

**PENGARUH MODULUS KEHALUSAN TERHADAP KUAT  
TARIK BELAH BETON YANG TERENDAM AIR LAUT**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh**

**MIFTAKHUL HUDA**

**1820121120**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2022**

**PENGARUH MODULUS KEHALUSAN TERHADAP KUAT TARIK BELAH  
BETON YANG TERENDAM AIR LAUT**

Oleh  
**MIFTAKHUL HUDA**  
1820121120

Menyetujui,  
Tim Pembimbing  
Makassar, 15 Oktober 2022

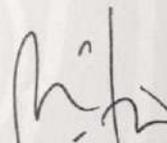
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T.

NIDN : 0906107701

Pembimbing II



Dr. Ir. Ritnawati, S.T., M.T.

NIDN : 0924037901

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Fajar

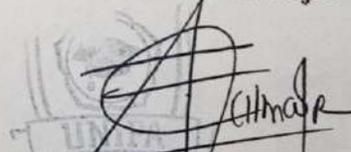


Prof. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T.

NIDN : 0906107701

Ketua Prodi Teknik Sipil

Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, S.T., M.T.

NIDN : 0919117903

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas akhir :

**Pengaruh Modulus Kehalusan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Yang Terendam Air Laut** adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 15 Oktober 2022

Yang menyatakan



Miftakhul Huda

## ABSTRAK

**Pengaruh Modulus Kehalusan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang terendam Air Laut, Miftakhul Huda.** Indonesia tidak lepas dari bangunan di tepi pantai, metode-metode baru mulai dikembangkan demi mendapatkan beton dengan kualitas tinggi khususnya di wilayah perairan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana nilai kuat dan pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik belah beton yang terendam air laut. Penelitian eksperimen beton ini menggunakan variasi modulus kehalusan butir agregat kasar dan variasi perawatan. Modulus halus Butir (MHB) yang digunakan adalah 6,0; 6,52; dan 7,1. Air perendaman yang digunakan adalah air laut dan air tawar. Kuat tarik belah beton dengan curing air tawar menggunakan MHB 6,0; 6,5; dan 7,1 berturut turut sebesar 2,71 MPa; 2,65 MPa dan 1,91 MPa. Sedangkan beton dengan curing air laut berturut turut sebesar 3,29 MPa; 2,76 MPa; dan 2,12 MPa. MHB memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tarik belah beton, semakin tinggi MHB maka semakin rendah nilai kuat tarik belah yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** Kuat Tarik Belah, Beton, MHB, Curing, Air Laut.

## **ABSTRAK**

***Impact of the Fineness Modulus on the Split Tensile Strength of Concrete Submerged in Sea Water, Miftakhul Huda.*** Buildings near the shore cannot be isolated from Indonesia, and new techniques are being developed, particularly in water locations, to obtain high-quality concrete. This study's objective was to determine how the fineness modulus and strength value affected the split tensile strength of concrete submerged in sea water. Variations in the fineness modulus of coarse aggregate grains and variations in curing were used in this experimental investigation on concrete. Three different values of the fine grain modulus (MHB) were employed: 6,0; 6,52; and 7,1; Both freshwater and saltwater are used for the immersion process. Splitting concrete's tensile strength utilizing MHB 6,0; 6,5; and 7,1 at 2,71 MPa, 2,65 MPa, and 1,91 MPa, respectively. Contrarily, the MPa values for concrete that had been exposed to seawater while curing were 3,29 MPa; 2,76 MPa; and 2,12 MPa. The split tensile strength of concrete is significantly impacted by MHB; the higher the MHB, the lower the split tensile strength value is produced.

***Keywords:*** Split Tensile Strength, Concrete, MHB, Seawater Curing, Coarse Aggregate.

## KATA PENGANTAR

Puji yukur atas kehadiran Allah SWT., atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul **Pengaruh Modulus Kekeluhan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang Terendam Air Laut**

Penyusunan laporan proposal penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pada Universitas Fajar Makassar Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil. Penyusunannya dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan mendukung baik berupa materil dan non-materil
2. Dr. Ir. Erniati,ST.,MT. sebagai pembimbing I dan selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, yang sabar membimbing dengan berbagai kendala yang ada.
3. Dr. Ir. Ritnawati,ST.,MT sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkah pada penelitian ini.
4. Fatmawaty Rachim, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Kakanda Zulkarnain, S.T., atas saran dan masukan yang diberikan dalam pengerjaan penelitian ini
6. Teman- teman proyek, Ashraf, Ronal, Rezir, Asrafi, Rivaldi, Rian, Adriana, Mad, Kurniawan, Said, Alex.
7. Saudara dan Saudariku Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2018 yang telah turut berperan dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.
8. Serta semua pihak yang telah turut berperan aktif dengan segala kerendahan hati yang telah membantu kami dalam menyelesaikan penelitian ini.

Dengan ini kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan proposal ini. Akhir kata dari kami yaitu semoga semua bantuan dan amal baik tersebut mendapatkan balasan dan anugerah dari Allah SWT. Aamiin.

Makassar, 15 Oktober 2022

Miftakhul huda

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	2
I.4 Batasan Masalah .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
II.1 Beton.....	4
II.2 Material Penyusun Beton .....	6
II.2.1 Agregat.....	6
II.2.2 Semen.....	7
II.2.3 Air .....	8
II.3 Modulus Kekhalusan .....	9
II.4 Air Laut .....	9
II.5 Kuat Tarik Belah .....	10
II.6 Penelitian Terdahulu.....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
III.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan .....	16
III.2 Alat dan Bahan.....	16
III.2.1 Alat .....	16
III.2.2 Bahan .....	17
III.3 Pelaksanaan Penelitian .....	17
III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	17

III.3.2 Benda Uji.....	18
III.3.3 Metode Pengujian Kuat Tarik.....	19
III.4 Metode Pengumpulan Data.....	20
III.5 Analisa Data.....	20
III.6 Bagan Alur.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
IV.1 Karakteristik Material Penyusun beton.....	22
IV.1.1 Pengujian Agregat Halus.....	22
IV.1.2 Pengujian Agregat Kasar.....	24
IV.2 Rancangan Campuran Beton (mix design concrete).....	27
IV.3 Pengujian Slump Test.....	28
IV.4 Pengujian Kuat Tekan.....	29
IV.5 Pengujian Kuat Tarik Belah.....	31
VI.5.1 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar.....	33
VI.5.2 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air laut.....	33
IV. 6 Hubungan Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton.....	35
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>36</b>
V.1. Kesimpulan.....	36
V.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>
Lampiran A : Karakteristik Agregat Halus.....	50
Lampiran B : Karakteristik Agregat Kasar.....	55
Lampiran C : Batas Zona.....	53
Lampiran D :Mix Design Beton.....	56
Lampiran E : Hasil Pengujian Tarik Belah.....	62
Lampiran F : Dokumentasi.....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Bagan Alur .....	21
Gambar IV. 1 Grafik zona pasir.....	23
Gambar IV. 2 Uji Slump Tes .....	29
Gambar IV. 3 Pengujian kuat tekan beton .....	31
Gambar IV.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	31
Gambar IV.5 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar.....	33
Gambar IV.6 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air laut.....	33
Gambar IV. 7 Perbandingan kuat tarik belah beton antara rendaman air tawar dan air laut.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Benda uji silinder dengan diameter 100 mm x 200 mm .....	19
Tabel IV. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus.....	22
Tabel IV. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	23
Tabel IV. 3 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar .....	24
Tabel IV. 4 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 6,0.....	25
Tabel IV. 5 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 6,52.....	25
Tabel IV. 6 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 7,1.....	26
Tabel IV. 7 Rancangan campuran beton untuk 1 silinder .....	27
Tabel IV.8 Rancangan campuran dengan modulus kehalusan 6,0.....	27
Tabel IV.9 Rancangan campuran dengan modulus kehalusan 6,52.....	27
Tabel IV.10 Rancangan campuran dengan modulus kehalusan 7,1.....	28
Tabel IV. 11 Hasil nilai slump Test .....	28
Tabel IV.12 Hasil Perhitungan Kuat Tekan beton .....	29
Tabel IV.13 Hasil Perhitungan kuat tarik belah.....	32
Tabel IV.14 Hubungan kuat tekan dan tarik belah beton.....	35

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama kali Pada Halaman
MPa	: Mega Pascal	16
SNI	: Standar Nasional Indonesia	16
PC	: Semen Portland	22
PBI	: Peraturan Beton Indonesia	18
UTM	: Universal testing Machine	40
Fct	: Kuat Tarik belah	23
Fc	: Kuat Tekan	25
FM	: Modulus Kehalusan partikel	20
W	: Watt	27
MgSO <sub>4</sub>	: Magnesium Sulfat	21

# BAB I PENDAHULUAN

## **I.1 Latar Belakang**

Sebagai negara kepulauan, penggunaan beton di Indonesia tidak lepas dari bangunan-bangunan di tepi pantai ataupun bangunan air. Metode-metode baru dilakukan untuk mengembangkan jenis material bahan bangunan hal ini dimaksudkan dihasilkan beton precast yang memiliki mutu berkualitas tinggi, ramah lingkungan, ekonomis, tahan lama, dan memudahkan dalam proses pengerjaan, mulai dari pekerjaan konstruksi dermaga (pier, jetties), landasan pacu pesawat di tepi pantai, mercusuar dan jembatan sebagai penghubung antar pulau.

Air laut mempunyai kandungan garam yang tinggi, sehingga mampu mengurangi kekuatan dan keawetan beton. Pada Umumnya air laut mengandung garam-garam laut  $\pm 3.5\%$  dari beratnya. Kerusakan dapat terjadi pada beton akibat reaksi antara air laut yang agresif yang masuk ke dalam beton dengan senyawa-senyawa di dalam beton yang mengakibatkan beton kehilangan sebagian massa, kehilangan kekuatan dan kekakuannya serta mempercepat proses pelapukan. Kerusakan yang dialami beton akan mengakibatkan kerugian, terutama beton yang digunakan dalam infrastruktur laut misalnya pelabuhan. Kerusakan ini tentunya akan berdampak pada turunnya kekuatan struktur dan memperpendek masa layan bangunan. Jika dibiarkan dan kerusakan yang terjadi semakin parah, maka bangunan tidak dapat dipergunakan kembali (Khirunnisa, Rifqi and Amin, 2019)

Salah satu konsep pembangunan yang mulai banyak dilirik oleh para investor untuk dikembangkan di Indonesia adalah waterflow city, yang notabene merupakan negara maritim. Dibeberapa Negara misalnya Singapura, Jepang, Inggris, Amerika, berhasil dalam menerapkan konsep ini jauh sebelumnya, sehingga memicu pemerintah Indonesia untuk mendukung proyek penerapan konsep ini. Pemaksimalan wilayah pesisir merupakan solusi yang sangat baik untuk meningkatkan perekonomian dan pemerataan pembangunan. Air laut sangat agresif, sehingga bangunan ini membutuhkan bahan bangunan tahan air laut. Beton merupakan pilihan bahan bangunan yang baik untuk digunakan di daerah pesisir

dibandingkan dengan baja korosif. Beton memiliki ketahanan terhadap korosi, mudah dibentuk, dan mudah dalam pengerjaan sangat menguntungkan untuk pembangunandi wilayah pesisir terutama dalam skala besar. Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung suatu benda uji beton silinder yang diperoleh dari pembebanan benda uji yang ditempatkan secara horizontal sejajar dengan permukaan alat uji tekan. Kekuatan tarik merupakan bagian penting dalam menahan retak akibat perubahan kadar air dan suhu (Mindrasari, Sambowo and Basuki, 2014)

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti mengangkat permasalahan tersebut untuk dilakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Modulus Kehalusan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang Terendam Air Laut”**.

### **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai kuat tarik belah beton yang terendam air laut dengan variasi modulus kehalusan?
2. Bagaimana pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik belah beton yang terendam air laut ?

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah beton yang terendam air laut dengan variasi modulus kehalusan
2. Untuk mengetahui pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik belah beton yang terendam air laut.

### **I.4 Batasan Masalah**

Batasan Masalah penelitian ini dibatasi antara lain:

1. Semen yang digunakan adalah semen Portland
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir lokal
4. Variabel penelitian ini yaitu modulus halus agregat kasar (6,0 ; 6,52 ; 7,1)
5. Benda uji direndam dalam bak yang berisi air tawar dan bak yang berisi air laut
6. Yang akan diteliti adalah kuat tarik belah pada umur 28 hari



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Beton**

Beton merupakan gabungan dari beberapa unsur: agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, air, dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Perbandingan campuran bahan dimulai dari partikel terkecil hingga terbesar - semen, pasir dan kerikil. Jadi jika beton menggunakan semen 1:2:3 berarti campurannya adalah 1 bagian semen, 2 bagian pasir dan 3 bagian kerikil.

Berdasarkan Pasal 2.2 SNI-2847 (2013), beton adalah air yang dicampur dengan atau tanpa semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan campurannya. Beton biasa adalah beton dengan berat satuan 2.200 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 2.500/m<sup>3</sup> yang dibuat tanpa menghancurkan atau menghancurkan agregat alam.

Beton memiliki komposisi  $\pm 15\%$  semen,  $\pm 8\%$  air,  $\pm 3\%$  udara, selebihnya pasir dan kerikil. Setelah mengeras campuran ini akan mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. sifat sifat pada beton dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti, perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan,. (Wuryati, 2001).

Nugraha, P (2007), Ditemukan bahwa pada beton yang baik, setiap butir agregat tertutup sempurna dengan mortar. Demikian pula, ruang antara agregat harus diisi dengan mortar. Oleh karena itu, kualitas mortar dalam campuran beton mempengaruhi kualitas beton. Semen merupakan komponen penting dalam campuran beton, tetapi jumlahnya hanya 7-15% dari campuran beton. Beton dengan sedikit campuran semen (sampai 7%) disebut beton ramping dan beton dengan sejumlah besar campuran semen disebut beton kaya.

Menurut Mulyono (2006) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu:

1. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, dibedakan menjadi 3 kelas, yaitu:

- a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan nonstruktural. Untuk pelaksanaannya, tidak diperlukan keahlian khusus. Kontrol kualitas hanya terbatas pada kontrol ringan terhadap kualitas bahan, sedangkan pada pemeriksaan kuat tekan tidak diperlukan. Kualitas kelas I ditunjukkan dengan B0.
- b. Beton kelas II adalah beton struktural umum. Implementasinya membutuhkan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah kepemimpinan ahli. Beton kelas II diklasifikasikan dengan mutu baku B1, K 125, K 175 dan K 225. Pada kualitas B1, kontrol kualitas terbatas pada kontrol kualitas material saja dan pengujian kuat tekan tidak diperlukan. Untuk mutu K 125 dan K 175 perlu dilakukan pengecekan kuat tekan beton secara terus menerus dari hasil pemeriksaan benda uji.
- c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktur diatas K 225. Pelaksanaannya membutuhkan keterampilan khusus dan harus dilakukan di bawah bimbingan para ahli dibidangnya. Dibutuhkan laboratorium beton yang lengkap dan dilayani oleh tenaga ahli yang mampu melakukan pengendalian mutu beton secara bertahap.

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Beton Ringan Beton ringan adalah beton yang lebih ringan dari beton biasa. Agregat yang digunakan dalam produksi beton ringan juga merupakan agregat ringan.
- b. Beton Biasa Beton biasa menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar, serta memiliki berat jenis beton 2200kg/m<sup>3</sup> hingga 2400kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan 15 hingga 40 MPa.
- c. Beton berat adalah beton yang dibuat dari agregat yang lebih besar dari beton biasa atau memiliki berat curah lebih dari 2400 kg/m<sup>3</sup>. Agregat dengan berat jenis tinggi digunakan untuk menghasilkan beton berat.
- d. Beton massa, disebut beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton skala besar dan skala besar seperti bendungan, kanal, pondasi dan jembatan.

## **II.2 Material Penyusun Beton**

### **II.2.1 Agregat**

Menurut Silvia (2003), agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir, atau partikel mineral alam dan buatan lainnya, dalam bentuk mineral atau fragmen padat besar dan kecil. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, terdiri dari 90% sampai 95% berat atau 75% sampai 85% menurut volume. Dengan demikian, kualitas perkerasan jalan juga ditentukan oleh sifat-sifat agregat dan hasil pencampurannya dengan bahan lain. Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), agregat adalah partikel dari alam yang berguna sebagai pengisi dalam penggabungan mortar atau beton. Sekitar 70% dari volume mortar atau beton diisi dengan agregat. Penggunaan agregat menjadi bagian penting dalam pembuatan mortar dan beton, karena kerikil/ pasir memiliki pengaruh besar pada sifat beton. Menurut PBI (1971), agregat secara kasar dibagi menjadi agregat kasar dan agregat halus menurut ukurannya, dan dijelaskan sebagai berikut.

#### **1. Agregat kasar**

Agregat kasar memiliki sifat untuk memengaruhi kekuatan beton yang memiliki ketahanan pada keruntuhan, cuaca, dan pengaruh kerusakan lainnya. Agregat dengan ukuran lebih dari satu inci (25 mm) disebut agregat kasar. Menurut PBI (1971), Pasal 3.4 persyaratan agregat kasar (kerikil) adalah:

- a. Dikatakan agregat kasar karena tidak mempunyai pori-pori yang lebih dari 20% dari berat agregat keseluruhannya. Agregat kasar harus memiliki daya tahanan yang baik dalam kondisi cuaca panas ataupun dingin.
- b. Mengandung kurang dari 1% lumpur yang ditentukan oleh berat kering. Jika lebih dari satu persen, pastikan agregat kasarnya dicuci terlebih dahulu
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat kimia yang merusak beton, seperti zat yang bersifat alkali-reaktif.
- d. Menurut SNI 2847-2013 (Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung) ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:
  - 1) 1/5 jarak terkecil antara sisi cetakan;
  - 2) 1/3 ketebalan slab; dan

- 3) 3/4 Jarak bebas minimum antara batang tulangan atau kawat, bundel batang tulangan, tendon prategang atau selongsong.

## **2. Agregat Halus**

Persyaratan agregat halus menurut SNI 03 – 1750 - 1990 antara lain:

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $\pm 2,2$ .
2. Butiran-butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melebihi dari 5 % maka agregat harus dicuci
4. Agregat halus tidak boleh mengandung terlalu banyak bahan organik. Ini harus dibuktikan dengan eksperimen kolorimetri Abrams-Harder (menggunakan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan kolorimetri ini juga dapat digunakan, tetapi jika kuat tekan agregat setelah 28 hari >95% dari kekuatan agregat yang sama, tetapi dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian dicuci. ke Pada usia yang sama, secara menyeluruh dengan air
5. Susunan partikel agregat halus harus memiliki faktor kehalusan antara 1,50 dan 3,80 dan terdiri dari partikel dengan ukuran yang berbeda. Terbagi dalam beberapa yaitu zona 1, zona 2, zona 3, atau zona 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi persyaratan berikut:
  - a. Sisa di atas ayakan 4,8 mm, harus minimum 2 % berat
  - b. Sisa di atas ayakan 1,2 mm, harus minimum 10 % berat
  - c. Sisa di atas ayakan 0,3 mm, harus minimum 15 % berat
6. jangan menggunakan pasir laut sebagai campuran pada beton/ mortar, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari yang bersumber dari lembaga pemeriksaan bahan bahan yang diakui

### **II.2.2 Semen**

Semen portland berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.15-2049-2004 adalah terak portland yang terutama tersusun dari kalsium silikat ( $x\text{CaO}$

SiO<sub>2</sub>), yang bersifat hidrolis dan digiling bersama bahan lain. Semen terhidrolisis yang dihasilkan dengan penggilingan (klinker). Aditif tersebut berupa satu atau lebih bentuk kristal dari senyawa kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>.xH<sub>2</sub>O) dan dapat juga ditambahkan bersama dengan bahan tambahan lainnya (mineral dalam bahan). Kandungan senyawa dalam semen membentuk sifat dan jenis semen. Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland diklasifikasikan menjadi lima kategori menurut jenis dan aplikasinya sebagai berikut:

1. Tipe I, semen portland yang pada pemakaiannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
2. Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya membutuhkan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas 14 hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

### **II.2.3 Air**

Produksi beton membutuhkan air untuk memulai proses kimia semen, melembabkan agregat, dan membuat pekerjaan beton menjadi nyaman. Pasta semen merupakan reaksi kimia yang terjadi antara semen dan air. Menggunakan terlalu banyak air akan menghasilkan lebih banyak gelembung setelah hidrasi, dan terlalu sedikit air tidak akan sepenuhnya menghidrasi beton, mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu 90% dibandingkan dengan kekuatan beton dengan standar atau air suling (SNI 7974: 2013).

Sedangkan menurut Tjokrodimuljo (1996), Air diperlukan untuk pembentukan semen, yang mempengaruhi kemampuan kerja, kekuatan, susut dan daya tahan beton. Hanya sekitar 25% dari berat semen yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, tetapi dalam praktiknya nilai faktor air-semen kurang dari 0,35 sulit digunakan. Setiap kelebihan air digunakan sebagai pelumas, tetapi air

tambahan ini tidak boleh terlalu banyak karena akan mengurangi kekuatan beton dan membuat beton keropos. Kelebihan air ini tumpah (bleeding) dan menggelembung hingga membentuk lapisan tipis (latence). Lapisan tipis ini melemahkan ikatan antar lapisan beton, sehingga menghasilkan ikatan yang lemah.

### **II.3 Modulus Kehalusan**

Modulus kehalusan adalah nilai yang menyatakan kehalusan dan kekasaran agregat. Modulus ukuran partikel (FM) didefinisikan sebagai persentase kumulatif dari ayakan yang tersisa di atas nomor ayakan. 100 dibagi 100. Nilai modulus halus yang lebih tinggi menunjukkan partikel agregat yang lebih besar.

Nilai modulus halus diperoleh dari hasil uji analisis ayakan laboratorium. Semakin tinggi faktor kehalusan agregat, semakin besar ukuran butir agregat, dan oleh karena itu lebih sedikit bahan pengikat yang dibutuhkan. Faktor kehalusan digunakan untuk menentukan ukuran butir (kemiringan) agregat halus dan agregat kasar menggunakan analisis ayakan. Analisis saringan agregat adalah pengukuran berat partikel agregat yang melewati serangkaian saringan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan distribusi ukuran atau jumlah partikel baik untuk agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam tabel atau grafik (Besouw, Manoppo dan Palenewen, 2019)

Modulus kehalusan butir digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan analisa saringan. Analisa saringan agregat ialah penentuan berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah presentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar.

### **II.4 Air Laut**

Garam yang ditemukan dalam air laut bisa menghasilkan kandungan yang sama ketika dikombinasikan dengan agregat alkali reaktif seperti ketika digabungkan dengan semen alkali. Oleh Karena itu, air laut tidak boleh digunakan pada beton yang tentunya berpotensi sebagai agregat alkalin reaktif, meskipun kandungan alkalinya rendah (Nugraha, 1990:65). Beberapa garam ini akan bereaksi

secara kimia dengan semen, mengubah ataupun memperlambat proses perkerasa semen, sementara yang lain mengurangi kekuatan beton. Semacam serangan terjadi pada beton di atas permukaan air karena kristalisasi terjadi pada titik penguapan air. Korosi hanya terjadi ketika air diserap ke dalam beton. Hal ini karena salinitas naik melalui beton dengan aksi kapiler (Nugraha, 1989:169). Akibatnya, kekuatan awalnya lebih tinggi dari beton biasa, tetapi kekuatan tekannya menurun setelah 28 hari. Pengurangan kekuatan ini dapat dikurangi dengan menurunkan modulus air-semen.

Air laut memiliki dampak kimia pada beton terutama disebabkan oleh serangan magnesium sulfat ( $MgSO_4$ ). Hal ini diperparah dengan adanya klorida yang bereaksi dan menghambat pertumbuhan beton. Biasanya diklasifikasikan sebagai bagian dari serangan sulfat air asin, selain memberikan tampilan keputihan pada beton, ia mengembang, melunak, dan membentuk lapisan lanau sebelum terjadi pengelupasan dan keretakan.

Perubahan sifat-sifat ini menurunkan kualitas beton, dimulai dengan retakan pada permukaan, diikuti dengan pengelupasan beton dan karat pada tulangan. Permeabilitas adalah properti penting lainnya yang terkait dengan kekuatan beton. Jika rasio pencampuran beton kurang dari yang direncanakan, permeabilitas beton akan menurun di lingkungan laut, dan kekuatan beton akan mulai menurun. Hal ini didasarkan pada sifat fisik material yang sifatnya permeabel, bahwa turunnya permeabilitas beton mengakibatkan ion garam agresif yang terkandung dalam air laut masuk ke dalam lapisan beton, kemudian mengakibatkan semen PC menjadi tidak stabil. [Beaudoin, dkk. 1999]

## **II.5 Kuat Tarik Belah**

Kuat tarik belah merupakan nilai yang diperoleh berdasarkan kuat tarik belah bila suatu silinder beton ditekan dari sisi yang panjang. Kuat tarik beton tidak berbanding lurus. Setiap usaha untuk meningkatkan kuat tekan hanya sedikit meningkatkan nilai kuat tarik.

Kuat tarik belah beton memiliki kuat tarik yang sangat kecil disbanding dengan kuat tekannya yaitu 9% -15%  $f'_c$ . kuat tarik beton berpengaruh terhadap kemampuan beton di dalam mengatasi retak awal sebelum dibebani. Kuat tarik belah beton dapat dihitung berdasarkan SNI 2491-2014 sebagai berikut

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi Ld} \dots \dots \dots \text{Pers (II.1)}$$

Keterangan :

- $f_{ct}$  : kuat tarik belah (MPa)
- P : Beban Maksimum (N)
- L : Panjang benda uji (mm)
- d : Diameter benda uji (mm)

Kuat tarik adalah ukuran kekuatan beton yang terjadi karena gaya-gaya yang cenderung memisahkan bagian-bagian beton yang mengalami tarik. Nilai Kuat tarik beton adalah sekitar 1/18 dari kuat tekannya ketika masih muda, dan sekitar 1/20 setelah itu. Kekuatan tarik juga merupakan faktor penting untuk mencegah keretakan akibat perubahan kadar air dan suhu. Biasanya dilakukan uji kuat tarik .(Wibowo, Sunarmasto and Rashad, 2019)

Pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang Pemeriksaan kuat tarik belah beton dikerjakan untuk mengetahui secara jelas tentang kekuatan tarik belah beton pada umur 7,14, 21, dan 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja (Mulyadi, Suanto dan Meiza, 2020).

## II.6 Penelitian Terdahulu

Pandaleke dan Windah, 2017 melakukan penelitian tentang beton yang memiliki berat volumetrik rata-rata 2176,18 sampai 2425,58 kg/m<sup>3</sup> dan dapat digolongkan sebagai beton biasa. Nilai kuat tarik uji kuat tarik langsung lebih kecil dari nilai kuat tarik uji kuat tarik belah. Kuat tarik langsung sebesar 74,69% dari

kuat tarik belah. Sebuah uji kekuatan tarik langsung membawa tegangan tarik yang seragam dan sama dan karena itu lebih dekat dengan nilai kekuatan tarik yang sebenarnya. Selama pengujian kuat tarik, tegangan yang terjadi pada benda uji adalah tegangan tekan..

Pujianto et al, 2021 telah melakukan penelitian tentang kuat tarik belah dan kuat tekan beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Selama masa tunggu pengujian, beton direndam didalam air untuk menyempurnakan proses hidrasi semen. Hasil pemeriksaan kuat tarik belah pada beton keras menunjukkan bahwa semakin bertambah jumlah serat yang digunakan, maka kuat tarik belah beton yang dihasilkan meningkat cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat cukup efektif dalam meningkatkan kuat tarik pada beton.

Wiranti, 2019 telah melakukan Pengujian kuat tarik beton pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari, dengan modulus kehalusan pasir (FM) 2,56. Nilai slump flow untuk beton normal adalah 68,1 cm dan 69,2 cm untuk beton slag. Nilai kuat tarik beton untuk beton normal paling tinggi pada beton berumur 56 hari dengan nilai 4,907 MPa pada perawatan Air PDAM, dan untuk beton slag dengan nilai 4,812 MPa pada perawatan Air Laut. Nilai kuat tarik paling rendah pada saat beton berumur 3 hari dengan perawatan compound. Beton slag dapat digunakan pada konstruksi seperti dermaga maupun bendungan. Nilai Modulus elastisitas beton paling besar berada pada umur 56 hari dengan nilai modulus elastisitas beton normal 51924,62 MPa, dan untuk beton slag 50179,15 MPa.

Arinata, Hidayat dan Wibowo, 2012 telah meneliti tentang beton yang dalam penelitian ini digunakan benda uji beton dengan modulus air-semen 0,45. 0,50; 0,55 selama 1, 2, 3, dan 3 hari penyimpanan air tawar. Uji tekan dilakukan pada setiap variasi setelah beton berumur 28 hari. Detektor retak digunakan untuk mengukur kedalaman serapan air laut yang terendam dalam benda uji. Penelitian menunjukkan bahwa variasi 0,45 untuk faktor air-semen. 0.50; dan 0.55 memberikan perbedaan pengaruh yang jelas terhadap kuat tekan beton baik dengan

rendamann air laut maupun air, tetapi perubahan lama pemeraman 1, 2, dan 3 hari dalam air laut tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tekan beton. tidak memberikan perbedaan yang signifikan dalam kekuatan tekan. Kuat tekan beton. Penyerapan yang terjadi pada beton dipengaruhi oleh waktu curing air laut dan perubahan faktor air-semen. Semakin lama waktu pemeraman dan semakin tinggi faktor semen air, semakin tinggi pula daya serapnya.

Asmara, Suhendra dan Dwiretnani, 2021 telah meneliti tentang beton dengan variasi agregat halus yang berbeda. Material yang dipakai pada pembuatan beton ini adalah pasir yang berasal dari Kecamatan Sarorangung dan Pelawan Sungai Batang Asai (Ps Ba) dengan faktor kehalusan 2,732 dan dikumpulkan dari Desa Rengas Kecamatan Muaro Jambi Sungai Batang Hari Provinsi Bandung. Agregat halus dari Kedua sampel pasir dengan faktor kehalusan (Ps Bh) 2,63 ini tergolong tipe II (agak kasar). Citra beton Tungkal Ulu dengan faktor kehalusan 6,56. 2. Pengotor Organik Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir Sungai Batang Asai mengandung sedikit pengotor organik. Yakni, lempeng organik nomor satu dan pasir sungai Batanghari mengandung lebih banyak pengotor organik. Jadi nomor 3 di piring organik. piring. Hasil uji kuat tekan kedua jenis benda uji hanya memenuhi  $f_c'$  (20 MPa) dan tidak memenuhi  $f_c'r$  (27 MPa). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua nilai kuat tekan pada umur 28 hari relatif sama (Ps Ba = 20,97 MPa dan Ps Bh 19,99 MPa). 4. Kuat tarik belah kedua jenis benda uji termasuk dalam kuat tarik belah beton normal (9-15%) dari kuat tekannya. Kuat tarik belah beton Ps Bh lebih besar dari pada beton Ps Ba.

Ahmad, 2018 telah meneliti tentang kuat tekan beton pada campuran air laut (BLT, BLL) dengan hasil meningkat relatif terhadap beton campuran air tawar (BTT, BTL). Porositas beton campuran air laut (BLT) dan beton campuran air laut (BLL) terjadi penurunan dibandingkan dengan beton pembanding, beton air tawar campuran air tawar (BTT). 3. Kuat tekan beton campuran air laut (BLL) sebesar 352,29 kg/cm<sup>2</sup> dan porositas beton sebesar 17,06%. Kuat tekan beton yang dicampur air laut dan diolah dengan air tawar (BLT) diperoleh 331,61 kg/cm<sup>2</sup> dengan porositas beton 16,87%. Kuat tekan beton yang dicampur menggunakan air

tawar dan diberikan perlakuan air tawar (BTT) sebagai pembanding keduanya adalah sebesar 314,05 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai porositas 17,97%. Kuat tekan (BTL) beton yang dicampur air tawar dan diberi perlakuan air laut sebesar 297,80 kg/cm<sup>2</sup> dan memiliki angka porositas 16,44%.

Mulyadi, Suanto dan Meiza, 2020 telah meneliti tentang beton normal dengan pengujian kuat tarik belah. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan pasir dengan MHB 3,861 dengan menggunakan perendaman air tawar. Hasil Analisis kuat tarik belah beton yang dicapai oleh beton tanpa menggunakan material pengganti agregat kasar atau beton normal pada umur 7 hari kuat tarik belah beton 3,19 N/mm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari 3,85 N/mm<sup>2</sup>, pada umur 21 hari 4,22 N/mm<sup>2</sup>, dan 28 hari 4,89 N/mm<sup>2</sup>, terlihat semakin meningkat sampai 28 hari diatas kuat tarik belah beton rencana 3,76 N/mm<sup>2</sup>

Hunggurami, Utomo dan Wadu, 2014 telah melakukan penelitian tentang pengaruh masa perawatan menggunakan air laut terhadap kuat tekan dan arbsorpsi beton, dengan menarik kesimpulan bahwa Kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut lebih tinggi dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar untuk masa perawatan 7 hari. Sementara untuk masa perawatan 14 hari dan 28 hari kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut lebih rendah dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar. Hal ini menjelaskan bahwa beton yang mengalami perendaman dengan air laut memiliki kekuatan awal yang lebih tinggi dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar, namun setelah itu kekuatannya akan lebih rendah dan semakin tinggi mutu beton maka perbedaan kuat tekan antara beton yang mengalami perawatan dengan air laut dengan kuat tekan beton.

Saputra dan Hepiyanto, 2017 telah melakukan penelitian bertujuan untuk menyelidiki pengaruh proses curing terhadap air untuk mengetahui kuat tekan beton. Dari hasil penelitian pada proses curing air PDAM, air laut dan air comberan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Pada umur 7 hari untuk nilai kuat tekan maksimum pada air PDAM, air laut, air comberan secara berturut-turut sebesar 13,522 MPa, 8,759 MPa, 10,296 MPa. Nilai kuat tekan Air PDAM pada umur 7

hari mengalami kenaikan dibandingkan nilai kuat tekan air laut dan air comberan, sedangkan nilai kuat tekan air laut mengalami penurunan dibandingkan dengan air comberan yang mengalami kenaikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan yang tertinggi berada air PDAM pada umur 7 hari.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **III.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini akan dilaksanakan selama kurang lebih 1 bulan yakni bulan Agustus s/d bulan September 2022. Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur dan bahan program studi Teknik Sipil Universitas Fajar.

### **III.2 Alat dan Bahan**

#### **III.2.1 Alat**

Penelitian ini menggunakan alat uji sebagai berikut :

- 1) Timbangan dengan kapasitas 50 kg untuk menimbang agregat, semen, air.
- 2) *Oven* dengan temperatur 300 °C dan daya listrik 2200 W untuk mengeringkan material.
- 3) Ayakan dengan ukuran diameter saringan 1<sup>1/2</sup>, 3/4, 3/8, 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, pan.
- 4) Cetakan benda uji berupa silinder.
- 5) Compression Testing Machine.

Alat bantu lain :

- 1) Spatula.
- 2) Gelas ukur kapasitas 250 ml untuk uji agregat.
- 3) Gelas ukur 2000 ml untuk menakar air.
- 4) Stopwatch.
- 5) Lap kering.
- 6) Ember.
- 7) Alat tulis.
- 8) Formulir penelitian.
- 9) Kamera.

### **III.2.2 Bahan**

Adapun bahan yang akan digunakan pada pembuatan benda uji adalah :

- 1). Semen Portland
- 2). Agregat Halus (pasir)
- 3). Agregat Kasar (kerikil)
- 4). Air
- 5). Zat aditif

### **III.3 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara ilmiah, maka penelitian ini harus dilakukan dengan sistematika yang jelas dan teratur agar diperoleh hasil yang dapat dipertanggungjawabkan. Adapun variabel bebas yang digunakan yaitu modulus kehalusan dan rendaman air laut sedangkan variabel terikatnya yaitu kuat tarik belah beton. Adapun variasi campuran untuk agregat kasar terdiri dari ukuran saringan 6,0; 6,52 dan 7,1 dengan perendaman air laut selama 28 hari. Dengan menggunakan ukuran modulus halus yang bervariasi pada campuran beton diharapkan nantinya akan memiliki nilai kuat tarik belah yang digunakan sebagai data acuan dalam menentukan pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik belah

#### **III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

1. Tahap 1 persiapam studi literatur

Pada tahap ini, kami mencari jurnal yang relevan dengan penelitian ini. Ini akan digunakan sebagai referensi saat meneliti, memproses, dan mengedit tugas akhir.

2. Tahap 2 persiapan alat dan bahan

Pada tahap ini peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini agar dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan apa yang direncanakan.

3. Tahap 3 pemeriksaan benda uji

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian karakteristik bahan penyusun beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Dalam pengujian ini persyaratan disesuaikan dengan spesifikasi karakteristik agregat sesuai SNI. Dari pengujian

ini dapat diketahui bahan penyusun beton yang memenuhi standar.

4. Tahap 4 perencanaan mix design

Pada tahap ini dilakukan perencanaan mix design beton yang sesuai standard SNI yang merupakan pedoman atau acuan dalam perhitungan kebutuhan bahan.

5. Tahap 5 pembuatan benda uji

Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji berdasarkan hasil dari mix design yang sesuai dengan SNI

6. Tahap 6 perendaman beton (air laut)

Pada bagian ini dilakukan perawatan beton (curing) dengan menggunakan air laut yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap kuat tarik beton. Perawatan pada beton dilakukan pada selama 28 hari.

7. Tahap 7 pengujian benda uji

Pada tahap ini dilakukan pengujian benda uji silinder pada umur beton 28 hari.

8. Tahap 8 analisis dan pembahasan

Pada tahap ini, kami mengumpulkan data dari hasil pengujian dan menganalisis hasil untuk menguji kekuatan tarik belah beton silinder.

9. Tahap 9 kesimpulan pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan ini berdasarkan daari analisis data pada tahap sebelumnya sebagai jawaban dari masalah yang telah diajukan seelumnya.

### **III.3.2 Benda Uji**

Dalam penelitian ini, jenis tes yang digunakan adalah benda uji silinder sebagai representasi dari bentuk silinder kondisi lapangan nyata. Hal ini disebabkan karena dimensi kolom yang sangat besar pada struktur dermaga. Oleh karena itu peneliti menganggap bentuk silinder beton sebagai standar minimum daripada dimensi kolom dermaga yang sebenarnya.

Untuk volume silinder beton berdiameter 100 mm x 200 mm, pembuatan benda uji kolom silinder untuk kuat tarik adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar secara tiga lapis kedalam cetakan silinder. Lalu dilakukan proses

pemadatan dengan cara menumbuk dan menusuk kedalam campuran beton segar, atau bisa juga menggunakan alat pemadat atau penggetar.

Tabel III.1 Benda uji silinder dengan diameter 100 mm x 200 mm

Nama benda uji		usia (hari)	benda uji(buah)
6,0	AT- TB	28	3
	AL- TB		3
6,52	AT- TB		3
	AL- TB		3
7,1	AT- TB		3
	AL- TB		3
jumlah			18

Keterangan :

- AT-TB: Air tawar-tarik belah
- AL-TB: Air laut- tarik belah

### III.3.3 Metode Pengujian Kuat Tarik

Setelah benda uji direndam selama 28 hari didalam air laut, pengujian kuat Tarik dilakukan.

Langkah-langkah pengujian kuat tarik :

1. Ambil benda uji dari bak rendaman
2. Diamkan benda uji hingga kering
3. Bersihkan kotoran yang menempel dengan kain basah atau kuas
4. Timbang berat benda uji silinder
5. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
6. Jalankan mesin dengan pembebanan konstan
7. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur kemudian catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

### **III.4 Metode Pengumpulan Data**

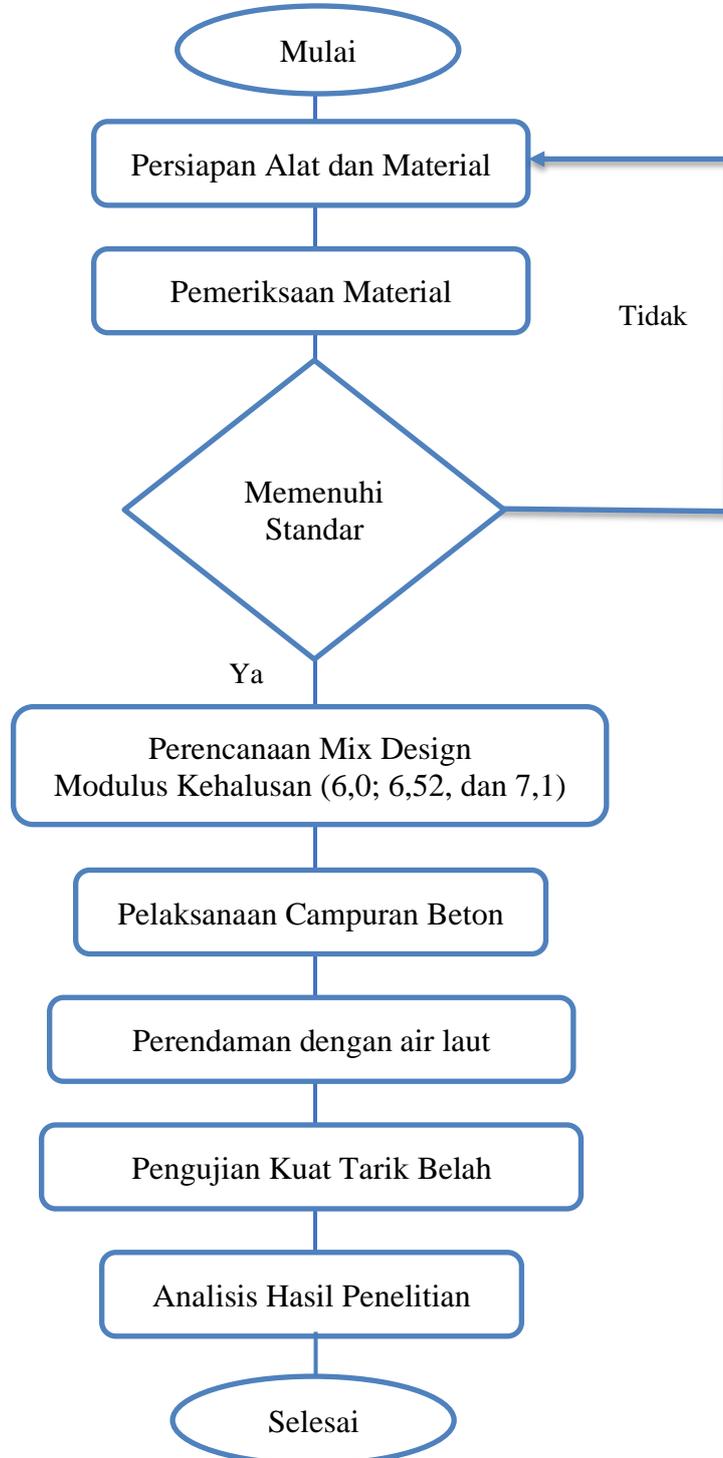
Pada tahap percobaan (pengumpulan data), seperti pembuatan benda uji dan penyiapan benda uji, rencana dibuat berdasarkan parameter yang menentukan sifat-sifat beton ketika mengeras. Spesimen silinder kering kemudian direndam dalam bak berisi air laut selama 28 hari. Pengujian kuat tarik beton menggunakan UTM (Universal Testing Method). Pembebanan dilakukan sampai luas tekan beton gagal dan tercapai beban maksimum. Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, meliputi pengujian sifat-sifat material yang digunakan, proses pembuatan benda uji, dan pengujian kuat tarik.

### **III.5 Analisa Data**

Analisa data untuk menentukan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan dengan menggunakan spesifikasi SNI, khususnya untuk menentukan karakteristik agregat. Perencanaan mix design menggunakan trial mix dibuat dalam bentuk tabel dan gambar yang kemudian dianalisa menggunakan Microsoft Excel. Tujuan dari Analisa karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan untuk mengetahui jika bahan-bahan tersebut memenuhi spesifikasi yang telah diisyaratkan serta menganalisis kuat tarik Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk memperoleh suatu kesimpulan dari tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik beton yang terendam air laut.

### III.6 Bagan Alur

Berikut adalah gambar bagan yang akan menggambarkan alur penelitian yang akan peneliti lakukan. Dapat dilihat pada Gambar III.1



Gambar III. 1 Bagan Alur

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Karakteristik Material Penyusun beton

#### IV.1.1 Pengujian Agregat Halus

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari alam yaitu agregat halus (pasir). Pengujian ini dilakukan di laboratorium Bahan dan beton teknik sipil Universitas Fajar dengan mengacu pada SNI (Standard Nasional Indonesia)

Tabel IV. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

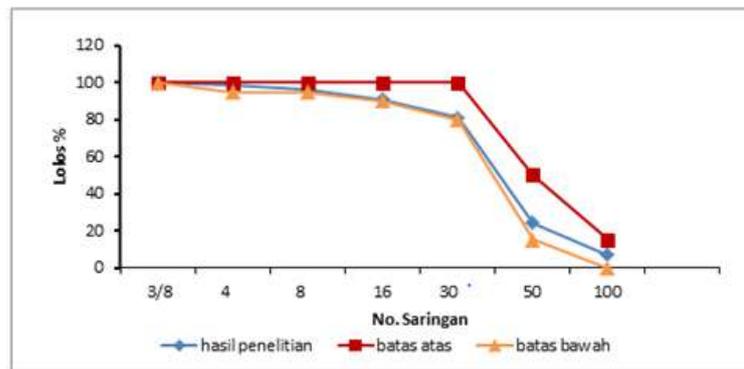
No	Jenis Pengujian	Hasil pengujian Agregat halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1,79%	0,2%-5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4,61%	3%-5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi lepas	1,5	1,4-1,9k kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,55	1,4-1,9k kg/liter	Memenuhi
4	Arbsorpsi	2,25	0,2%-2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,72	1,60-3,30	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,56	1,60-3,31	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,62	1,60-3,32	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	3,01	2,3-3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

Dari Tabel IV.1 terlihat bahwa hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seluruhnya memenuhi syarat sebagai material penyusun beton sehingga dapat digunakan dalam pencampuran beton.

Tabel IV. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAAN	PERSEN TERTAHAAN	$\Sigma$ PERSEN TERTAHAAN	PERSEN LOLOS
mm	Gram	%	%	%
No.4	15	1,50	1,50	98,50
No.8	25	2,50	4,00	96,00
No.16	50	5,00	9,00	91,00
No.30	100	10,00	19,00	81,00
No.50	570	57,00	76,00	24,00
No.100	170	17,00	93,00	7,00
No.200	50	5,00	98,00	2,00
Pan	20	2,0	100,00	0,00
Jumlah	1000	100,00	300,00	-

Hasil analisa saringan agregat halus (pasir) yang sudah dilakukan kemudian dimasukkan ke dalam bentuk grafik batas gradasi, sehingga diketahui pasir yang digunakan masuk dalam zona 4



Gambar IV. 1 Grafik zona pasir

Pada Gambar IV.1 diketahui batas gradasi hasil analisa saringan agregat halus berada diantara batas atas dan batas bawah masuk dalam zona 4 sesuai SNI-03-2834-200

#### IV.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah agregat yang asalnya dari alam yaitu batu pecah/kerikil. Pengujian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan dan beton Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar dengan mengacu pada SNI (Standart Nasional Indonesia)

Tabel IV. 3 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,60%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	1,52%	0,5%-2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi lepas	1,69	1,6-1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,71	1,6-1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Arbsorpsi	0,7	Maks 4%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,67	1,6 -3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,62	1,6 -3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,62	1,6 -3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	(6,52)	6-7,1	Memenuhi
7	Keausan	38%	Maks 50%	Memenuhi

8	Saringan	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
	a. $\frac{3}{4}$	20,45	79,55
	b. $\frac{3}{8}$	13,45	66,10
	c. 4	11,50	54,60
	d. 8	54,60	0

Pada tabel IV.3 dapat diperhatikan bahwa hasil pengujian karakteristik agregat kasar (kerikil) memenuhi syarat sebagai material penyusun beton, sehingga dapat digunakan dalam pencampuran beton

Tabel IV. 4 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 6,0

<b>Saringan</b>	<b>Berat Tertahan (%)</b>	<b>Persen Tertahan (%)</b>	<b>Σ Persen Tertahan (%)</b>	<b>Persen Lolos (%)</b>
<b>1 ½</b>	0	0	0	100,00
<b>¾</b>	511,35	20,45	20,45	79,55
<b>⅜</b>	336,21	13,45	33,90	66,10
<b>4</b>	287,44	11,50	45,40	54,60
<b>8</b>	1365	54,60	100	0
<b>16</b>	0	0	100	0
<b>30</b>	0	0	100	0
<b>50</b>	0	0	100	0
<b>100</b>	0	0	100	0
<b>PAN</b>	0	0		
<b>Jumlah</b>	<b>2500</b>	100	599,75	
<b>Modulus kehalusan</b>	$\frac{\text{Jumlah kumulatif persen tertahan}}{100}$ $\frac{599,75}{100} = 6,0$			

Tabel IV. 5 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 6,52

Saringan	Berat Tertahan (%)	Persen Tertahan (%)	Σ Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1 ½	0	0	0	100,00
¾	661,35	26,45	26,45	73,55
⅜	681,21	27,25	53,70	46,30
4	459,44	18,38	72,08	27,92
8	698,00	27,92	100	0
16	0	0	100	0
30	0	0	100	0
50	0	0	100	0
100	0	0	100	0
PAN	0	0		
<b>Jumlah</b>	<b>2500</b>	<b>100</b>	<b>652,23</b>	
<b>Modulus Kehalusan</b>	$\frac{\text{Jumlah kumulatif persen tertahan}}{100} = \frac{652,23}{100} = 6,52$			

Tabel IV. 6 Analisa Saringan Agregat Kasar MHB 7,1

Saringan	Berat Tertahan (gr)	Σ Persen Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1 ½	0	0	0	100,00
¾	900,35	36,01	36,01	63,99
⅜	916,21	36,65	72,66	27,34
4	683,44	27,34	100,00	0,00
8	0,00	0,00	100	0
16	0	0	100	0
30	0	0	100	0
50	0	0	100	0
100	0	0	100	0
Pan	0	0		0
<b>Jumlah</b>	<b>2500</b>	<b>100</b>	<b>708,67</b>	
<b>Modulus Kehalusan</b>	$\frac{\text{Jumlah kumulatif persen tertahan}}{100} = \frac{708,67}{100} = 7,1$			

## IV.2 Rancangan Campuran Beton (*mix design concrete*)

Pada rancangan campuran beton ini menggunakan metode sesuai SNI. Adapun komposisi pada material pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel IV.7. Pada Tabel IV.8, IV.9, dan IV.10 merupakan rancangan campuran pada agregat kasar untuk beberapa macam MHB, yaitu agregat dengan modulus kehalusan 6,0, 6,52, dan 7,1.

Tabel IV. 7 Rancangan campuran beton untuk 1 silinder

<b>Bahan Beton</b>	<b>Berat Beton (kg/M3)</b>	<b>Berat Untuk 1 Sampel (kg)</b>
Semen	455,555	0,859
Pasir	625,094	1,179
Kerikil	1,064.35	2,007
Air	205	0,387
Zat Aditif	5,467	0,0103

Tabel IV.8 Rancangan campuran agregat kasar dengan modulus kehalusan 6,0

<b>Nomor Saringan</b>	<b>Berat Beton (kg/M3)</b>	<b>Berat Untuk 1 Sampel (kg)</b>
3/4	217,702	0,411
3/8	143,138	0,270
4	122,375	0,231
8	581,135	1,096
total	1,064.350	2,007

Pada tabel IV.8 kebutuhan agregat kasar pada sampel menggunakan saringan nomor ¾;3/8; 4; dan 8 adalah 0,411kg, 0,270Kg, 0,231Kg, dan 1,096Kg.

Tabel IV.9 Rancangan campuran agregat kasar dengan modulus kehalusan 6,52

<b>Nomor Saringan</b>	<b>Berat Beton (kg/M3)</b>	<b>Berat Untuk 1 Sampel (kg)</b>
3/4	281,563	0,531
3/8	290,018	0,547
4	195,602	0,369

8	297,167	0,560
total	1,064.350	2,007

Pada Tabel IV.9 kebutuhan agregat kasar pada sampel menggunakan saringan nomor ¾;3/8; 4; dan 8 adalah 0,531, 0,547Kg, 0,369Kg, dan 0,560Kg.

Tabel IV.10 Rancangan campuran agregat kasar dengan modulus kehalusan 7,1

Nomor Saringan	Berat Beton (kg/M3)	Berat Untuk 1 Sampel (kg)
¾	383,315	0,723
3/8	390,067	0,736
4	290,968	0,549
8	0,000	0,000
total	1,064.350	2,007

Pada tabel IV.10 kebutuhan agregat kasar pada sampel menggunakan saringan nomor ¾;3/8; 4; dan 8 adalah 0,723Kg, 0,736Kg, 0,549Kg, dan 0,000Kg.

Jumlah kebutuhan agregat kasar (kerikil) dalam 1 adukan beton silinder menggunakan 2,007 kg. Persen yang tertahan pada ayakan dapat dilihat pada tabel IV.4, tabel IV.5 dan tabel IV.6, kemudian dikalikan dengan kebutuhan agregat.

### IV.3 Pengujian Slump Test

Untuk mengetahui workability atau kekentalan adukan beton maka dilakukan pengujian slump test. Kekentalan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk dikerjakan dalam pekerjaan konstruksi tanpa menimbulkan pemisahan dalam penyusun beton (segresi). jumlah air, jumlah semen, jumlah butir agregat, dan jumlah zat adiktif yang digunakan dapat mempengaruhi kekentalan

Untuk hasil pengujian slump test pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1 kali untuk masing-masing variasi seperti yang terlihat Tabel IV. 11

Tabel IV. 11 Hasil nilai slump Test

NO	Nama	Variasi	Nilai Slump Test (cm)
1	AL-TB	6,0	24

2	AL-TB	6,52	22
3	AL-TB	7,1	23

AL-TB = Air Laut Tarik Belah



Gambar IV. 2 Uji Slump Tes

#### IV.4 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan UTM (Universal testing Machine) pada saat sampel berumur 28 hari dengan benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 10cm x 20cm. Yang membedakan proses pengujian antar kuat tekan dan tarik belah adalah posisi benda ujinya.

Tabel IV.12 Hasil Perhitungan Kuat Tekan beton

Nama Sampel	Kode benda Uji	Berat (kg)	Luas (A) (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
MHB 6,0	AT-T	1	3,7158	7850	250000	31,85
	AT-T	2	3,7624	7850	310000	39,49
	AT-T	3	3,6576	7850	280000	35,67
	AL-T	1	3,7814	7850	260000	33,12
	AL-T	2	3,7477	7850	270000	34,39
	AL-T	3	3,5702	7850	340000	43,31
MHB 6,5	BT-T	1	3,6892	7850	240000	30,57
	BT-T	2	3,7283	7850	265000	33,76
	BT-T	3	3,7109	7850	240000	30,57
	BL-T	1	3,6626	7850	330000	42,04
	BL-T	2	3,6026	7850	270000	34,39
	BL-T	3	3,6174	7850	260000	33,12
MHB 7,1	CT-T	1	3,7089	7850	230000	29,30
	CT-T	2	3,6875	7850	220000	28,03
	CT-T	3	3,6854	7850	240000	30,57
	CL-T	1	3,7673	7850	250000	31,85
	CL-T	2	3,7372	7850	240000	30,57
	CL-T	3	3,7316	7850	220000	28,03

Tabel IV.12 dapat dilihat bahwa hasil dari kuat tekan beton dengan menggunakan variasi modulus kehalusan mengalami penurunan. Baik itu pada perendaman menggunakan air laut dengan nilai berturut-turut 36,94MPa, 36,53, dan 30,15MPa. Begitu juga pada perendaman air tawar dengan nilai 35,67MPa, 31,63MPa, dan 29,30MPa.



Gambar IV. 3 Pengujian kuat tekan beton

#### **IV.5 Pengujian Kuat Tarik Belah**

Untuk pengujian kuat tarik pada penelitian ini yaitu terdapat 2 macam perawatan, pertama dengan air laut dan juga air tawar sebagai pembanding . Hal ini di maksudkan sebagai benda uji kontrol. Benda uji berupa silinder yang dimensinya 10 cm x 20 cm dipasang pada alat UTM dengan posisi benda uji horizontal. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tersebut retak atau benda uji tersebut tidak dapat lagi menahan beban yg diberikan, hal itu ditandai dengan jarum penunjuk pada alat UTM, jika jarum yang berwarna sudah turun maka pembebanan pada benda uji tersebut telah mencapai maksimumnya.



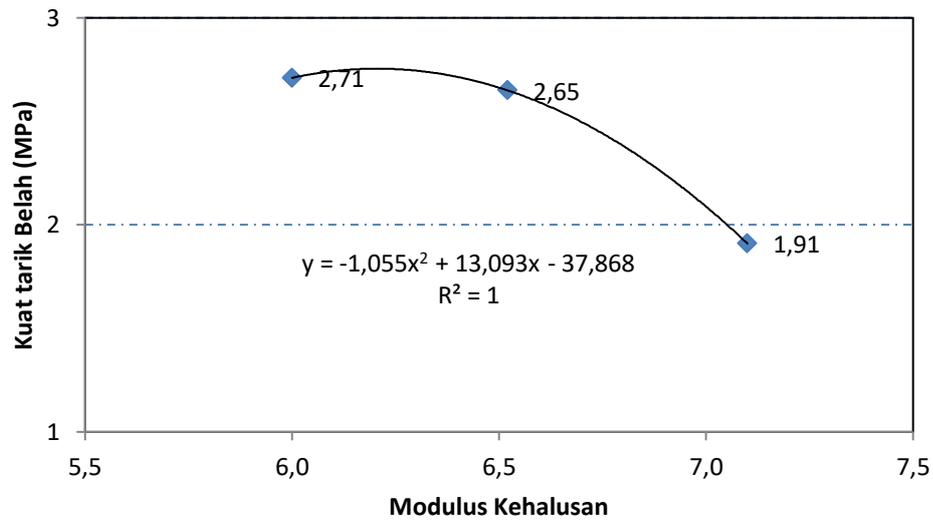
Gambar IV.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel IV.13 Hasil Perhitungan kuat tarik belah

Modulus Kehalusan	Nama sampel	Kode benda uji	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Beban (N)	Kuat tarik belah (MPa)	Kuat Tarik rata-rata (MPa)
6,0	AT-TB	1	100	200	90000	2,87	2,71
		2	100	200	80000	2,55	
		3	100	200	85000	2,71	
	AL-TB	1	100	200	110000	3,50	3,29
		2	100	200	90000	2,87	
		3	100	200	110000	3,50	
6,52	AT-TB	1	100	200	80000	2,55	2,65
		2	100	200	80000	2,55	
		3	100	200	90000	2,87	
	AL-TB	1	100	200	90000	2,87	2,76
		2	100	200	80000	2,55	
		3	100	200	90000	2,87	
7,1	AT-TB	1	100	200	70000	2,23	1,91
		2	100	200	60000	1,91	
		3	100	200	50000	1,59	
	AL-TB	1	100	200	70000	2,23	2,12
		2	100	200	60000	1,91	
		3	100	200	70000	2,23	

Pada tabel IV.13 terlihat bahwa hasil pengujian kuat tarik belah menggunakan variasi modulus kehalusan dengan rendaman air tawar.berurut-turut 2,71 MPa, 2,65 MPa, 1,91 MPa. Sedangkan sampel yang terendam air laut mempunyai nilai kuat tarik 3,29 MPa, 2,76 MPa dan 2,12 MPa.

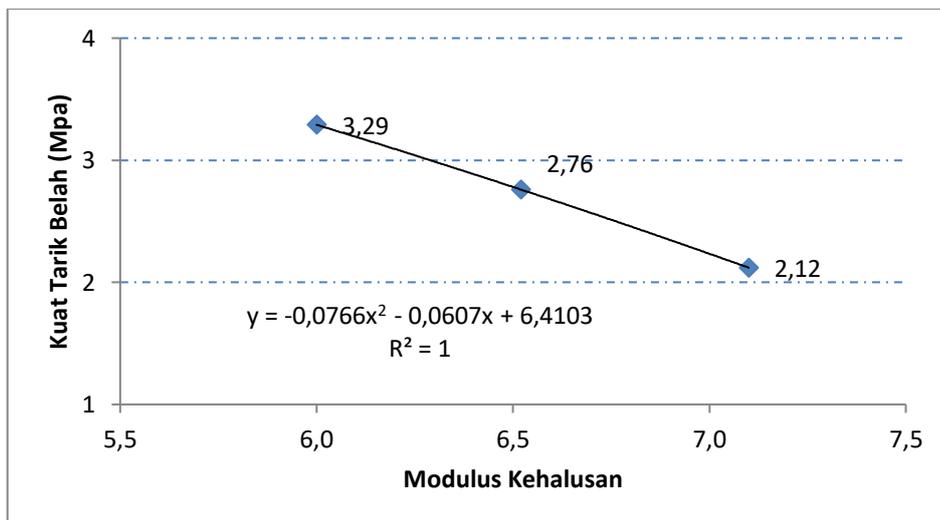
### VI.5.1 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar



Gambar IV.5 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar

Dari hasil pengujian kuat tarik belah, beton dengan Modulus kehalusan 6,0, 6,52, dan 7,1 memiliki nilai kuat tarik belah yang terus mengalami penurunan, mulai dengan 2,71 MPa kemudian turun ke 2,65 MPa dan berakhir di 1,91 MPa. Hasil analisis grafik persamaan polinomial didapatkan  $y = -1,055x^2 + 13,093x - 37,868$  atau  $R^2 = 1$

### VI.5.2 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air laut

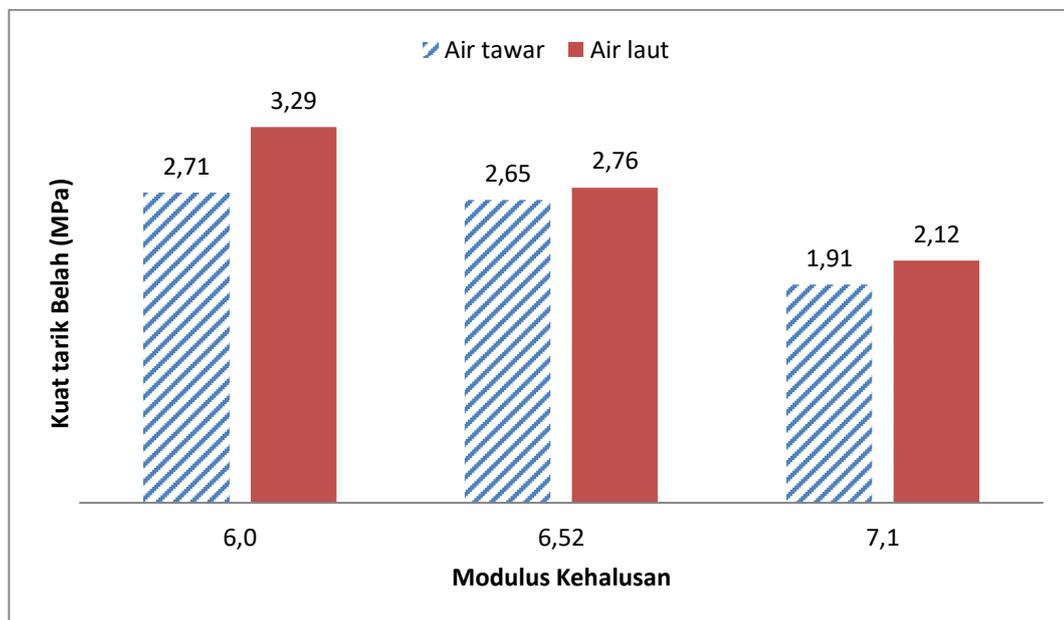


Gambar IV.6 Hubungan kuat tarik belah beton dengan rendaman air laut

Gambar IV.6 memperlihatkan hubungan kuat tarik belah dengan perendaman air laut selama 28 hari dengan persamaan polinomial  $y = -0,0766x^2 - 0,0607x + 6,4103$  atau  $R^2 = 1$

Nilai koefisien  $R = 1$  maka pengaruh modulus kehalusan terhadap kuat tarik belah beton sangat signifikan. Diketahui nilai kuat tarik yang dihasilkan sebesar 3,29 MPa, 2,76 MPa, dan 2,12 MPa. MHB 6,0 memiliki nilai kuat yang lebih tinggi dibandingkan kedua modulus kehalusan lainnya 6,52 dan 7,1.

Untuk melihat perbandingan antara nilai kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar dan air laut dapat dilihat pada gambar IV.7



Gambar IV. 7 Perbandingan kuat tarik belah beton antara rendaman air tawar dan air laut

Pada gambar IV.7, hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan rendaman air tawar bahwa terjadi penurunan secara bertahap. Mulai dari modulus kehalusan 6,0 dengan nilai kuat tarik 2,71 MPa, kemudian turun ke 2,65 MPa pada modulus 6,52, dan berakhir pada modulus kehalusan 7,1 dengan nilai kuat tarik 1,91 MPa. Begitu pula pada rendaman air laut dapat dilihat bahwa terjadi penurunan secara bertahap. Mulai dari modulus kehalusan 6,0 dengan nilai kuat tarik 3,29MPa, kemudian turun ke 2,76 MPa pada modulus 6,52, dan berakhir pada modulus kehalusan 7,1 dengan nilai kuat tarik 2,12 MPa.

#### IV. 6 Hubungan Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton

Setiap usaha yang dilakukan pada baikan mutu kekuatan tekan disertai dengan peningkatan kecil kuat tariknya. Nilai kuat tekan beton relative lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dapat digunakan perkiraan kasar,, bahwa nilai kuat tarik belah beton hanya berkisar 9-15% dari hasil kuat tekannya.

Retak retak halus yang ada pada beton menjadi alasan utama mengapa nilai kuat tarik belah kecil. Retak retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan.

Tabel IV. 14 Hubungan kuat tekan dan tarik belah beton

No	Modulus Kehalusan	kuat tekan	Kuat tarik belah	Hubungan kuat tekan dan Kuat tarik belah
1	6,0	36,94	3,29	8,91%
2	6,52	36,52	2,76	7,56%
3	7,1	30,15	2,12	7,03%

Tabel IV.14 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik belah beton dengan beberapa varian modulus kehalusan belum memenuhi hubungan antara kuat tekan dan tarik belah beton yang sebesar 9%-15% dari nilai kuat tekannya.

Alasan nilai kuat tarik belah tidak maksimal dan memenuhi standar hubungan yang telah disebutkan sebelumnya adalah seperti pada saat pengujian, pelat besi yang digunakan hanya pada bagian alas sampel saja tidak pada bagian atas. Posisi yang mestinya yaitu kedua pelat besi mengapit sampel yang akan diuji. Sehingga beban yang diberikan dapat merata dan maksimal.

## **BAB V PENUTUP**

### **V.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tarik belah beton dengan curing air tawar menggunakan MHB 6,0: 6,5; dan 7,1 berturut turut sebesar 2,71 MPa; 2,65 MPa dan 1,91 MPa. Sedangkan beton dengan curing air laut berturut turut sebesar 3,29 MPa: 2,76 MPa; dan 2,12 MPa.
2. Dari analisis persamaan grafik pada Modulus Halus Butir (MHB) agregat dengan menggunakan 2 macam perendaman, air tawar dan air laut yang menunjukkan bahwa modulus kehalusan mempengaruhi nilai kuat tarik belah pada beton. Semakin kecil nilai MHB pada agregat, maka besar pula nilai kuat tarik yang didapatkan.

### **V.2 Saran**

1. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan variasi hari 56, dan 90 hari
2. Melakukan curing atau perendaman benda uji langsung di laut
3. Peralatan di laboratorium perlu dilengkapi, seperti mesin ayakan, dan mortar. Agar mengefisienkan waktu pengerjaan sampel

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.B. (2018) 'Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton', *Intek: Jurnal Penelitian*, 5(1), P. 48. Doi:10.31963/Intek.V5i1.200.
- Arinata, A.S., Hidayat, M.T. And Wibowo, A. (2012) 'Pengaruh Campuran Kadar Bottom Ash Dan Lama Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Pada Silinder Beton', 59, Pp. 1–11.
- Asmara, F.J., Suhendra, S. And Dwiretnani, A. (2021) 'Analisis Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari', *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), P. 1. Doi:10.33087/Talentsipil.V4i1.42.
- Besouw, G.V., Manoppo, M.R.E. And Palenewen, S.C.N. (2019) 'Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Terhadap Penentuan Kadar Aspal Pada Campuran Jenis Ac-Wc', *Jurnal Sipil Statik*, 7(4), Pp. 481–490.
- Hunggurami, E., Utomo, S. And Wadu, A. (2014) 'Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton', *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), Pp. 103–110.
- Khirunnisa, S., Rifqi, M.G. And Amin, M.S. (2019) 'Kajian Kuat Tekan Beton Di Lingkungan Laut Tropis Banyuwangi', *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 21(2), Pp. 47–53. Doi:10.35313/Potensi.V21i2.1583.
- Mindrasari, P., Sambowo, K.A. And Basuki, A. (2014) 'Pengaruh Curing Air Laut Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Belah Dan Modulus Of Rupture \_ Mindrasari \_ Matriks Teknik Sipil', (September), Pp. 391–399.
- Mulyadi, A., Suanto, P. And Meiza, R. (2020) 'Analisis Kuat Tarik Belah Beton

Pada Standar Kuat Tekan K200 Dengan Menggunakan Limbah Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar', *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), Pp. 69–76. Doi:10.36546/Tekniksipil.V10i2.465.

Pandaleke, R.E. And Windah, R.S. (2017) 'Perbandingan Uji Tarik Langsung Dan Uji Tarik Belah Beton', *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), Pp. 649–662.

Pujianto, A. Et Al. (2021) 'Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Serat Menggunakan Agregat Ringan', *Semesta Teknika*, 24(1), Pp. 1–9. Doi:10.18196/St.V24i1.12084.

Saputra, R.D. And Hepiyanto, R. (2017) 'Pengaruh Air Pdam, Laut, Comberan Pada Proses Curing Terhadap Kuat Tekan Beton Fc 14,53 Mpa', *Jurnal Civila*, 2(2), P. 6. Doi:10.30736/Cvl.V2i2.78.

Wibowo, W., Sunarmasto, S. And Rashad, H. (2019) 'Kajian Kuat Tarik Langsung Dan Kuat Lekat Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri Dengan Variasi Kadar Metakaolin', *Matriks Teknik Sipil*, 7(4), Pp. 458–465. Doi:10.20961/Mateksi.V7i4.38486.

Wiranti, A.D. (2019) 'Beton Slag Terhadap Variasi Perawatan ( Studi Eksperimental )'.

# **LAMPIRAN**



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

LAMPIRAN A : PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS

Lampiran 1 : PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

No	Uraian	Pengujian
A	Volume Lumpur	5 ml
B	Volume Total (Lumpur+Pasir)	280 ml
Kadar Lumpur = $A/B \times 100\%$		1.79%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T.)  
KOORDINATOR  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 2 : PEMERIKSAAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	88
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	1087
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	999
D	Bearat Benda Uji Kering (gram)	995
	Kadar Air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$	4.61%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
Dr. Erdawaty, S.T., M.T.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 3 : ABSORPSI DAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

KODE	URAIAN	PEMERIKSAAN
A	Berat Picnometer	175 gram
B	Berat Contoh Kondisi SSD di Udara	495 gram
C	Berat Pikno + air + Contoh SSD	957 gram
D	Berat Talam	92 gram
E	Berat picno + air	660 gram
F	Berat setelah dioven + Talam	589 gram
G	Berat Benda Uji Kering Oven(F-D)	487 gram

Apparent SG	=	$\frac{G}{G+E-C}$	2.56
On Dry Basic	=	$\frac{G}{B+E-C}$	2.46
SSD Basic	=	$\frac{B}{B+E-C}$	2.50
Absortion	=	$\frac{B-G}{G} \times 100\%$	1.64

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil  
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T.)  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 4 : PEMERIKSAAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	1.28	1.28
B	Berat Bohler Kosong (gram)	4480	4480
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	6470	6396
D	Bearat Benda Uji = C-B (gram)	1990	1616
Berat Volume Kg/liter = $\frac{D}{A}$		1.55	1.50

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK



Lampiran 5 : KADAR ORGANIK AGREGAT HALUS



Hasil Pengamatan berdasarkan standar warna Abram & Harder

Warna larutan NAOH 3% yang dituang kedalam picno berisi pasir adalah warna coklat tua. Standar warna No.2 Warna standar mengindikasikan adanya kadar organik yang tinggi

Catatan : Standar Warna Abram dan Harder

- Warna Standar No.1 (Muda)
- Warna Standar No.2 (Sedang)
- Warna Standar No.3 (Tua)

Catatan :

Agregat halus yang digunakan yaitu nomor 2 ( halus ) Pemeriksaan pada standar warna menunjukkan warna no. 2 sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik pada pasir tersebut tergolong rendah dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Endang Wahyuni, S.T., M.T.)  
KOORDINATOR LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL





LAMPIRAN B : PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR

Lampiran 6 : PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR  
(KERIKIL)

Kode	Uraian	Pengujian
A	Berat kering sebelum dicuci (gr)	2500
B	Berat kering setelah dicuci (gr)	2485
	$\text{Kadar Lumpur} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$ $=$ $\frac{\text{Berat kering sebelum dicuci} - \text{berat kering setelah dicuci}}{\text{berat kering setelah dicuci}}$	0.60%

Untuk kadar lumpur kerikil adalah = 0,6 % memenuhi syarat dalam campuran beton.

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



Lampiran 7 : PEMERIKSAAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR  
(KERIKIL)

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong (gram)	3550	3550
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	5120	5100
D	Berat Benda Uji = C-B (gram)	1570	1550
Berat Volume Kg/liter = $\frac{D}{A} \frac{\text{berat benda uji}}{\text{berat bohler}}$		1.71	1.69

Jadi hasil pengujian berat volume agregat kasar pada kondisi padat = 1,71 dan gembur = 1,69 dimana memenuhi syarat pencampuran beton.

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty S.T., M.T.)  
KOORDINATOR LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 10 : PEMERIKSAAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	88
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	2580
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	2500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	2470
Kadar Air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$ = $\frac{\text{Berat benda uji} - \text{berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji kering}} \times 100\%$		1.21%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 9 : PEMERIKSAAAN KEAUSAN AGREGAT KASAR (KERIKIL)

LOLOS	TERTAHAN	Berat Sebelum (gr) (A)	Berat Sesudah (gr) (B)
3/4	1/2	1250	
3/8	3/8	1250	
Total		2500	1547

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan} = \% \text{ Kausan} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= 38,12\% \end{aligned}$$

A = Agregat 1/2 dan 3/8 masing-masing 2500 gr

B = Agregat tertahan No. 8 (Kering Oven)

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 10 : PEMERIKSAAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	88
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	2580
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	2500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	2470
Kadar Air = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$ = $\frac{\text{Berat benda uji} - \text{berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji kering}} \times 100\%$		1.21%

Makassar, 07 Agustus 2022

Mengetahui;  
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar  
  
(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Rekapitulasi Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,60%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	1,21%	0,5% - 2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,69	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,71	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1,09%	Maks 4%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,70	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,62	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,65	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	6,52	6 - 7,1	Memenuhi
7	Keausan	38%	Maks 50%	Memenuhi

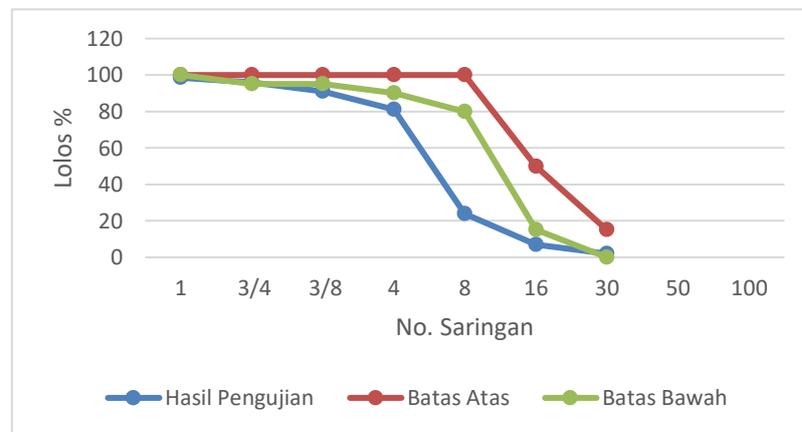
Rekapitulasi Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1.79%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	4.61%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas	1,50	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,55	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.64%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2,56	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2,46	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2,50	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	3,01	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

## LAMPIRAN C : BATAS ZONA AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR

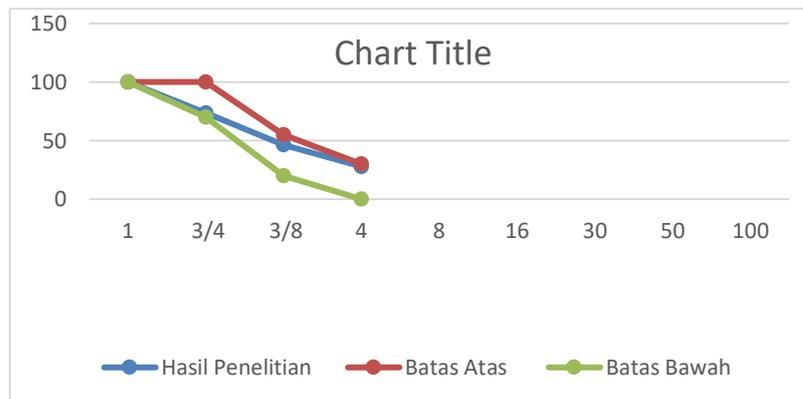
### 1. Agregat Halus

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Hasil Penelitian	Batas Atas (%)	Batas Bawah (%)
1	-	-	-	-
3/4	-	-	-	-
3/8	9.5	100	100	100
4	4.75	98.5	100	95
8	2.36	96	100	95
16	1.18	91	100	90
30	0.6	81	100	80
50	0.3	24	50	15
100	0.15	7	15	0



## 2. Agregat Kasar

No. Saringan	Hasil Penelitian	Batas Atas	Batas Bawah
1	100	100	100
3/4	73.55	100	70
3/8	46.30	55	20
4	27.92	30	0
8	-	-	-
16	-	-	-
30	-	-	-
50	-	-	-
100	-	-	-



3. Penggabungan Agregat Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 – 6,5 ( Kardiyono Tjokrodimuljo 1996:26).

Modulus Halus Butir campuran direncanakan sebesar 5,2 maka dapat dihitung :

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times 100\%$$

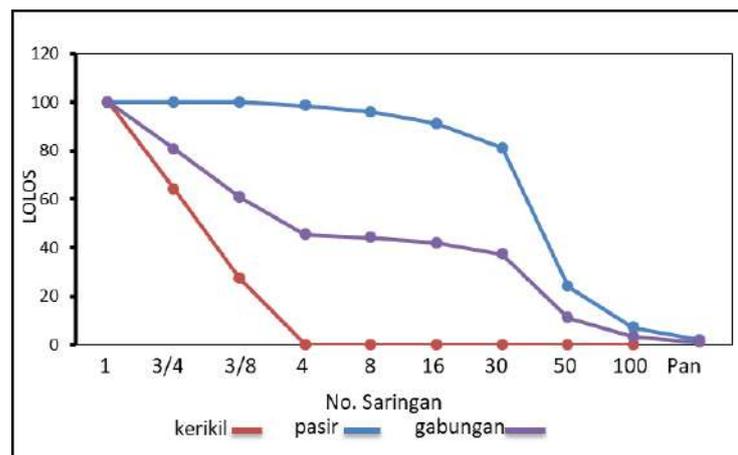
$$= \frac{6.52 - 5}{5 - 3.01} \times 100 = 59 \%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 59 % atau dapat dikatakan perbandingan sebesar 59:100 atau 1:1.7

$$\text{Berat pasir} = \frac{1}{2.7} \times 100 = 37 \%$$

$$\text{Berat kerikil} = \frac{1.7}{2.7} \times 100 = 63 \%$$

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 37%	Kerikil X 63%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100	37.0	63.0	100.0
3/4	100	79.55	37.0	46.3	83.3
3/8	100	66.1	37.0	29.2	66.2
4	98.5	54.6	36.4	17.6	54.0
8	96	0	35.5	0.0	35.5
16	91	0	33.7	0.0	33.7
30	81	0	30.0	0.0	30.0
50	24	0	8.9	0.0	8.9
100	7	0	2.6	0.0	2.6
pan	2		0.7	0.0	0.7
Jumlah	699.50	300.25	258.82	156.10	414.91



## LAMPIRAN D : MIX DESIGN BETON

### Mix Design Beton

1. Kuat tekan beton yang diisyaratkan pada 28 hari : 30 MPa
2. Deviasi standar  $S$  : 7 MPa (karena tidak mempunyai data pengalaman sebelumnya)
3. Nilai tambah : 12 MPa (karena tidak mempunyai data)
4. Kuat tekan rata-rata direncanakan :  $f'_{cr} = \text{No.1} + \text{No. 3} = 42 \text{ MPa}$
5. Jenis semen : biasa
6. Jenis kerikil : batu pecah/chipping
7. Factor airsemen (dari Gb. 7.8) : 0,45
8. Factor air semen maksimum (tabel. 7.12) : 0,50 (beton berlindung dari hujan dan terik matahari langsung) (dipakai FAS yang rendah : 0,45)
9. Nilai slump (tabel 7.13) : 100 mm (sudah ditentukan)
10. Ukuran maksimum butiran kerikil : 20 mm (sudah ditentukan)
11. Kebutuhan air (tabel 7.14) : 225 liter
12. Kebutuhan air semen : no.11/ fas terendah 456kg
13. Kebutuhan semen minimum (tabel 7.15) : 275 kg
14. Dipakai semen (diambil yang besar) : 456 kg
15. Penyesuaian jumlah air atau factor air semen, karena langkah 14 tidak merubah jumlah kebutuhan semen yang dihitung pada langkah 12 maka tidak perlu penyesuaian jumlah air maupun factor air semen. Jadi air tetap 205 liter dan factor air semen tetap 0,45
16. Golongan pasir (telah diketahui dari soal) : gol 2
17. Persentase pasir terhadap campuran (Gb. 7,10.b)
18. Berat jenis campuran pasir dan kerikil (karena tidak ada datanya, maka diambil sebesar 2,65
19. Berat beton (Gb 7.11 :  $2350 \text{ kg/m}^3$ )



20. Kebutuhan berat pasir dan kerikil dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{pasir+ kerikil}} &= W_{\text{Btn- A- S}} \\ &= \text{No. 19-11-14} \\ &= 1689 \text{ kg} \end{aligned}$$

21. Kebutuhan pasir dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{pasir}} &= (P/100) \cdot W_{\text{pasir+kerikil}} \\ &= \text{No. 17/100} \cdot \text{No.20} \\ &= 625,094 \text{ kg} \end{aligned}$$

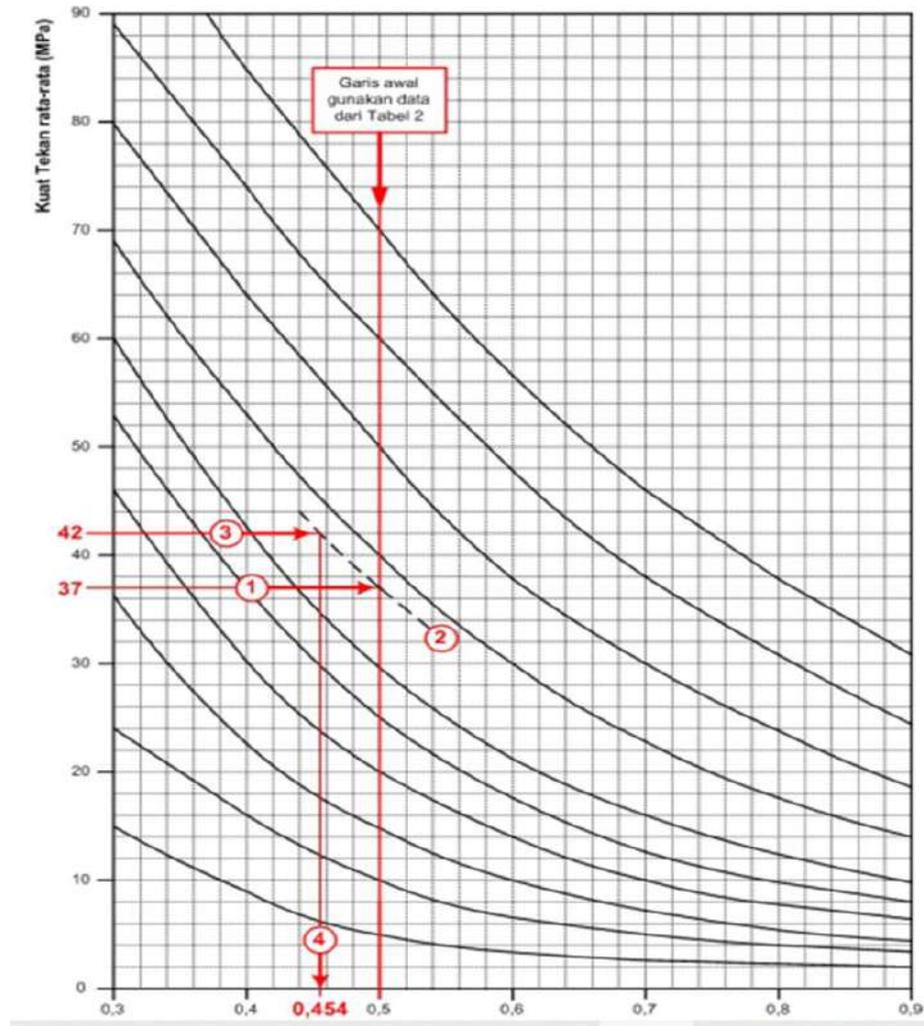
22. Kebutuhan kerikil dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{kerikil}} &= W_{\text{pasir + kerikil}} - W_{\text{pasir}} \\ &= \text{no. 20} - \text{no.21} \\ &= 1064 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m<sup>3</sup> beton (berat betonnya 2420 kg) dibutuhkan :

- a. Air = 205 liter
- b. Semen = 455,556 kg
- c. Pasir = 625,904 kg
- d. Kerikil = 1064,35 kg



Hubungan Faktor air semen dan Kuat Tekan rata-rata silinder Beton (sebagai perkiraan nilai fas)

Jenis Pembetonan	Fas Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a.keadaan keliling non-korosif	0,60
b.Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondisi atau uap korosi	0,52
Beton di luar ruangan bangunan	
a.Tidak terlindung dari hujan dan Tarik matahari langsung	0,55
b.terlindung dari hujan dan Tarik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a.Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b.Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Lihat tabel 7.12.a
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/panyau/laut	Lihat tabel 7.12.b

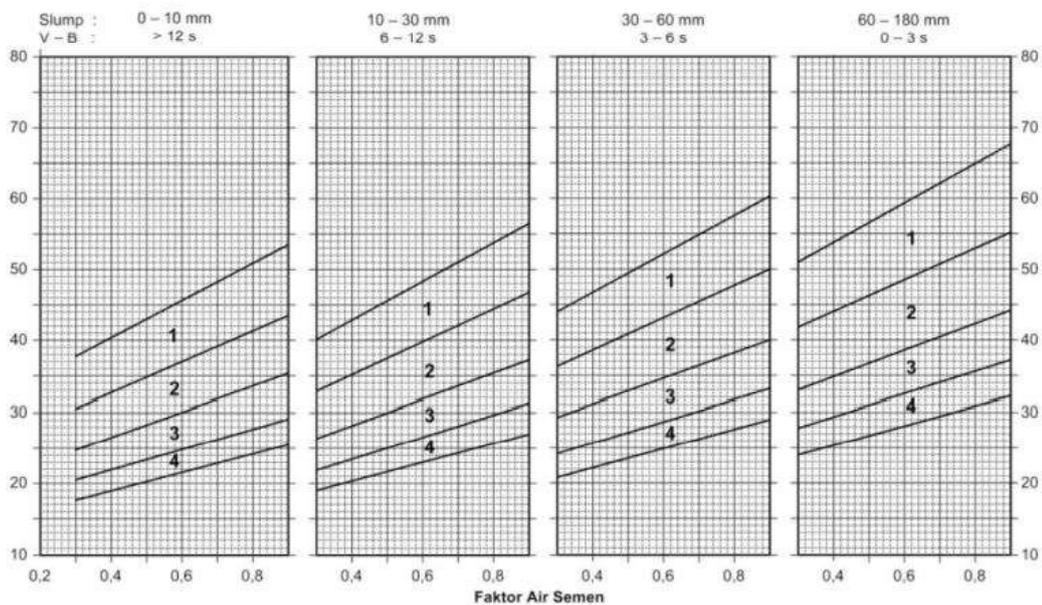
Gambar 7.12 Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Berat ukur maks Krikil (mm)	Jenis batuan	Slamp (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 -180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

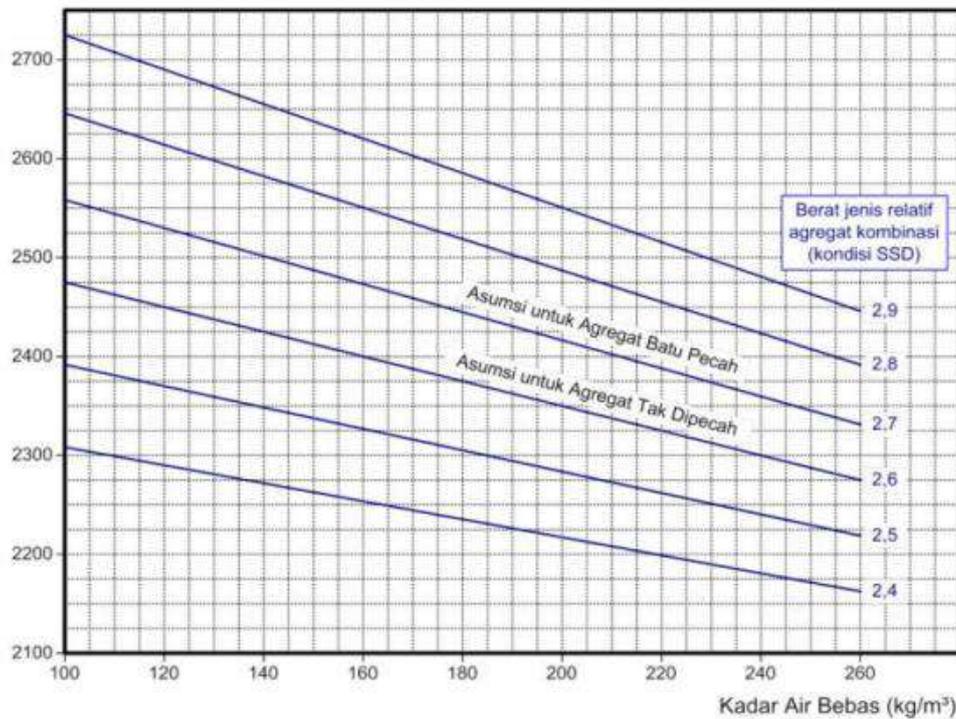
Gambar 7.13 Penetapan nilai slump

Tabel 7.15: Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembeconan dan lingkungan khusus

Jenis pembeconan	Semen minimum (kg/m <sup>3</sup> beton)
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton di luar ruang bangunan :	
a. tidak terlindung dari hujandan terik matahari langsung	325
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7.15 a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 7.15 b.



**Gambar 3.3 Grafik Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Maksimum 20 mm**  
(Sumber: SNI-03-2834-2000)



**Gambar 3.5 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan**

(Sumber: SNI-03-2834-2000)

## LAMPIRAN E : HASIL PENGUJIAN TARIK BELAH

Kuat tarik belah

Kuat tarik dapat dihitung dengan persamaan (II.1)

$$F'_{ct} = \frac{2P}{\pi dL}$$

Dimana

F'ct =Kuat tarik belah

P =Beban Pada Waktu Belah

d =Diameter benda uji (mm)

L =Panjang benda uji

$\pi$  =Phi (3,14)

Sampel 1 dengan MHB 6,0 (AL-TB)

P	110 kN	110000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$		3,14

$$\begin{aligned} F'_{ct} &= \frac{2 \times 110000}{3,14 \times 100 \times 200} \\ &= 3,50 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Sampel 2 dengan MHB 6,0 (AL-TB)

P	90 kN	90000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$		3,14

$$\begin{aligned} F'_{ct} &= \frac{2 \times 90000}{3,14 \times 100 \times 200} \\ &= 2,87 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Sampel 3 dengan MHB 6,0 (AL-TB)



P	110 kN	110000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 110000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 3,50 \text{ MPa}$$

Sampel 1 dengan MHB 6,52 (AL-TB)

P	90 kN	90000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 90000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 2,87 \text{ MPa}$$

Sampel 2 dengan MHB 6,52 (AL-TB)

P	80 kN	80000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 80000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 2,55 \text{ MPa}$$

Sampel 3 dengan MHB 6,52 (AL-TB)

P	90 kN	90000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 90000}{3,14 \times 100 \times 200} = 2,87 \text{ MPa}$$

Sampel 1 dengan MHB 7,1 (AL-TB)

P	70 kN	70000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 70000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 2,23 \text{ MPa}$$

Sampel 2 dengan MHB 7,1 (AL-TB)

P	70 kN	70000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 70000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 1,91 \text{ MPa}$$

Sampel 3 dengan MHB 7,1 (AL-TB)

P	70 kN	70000 N
d	10cm	100mm
L	20cm	200mm
$\pi$	3,14	

$$F'_{ct} = \frac{2 \times 70000}{3,14 \times 100 \times 200}$$
$$= 2,23 \text{ MPa}$$

**LAMPIRAN F : DOKUMENTASI (ALAT)**



Saringan



Sendok Semen



Wadah Air



Silinder Besi



Meteran



Timbangan



Slump Test

**LAMPIRAN F : DOKUMENTASI (BAHAN)**



Agregat Kasar



Semen



Air Laut



Agregat



Zat Adiktif (Sika)

**LAMPIRAN F : DOKUMENTASI (PEMBUATAN BENDA UJI)**





