

ANALISIS DAYA TAHAN BETON TERHADAP PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT DAN AIR SUNGAI

SKRIPSI

OLEH:

**RIORDA VASCO DAELI
208110060**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.
Access From (repository.uma.ac.id)8/1/25

ANALISIS DAYA TAHAN BETON TERHADAP PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT DAN AIR SUNGAI

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

**RIORDA VASCO DAELI
208110060**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Daya Tahan Beton Terhadap Pengaruh Rendaman
Air Laut Dan Air Sungai
Nama : Riorda Vasco Daeli
NPM : 208110060
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Fredy Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D

Pembimbing



Supriatno, S.T., M.T.
Dekan



Okta Lomita Wulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 27 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 27 Agustus 2024



Riorda Vasco Daeli
208110060

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riorda Vasco Daeli
NPM : 208110060
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Daya Tahan Beton Terhadap Pengaruh Rendaman Air Laut dan Air Sungai. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 27 Agustus 2024
Yang menyatakan



(Riorda Vasco Daeli)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 07 Februari 2002 dari Ayah Fofogo Daeli dan Ibu Faomasi Hia. Penulis merupakan putra tunggal. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Lahomi dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis menjadi asisten laboratorium survey pemetaan pada tahun ajaran 2023/2024. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Pembangunan Gedung Vihara Vimalakirti di Jalan Madong Lubis.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kasih karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Daya Tahan Beton Terhadap Pengaruh Rendaman Air Laut Dan Air Sungai”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis berusaha menerapkan ilmu yang didapatkan pada perkuliahan dan ditunjang dengan literatur yang sesuai. Selain itu penulis juga menerapkan petunjuk dan arahan dari dosen pembimbing. Akan tetapi penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun dari setiap pembaca agar skripsi ini dapat lebih baik lagi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih atas kerjasama dan dukungan dari:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Suprianto, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Bapak Fredy Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D, yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selalu membantu penulisan dan pengajaran dan segala urusan serta administrasi.
6. Kedua orangtua, Alm. Bapak Fofogo Daeli dan Ibu Faomasi Hia yang tiada henti memberikan doa, kasih sayang, perhatian, dukungan serta bantuan yang tidak terhingga kepada penulis.
7. Bapak Oloheta Daeli dan Ibu Wenefrida Daeli atas doa, dukungan dan nasehat kepada penulis. Terimakasih juga kepada saudara Rivaldin

Tarongo Daeli, saudari Ribka Vania Nonifili Daeli dan saudari Rut Vista Julien Daeli yang telah menjadi motivasi bagi penulis.

8. Untuk sahabat seperjuangan penulis yang selalu membantu penulis dalam perkuliahan dan sahabat baik Edifektor Bawamenewi, S.T, Dwiman Persatuan Lase, Desman Sarototonafo Daeli, S.M dan Elysabaet Br. Zebua yang sudah menemani dan memotivasi penulis.
9. Terimakasih banyak kepada teman-teman seiman saya Youth GBI Baith Salomo yang sudah menjadi saksi dan pendukung saya dengan tidak pernah lelah dalam menguatkan dan mendoakan saya dari awal perkuliahan, pelayanan di gereja hingga penyelesaian skripsi ini. Penulis bersyukur dan berterimakasih kepada teman-teman khususnya Tuhan Yesus Kristus yang sudah mempertemukan kita.

Semua pihak yang turut membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan, motivasi dan doanya. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Medan, 27 Agustus 2024
Penulis

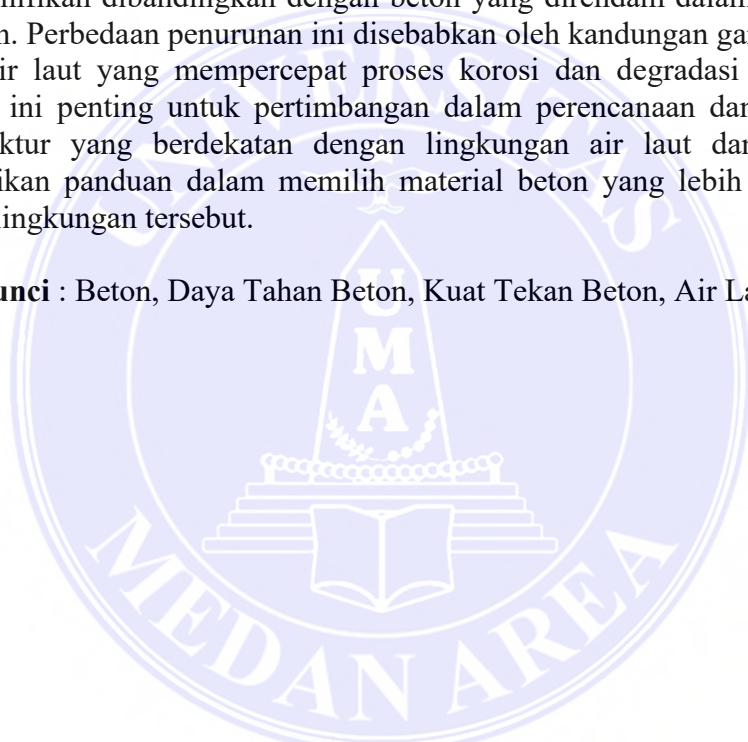


Riorda Vasco Daeli
208110060

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis daya tahan beton terhadap pengaruh rendaman pada media air laut dan air sungai. Beton yang digunakan memiliki mutu $f_c' 25$ MPa. Pengujian dilakukan dengan merendam sampel beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dalam air laut dan air sungai selama 14 dan 28 hari. Setiap variasi perendaman menggunakan 3 sampel beton. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan beton rata-rata yang direndam dalam air laut berdasarkan umurnya adalah 17,21 Mpa dan 19,83 Mpa sedangkan hasil kuat tekan beton rata-rata dengan perendaman air sungai berdasarkan umurnya sebesar 20,02 Mpa dan 22,97 Mpa. Pengaruh jenis air dalam perendaman beton dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton dengan perendaman air laut mengalami penurunan kekuatan tekan yang signifikan dibandingkan dengan beton yang direndam dalam air sungai dan air bersih. Perbedaan penurunan ini disebabkan oleh kandungan garam yang tinggi dalam air laut yang mempercepat proses korosi dan degradasi struktur beton. Temuan ini penting untuk pertimbangan dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur yang berdekatan dengan lingkungan air laut dan sungai, serta memberikan panduan dalam memilih material beton yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan tersebut.

Kata Kunci : Beton, Daya Tahan Beton, Kuat Tekan Beton, Air Laut, Air Sungai.



ABSTRACT

This research analyzed the durability of concrete to the effect of immersion in seawater and river water media. The concrete used has a quality of f_c 25 MPa. The test was carried out by immersing cylindrical concrete samples with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm in seawater and river water for 14 and 28 days. Each immersion variation used 3 concrete samples. Based on the results of the research, the average compressive strength of concrete immersed in seawater based on its age was 17.21 Mpa and 19.83 Mpa while the average compressive strength of concrete with river water immersion based on its age was 20.02 Mpa and 22.97 Mpa. The effect of the type of water in concrete immersion can be concluded that the compressive strength of concrete with seawater immersion experienced a significant decrease in compressive strength compared to concrete immersed in river water and clean water. This difference in decrease is caused by the high salt content in seawater which accelerates the corrosion process and degradation of the concrete structure. These findings are important for consideration in planning and building infrastructure adjacent to seawater and river environments, and provide guidance in selecting concrete materials that are more resistant to these environmental conditions.

Keywords: Concrete, Durability Concrete, Compressive Strength Concrete, Seawater, River Water.



19/11/21

[Handwritten signature]

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKIRPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Umum Beton.....	5
2.2 Bahan Penyusun Beton	6
2.2.1 Agregat Halus.....	7
2.2.2 Agregat Kasar.....	7
2.2.3 Semen Portland	7
2.2.4 Air.....	8
2.3 Jenis-jenis Air Untuk Campuran Beton	9
2.4 Air Laut	10
2.5 Air Sungai	11
2.6 Kuat Tekan Beton	12
2.7 <i>Mix Design</i>	14

2.7.1	Nilai Deviasi Standar	16
2.7.2	Menentukan Nilai Tambah (M).....	16
2.7.3	Menentukan kuat beton rata-rata (f'_{cr})	17
2.7.4	Menentukan jenis semen	17
2.7.5	Menentukan jenis agregat.....	17
2.7.6	Menentukan nilai slump	17
2.7.7	Kebutuhan Air Pencampur Untuk Beton	18
2.7.8	Menentukan Faktor Air Semen (fas)	19
2.7.9	Menentukan kadar semen (kg/ m ³).....	19
2.7.10	Mencari banyaknya agregat kasar diperkirakan.....	19
2.7.11	Perkiraan agregat halus	20
2.9	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	20
2.10	Peneliti Terdahulu	23
2.11	Keaslian Penelitian.....	26
BAB III.	METODE PENELITIAN	29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2	Bahan Penelitian.....	29
3.3	Alat Penelitian.....	30
3.4	Tahap Pemeriksaan Bahan	31
3.5	Tahap Pelaksanaan Penelitian	32
3.6	Kerangka Berpikir Penelitian.....	36
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Pengujian Material	38
4.1.1	Agregat Halus	38
4.1.2	Agregat Kasar	54
4.2	Hasil dan Analisa Nilai <i>Slump</i>	71
4.3	Hasil Analisa Kuat Tekan Beton.....	72
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Kelas dan Mutu Beton	13
Tabel 2 Korelasi Umur dan Kuat Tekan Beton	14
Tabel 3 Standar Deviasi	16
Tabel 4 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi	18
Tabel 5 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur	18
Tabel 6 Hubungan Antara Rasio Air Semen	19
Tabel 7 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	19
Tabel 8 Perkiraan awal Beton Segar	20
Tabel 9 Perbandingan peneliti Terdahulu	28
Tabel 10 Perbandingan Peneliti Yang Sedang Dilakukan	28
Tabel 11 Hasil <i>Mix Design</i> Beton	34
Tabel 12 Jumlah Benda Uji	34
Tabel 13 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	39
Tabel 14 Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan	40
Tabel 15 Data Sampel 1 dan 2	41
Tabel 16 Rekapitulasi Hasil Perhitungan MHB Sampel 1	44
Tabel 17 Rekapitulasi Hasil Perhitungan MHB Sampel 2	44
Tabel 18 Gradasi Pasir	45
Tabel 19 Data Pengujian Berat Volume Gembur Halus	47
Tabel 20 Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Berat Gembur Halus	48
Tabel 21 Data Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus	49
Tabel 22 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Halus	50
Tabel 23 Data Uji Kandungan Lumpur Agregat Halus	51
Tabel 24 Rekapitulasi Uji Kandungan Lumpur	52
Tabel 25 Data Uji Kadar Air Agregat Halus	53
Tabel 26 Rekapitulasi Uji Kadar Air	54
Tabel 27 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	55
Tabel 28 Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan	56

Tabel 29 Data Sampel 1 dan 2	57
Tabel 30 Rekapitulasi Hasil Perhitungan MHB Sampel 1	60
Tabel 31 Rekapitulasi Hasil Perhitungan MHB Sampel 2	61
Tabel 32 Gradasi Agregat Kasar	62
Tabel 33 Data Pengujian Berat Volume Gembur Agregat Kasar	64
Tabel 34 Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Berat	65
Tabel 35 Data Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar	66
Tabel 36 Rekapitulasi Hasil Pengujian Berat Volume Padat Agregat Kasar	67
Tabel 37 Data Uji Kandungan Lumpur Agregat Halus	68
Tabel 38 Rekapitulasi Uji Kandungan Lumpur	69
Tabel 39 Data Uji Kadar Air Agregat Halus	70
Tabel 40 Rekapitulasi Uji Kadar Air	71
Tabel 41 Hasil <i>Slump Test</i> Beton	72
Tabel 42 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Rendaman Air Bersih	73
Tabel 43 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Rendaman Air Sungai	74
Tabel 44 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Rendaman Air Laut	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Lokasi Penelitian	29
Gambar 2 Grafik Gradasi Pasir Sampel 1	46
Gambar 3 Grafik Gradasi Pasir Sampel 2	46
Gambar 4 Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 1	62
Gambar 5 Grafik Gradasi Agregat Kasar Sampel 2	63
Gambar 6 Hubungan Hasil Kuat Tekan Keseluruhan Perawatan Umur 14 Dan 28 Hari	76
Gambar 7 Piknometer	86
Gambar 8 Palu Karet	86
Gambar 9 Saringan	86
Gambar 10 Pan	87
Gambar 11 Mesin Penggoyang Saringan	87
Gambar 12 Timbangan Digital	87
Gambar 13 Timbangan Digital Kapasitas 30 kg	88
Gambar 14 Kompor Listrik	88
Gambar 15 Capping Beton	89
Gambar 16 Cetakan Silinder	89
Gambar 17 Mixer concrete (Molen)	89
Gambar 18 Kerucut Abrams	90
Gambar 19 <i>Compressing Testing Machine</i> (CTM)	90
Gambar 20 Pengambilan Air Sungai di Jalan Bhayangkara	91
Gambar 21 Pengambilan Air Laut di Pesisir Belawan	91
Gambar 22 Proses Perendaman Beton dengan Air Bersih	92
Gambar 23 Proses Perendaman Beton dengan Air Sungai	92
Gambar 24 Proses Perendaman Beton dengan Air Laut	92
Gambar 25 Proses Pengujian Kuat Tekan Beton	93
Gambar 26 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	93

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	84
Lampiran 2 Gambar Alat Yang Digunakan	86
Lampiran 3 Gambar Pengambilan Air Sungai dan Air Laut	91
Lampiran 4 Gambar Proses Perendaman Beton (<i>Curing</i>)	92
Lampiran 5 Gambar Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	93



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton adalah material yang sangat umum digunakan karena memiliki kekuatan yang tinggi dan daya tahan yang baik dalam pembangunan infrastruktur. Namun, beton juga rentan terhadap berbagai faktor lingkungan seperti rendaman air laut dan air sungai. Pengaruh rendaman pada media air laut dan air sungai dapat mempengaruhi daya tahan beton secara signifikan. Oleh karena itu, analisis daya tahan beton terhadap pengaruh rendaman pada media air laut dan air sungai menjadi topik penelitian yang penting untuk dilakukan.

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi sangat luas dan vital dalam pembangunan infrastruktur. Namun, eksposur beton terhadap kondisi lingkungan, khususnya rendaman air laut dan air sungai, dapat mengakibatkan degradasi yang signifikan terhadap struktur beton. Dalam konteks ini, pemahaman mendalam tentang daya tahan beton terhadap rendaman menjadi krusial untuk memastikan keberlanjutan dan ketahanan infrastruktur. Seiring dengan kata-kata Gao et al. (2017), Paparan beton terhadap air dapat menyebabkan perubahan pada sifat fisik dan mekanis beton, yang dapat mempengaruhi kinerja struktur secara keseluruhan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Smith (2015) dalam jurnal "*Engineering Structures*", beton yang terendam dalam air laut cenderung

mengalami korosi akibat kandungan garam yang tinggi. Korosi ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton dan mempercepat proses kerusakan struktur. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Johnson (2018) dalam jurnal "*Construction and Building Materials*" menunjukkan bahwa beton yang terendam dalam air sungai juga rentan terhadap serangan kimia dari mineral-mineral yang terlarut dalam air.

Tujuan awal dari perawatan beton adalah untuk mengawetkan beton agar beton yang dapat diproduksi dapat mempertahankan ketahanannya dan meningkatkan ketahanannya. Sebaliknya, struktur beton di daerah bawah, misalnya pondasi, mengalami proses pengerasan dengan udara sekitar. Namun, hal ini telah memenuhi persyaratan untuk konstruksi cepat di daerah pinggir, pantai, dan sungai. Selain itu, kita tahu bahwa air yang baik untuk perawatan beton adalah air yang bersih. Namun, dalam proyek konstruksi di sekitar Pantai, Sungai, Gambut dan Currah, perlu dilakukan proses pengerasan dengan udara sekitar. Dari saat beton mengeras sampai umur 28 hari, waktu beton yang diketahui adalah 100% dari jadwal mutu.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap daya tahan beton terhadap pengaruh rendaman pada media air laut dan air sungai. Dengan menggunakan metode pengujian yang valid dan akurat, diharapkan dapat diperoleh data yang dapat menjadi acuan dalam pengembangan material beton yang lebih tahan terhadap lingkungan sekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dirumuskan pertanyaan tentang bagaimana setiap jenis air rendaman mempengaruhi hasil uji kuat tekan beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh masing-masing jenis air rendaman terhadap beton uji kuat tekan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

Penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui hubungan dan diferensiasi nilai beton dengan berbagai jenis air rendaman dan beton dengan Mutu $f'c$ 25.

1.5 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah penelitian tentang "Analisis Daya Tahan Beton Terhadap Pengaruh Rendaman Air Laut dan Air Sungai":

1. Penelitian hanya membandingkan pengaruh dua jenis media perendaman, yaitu air laut dan air sungai. Media lain seperti air hujan tidak dianalisis.
2. Jenis semen yang digunakan adalah jenis semen *Portland type I*.
3. Agregat halus dan agregat kasar berasal dari panglong Makmur Jaya.
4. Menggunakan mutu beton direncanakan yaitu $f'c$ 25 MPa.
5. Campuran beton direncanakan menurut SNI 7656 – 2012.

6. Pemeriksaan senyawa kimia air rendaman, terkhusus pH air, tidak dilakukan dalam penelitian ini.
7. Perawatan benda uji (*curing*) dilakukan dengan merendam di dalam bak perendam berupa ember besar.
8. Sampel uji hanya menggunakan bentuk silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Bentuk lain tidak digunakan.
9. Parameter yang dinilai hanya kuat tekan dan daya tahan beton. Sifat lain seperti daya tarik dan modulus elastisitas tidak diuji.
10. Penelitian hanya menganalisis sampel beton pada umur 14 dan 28 hari. Analisis umur lebih lanjut tidak dilakukan.
11. Setiap variasi perendaman benda uji dibuat sebanyak 3 buah dan 3 buah untuk perendaman benda uji di air bersih.
12. Lokasi pengambilan sampel hanya air laut di pesisir Belawan dan air sungai Deli di Medan. Lokasi lain tidak dipelajari.
13. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Beton

Menurut SNI 7656:2012, beton didefinisikan sebagai campuran dari semen Portland atau semen hidraulis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, yang membentuk massa yang padat, kuat, dan stabil.

Beton adalah hasil dari kombinasi bahan penyusunnya, yaitu semen hidraulik (semen Portland), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambahan (Mulyono, 2004). Kekuatan, keawetan, dan sifat beton dipengaruhi oleh sifat bahan dasar pembuatannya, yaitu semen Portland, air, agregat halus dan kasar, serta proses pengolahannya, termasuk penggunaan bahan tambahan (*admixture*) seperti *superplasticizer* (Tjokrodinuljo, 1992). Selain itu, metode pencampuran dan pengolahan juga berperan penting dalam menentukan kekuatan, keawetan, dan sifat beton.

Beton terbentuk dari pencampuran agregat halus dan kasar, seperti pasir dan batu pecah atau bahan serupa lainnya, dengan penambahan semen sebagai bahan perekat serta air yang berfungsi untuk memfasilitasi reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton (Dipohusodo, 1991). Menghasilkan beton tidak hanya sekadar mencampur bahan-bahan utamanya seperti yang sering terlihat dalam proses pembangunan. Untuk menciptakan beton yang berkualitas, yang memenuhi standar yang lebih ketat karena persyaratan yang lebih tinggi, diperlukan perhatian yang teliti terhadap cara mendapatkan campuran beton yang optimal dan beton yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

Beton segar yang berkualitas adalah beton yang mampu diaduk dengan efektif, dituang dengan mudah, dipadatkan tanpa kesulitan, tidak menunjukkan kecenderungan segregasi agregat, dan tidak mengalami pemisahan air dan semen dari campuran.

Secara keseluruhan, beton memiliki kelebihan dan kekurangan:

1. Menurut Mulyono (2004), beton memiliki beberapa kelebihan, yaitu:
 - a. Dapat dibentuk dengan mudah sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - b. Mampu menahan beban yang berat.
 - c. Tahan terhadap suhu yang tinggi.
 - d. Biaya pemeliharaan yang rendah.
2. Menurut Mulyono (2004), kekurangan beton meliputi:
 - a. Sulit untuk mengubah bentuk setelah dibuat.
 - b. Memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi dalam pelaksanaan pekerjaan.
 - c. Berat.
 - d. Memiliki daya pantul suara yang besar.

2.2 Bahan Penyusun Beton

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari semen, air, dan campuran agregat (baik halus maupun kasar), serta dapat ditambahkan bahan tambahan (*admixture*) dalam perbandingan tertentu. Komposisi bahan yang baik dalam beton dapat menghasilkan kualitas beton yang baik pula.

2.2.1 Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir yang dihasilkan dari disintegrasi batu alam atau pengelupasan batu secara industri dengan ukuran butir maksimum 5,0 mm (SNI, 2000).

2.2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil yang terbentuk dari hasil desintegrasi alami batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan ukuran butir antara 5 mm hingga 40 mm (SNI, 2000).

2.2.3 Semen Portland

Semen Portland adalah jenis semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling terak semen Portland, yang utamanya mengandung kalsium silikat hidrolis, bersama dengan satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat serta bahan tambahan lainnya (SNI 15-2049-2004).

Jenis semen ini adalah semen hidraulis yang bereaksi dengan air dan mengalami reaksi kimia untuk mengikat butir-butir agregat. Istilah "semen Portland" pertama kali diperkenalkan oleh "Joseph Aspdin dari Leeds pada tahun 1824". Nama ini merujuk pada paten semen yang dihasilkan dengan memanaskan campuran tanah liat halus dan kapur dalam tungku pada suhu tinggi yang cukup untuk menghilangkan seluruh karbon dioksida. Semen ini dinamakan semen Portland karena beton yang dihasilkan mirip dengan batu Portland.

Menurut SNI 15-2049-2004 tentang semen Portland, semen Portland dikelompokkan ke dalam 5 jenis yaitu sebagai berikut:

- a. Semen Portland tipe I adalah jenis semen Portland yang dapat digunakan secara umum tanpa memiliki persyaratan khusus.
- b. Untuk digunakan, semen Portland tipe II membutuhkan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
- c. Untuk digunakan, semen Portland tipe III memerlukan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah pengikatan.
- d. Semen Portland tipe IV adalah jenis yang memerlukan panas hidrasi yang rendah saat digunakan.
- e. Semen Portland tipe V adalah jenis semen Portland yang memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat saat digunakan.

Semua semen Portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh SNI 15-2049-2004 untuk "*Portland Cement*".

2.2.4 Air

Jika semen tidak dimasukkan ke dalam campuran beton, itu tidak akan menjadi pasta. Air diperlukan untuk dua alasan: pertama, membuat reaksi kimia yang mengikat dan mengeras lebih mudah; kedua, membuat campuran kerikil, pasir, dan semen lebih mudah dikerjakan dan dipadatkan (Murdock dan Brook, 1991).

Air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi pada semen, membasahi agregat, dan mempermudah pekerjaan beton. Air yang layak diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Namun, air yang mengandung senyawa berbahaya, garam, minyak, gula, atau bahan kimia

lainnya, jika digunakan dalam campuran beton, akan menurunkan kualitas beton dan bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

2.3 Jenis-jenis Air Untuk Campuran Beton

Menurut Mulyono (2004), beberapa jenis air yang dapat digunakan sebagai air pengaduk beton adalah:

1. Air Hujan: Saat jatuh ke bumi, air hujan menyerap gas dan uap dari udara. Proses kondensasi membentuk bahan-bahan padat dan garam yang larut dalam air hujan. Komponen utama udara adalah oksigen, nitrogen, dan karbon dioksida.
2. Air tanah: Biasanya terdiri dari unsur kation dan anion, serta CO₂, H₂S, dan NH₃.
3. Air permukaan terdiri dari air sungai, air danau, air genangan, dan air reservoir. Air sungai atau danau yang tidak tercemar limbah industri dapat digunakan sebagai air pencampur beton. Air rawa atau air genangan yang mengandung zat alkali tidak dapat digunakan.
4. Air laut: Air laut dapat digunakan sebagai air pencampur beton tidak bertulang dengan kadar garam 30.000 hingga 36.000 mg/liter (3% hingga 3,6 %) tetapi tidak boleh digunakan untuk campuran beton. Untuk beton pratekan, air laut tidak boleh digunakan karena akan mempercepat korosi tulang.

2.4 Air Laut

Air laut adalah udara yang berasal dari laut atau samudera dan mempunyai kadar garam rata-rata sebesar 3,5%. Artinya, menurut keterangannya, 1 liter air mengandung 35 gram garam menurut Peureulak 2009 (Wedhanto, 2017).

Komposisi garam yang terkandung dalam air laut adalah sebagai berikut: NaCl (Natrium Klorida): 68,1%, HgCl₂ (Merkuri Klorida): 14,4%, NaSO₄ (Natrium Sulfat): 11,4%, KCl (Kalium Klorida): 3,9%, CaCl₂ (Kalsium Klorida): 3,2%, NaHCO₃ (Natrium Bikarbonat): 0,3%, KBr (Kalium Bromida): 0,3%, Lain-lain: 0,1%. Sumber-sumber garam yang ada di laut berasal dari gas-gas vulkanik, pelapukan batuan di daratan, dan sirkulasi lubang-lubang hidrothermal di dalam air laut yang dalam menurut Peureulak 2009 (Wedhanto, 2017).

Lingkungan yang terpengaruh oleh kelembaban, ion klorida dan senyawa sulfat dapat masuk ke dalam lapisan beton. Hal ini menyebabkan reaksi kimia yang kompleks yang menandai dimulainya perubahan pada beton secara fisik dan kimia. Perubahan ini dapat mengakibatkan penurunan mutu beton, dimulai dengan munculnya retakan-retakan di permukaan, kemudian beton dapat mengalami spalling dan tulangnya mulai berkarat. Permeabilitas juga merupakan sifat penting yang terkait dengan kekuatan beton. Ketidaktepatan dalam perbandingan campuran beton yang direncanakan dapat memperburuk kekuatan beton karena penurunan permeabilitasnya di lingkungan yang terpengaruh oleh air laut. Hal ini disebabkan oleh sifat fisik material beton yang permeabel, yang memungkinkan ion-ion garam agresif dari air laut masuk ke dalam lapisan beton dan mengganggu stabilitas semen Portland (PC), seperti yang dijelaskan oleh Beaudoin et al. 1999 dalam (Wedhanto, 2017).

Menurut Wedhanto (2017) tidak semua udara dapat digunakan dalam perawatan beton. Udara yang digunakan untuk perawatan beton harus sama dengan udara yang digunakan untuk pencampur beton. Meskipun beton dicampur dengan air selama pembuatannya, pada akhirnya dapat terkontaminasi dengan udara. Oleh karena itu, beton yang sangat terpengaruh atau bersentuhan dengan udara sebaiknya dibuat dari Semen tipe V yang tahan terhadap paparan sulfat.

2.5 Air Sungai

Air sungai termasuk dalam kategori air permukaan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Umumnya, air sungai dimanfaatkan untuk mencuci, mandi, sebagai sumber air untuk konsumsi air, serta untuk membersihkan sawah. Selain itu, sungai juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti penyediaan air, pengangkutan barang, pembersihan sawah, pemenuhan kebutuhan peternakan, industri, perumahan, daerah tangkapan, penanggulangan banjir, irigasi, pemeliharaan ikan, dan sebagai tempat rekreasi (Hendrawan, 2005).

Sungai mempunyai tiga kondisi bagian yang berbeda: hulu, hilir dan muara sungai. Berikut adalah perbedaan kualitas air di ketiga bagian tersebut:

1. Hulu sungai: Kualitas udaranya lebih baik, biasanya lebih lembab dan mengandung berbagai senyawa-kimia dan bahan organik-biologis.
2. Hilir sungai: Potensi pencemaran lebih besar, sehingga menghasilkan variasi bahan yang lebih tinggi dalam hal kimia dan biologi. Biasanya, pengolahan udara harus selesai sepenuhnya sebelum dapat digunakan.

3. Muara sungai: Letaknya hampir dekat laut atau melambungkan pertemuan dengan sungai-sungai lainnya. Arus airnya sangat lambat dan memiliki volume yang lebih besar. Sering kali mengandung sejumlah besar bahan terlarut dan lumpur dari hulu dan hilir sungai. Hal ini membuat warna airnya sangat tidak merata dan menciptakan pembentukan delta.

Setiap bagian sungai memiliki karakteristik yang unik dan mempengaruhi kualitas airnya serta kegunaan bagi masyarakat sekitarnya.

Hendrawan (2005) menyatakan bahwa “Sungai dapat tercemar karena endapan yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, pertambangan, konstruksi, budidaya lahan, dan kegiatan lainnya”. Limbah yang diperoleh dari manusia dan hewan juga turut menyebabkan pencemaran air sungai. Pencemaran ini dapat mengganggu mutu beton karena bangunan yang terletak di sekitar sungai atau daerah aliran sungainya (DAS) sering terkena dampak langsung dari kondisi air sungai yang tercemar.

2.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut SK SNI M-14-1989 E, kuat tekan beton adalah jumlah beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika mesin tekan memberikan gaya tekan tertentu padanya. Menurut Mulyono dalam Adiguna A (2019), kekuatan tekan beton menunjukkan bahwa kekuatan struktur yang diinginkan terkait dengan kualitas beton yang dihasilkan. Proporsi bahan penyusun, teknik pencampuran, perawatan, dan kondisi pengecoran adalah beberapa faktor

yang mempengaruhi kekuatan beton. Untuk memastikan proses hidrasi berjalan dengan baik, sangat penting untuk melakukan *curing* atau perawatan beton dengan baik sejak usia dini.

Sifat dan karakteristik bahan-bahan yang membentuk beton akan mempengaruhi performa beton yang dihasilkan, yang harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton (Mulyono, 2004). Menurut SNI 03-1974-1990, beton dikelompokkan berdasarkan kelas dan mutu, sesuai dengan ketentuan dalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Kelas dan Mutu Beton (SNI, 1990)

Kelas Beton	Mutu Beton	Kekuatan Tekan (Kg/cm ²)	Tujuan Pemakaian Beton
I	Bo	50 - 80	Non-Struktural
	B1	100	Rumah Tinggal
II	K125	125	Perumahan
	K175	175	Perumahan
	K225	225	Perumahan dan Bendungan
III	K > 225	> 225	Jembatan, Bangunan Tinggi, Terowongan Kereta Api

Dengan *Compression Testing Mechine* (CTM), benda uji silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm diposisikan vertikal dan diberi beban tekan secara bertahap hingga benda uji retak. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan membagi beban tekan maksimum dengan luas permukaan silinder atau dengan menggunakan rumus yang diberikan dalam Persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

$f'c$ = Kuat tekan benda uji, MPa

P = Besar beban maksimum, N

A = Luas penampang benda uji, mm²

Tabel 2 berikut menunjukkan standar kekuatan tekan beton sesuai dengan usia beton, berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

Tabel 2 Korelasi Umur dan Kuat Tekan Beton (PBBI, 1971)

Usia Beton (Hari)	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
56	112,4

2.7 Mix Design

Mix design adalah proses pemilihan komposisi bahan campuran beton dengan mempertimbangkan jumlah atau perbandingan masing-masing material, untuk menghasilkan beton dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Dalam proses campuran beton, komposisi beton dirancang untuk dua kondisi utama: tahap plastis, di mana beton masih dapat dibentuk dan direkatkan dengan baik, dan tahap perkerasan, di mana beton mengeras dan mencapai kekuatan akhirnya.

Tahap plastis pada beton terjadi saat bahan-bahan pertama kali dicampur bersama. Ini menciptakan beton yang lembut, lapang, dan mudah dibentuk. Pada tahap ini, campuran beton harus memiliki kemampuan kerja khusus (lebih mudah dikerjakan), kompak, dan waktu yang optimal. Sebaliknya, tahap perkerasan adalah saat beton pertama kali turun dan kemudian turun. Pada tingkat ini, beton harus memiliki kekuatan dan stabilitas yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Prinsip dasar untuk memilih dan menentukan jumlah material campuran beton dalam desain campuran adalah sebagai berikut.

1. Menghitung kuat tekan minimum yang diperoleh dari hasil pertimbangan struktural.
2. Menentukan kebutuhan peralatan untuk memudahkan proses pengerjaan dan memenuhi kebutuhan pemadatan berdasarkan peralatan yang tersedia.
3. Tentukan faktor air semen (fas) dan kandungan semen maksimum untuk memberikan ketahanan yang cukup untuk keadaan di lokasi pengerjaan.
4. Tentukan jumlah semen yang paling tinggi untuk mencegah kerusakan dan keretakan yang disebabkan oleh perubahan suhu dalam massa beton.

Ada tiga metode perhitungan mix design, yaitu metode SNI 7656-2012, metode DOE (Departemen Lingkungan), dan metode ACI (*American Concrete Institute*). Dalam penelitian ini, metode SNI 7656-2012 digunakan. Sebagai berikut adalah persyaratan untuk *mix design* ini.

2.7.1 Nilai Deviasi Standar

Berikut ini adalah tabel yang digunakan untuk menentukan nilai deviasi standar.

Tabel 3 Standar Deviasi (SNI, 2012)

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m ³)	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	4,5<S<5,5	5,5<S<6,5	6,6<S<8,5
Sedang	1000-3000	3,5<S<4,5	4,5<S<5,5	6,5<S<7,5
Besar	>3000	2,5<S<3,5	3,5<S<4,5	4,5<S<6,5

Dari tabel diatas, standar deviasi 6,6 MPa < S < 8,5 MPa Diambil, S = 7 MPa.

2.7.2 Menentukan Nilai Tambah (M)

Nilai tambah (M) didapatkan dari rumus pada Persamaan 2.2 sebagai berikut.

$$M = 1,64 \times sr \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

M = nilai tambah (Mpa),

1,64 = tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

sr = deviasi standar (Mpa)

2.7.3 Menentukan kuat beton rata-rata (f'_{cr})

Untuk menentukan kuat beton rata-rata (f'_{cr}) dapat dicari dengan rumus pada Persamaan 2.3 serta untuk menentukan perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan $f_{as} = 0,5$ dapat dilihat pada Tabel 2.5.

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

f'_{cr} = kuat tekan beton rata-rata (MPa),

f'_c = mutu beton rencana (MPa), dan

M = nilai tambah (Mpa)

2.7.4 Menentukan jenis semen

Jenis semen yang digunakan adalah Semen Portland I.

2.7.5 Menentukan jenis agregat

- a. Agregat halus (pasir) alami.
- b. Agregat kasar (kerikil) berupa batu pecah.

2.7.6 Menentukan nilai slump

Nilai slump yang digunakan 75-100 mm untuk tipe konstruksi kolom bangunan sesuai pada tabel 4 SNI 7656-2012.

Tabel 4 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi (SNI, 2012)

Tipe konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondai telapak)	75	25
Pondasi bawah tanah	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

2.7.7 Kebutuhan Air Pencampur Untuk Beton

Dengan slump 75-100 (untuk kolom bangunan) dan diameter agregat maksimum 19 mm ditentukan berdasarkan tabel 5 SNI 7656-2012 Didapatkan 205 Kg/m³.

Tabel 5 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah (SNI, 2012)

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	145	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

2.7.8 Menentukan Faktor Air Semen (fas)

Rasio air semen untuk beton dengan kekuatan $F'c = 29,84$ MPa dapat ditentukan berdasarkan tabel 6 SNI 7656-2012

Tabel 6 Hubungan antara rasio air-semen (SNI, 2012)

Kekuatan beton umur 28 hari, (MPa)	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

2.7.9 Menentukan kadar semen (kg/ m3)

Berikut rumus kadar semen:

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Jumlah kebutuhan air}}{f_{as}} \dots \dots \dots (2.5)$$

2.7.10 Mencari banyaknya agregat kasar diperkirakan.

Tabel 7 Volume agregat kasar per satuan volume beton (SNI, 2012)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

2.7.11 Perkiraan agregat halus

Perkiraan awal berat beton 2345 kg/m³ dapat dilihat ditabel 8 SNI 7656-2012.

Tabel 8 Perkiraan awal beton segar (SNI, 2012)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³ *	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

2.9 Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton bertujuan untuk menjaga keamanan dan kekuatan beton. Proses curing melibatkan merendam bahan dalam bak air setelah pencetakan, biasanya selama satu hari atau 24 jam. Langkah-langkah perawatan termasuk menjaga kelembaban dengan penyiraman teratur, mencegah kekeringan dengan menutup permukaan beton menggunakan plastik atau kain basah, serta memperhatikan suhu dan kondisi lingkungan untuk curing yang optimal. Dengan perawatan yang teliti, kekuatan dan keandalan beton dapat dipertahankan, memastikan kualitas struktural yang optimal dalam jangka panjang.

Tahap-tahap proses perawatan :

1. Setelah 24 jam dari awal pencetakan beton, cetakan beton dibuka secara bertahap dan uji silinder diambil

2. Benda uji berbentuk tabung besar diletakkan di dalam bak air dan dibiarkansampai hari sebelum waktu tes untuk dikeluarkan dari bak (pengeringan).
3. Selama pengujian, benda uji telah dikeluarkan dari bak terlebih dahulu, ditimbang beratnya. Setelah itu diameternya diukur.
4. Kemudian benda uji *capping*/diratakan dengan susunan belerang pada permukaan yang miring.
5. “Permukaan benda uji yang diratakan diletakkan di atas, dan benda uji layak untuk diuji dan dites. (Saputra dan Hepiyanto, 2017)”. Seperti yang ditunjukkan oleh “A.M. Neville (2002)”, ada empat hal yang berdampak proses penghilangan yang dapat menyebabkan hilangnya air pada beton, itu adalah:
 - a. Kelembaban relative semakin besar nilai kelembaban relative, maka semakin sedikit kehilangan air yang terjadi.
 - b. Udara dan suhu tinggi sangat mempengaruhi sistem penguapan yang terjadi pada beton. Semakin tinggi suhu, semakin banyak pula kehilangan air yang terjadi akibat proses penguapan yang dipengaruhi oleh adanya angin.
 - c. Perbedaan suhu udara dan beton dapat berpengaruh dengan kehilangan air.

Perawatan beton (*curing*) sangat penting dalam memastikan bahwa proses hidrasi semen berjalan sempurna sehingga beton mencapai kekuatan tekan optimalnya. Tanpa perawatan yang memadai, terutama melalui metode perendaman, beton akan kehilangan kelembapan penting yang diperlukan dalam

tahap awal pengerasan. Hal ini mengakibatkan kekuatan tekan beton yang lebih rendah dibandingkan beton yang dirawat dengan baik. Beberapa studi menunjukkan bahwa beton yang tidak diberi perawatan perendaman dapat mengalami penurunan kekuatan tekan hingga 15-30%, bergantung pada kondisi lingkungan dan komposisi campuran beton.

Menurut Neville (2002), beton yang tidak dirawat atau tidak direndam dalam air setelah pengecoran bisa mengalami hidrasi yang tidak sempurna. Hidrasi adalah proses kimia yang terjadi ketika semen bereaksi dengan air untuk membentuk produk yang memberikan kekuatan pada beton. Pada beton yang tidak direndam, dapat mengalami kekurangan air yang berpengaruh pada kekuatan tekan hingga 20-25% lebih rendah daripada beton yang direndam secara optimal. Neville menyatakan bahwa pengeringan yang terlalu cepat mengakibatkan beton lebih rapuh, retak, dan tidak mencapai kekuatan optimal.

Dalam hasil penelitian Uno, dkk (2022) menunjukkan bahwa meskipun beton direndam dengan air laut, metode perawatan ini masih menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton yang tidak dirawat sama sekali. Perawatan perendaman mampu mempertahankan kelembaban yang diperlukan untuk perkembangan kekuatan beton, sedangkan beton yang tidak dirawat mengalami penurunan kekuatan secara signifikan. Penurunan ini tercatat sebesar 29,82% pada beton tanpa perawatan dibandingkan dengan beton yang direndam.

2.10 Peneliti Terdahulu

Penelitian sebelumnya sangat penting untuk digunakan sebagai acuan dan pedoman untuk penelitian yang akan dilakukan penulis. Penelitian seperti ini telah dilakukan sebelumnya dan dapat memberikan banyak informasi dan teori yang berguna untuk penelitian.

Berikut merupakan penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan serta menjadi referensi bagi peneliti.

Putri (2016), "*Pengaruh Penggunaan Air Laut, Air Tawar Dan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Modulus Beton*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh air laut, air tawar, dan air gambut terhadap pencampuran dan perendaman air pada beton. Dengan cara ini, Anda akan mengetahui jenis air beton mana yang diperbolehkan dan mana yang tidak ada dalam desain beton Anda. Proses SNI digunakan untuk menghasilkan benda uji dengan kuat tekan yang diharapkan sebesar 25 Mpa. Benda yang akan diperiksa berbentuk silinder dengan panjang 15 cm dan tinggi 30 cm. Penggunaan jenis air yang berbeda untuk pengawetan dan pencampuran beton menghasilkan nilai kuat tekan yang berbeda pula. Nilai kuat tekan setelah 28 hari yang diperoleh pada penelitian ini mencapai 35.670 MPa, yaitu nilai kuat tekan yang diharapkan sebesar 25 MPa apabila menggunakan air tawar sebagai air. Untuk mengolah sampel sebesar 29.132 MPa tersebut, digunakan air tawar dan air gambut sebagai air pencampurnya. Untuk mengolah sampel sebesar 28.843 MPa tersebut digunakan air tawar sebagai campuran air dan air laut. Dengan menggunakan air gambut sebagai pencampur, sampel uji diolah hingga 26.632 MPa. Air gambut digunakan sebagai pencampur dan air tawar sebagai preparasi sampel sebesar 27,209 MPa.

Output yang dihasilkan dengan menggunakan air laut sebagai pencampur dan air gambut sebagai preparasi sampel adalah sebesar 26.055 MPa. Oleh karena itu, penggunaan air gambut pada penelitian ini masih dapat dikatakan layak karena masih memenuhi nilai kuat tekan beton yang diharapkan, walaupun terdapat perbedaan yang cukup besar jika ditentukan oleh air tawar, namun penggunaan air laut untuk penelitian ini dinilai tidak realistis karena nilai kuat tekan yang diharapkan tidak akan tercapai.

Pandiangan (2014) "*Ketahanan Beton Mutu Tinggi Di Lingkungan Asam*".

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pH air yang rendah terhadap kualitas semen. Keuntungan dari penelitian ini adalah kita dapat mengetahui bahwa semen yang berkualitas juga dapat terpengaruh oleh air dalam kondisi saat ini. Komposisi campuran yang diperlukan dalam penelitian ini mengikuti prosedur estimasi metode SNI 03-2834-1993 yang didasarkan pada konsep ACI (America Substantial Foundation). Produk berkualitas tinggi yang diproduksi dalam penelitian ini mencakup tambahan material peredam air Sikament-NN dengan takaran 1% dari berat beton sehingga membantu mereduksi air dalam jumlah besar. Ada dua tahap percikan spesimen. Pertama, benda uji (restorasi) diolah dalam baskom berisi air bersih selama 28 hari. Selanjutnya setelah diairi dengan air murni selama 28 hari, benda uji direndam dalam air gambut dan air biasa sebagai kontrol. Penyiraman awal direncanakan selama 28 hari agar benda uji mula-mula berkembang, setelah itu benda uji dimasukkan ke dalam pancuran air gambut. Benda uji berbentuk balok berukuran aspek 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan umur pengujian 7 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan pada umur genangan air adat 7 hari adalah 50,75 Mpa dan 53,45 Mpa pada umur cukup 28 hari. Hasil uji kuat

tekan penyiraman air gambut pada umur 7 hari adalah 54,25 Mpa dan 53,75 Mpa pada umur 28 hari.

Kurniawandy (2012) "*Pengaruh Intuisi Air Laut, Air Gambut, Air Kelapa, Dan Air Biasa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh air laut, gambut, dan air kelapa terhadap kuat tekan, kebocoran (kedap udara praktis), porositas, dan retensi esensial periodik beton. Komposisi campuran kritis pada pengujian ini mengikuti prosedur perhitungan teknik SNI 03-2834-1993 dengan menggunakan f_c 22,5 MPa. Keuntungan dari penelitian ini adalah kita dapat mengetahui pengaruh air laut, gambut, dan air kelapa terhadap kuat tekan semen. Benda uji yang dihasilkan berbentuk lingkaran dengan lubang berukuran kurang lebih 15 cm dan tinggi 30 cm. Nilai kuat tekan yang berbeda dicapai dengan mencampur dan mengolah berbagai jenis air. Setelah berumur 28 hari, kemampuan beton dalam menyerap air laut mengalami penurunan sebesar 5,89% dibandingkan semen pada umumnya. Sedangkan jumlah air gambut mengalami penurunan sebesar 20,33% dan jumlah air kelapa mengalami penurunan sebesar 30,77%. Setelah 90 hari daya serap air laut pada beton mengalami penurunan sebesar 7,62%, air gambut sebesar 21,08%, dan air kelapa sebesar 11,60%. Setelah 150 hari daya serap beton mengalami penurunan sebesar 15,19% pada air laut, 29,86% pada air gambut, dan 29,86% pada air kelapa. Nilai kebocoran air laut dan gambut meningkat seiring bertambahnya waktu perendaman, namun tidak demikian halnya dengan air kelapa. Setelah 28 hari diperoleh nilai porositas sebesar 3,64% untuk air konvensional, 5,55% untuk air laut, 58,6% untuk air gambut, dan 65,6% untuk air kelapa. Setelah 28 hari,

konsumsi air biasa sebesar 1,56%, air laut 1,74%, air gambut 2,5%, dan air kelapa 2,79%.

2.11 Keaslian Penelitian

Setiap subjek penelitian menunjukkan variasi dalam aspek permasalahan. Variabilitas ini timbul karena perbedaan lokasi, jenis pekerjaan, dan jangka waktu pelaksanaan yang terkait dengan subjek penelitian tersebut. Penelitian oleh Putri (2016) bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan air laut, air tawar, dan air gambut sebagai air pencampur dan perendam dalam beton. Metode SNI digunakan untuk membuat benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan air tawar memberikan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana, sementara penggunaan air laut tidak memenuhi nilai rencana. Penggunaan air gambut masih dapat dianggap layak meskipun memiliki perbedaan yang signifikan dengan penggunaan air tawar. Penelitian oleh Pandiangan (2014) fokus pada ketahanan beton mutu tinggi di lingkungan asam dengan menggunakan superplastisizer Sikament-NN. Perendaman dilakukan selama 28 hari, dengan dua tahap perendaman pada air bersih dan air gambut. Hasil menunjukkan bahwa beton bermutu tinggi dapat dipengaruhi oleh air di sekitarnya. Kuat tekan beton pada perendaman air gambut dan air biasa tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada umur 28 hari. Penelitian oleh Kurniawandy (2012) bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh air laut, air gambut, dan air kelapa terhadap beton normal. Mix design beton mengikuti metode SNI dengan f_c 22,5 MPa. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan air laut, air gambut, dan air kelapa menyebabkan penurunan

kuat tekan beton pada umur 28, 90, dan 150 hari. Rembesan, porositas, dan absorpsi beton juga terpengaruh oleh jenis air yang digunakan, dengan air gambut dan air kelapa menunjukkan peningkatan nilai seiring waktu rendaman.

Dengan begitu, perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penelitian ini menggunakan campuran air bersih dan hanya air rendaman untuk perawatan beton saja yang divariasikan sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan campuran air laut, sungai dan tawar sebagai pencampur dalam beton. Dalam penelitian ini menggunakan mutu beton yang direncanakan sebesar $f'c$ 25 Mpa. Air pencampuran dalam beton ini memakai air dari sumur bor di rumah dan air perendam beton sebanyak 2 jenis yaitu air laut dan air sungai. Penelitian ini menganalisis sampel beton pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan setiap sampel benda uji sebanyak 1 buah dan 1 sampel untuk uji permeabilitas. Sampel uji menggunakan bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Penelitian ini mengaplikasikan campuran agregat kasar, dengan 65% berasal dari batu pecah ukuran 2/3 dan 35% dari batu pecah ukuran 1/2, terhadap total pemakaian agregat kasar. Tujuan dari penentuan persentase penggunaan agregat kasar adalah untuk mencapai gradasi yang lebih optimal.

Perbandingan penelitian dengan penelitian terdahulu dan yang sedang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10

Tabel 9 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penulis (Tahun) Dan Judul	Rendaman	Mutu Beton	Jadwal Pengujian	Jumlah Benda Uji
Putri (2016), “Pengaruh Penggunaan Air Laut, Air Tawar Dan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Modulus Elastisitas Beton”	Jenis air yang digunakan ,yaitu air laut, air tawar dan air gambut	Dengan Mutu 25 MPa	Umur yang di uji yaitu pada umur 7, 21 dan 28 hari	Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm Sebanyak 9
Pandiangan (2014) “Ketahanan Beton Mutu Tinggi Di Lingkungan Asam”.	Jenis air, yaitu air gambut, asam sulfat dan air biasa	Dengan Mutu 50 MPa	Umur yang di uji yaitu pada umur 7, 28 dan 91 hari	Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 sebanyak 78
Kurniawandy (2012) “Pengaruh Intuisi Air Laut, Air Gambut, Air Kelapa, Dan Air Biasa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”.	Jenis air, yaitu air laut, air gambut, air kelapa dan air biasa	Dengan Mutu 22,5 MPa	Umur yang di uji yaitu pada umur 28, 90 dan 150 hari	Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm Sebanyak 60

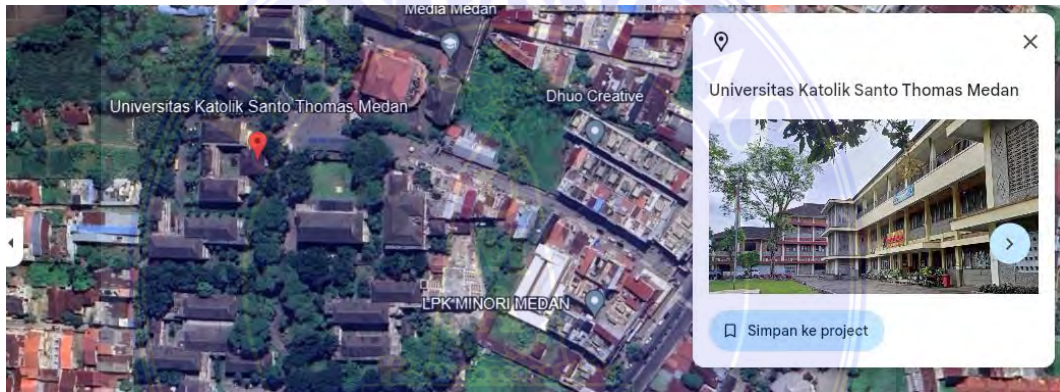
Tabel 10 Perbandingan Penelitian Yang Sedang Dilakukan

Penulis (Tahun) Dan Judul	Rendaman	Mutu Beton	Jadwal Pengujian	Jumlah Benda Uji
Riorda Vasco Daeli (2024) “Analisis Daya Tahan Beton Terhadap Pengaruh Rendaman Pada Media Air Laut Dan Air Sungai”.	Jenis air, yaitu air laut dan air sungai	Dengan Mutu 25 MPa	Umur yang di uji yaitu pada umur 14 dan 28 hari	Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm Sebanyak 18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang akan digunakan untuk Penelitian ini adalah Laboratorium Universitas Katolik Santo Thomas Medan. Penelitian ini direncanakan akan berlangsung selama kurang lebih 2 bulan, dengan tahapan pengolahan data, penyusunan data, dan pembahasan. Selanjutnya, pelaksanaan penelitian akan dilakukan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

3.2 Bahan Penelitian

Untuk tujuan penelitian ini, peneliti menggunakan bahan-bahan berikut:

1. Agregat kasar yang tersedia di Panglong yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm).
2. Agregat halus yang tersedia di Panglong yang lolos saringan No.4 (4,75 mm).
3. Air bersih dari tempat tinggal.
4. Semen Portland type I merk semen Padang.

5. Bahan tambah yang terdiri dari *superplasticizer*, *silica fume* dan serbuk besi.

3.3 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Timbangan atau neraca, yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
2. Ember, yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
3. Sekop, yang tersedia di laboratorium teknik sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
4. Mistar atau penggaris, yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
5. Cetok dan Talam Baja, yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
6. Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk, yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
7. Mesin Uji Tekan Beton (CTM), yang tersedia di laboratorium Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan
8. Cetakan Silinder, Dibuat dari pipa paralon berukuran sama dengan beton silinder yang dibuat oleh peneliti

3.4 Tahap Pemeriksaan Bahan

Pada penelitian ini, bahan yang diperlukan antara lain:

1. Melakukan pemeriksaan berat jenis terhadap agregat

a) Agregat Halus

Saringan No. 4 (4,75 mm) untuk melewatkan agregat halus dimaksudkan untuk mengukur berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu, dan jumlah penyerapan udara agregat halus.

b) Agregat Kasar

Yang digunakan pada penelitian ini, agregat kasar yang tidak lewat saringan No.4 (4,75 mm) dimaksudkan untuk mengukur berat jenis curah, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis semu, dan jumlah penyerapan udara agregat kasar.

2. Melakukan pemeriksaan analisa saringan terhadap agregat

a) Agregat Halus

Pemeriksaan dilakukan pada agregat halus dan material sejenis yang melewati saringan No.4 (4,75 mm) dengan tujuan untuk mendapatkan distribusi ukuran atau persentase jumlah butiran agregat halus.

b) Agregat Kasar

Pemeriksaan dilakukan pada agregat halus dan material sejenis yang tertahan saringan No.4 (4,75 mm) dengan tujuan untuk mendapatkan distribusi ukuran atau persentase jumlah butiran agregat kasar.

3. Pemeriksaan analisa berat volume agregat

Dilakukan Pemeriksaan untuk menentukan berat volume padat dan gembur juga menentukan berat isi batu pecah dengan cara padat dan cara longgar.

4. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menghitung persentase kadar air pada agregat. “Kandungan lumpur untuk pasir maksimum yang diisyaratkan adalah sebesar 5% sehingga pasir dapat langsung digunakan, tidak perlu melalui proses pencucian (PUBI, 1982)”. Pengujian kandungan lumpur dilakukan dengan cara memeriksa butiran yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm).

5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menghitung persentase kadar air pada agregat. “Kandungan lumpur untuk aregat kasar maksimum yangdiisyaratkan adalah sebesar 1% sehingga aregat kasar dapat langsung digunakan, tidak perlu melalui proses pencucian (PUBI, 1982)”. Pengujian kandungan lumpur dilakukan dengan cara memeriksa butiran yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

3.5 Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan

Ini mencakup perizinan untuk menggunakan fasilitas penelitian, penyediaan material, penyediaan peralatan, dan penyediaan air yang diperlukan.

2. Pemeriksaan Material

Analisis saringan, berat isi agregat, berat jenis, dan kadar air dan lumpur adalah bagian dari pemeriksaan material.

3. Perencanaan Campuran Beton

Metode yang digunakan dalam perhitungan campuran beton *mix design* berdasarkan SNI 7656 – 2012.

Adapun data sebagai berikut:

- | | |
|------------------------------|--------------|
| a) Mutu beton | : 25 Mpa |
| b) Jenis semen | : tipe 1 |
| c) Jenis agregat halus | : alami |
| d) Jenis agregat kasar | : batu pecah |
| e) Maksimum ukuran agegat | : 19 mm |
| f) Nilai slump | : 75-100 mm |
| g) Berat jenis agregat halus | : 2,590 |
| h) Berat jenis agregat kasar | : 2,432 |
| i) Ratio air semen (w/c) | : 0,61 |

4. Pembuatan Beton Segar

Pembuatan beton segar ini dilakukan secara manual dengan penyusunan komposisi campuran beton yang menggunakan *mix design* berdasarkan peraturan SNI 7656 – 2012. Kuat tekan beton yang diharapkan pada umur 28 hari, yaitu 25 Mpa. Jika kuat tekan beton lebih rendah dari yang diharapkan, maka material tidak memenuhi standar. Hasil perencanaan komposisi per satuan m³ dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil mix design beton (Peneliti, 2024)

Material	Berat (Kg)	Volume (Kg)
Semen	336	336
Air	205	205
Agregat Kasar (kering)	992	992
Agregat Halus (kering)	812	789
Total	2345	2322

5. Pengujian Nilai *Slump Test*

Tujuan dari pemeriksaan *slump tests* adalah untuk mengidentifikasi kekentalan beton segar yang telah direncanakan saat perencanaan campuran.

6. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan menggunakan silinder 150 mm x 300 mm, Studi ini menggunakan dua jenis air rendaman dan dikontrol oleh air bersih dengan diuji selama 14 dan 28 hari. Beton yang digunakan adalah beton normal tanpa ada bahan tambah lainnya. Setiap jenis air rendaman mempunyai 3 sampel. Sehingga total benda uji adalah 3 jenis air x 3 sampel x 2 umur rawatan = 18 sampel.

Tabel 12 Jumlah benda uji penelitian

No	Jenis Air Rendaman	Umur Benda Uji (Hari)		Jumlah
		14	28	
1	Air Laut	3	3	6
2	Air Sungai	3	3	6
3	Air Bersih	3	3	6
Benda Uji				18

7. Perawatan (*Curing*)

Pada penelitian ini, metode perawatan yang digunakan meliputi perendaman dalam air laut, air sungai, dan air biasa. Perendaman dilakukan di bak yang terbuat dari kayu dan papan, dengan bagian dalamnya dilapisi terpal untuk menampung air, sesuai dengan SNI 2493-2011 tentang prosedur pembuatan dan perawatan beton.

8. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dimaksudkan untuk mencari perbandingan kuat tekan rencana dengan kuat tekan yang dihasilkan dari beberapa umur rencana 14 dan 28 hari dari 3 jenis air rendaman peneliti. Dilanjutkan dengan pelaksanaan capping, dengan cara menambahkan belerang di permukaan atas dan bawah benda uji, guna mencapai distribusi gaya tekan yang merata dan mencegah kerusakan akibat distribusi beban yang tidak merata.

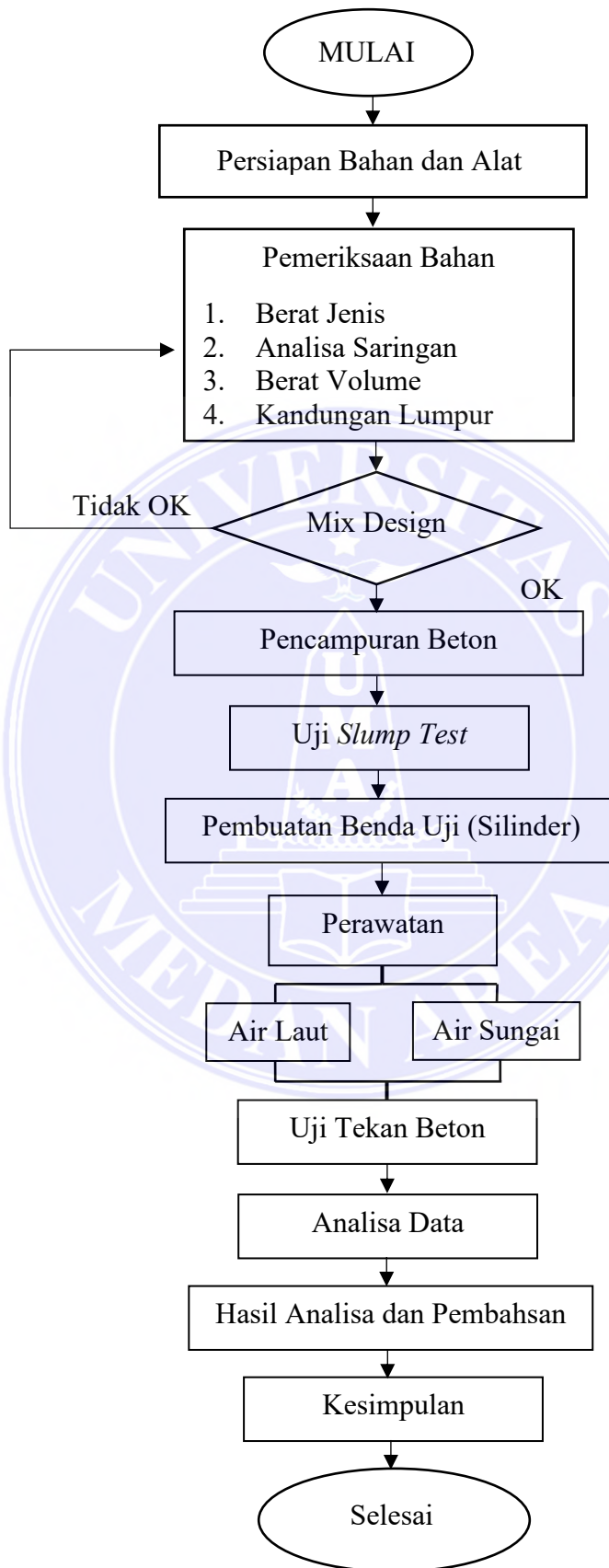
9. Hasil Pembahasan

Output uji untuk beton yang terendam dalam air bervariasi akan dibandingkan dengan beton yang direndam dalam air bersih.

10. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran bertujuan untuk menyimpulkan apa yang telah dipelajari dari penelitian dan memberikan rekomendasi untuk peneliti yang akan datang.

3.6 Kerangka Berpikir Penelitian



RENCANA JADWAL PENELITIAN

No	Kegiatan	Jadwal																															
		Desember				Januari				pebruari				Maret				April				mei				juni							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Pengajuan judul	■	■	■	■	■	■	■	■																								
2	Penyusunan dan konsul proposal									■	■	■	■	■	■	■	■																
3	Seminar proposal skripsi													■	■	■	■																
4	Revisi																	■	■	■	■												
5	Persiapan penelitian																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Pelaksanaan penelitian																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
7	Penolahan data																									■	■	■	■	■	■	■	■
8	Penyusunan laporan skripsi																									■	■	■	■	■	■	■	■
9	Sidang skripsi																													■	■	■	■
10	Revisi skripsi																																■

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Menurut penelitian, air laut dengan kadar klorida yang tinggi mempengaruhi hidrasi dan porositas beton, sementara air sungai mengandung mineral atau zat-zat yang lebih ringan seperti kalsium atau magnesium yang mempengaruhi beton dalam jangka panjang tetapi tidak secepat klorida. Pada umur 14 hari, beton yang direndam dalam air bersih memiliki kuat tekan sebesar 22,51 MPa, 20,02 MPa dalam air sungai dan 17,21 MPa dalam air laut. Sedangkan pada umur 28 hari, beton yang direndam dalam air bersih memiliki kuat tekan sebesar 25,85 MPa, 22,97 MPa dalam air sungai dan 19,83 MPa dalam air laut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton pada umur 14 hari belum tercapai pada berbagai jenis air rendaman. Laju pertumbuhannya berkisar antara 14 sampai 28 hari. Meskipun demikian, beton yang direndam air bersih saja yang hanya sesuai dengan nilai mutu rencana yaitu 25,85 MPa. Sedangkan jenis rendaman air lainnya tidak memenuhi nilai mutu rencana yaitu 25 Mpa.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh jenis air rendaman terhadap kekuatan beton, penulis memberikan beberapa saran:

1. Jenis air rendaman yang direkomendasikan untuk rendaman beton yaitu air bersih.
2. Penelitian ini tidak menggunakan zat aditif, sehingga disarankan untuk

menambahkan zat aditif pada penelitian selanjutnya dengan mutu beton yang sama, yaitu $f_c' 25$.

3. Diperlukan penelitian lanjutan yang menggunakan perbandingan antara air bersih dan jenis air rendaman lainnya.
4. Menyarankan penggunaan semen tipe V untuk kondisi lingkungan dengan kadar sulfat tinggi seperti di lingkungan pesisir.



DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute (ACI).
- Andrade, C., Alonso, C., & Castellote, M. (2018). *Corrosion of Steel in Concrete: Prevention, Diagnosis, Repair*. Wiley.
- ASTM C.33 – 03. 2002. *Standard Specification for Concrete Agregates*. Annual Books of ASTM Standards, USA
- Boyd, Claude E. (2018). *Water Quality: An Introduction*. Springer.
- Broomfield, John P. (2007). *Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation and Repair*. CRC Press.
- Dari Berbagai Merk Semen Yang Ada di Kota Malang. Skripsi. Malang. Universitas Negeri Malang
- Gao, H., et al. (2017). "Effects of Sea Water on Mechanical Properties and Microstructure of High-Performance Concrete." *Advances in Materials Science and Engineering*, 2017.
- Hewlett, Peter. (2003). *The History of Cement and Concrete*. Cambridge University Press.
- Johnson. (2018). "Chemical Attack on Concrete in River Water" *Construction and Building Materials*, 72 Halaman: "Penelitian ini menunjukkan bahwa beton yang terendam dalam air sungai rentan terhadap serangan kimia dari mineral-mineral yang terlarut dalam air."
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*, Edisi Kedua, Andi, Yogyakarta.
- Neville, A.M. (2011). *Properties of Concrete*. Pearson Education Limited.
- Putri, dianita. 2016. *Pengaruh Penggunaan Air laut, Air Tawar dan Air Gambut Terhadap Kuat Tekan Beton dan Modulus Elastisitas Beton*, Skripsi, Sarjana Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Rahman, M. M., et al. (2018). "Chloride-Induced Corrosion in Reinforced Concrete Structures: A Review." *Journal of Advanced Concrete Technology*, 16(1), 77-90.
- Ramachandran, V.S. (1995). *Concrete Admixtures Handbook: Properties, Science, and Technology*. Noyes Publications.
- Smith. (2015). "The Corrosion Behavior of Concrete in Seawater" *Engineering Structures*, 45 Halaman: "Penelitian ini menunjukkan bahwa beton yang terendam dalam air laut cenderung mengalami korosi akibat kandungan garam yang tinggi."

SNI 7656:2012. Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.

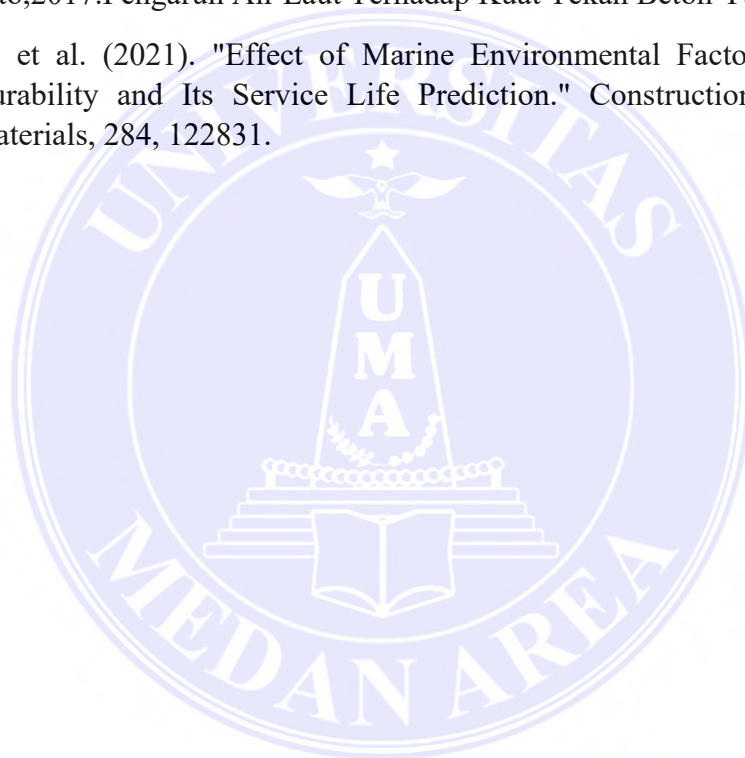
Song, H. W., Kim, H. K., & Kim, J. K. (2019). Effect of fly ash and silica fume on the corrosion resistance of reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 198, 1-9.

Sulaeman, Budiawan. "Modulus Elastisitas Berbagai Jenis Material." *Pena Teknik*, vol. 3, no. 2, 1 Sep. 2018, pp. 127-138,

Uno, A. F., dkk." Kuat Tekan Beton Berdasarkan Metode *Curing Time* di Lapangan pada Rigid Pavement." *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi Politeknik Negeri Manado*, vol.1, no. 1, 2022.

Wedhanto,2017.Pengaruh Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Terbuat


Wu, G., et al. (2021). "Effect of Marine Environmental Factors on Concrete Durability and Its Service Life Prediction." *Construction and Building Materials*, 284, 122831.





Lampiran 1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Umur 14 Hari


PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON				Jenis Benda Uji Silender, 30 × 15 (cm)				Jumlah Benda Uji 9 buah			Alat: - Mesin Compression Test - Timbangan		
PC - 0103 - 76 (ASTM C - 39 - 72) (ASTM C - 192 - 69) (ASTM C - 617 - 71 A)													
No	Jenis Perawatan Beton	Tanggal		Berat (Kg)	Umur (Hari)	F'c Rencana	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan (N)	Rasio Umur	Luas Benda Uji (mm ²)	Kokoh Tekan Beton, F'c (MPa)		
		Cetak	Uji								Pengujian	Kuat Tekan Rata-Rata	
1	Air Bersih I	-	-	12,20	14	25	395,3	395300	0,879	17662,500	22,38	22,51	
2	Air Bersih II	-	-	11,96	14	25	402,3	402300	0,879	17662,500	22,78		
3	Air Bersih III	-	-	12,79	14	25	385,9	385900	0,879	17662,500	21,85		
1	Air Sungai I	-	-	12,49	14	25	356,1	356100	0,879	17662,500	20,16	20,02	
2	Air Sungai II	-	-	13,23	14	25	358,7	358700	0,879	17662,500	20,31		
3	Air Sungai III	-	-	13,18	14	25	345,9	345900	0,879	17662,500	19,58		
1	Air Laut I	-	-	12,14	14	25	303,5	303500	0,879	17662,500	17,18	17,21	
2	Air Laut II	-	-	12,88	14	25	298,3	298300	0,879	17662,500	16,89		
3	Air Laut III	-	-	12,17	14	25	310,1	310100	0,879	17662,500	17,56		
Pekerjaan:						Lokasi:						Diuji oleh: - Rahul Lumbanraja - Wanda Pratama Nainggolan	
Tugas Akhir						-							
Pemohon Pengujian:			Pengawas:			 LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK PRODI SIPIL UNIKA SANTO THOMAS SUMATERA UTARA Jl.Setia Budi No.479-F, Medan 20132 Telp.8210161 Ext.232						Medan, 2 Juli 2024	
Riorda Vasco Daeli												Kepala Laboratorium Beton Dan Bahan Bangunan	

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Umur 28 Hari

PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON PC - 0103 - 76 (ASTM C - 39 - 72) (ASTM C - 192 - 69) (ASTM C - 617 - 71 A)				Jenis Benda Uji Silender, 30 × 15 (cm)				Jumlah Benda Uji 9 buah			Alat: - Mesin Compression Test - Timbangan		
No	Jenis Perawatan Beton	Tanggal		Berat (Kg)	Umur (Hari)	F'c Rencana	Beban Tekan (kN)	Beban Tekan (N)	Rasio Umur	Luas Benda Uji (mm ²)	Kokoh Tekan Beton, F'c (MPa)		
		Cetak	Uji								Pengujian	Kuat Tekan Rata-Rata	
1	Air Bersih I	-	-	12,43	28	25	460,7	460700	1,0	17662,500	26,08	25,85	
2	Air Bersih II	-	-	12,92	28	25	448,3	448300	1,0	17662,500	25,38		
3	Air Bersih III	-	-	12,43	28	25	457,3	457300	1,0	17662,500	25,89		
1	Air Sungai I	-	-	12,20	28	25	412,8	412800	1,0	17662,500	23,37	22,97	
2	Air Sungai II	-	-	12,19	28	25	398,6	398600	1,0	17662,500	22,57		
3	Air Sungai III	-	-	12,15	28	25	405,7	405700	1,0	17662,500	22,97		
1	Air Laut I	-	-	12,20	28	25	352,7	352700	1,0	17662,500	19,97	19,83	
2	Air Laut II	-	-	12,19	28	25	342,2	342200	1,0	17662,500	19,37		
3	Air Laut III	-	-	13,51	28	25	355,6	355600	1,0	17662,500	20,13		
Pekerjaan:						Lokasi:						Diuji oleh: - Rahul Lumbanraja - Wanda Pratama Nainggolan	
Tugas Akhir						-							
Pemohon Pengujian:				Pengawas:				 LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK PRODI SIPIL UNIKA SANTO THOMAS SUMATERA UTARA Jl.Setia Budi No.479-F, Medan 20132 Telp.8210161 Ext.232				Medan, 2 Juli 2024	
Riorda Vasco Daeli												Kepala Laboratorium Beton Dan Bahan Bangunan	
												(Ir. Martius Ginting, MTSi)	

Lampiran 2 Gambar Alat Yang Digunakan



Gambar 7 Piknometer



Gambar 8 Palu Karet



Gambar 9 Saringan



Gambar 10 Pan



Gambar 11 Mesin Penggoyang Saringan



Gambar 12 Timbangan Digital



Gambar 13 Timbangan Digital Kapasitas 30 kg



Gambar 14 Kompor Listrik



Gambar 15 Capping Beton



Gambar 16 Cetakan Silinder



Gambar 17 Mixer concrete (Molen)



Gambar 18 Kerucut Abrams



Gambar 19 *Compressing Testing Machine (CTM)*

Lampiran 3 Gambar Pengambilan Air Sungai dan Air Laut



Gambar 20 Pengambilan Air Sungai di Jalan Bhayangkara



Gambar 21 Pengambilan Air Laut di Pesisir Belawan

Lampiran 4 Gambar Proses Perendaman Beton (*Curing*)



Gambar 22 Proses Perendaman Beton dengan Air Bersih



Gambar 23 Proses Perendaman Beton dengan Air Sungai



Gambar 24 Proses Perendaman Beton dengan Air Laut

Lampiran 5 Gambar Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 25 Proses Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 26 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton