkan kemampuan beton untuk menahan beban yang diberikan secara tegak per satuan luas pada usia tertentu, dalam penelitian ini uji dilakukan pada usia 28 hari.

Dalam pengujian kuat tekan beton, terdapat rumus yang digunakan untuk mengkonversi nilai beban dalam satuan kilonewton (kN) menjadi tegangan tekan dalam satuan megapascal (MPa)

$$\text{Dengan luas penampang benda uji : } 0,25 \pi \times D^2$$

Dengan pengertian :

$$\pi = 3,14$$

D = Diameter benda uji

$$\text{Kuat tekan beton (N/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Gaya tekan Maksimum (N)}}{\text{Luas Penampang benda uji (mm}^2\text{)}}$$

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Air Tawar, 28 Hari)

Benda Uji	Berat (kg)	Tinggi (cm)	Beban (kN)	Diameter (cm)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata – Rata (Mpa)
A1 FA 0%	12,08	30	239,957	15	13,579	14,510
A2 FA 0%	12,16	30	265,153	15	15,005	
A3 FA 0%	12,30	30	264,108	15	14,945	
A1 FA 5%	11,52	30	64,743	15	3,664*	9,262
A2 FA 5%	12,10	30	173,658	15	9,827	
A3 FA 5%	11,92	30	153,701	15	8,698	
A1 FA 10%	11,82	30	355,211	15	20,101	20,803
A2 FA 10%	12,32	30	360,052	15	20,375	
A3 FA 10%	12,25	30	387,573	15	21,932	
A1 FA 15%	12,20	30	414,293	15	23,444	22,256
A2 FA 15%	12,44	30	385,438	15	21,811	
A3 FA 15%	12,18	30	380,171	15	21,513	

(Sumber : penulis)

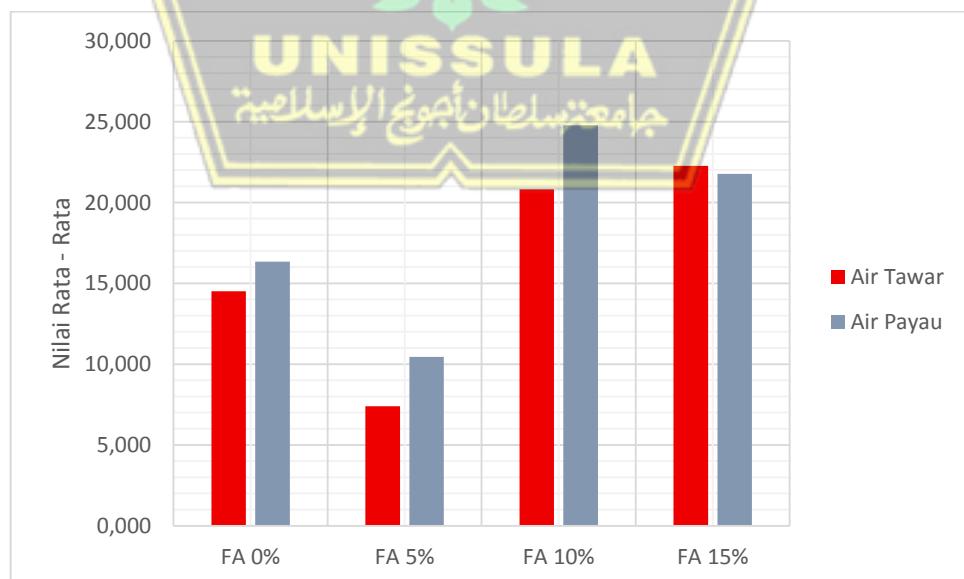
Tanda (*) pada tabel di atas merupakan hasil benda uji yang terjadi kesalahan di saat melakukan pemindahan benda uji, data di keluarkan tetapi data masih tetap di masukkan ke dalam tabel.

Untuk campuran FA 5% yang dihitung untuk rata rat adalah hanya A2 dan A3. Karena A1 dinilai terlalu jauh dari 2 samepl A2 dan A3

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Air Payau, 28 Hari)

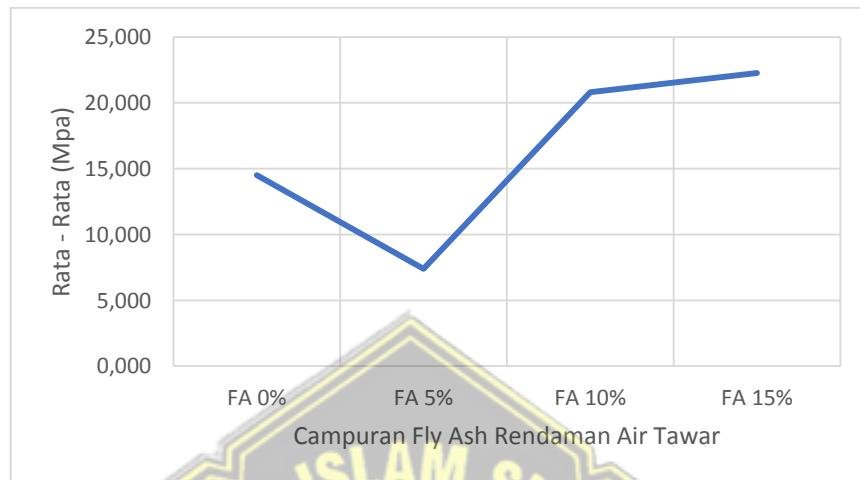
Benda Uji	Berat (kg)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Gaya (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata – Rata (Mpa)
B1 FA 0%	12,26	30	15	297,134	16,814	16,342
B2 FA 0%	11,83	30	15	322,330	18,240	
B3 FA 0%	11,85	30	15	246,885	13,971	
B1 FA 5%	12,15	30	15	185,387	10,491	10,439
B2 FA 5%	12,10	30	15	184,535	10,443	
B3 FA 5%	11,93	30	15	183,495	10,384	
B1 FA 10%	12,50	30	15	446,671	25,273	24,769
B2 FA 10%	12,58	30	15	466,920	26,422	
B3 FA 10%	12,67	30	15	399,576	22,611	
B1 FA 15%	12,55	30	15	345,912	19,575	21,766
B2 FA 15%	12,40	30	15	379,554	21,478	
B3 FA 15%	12,25	30	15	428,444	24,245	

(Sumber : penulis)



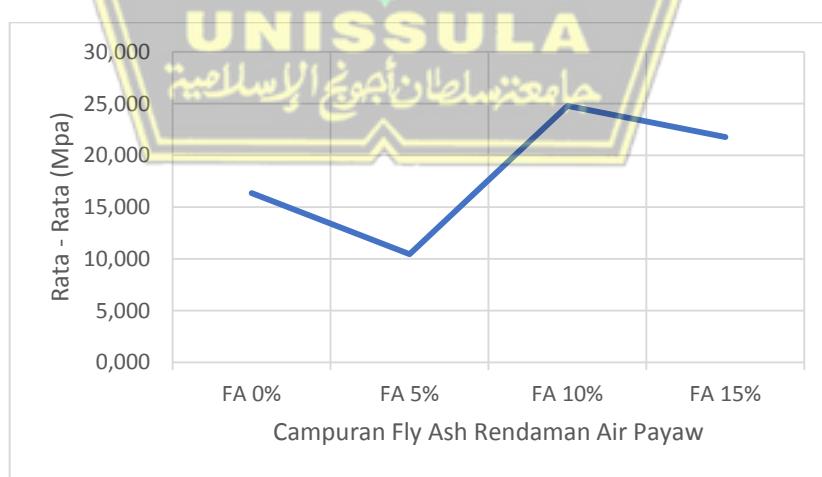
Gambar 4.16 Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Tawar dan Air Payau
(Sumber : penulis)

Pada grafik di bawah ini memperlihatkan bahwa dari setiap campuran fly ash di rendaman air tawar memperlihatkan bahwa untuk di FA 0% ke FA 5% mengalami penurunan yang sangat drastis dan dari FA 5% ke 10% itu naik secara signifikan dan melanjut ke FA 5% yang masih naik dengan stabil.



Gambar 4.17 Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Tawar
(Sumber : penulis)

Dan pada grafik di bawah ini menunjukkan bahwa dari beton normal ke beton dengan campuran Fly Ash dengan campuran 5% menurun sekitar 5% dan dari campuran beton dengan Fly Ash 5% ke 10% itu naik pesat dengan sekitar 36% dan dari beton dengan campuran Fly Ash 10% ke beton campuran fly ash dengan campuran 15% itu turun sekitar 4%.



Gambar 4.18 Grafik Rata – Rata Kuat Tekan Air Payau
(Sumber : penulis)

Pengujian retak pada beton dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kekuatan dan ketahanan struktur beton. Gambar di bawah ini menunjukkan sampel beton berbentuk silinder yang telah diuji tekan hingga mencapai batas gagal. Jumlah fly ash yang digunakan dalam campuran beton adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Dari pengamatan visual pada gambar tersebut, retak yang terjadi pada semua variasi fly ash menunjukkan pola dan tingkat kerusakan yang hampir sama.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan fly ash hingga 15% tidak berdampak signifikan terhadap tingkat retak pada beton setelah mengalami beban tekan maksimum. Retak yang muncul masih termasuk dalam kategori biasa dan tidak menunjukkan adanya kerusakan mekanis berat atau pecah total pada sampel.

Kondisi ini menunjukkan bahwa fly ash dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen tanpa mengurangi performa kekuatan beton secara signifikan, terutama dalam hal ketahanan terhadap retak akibat beban tekan.

Pola retak yang konsisten juga menunjukkan bahwa campuran pada semua variasi fly ash memiliki homogenitas yang baik.



Gambar 4.19 Hasil Uji Kuat Beton FA 0% dan 5%
(Sumber : penulis)



Gambar 4.20 Hasil Uji Kuat Beton FA 10% dan FA 15%
(Sumber : penulis)

BAB V

PENTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis sebelumnya maka didapatkan kesimpulan berdasarkan tujuan adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh Fly Ash terhadap Kuat Tekan Beton (Air Tawar)

Beton dengan fly ash menunjukkan variasi kuat tekan yang signifikan. Beton tanpa fly ash memiliki nilai 14,51 MPa, sedangkan variasi 10% dan 15% meningkat menjadi 20,80 MPa dan 22,26 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan fly ash dapat meningkatkan kuat tekan, terutama pada kadar 10–15%.

2. Pengaruh Fly Ash terhadap Kuat Tekan Beton (Air Payau)

Pada media perendaman air payau, beton dengan 10% fly ash memberikan hasil kuat tekan tertinggi, yaitu 24,77 MPa. Hal ini membuktikan bahwa fly ash mampu meningkatkan ketahanan beton terhadap lingkungan agresif.

3. Perbandingan Beton Air Tawar dan Air Payau

Beton pada rendaman air payau menunjukkan performa lebih baik daripada air tawar, terutama pada campuran fly ash 10–15%. Beton normal justru lebih rendah dibanding beton dengan fly ash.

4. Fly Ash Optimal

Berdasarkan hasil yang diperoleh, fly ash optimal adalah 10% karena memberikan performa terbaik pada kedua media perendaman.

5. Pola Retak Beton

Semua sampel mengalami pola retak yang sama dan wajar sesuai standar kegagalan uji tekan. Penambahan fly ash tidak mempengaruhi pola retak secara signifikan.

5.2. Saran

Hasil dari penelitian ini terdapat beberapa kelemahan yang perlu dilakukan perbaikan antara lain:

1. Melakukan penelitian lanjutan dengan variasi fly ash lebih banyak untuk memperoleh grafik hubungan yang lebih akurat.
2. Menambahkan pengujian durabilitas seperti permeabilitas dan uji klorida untuk memperkuat hasil penelitian.
3. Memperpanjang waktu perendaman hingga 56 atau 90 hari untuk mengamati efek jangka panjang.
4. Mengontrol kadar air dan kualitas agregat dengan lebih ketat untuk hasil beton yang lebih konsisten.



DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 234. (2006). Guide for the Use of in Concrete.
- Ade Okvianti Irlan et al. (2023). Studi Literatur Beton Berpori dengan Penambahan Fly Ash, Superplasticizer, dan Serat terhadap Kuat Tekan. Universitas Trisakti.
- Bentz, D. P., Garboczi, E. J., & Snyder, K. A. (2013). Modeling of the Effects of Fly Ash and on the Performance of Concrete.
- Bhanja, S., & Sengupta, B. (2003). Influence of on Concrete Strength.
- Bhanja, S., & Sengupta, B. (2003). *Influence of on Concrete Strength*.
- Malhotra, V. M., & Mehta, P. K. (2002). High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials.
- Mukhamad Riski Maulana. (2022). Perbandingan Kekuatan Beton dengan Fly Ash dan sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen. Universitas Islam Indonesia.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton dan Beton Ringan*.
- Neville, A. M. (2011). Properties of Concrete.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete*.
- Raj Premani. (2017). *Fly Ash-A Boon for Concrete*.
- Reviandari, N. (2021). *Pengaruh Perendaman Air Payau Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*.
- Riska Putri Bintari Anggraini et al. (2023). Pengaruh Pemakaian terhadap Karakteristik Beton dengan Variasi Kandungan Fly Ash. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*.