

**STUDI EKSPERIMENTAL PASANG SURUT AIR LAUT  
TERHADAP BALOK BETON BERTULANG**

**TUGAS AKHIR**

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

**Oleh :**

**RISKI M. JAFARI**

**1820121071**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
2022**

STUDI EKSPERIMENTAL PASANG SURUT AIR LAUT  
TERHADAP BALOK BETON BERTULANG

Oleh:

**RISKI M. JAFARI**

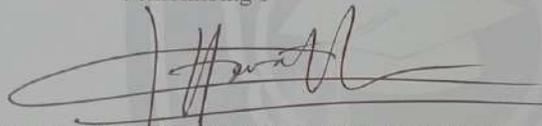
1820121071

Menyetujui,

Tim Pembimbing,

17 Oktober 2022

Pembimbing 1



Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN. Eng  
NIDN : 0901107301

Pembimbing 2



Asri Mulya Setiawan, ST., MT  
NIDN : 0921118801

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



Dr. Ir. Erniati, ST., MT  
NIDN: 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, ST., MT  
NIDN: 0919117903

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :  
“Studi Eksperimental Pasang Surut Air Laut Terhadap Balok Beton Bertulang”  
adalah karya orisinal saya dan setiap seluruh sumber acuan yang telah ditulis  
sesuai dengan Pandun Penulis Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas  
Fajar.

Makassar, 17 Oktober 2022



## ABSTRAK

**Studi Eksperimental Pasang Surut Air Laut Terhadap Balok Beton Bertulang, Riski M. Jafari.** Beton merupakan material yang paling sering digunakan di Era saat ini. Dikarenakan berbagai bangunan menggunakan material beton. Selain itu, beton juga lebih mudah dipekerjaannya dan mudah didapatkan. Adapun beton bertulang yang komposisinya sama dan hanya membedakan beton bertulang menggunakan besi atau baja untuk menjadi pengikatnya. Selain itu, beton bertulang sangat berpengaruh pada daerah yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan, contohnya daerah pinggir laut. Air laut memiliki kadar garam yang tinggi, yang dapat merusak keawetan pada beton bertulang. Hal ini disebabkan klorida (Cl) yang terdapat pada air laut yang sangat agresif pada beton bertulang. Ada pun pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui yang diakibatkan oleh pasang surut air laut terhadap balok beton bertulang. Untuk pengujian laboratorium yaitu, pada pengujian laboratorium kekuatan lentur balok beton bertulang, pengujian laboratorium kuat tarik tulangan, dan pengujian laboratorium penetrasi klorida pada permukaan beton yang disebabkan pasang surut air laut. Dan pengujian ini dilakukan setelah perendaman beton bertulang selama 28 hari. Pada benda uji balok beton bertulang ini berukuran 10cm x 12cm x 60cm dan mutu yang digunakan sebelum perendaman ialah 25MPa. Adapun hasil setelah pengujian labortorium pada penelitian ini ialah, pada pengujian laboratorium kuat lentur 24MPa, pengujian kuat tarik tulangan Untuk hasil pengujian kuat tarik tulangan, pada besi tulangan yang belum terkontaminasi air laut ialah 390,422 MPa dan hasil pengujian kuat tarik tulangan pada besi tulangan beton setelah direndam di air laut (simulasi pasang surut) ialah 382,888 MPa. Dan hasil pengujian penetrasi klorida pada balok beton bertulang ini bahwa dapat disimpulkan nilai rata - rata dari ketiga sampel serbuk yang diuji ialah 101,6 ppm. Pada sampel pertama memiliki kadar klorida 95 ppm, sampel kedua memiliki kadar klorida 92 ppm , dan yang ketiga memiliki kadar klorida 118 ppm.

**Kata Kunci :** Pasang Surut Air Laut, Beton Bertulang, Kuat Lentur, Kuat Tarik Tulangan, Penetrasi Klorida.

## ABSTRACT

*An Experimental Study Of Ocean Tides Againsts Reinforced Concrete Beams, Riski M. jafari.* Concrete is today's most widely used material. Concrete is also easier to work with and easier to obtain. As for the reinforced concrete that is combined together and only distinguishes the reinforced concrete using the iron of steel from which it is attached. In addition, reinforced concrete has a major impact on areas that can cause corrosion in irons, such as coastal areas. Seawater has a high degree of salt, which can damage the durability of reinforced concrete. This is because the chloride (Cl) found in seawater is highly aggressive in reinforced concrete. As for this study, the purpose is to know what seawater tides do to reinforced concrete beams. For laboratory testing, that is in laboratory testing the strength of reinforced concrete beams, strong laboratory pulses, and testing the chloride penetration lab on the surface of concrete caused by ocean tides. And this test was performed after soaking in a reinforced concrete block test measured 10cm x 12cm x 60cm and the quality used before substandard was 25Mpa. As for the result after laboratory testing on this study, the strong, flexible testing of 24MPa, the strong retentive testing of regenerated water the 390.422 MPa and the strong testing result of reductions in concrete iron after being immersed in seawater (ebb) are 382.888 MPa and the result of testing chloride penetration on these reinforced concrete beams that can be reduced to an average value from all three sample grains tested at 101,6 ppm. The first sample had a level of chloride 95ppm, the second sample had a level of chloride 92ppm, and the third had a level of chloride 118ppm.

**Key Words :** *Seawater Tide, Reinforced Concrete, Strong Bending, Strong Pulsing, Chloride Penetration*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT. Atas rahmat dan hidayahnya sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan yang berjudul **“Studi Eksperimental Pasang Surut Air Laut Terhadap Balok Beton Bertulang”**. Penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi, pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

Dengan selesainya proposal penelitian ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari semua pihak. Dan terima kasih banyak kepada pihak yang mendukung dalam penyusunan proposal ini. Terutama kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda Middin Jafari dan Ibunda Sulastri.
2. Dr. Mulyadi Hamid, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Fajar Makassar.
3. Dr. Erniati, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
4. Fatmawaty Rachim, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Dr. Ir. Nur Khaerat, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN. Eng selaku pembimbing I.
6. Asri Mulya Setiawan , ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II.
7. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar.
8. Rekan Mahasiswa Angkatan 2018 Prodi Teknik Sipil.
9. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Dengan mengucapkan mohon maaf sebesar-besarnya kepada seleruh pihak jika proposal ini terdapat kekeliruan, kesalahan dan kekurangan pada proposal ini. Dengan harapan yang besar, semoga proposal ini dapat berguna dan barmanfaat bagi kita semua.

Akhir kata, sebagai makhluk yang lahir dimuka bumi ini tidak akan luput dari kesalahan maupun dosa. Dan juga tidak ada makhluk yang lahir dengan

kesempurnaan. Dengan menutupi semua itu, dilakukannya hal-hal baik kepada sesama makhluk. Dan selalu menaati aturan - aturan yang telah diajarkan oleh setiap agama masing - masing, dan sebagai warga kenegaraan.

Makassar, 17 Oktober 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Riski M. Jafari', with a stylized flourish extending to the right.

**Riski M. Jafari**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR SINGKATAN .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I. 1 Latar Belakang .....	1
I. 2 Rumusan Masalah .....	2
I. 3 Tujuan Penelitian .....	2
I. 4 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
II.1 Beton Bertulang .....	4
II.2 Bahan Penyusun Beton .....	5
II.2.1 Agregat .....	5
II.2.2 Semen .....	8
II.2.3 Air .....	10
II.2.4 Besi Tulangan .....	12
II.3 Air Laut .....	13
II.4 Pasang Surut Air Laut .....	13
II.6 Kuat Tarik Tulangan .....	15
II.7 Penetrasi Klorida .....	15
II.8 Perendaman Beton di Air Laut .....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
III. 1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	21
III. 2 Alat dan bahan .....	21
III.2.1 Alat .....	21
III.2.2 Bahan .....	22
III.3 Pelaksanaan Penelitian .....	22
III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	22
III.3.2 Pembuatan Benda Uji .....	24
III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji .....	24
III. 4 Metode Pengumpulan Data .....	26
III. 5 Olah Data .....	27
III. 6 Analisa Data .....	27
III.7 Bagan Alur Penelitian .....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
IV.1 Komposisi Beton .....	29
IV.1.1 Pengujian Karakteristik .....	29
IV.1.2 <i>Mix Design</i> .....	30
IV.1.3 <i>Slump test</i> .....	30

IV.2 Pengujian Kuat Lentur .....	31
IV.3 Pengujian Kuat Tarik Tulangan .....	32
IV.4 Pengujian Penetrasi Klorida .....	33
BAB V PENUTUP .....	35
V.1 Kesimpulan.....	35
V.2 Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	37
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR TABEL

II.1 Batas Gradasi Agregat Kasar .....	6
II.2 Gradasi Agregat Halus .....	7
II.3 Komposisi Utama Semua portland.....	9
II.4 Maksimum Kandungan Klorida Pada Bentuk Konstruksi .....	11
IV.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat .....	33
IV.2 Mix Design Balok Beton .....	34
IV.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Normal & Balok Beton Bertulang .....	35
IV.3 Hasil Pengujian Tarik Tulangan .....	36
IV.4 Hasil Pengujian Penetrasi Klorida .....	38
IV.5 Grafik Hasil Uji laboratorium Kadar Korida .....	39

## DAFTAR GAMBAR

II.1 Model Besi Polos.....	12
II.2 Model Besi Sirip/Ulir .....	12
II.3 Pasang dan Surut Air Laut .....	13
II.4 Model Pembebanan Pada Saat Pengujian .....	14
II.5 Konsekuensi Akibat Korosi Pada Baja Tulangan .....	16
II.6 Perendaman Beton Menggunakan Air Laut .....	16
III.1 Benda Uji Balok Beton .....	27
III.2 Pengujian Kuat Lentur.....	28
III.3 Alat Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan .....	29
IV.1 Slumprt Test.....	34
IV.2 Pengujian Kuat Lentur Balok .....	36
IV.3 Pengujian Tarik Tulangan.....	37
IV.4 Sampel Serbuk Permukaan Beton Bertulang.....	37
IV.5 Tulangan Yang Telah Dikeluarkan Dari Beton .....	38
IV.6 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik Tulangan.....	38
IV.7 Uji Kuat Tarik Tulangan Mencapai Max(putus) .....	38
IV.8 Sampel Beton Yang Akan Diuji Penetrasi Klorida .....	39
IV.9 Proses Pemotongan Sampel Berbentuk Dadu.....	40
IV.10 Proses Penyerbukan Sampel Dadu Siap Uji Laboratorium .....	40

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Singkatan	Nama
KM	Kilometer	P	Beban Maksimum (N)
ML	Mililiter	L	Panjang Bentang (mm)
MPa	Mega Pascal	b	Lebar
Mm	Milimeter	h	Tinggi
Cm	Centimeter	M	Gaya Momen
SNI	Standar Nasional Indonesia	Q	Gaya Lintang
ASTIM	American Standard Testing and Material	gr	Gram
OPC	Ordinary portland Cement	C	Celcius
PPC	Portland Pozzolana Cement	Bj	Berat Jenis
PSC	Portland Slag Cement	SN	Silinder Beton Normal
Lt	Liter	SS	Silinder Beton SCC
SCC	Self Compacting Concrete	UTM	<i>Universal Testing Machine</i>
UTM	Ujung Pada Mesin	kN	KiloNewton
F'c	Kuat Tekan	FAS	Faktor Air Semen

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	A	Pengujian	karakteristik	agregat	halus	.....
						45
Lampiran B		Pengujian	karakteristik	agregat	kasar	.....
						53
Lampiran C		Batas zona	agregat halus	dan agregat	kasar	.....
						60
Lampiran D		Mix design				.....
						63
Lampiran E		Perhitungan	pengujian	kuat		.....
						66
Lampiran F		Hasil pengujian	kuat tarik			.....
						67
Lampiran G		Dokumentasi				.....
						68



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I. 1 Latar Belakang**

Beton merupakan material yang paling sering digunakan di Era saat ini. Dikarenakan berbagai bangunan menggunakan material beton. Selain itu, beton juga lebih mudah dipengerjaannya dan mudah didapatkan. Meskipun proses waktu pengerjaannya memiliki waktu yang panjang, tetapi bangunan yang didirikan menggunakan beton hasilnya akan tahan lama dan lebih kuat dari bangunan lainnya. Mendirikan bangunan dengan menggunakan beton juga perlu mengetahui tempat dan kondisinya. Sehingga beton terhindar dari kerusakan material atau perkaratan logam pada beton bertulang yang menjadikan logam rapuh.

Indonesia adalah salah satu negara yang wilayahnya terpisah-pisah atau biasa disebut negara kepulauan. Hal ini menjadikan Indonesia dipenuhi oleh perairan yang begitu luas. Menurut data Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.508 pulau yang dikelilingi oleh laut dengan luas wilayah perairan 6.315.222 KM<sup>2</sup> dan panjang garis pantai sekitar 99.093 KM. Hal ini membuktikan dua pertiga dari wilayah Indonesia merupakan wilayah perairan. Oleh sebab itu di wilayah Indonesia itu sendiri sebagian besar masyarakatnya bekerja dengan memanfaatkan kekayaan laut. Maka tidak jarang di Indonesia terdapat begitu banyak dermaga atau pelabuhan dan bahkan rumah - rumah masyarakat yang berada di bibir pantai. Bangunan yang berada di wilayah perairan (laut) tidak lepas dari beberapa fenomena seperti, cuaca buruk, pasang surut air laut, gelombang tinggi, dan fenomena lainnya.

Maka hal ini mengharuskan bangunan yang berada di pinggir laut atau bibir pantai seperti pelabuhan dan yang lainnya betul - betul kuat terhadap fenomena laut, contohnya seperti pasang surut air laut pada beton tulangan. Sebagaimana kita ketahui bahwa air laut memiliki kadar air garam yang tinggi. Salinitas (kadar garam) bervariasi pada setiap lautan. Rata-rata Salinitas di samudera itu 35%. Maksud dari 35% yaitu, dalam 1 liter (1000 ML) air laut

terdapat 35 gram garam. Namun, tidak sepenuhnya garam dapur (NaCl). Dan hal ini sangat berpengaruh pada bangunan terutama pada beton bertulang yang bisa mengakibatkan Korosi.

Korosi adalah suatu fenomena alamiah yang terjadi pada material, khususnya logam. Korosi mengakibatkan kerusakan material yang disebabkan reaksi kimia (elektrokimia) pada lingkungannya. Misalkan pada beton bertulang, air laut dapat meresap ke dalam beton dan mempengaruhi logam di dalamnya terkorosi dan menjadi rapuh akibat proses perkaratan. Dan tempat yang paling sering terjadinya korosi adalah berada di perairan air laut, contohnya struktur bangunan dermaga atau pelabuhan.

Oleh sebab itu, berdasarkan uraian di atas, untuk mengetahui kegagalan struktur balok beton dermaga akibat yang ditimbulkan pasang surut air laut pada balok beton bertulang, maka dibuatlah penelitian dengan judul: **“Studi Experimental Pasang Surut Air Laut terhadap Balok Beton Bertulang”**.

## **I. 2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan lentur balok beton bertulang yang diakibatkan pasang surut air laut?
2. Bagaimana nilai kuat tarik besi tulangan dalam beton yang diakibatkan pasang surut air laut?
3. Bagaimana penetrasi klorida yang terjadi pada permukaan beton bertulang yang diakibatkan oleh pasang surut air laut?

## **I. 3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kekuatan lentur balok beton bertulang yang diakibatkan pasang surut air laut.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tarik besi tulangan dalam beton yang diakibatkan pasang surut air laut.

3. Untuk mengetahui penetrasi klorida yang terjadi pada permukaan beton bertulang oleh pasang surut air laut.

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

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mutu beton  $f^c = 25$  Mpa.
2. Pemberian besi (8mm) tulangan pada balok beton.
3. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu balok beton dengan ukuran 10cm x 12cm x 60cm.
4. Proses perawatan (*curing*) pada balok beton bertulang dengan menggunakan air laut.
5. Metode perendaman dengan pasang pada malam hari dan surut dipagi hari.
6. Pengujian kuat lentur dilakukan setelah metode perendaman pasang surut selama 28 hari.
7. Pengujian kuat tarik tulangan dilakukan setelah metode perendaman pasang surut selama 28 hari.
8. Pengujian penetrasi klorida pada beton setelah perendaman 28 hari.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Beton merupakan komponen utama dalam konstruksi bangunan. Campuran beton terdiri dari semen Portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/batuan pecah), dan air bersih, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membuat beton mudah padat. Setelah pencampuran dan peletakan, beton akan mengering atau mengeras seiring bertambahnya umur beton (pada usia 28 hari). Hal yang menghambat proses pengeringan atau pengerasan pada beton bukan karena air yang menguap, akan tetapi semen berhidrasi. Sehingga semen berproses untuk mengikat komponen – komponen yang terkandung pada beton itu sendiri.

Selain pada konstruksi bangunan, beton juga digunakan untuk perkerasan jalan, jembatan penyeberangan, dan lain sebagainya. Dalam perkembangannya zaman beton semakin bervariasi hasil dari modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, dan lain-lain.

Beton memiliki kualitas yang baik, sehingga di-Era saat ini banyak penggunaan beton pada setiap jenis konstruksi. Dikarenakan beton memiliki keunggulan seperti daya kuat tekan yang tinggi, dan tahan terhadap pembusukan atau karat yang diakibatkan kondisi lingkungan (basah, lembab, panas, dan dingin). Beton yang berkualitas tinggi tergantung dari pada cara pengerjaannya. Proses pengerjaannya perlu memerhatikan perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mencetak, dan cara memadatkan. Sehingga tidak akan mempengaruhi proses penyatuan material beton. Dan beton memiliki kelemahan kuat tarik yang rendah sehingga membutuhkan besi tulangan.

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.13, Beton bertulang terbuat dari gabungan antara beton dan tulangan baja. Pendefinisian beton bertulang dengan

luas/jarak dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai yang disyaratkan dan proses perencanaan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan akan bekerja sama dalam memikul gaya yang ada. Sehingga, beton bertulang memiliki sifat yang sama yaitu sangat kuat terhadap beban gaya tekan dan beban gaya tarik.

Dalam pedoman Departemen Pekerjaan Umum (Puslitbang Prasarana Perhubungan, Divisi 7-2005). Dalam penggunaannya mutu beton dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Beton mutu tinggi

41 - 65 MPa, umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang beton prategang, balok beton prategang, pelat beton prategang dan lainnya.

2. Beton mutu sedang

21 - 40MPa, biasanya digunakan untuk beton bertulang, seperti pelat lantai, balok beton bertulang, diafragma, balok beton cor, saluran beton bertulang, sub-jembatan dan struktur beton-beton.

3. Beton mutu buruk

- 15 - 20 MPa, umumnya digunakan untuk bangunan tidak bertulang seperti lantai beton dan sebagainya tanpa pasangan bata yang diisi pasangan bata dan pasangan bata.
- 10 - 17 MPa, umumnya digunakan sebagai starter dan pengisi beton.

## **II.2 Bahan Penyusun Beton**

Bahan penyusun beton terdiri dari semen portland komposit (PCC), agregat kasar (kerikil/batu pecah), agregat halus (pasir), dan air bersih. Yang kemudian dilakukannya proses pencampuran dari semuanya, sehingga dapat menjadi adonan beton untuk konstruksi bangunan.

### **II.2.1 Agregat**

Menurut (SNI No: 1737-1989-F) Agregat adalah butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya yang berupa hasil alam maupun buatan. Yang kemudian ditambahkan atau dicampurkan dengan semen portland sebagai pengikat agregat.

Agregat memerlukan semen portland sebagai pengikat dikeseluruhan massanya, dan menjadi satu kesatuan (beton) sehingga dapat berfungsi dalam konstruksi yang utuh, homogen, dan rapat (Nawy, 1998).

Agregat terdiri dari dua jenis yang dapat dibedakan dari ukurannya, yaitu:

- Agregat kasar (kerikil/batu pecah)
- Agregat halus (pasir)

### II.2.1 1. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang berupa batuan kerikil yang alami dari batuan aliran sungai atau berupa batu pecah yang dapat diperoleh dari industri pemecah batu. Ukuran agregat kasar minimal 40mm dan maksial sampai 125mm. Syarat agregat kasar antara lain:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori.
2. Agregat kasar memiliki butiran yang bersifat kekal atau butiran yang mudah hancur akibat cuaca lingkungan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat mengakibatkan kerusakan pada beton (alkali).
4. Agregat kasar mengandung lumpur tidak lebih dari 1% dalam berat keringnya. Jika agregat kasar mengandung lumpur lebih dari 1% maka harus dibersihkan terlebih dahulu.

**Tabel II.1. Batas Gradasi Agregat Kasar**

Ukuran Saringan (ayakan)				% lolos saringan		
				Ukuran Maks 10 mm	Ukuran Maks 20 mm	Ukuran Maks 40 mm
mm	SNI	ASTM	Inchi			
75,0	76	3 in	3,0			100
37,5	38	1 ½ in	1,50		100	95-100
19,0	19	¾ in	0,75	100	95-100	35-70
9,5	9,6	⅜ in	0,375	50 -70	30 -62	10 -42
4,75	4,8	No. 4	0,187	0 -12	0 -12	0 -7

Sumber: SNI 03-2834-2000

## II.2.1 2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami. Agregat halus berukuran 0,02 mm - 2,76 mm yang meliputi pasir halus (0,06mm – 0,2mm), pasir sedang (0,2mm – 0,6mm), dan pasir kasar (0,6mm – 2,76mm). Syarat agregat halus menurut ( P B B I 1971, N.I.– 2 ) meliputi:

1. Agregat halus memiliki sifat butiran yang keras, tajam, dan bersifat kekal artinya tidak mudah hancur oleh pengaruh temperatur cuaca atau kondisi lingkungan yang lembab, basah, panas dan dingin.
2. Agregat halus hanya mengandung lumpur tidak lebih 5% dari berat keringnya. Jika kadar lumpur lebih dari 5%, tidak dapat digunakan untuk campuran beton. Maka agregat halus dibersihkan terlebih dahulu. Dan bila agregat halus yang terkandung lumpur 5% digunakan pada campuran beton akan mengurangi kekuatan beton 5%.
3. Agregat halus tidak mengandung bahan organik.
4. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam dan diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
  - Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%
  - Sisa diatas ayakan 1 mm minimum beratnya 10%
  - Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%.

**Tabel.II.2 Gradasi Agregat Halus**

Ukuran Saringan (Aayakan)				% Lolos Saringan			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	ASTM	Inchi	Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4
9,50	9,6	¾ In	0,3750	100	100	100	100
4,75	4,8	No. 4	0,1870	90-100	90-100	95-100	95-100
2,36	2,4	N0. 8	0,0937	60-95	75-100	95-100	80-100
1,18	1,2	No. 16	0,0469	30-70	55-90	90-100	50-85
0,60	0,6	No. 30	0,0234	15-34	35-59	80-100	25-60
0,30	0,3	No. 50	0,0117	5-20	8-30	15-50	5-30
0,15	0,15	N0. 100	0,0059	0-10	0-10	0-15	0-10

Sumber: SNI 03-2834-2000

Selain itu, agregat halus juga dapat diperoleh dari asalnya yang terbagi tiga jenis yaitu:

1. Pasir Galian

Jenis pasir galian yang diperoleh dari permukaan tanah dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada dasarnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Jenis pasir sungai yang diperoleh dari dasar sungai. Pasir sungai pada dasarnya berbutir halus dan berbentuk bulat, akibat proses gesekan yang terjadi..

3. Pasir Laut

4. Jenis pasir laut yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Namun pasir jenis ini mengandung kadar garam yang kurang baik untuk bahan bangunan dikarenakan kadar garam yang dikandungnya.

### **II.2.2 Semen**

Semen merupakan bahan konstruksi yang populer di Era modern. Dikarenakan pada zaman dulu bahan yang digunakan untuk menjadi zat perekat menggunakan kapur dan tanah liat basah. Sehingga kehadiran semen mengubah dunia konstruksi menjadi modern.

Semen adalah bahan perekat kimia yang dapat memberikan perkerasan pada material campuran, sehingga menjadi suatu bentuk yang kaku dan tahan lama. Dibandingkan dengan penggunaan bahan alami (kapur dan tanah liat) memiliki banyak keterbatasan. Sementara semen dapat diproduksi dalam kondisi terkontrol, dikemas dan mudah diangkut di berbagai tempat yang diperlukan. Selain itu, harga semen relatif murah dan saat ini merupakan bahan perekat terbaik didunia konstruksi.

Fungsi dari semen ialah menjadi perekat pada agregat kasar maupun agregat halus. Pedoman SNI. 15-2049 -, 2004, Semen adalah zat hidrolis yang diperoleh dari penggilingan klinker portland, terutama terdiri dari kalsium silikat ( $x\text{CaO}.\text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling dengan bahan tambahan berupa

satu atau lebih bentuk kalsium yang tersusun dari sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan dapat ditambahkan dengan zat adiktif lain.

Hidrolik akan beraksi secara cepat dengan senyawa air dikarenakan didalamnya mengandung kalsium silikat ( $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) dan juga mengandung kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) yang cepat bereaksi terhadap air.

**Tabel.II.3 Komposisi Utama Semen Portland**

<b>Nama Unsur</b>	<b>Komposisi Kimia</b>	<b>Simbol</b>
Trikalsium Silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Dikalsium Silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S
Trikalsium Aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Tetrakalsium Aluminoforit	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Sumber: Neville, 1975

Seiring berkembangnya zaman, semen mengalami peningkatan dan berbagai jenis atau tipe pada semen diantaranya sebagai berikut :

1. Ordinary Portland Cement (OPC).
2. Portland Pozzolana Cement (PPC).
3. Rapid Hardening Cement
4. Extra Rapid Hardening Cement.
5. Quick Setting Cement.
6. Low Heat Cement.
7. Sulphate Resisting Cement
8. Portland Slag Cement (PSC).
9. High Alumina Cement.
10. White Cement.
11. Coloured Cement.
12. Air Entraining Cement.
13. Hydrophobic Cement.
14. Masonry Cement.
15. Expansive Cement.
16. Oil Well Cement.

17. CEM I (Portland cement).
18. CEM II (Portland-composite cement).
19. CEM III (Blast furnace cement).
20. CEM IV (Pozzolanic cement).
21. CEM V (Composite cement).
22. Type I (Portland cement).
23. Type II (Sulphate Resisting Cement).
24. Type III (Rapid Hardening Cement).
25. Type IV (Portland Pozzolana Cement (PPC)).
26. Type V (Hydrophobic Cement).

### **II.2.3 Air**

Dalam pengerjaan pembuatan beton, air mempunyai peranan penting yang dapat mempengaruhi sifat – sifat terhadap beton. Air yang dapat berfungsi sebagai pengencer untuk proses hidrasi terhadap semen untuk menghasilkan campuran beton yang akan mengeras dalam beberapa waktu tertentu.

Menurut SK SNI 03-2847-2002. Air digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang dapat merusak kualitas beton akibat mengandung kadar organik, garam, asam dan oli atau bahan-bahan lainnya. Karena air memiliki peran penting dalam pencampuran, sehingga tidak dapat melakukan penggunaan sembarangan air.

Selain itu, air yang biasanya dijumpai berbagai macam. Contohnya air yang berasal dari air hujan, air danau, air sungai, air laut, dan mata air dari dalam tanah. Seperti yang diketahui air memiliki rumus kimia  $H_2O$ , namun akibat gejala alam sehingga air tidak semua murni.

Untuk mengetahui penggunaan air terhadap beton, terdapat beberapa persyaratan yang dipergunakan dalam pembetonan, yaitu:

1. Persyaratan khusus untuk beton menurut ACI 318-83.
  - Air yang dipakai yang digunakan untuk beton harus bersih dan terbebas dari zat yang dapat merugikan atau membahayakan bagi beton. Seperti minyak, alkali, garam dan bahan organik lainnya.

- Air yang digunakan untuk beton pratekan atau beton yang dilekati aluminium tidak mengandung ion klorida, untuk mencegah terjadinya korosi. Klorida yang terdapat dalam agregat, air, dan bahan beton lainnya tidak lebih dari persyaratan sebagai berikut:

**Tabel II.4 Maksimum kandungan Klorida pada bentuk konstruksi**

<b>Bentuk konstruksi</b>	<b>Maksimum % Cl ion dihitung terhadap berat % semen</b>
Beton pratekan	0,06
Beton bertulang yang berhubungan dengan klorida dalam pemakaiannya	0,15
Beton bertulang yang akan terus kering dari kelembaban selama pemakaian	1,0
Beton bertulang umum lainnya	0,30

Sumber: SNI

2. Persyaratan menurut BS 3148 – 1958.

Air untuk beton:

- Larutan padat tidak lebih dari 2000ppm.
- Alkali karbonat atau bikarbonat tidak lebih dari 1000ppm.
- Kadar SO<sub>3</sub> tidak lebih dari 1000ppm dan Cl tidak lebih dari 500pmm.

Adapun air yang diperlukan pada beton dipengaruhi beberapa hal, yaitu:

1. Ukuran agregat maksimum. Diameter membesar maka kebutuhan air menurun dan jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit.
2. Bentuk butir atau bulat kebutuhan air menurun sedangkan ntuk batu pecah lebih memerlukan banyak air.
3. Kotoran dalam agregat seperti tanah liat dan lumpur akan meningkatkan kebutuhan penggunaan air.
4. Jika jumlah agregat halus lebih sedikit dibandingkan agregat kasar, maka kebutuhan air menurun.

## II.2.4 Besi Tulangan

Besi tulangan atau batang baja yang digunakan sebagai untuk memperkuat dan membantu beton akibat gaya tekan dan besi tulangan secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur. Adapun besi tulangan terbagi dua macam jenis, yaitu:

1. Baja tulangan polos

Baja tulangan polos adalah baja tulangan beton yang berbentuk bulat dengan permukaan rata. Baja tulangan polos tidak memiliki lipatan, gelombang atau yang dikenal dengan sebutan ulir.



**Gambar II.1 Model Besi Polos**

2. Baja tulangan sirip/ulir

Baja tulangan beton ini memiliki sirip/ulir yang melintang dan memanjang pada setiap permukaannya yang dapat meningkatkan daya lekat dan daya tahan terhadap gerakan pada beton.



**Gambar II.2 Model Besi Sirip/Ulir**

### II.3 Air Laut

Air laut adalah air yang memiliki kadar garam yang tinggi. Kadar garam bervariasi pada setiap lautan. Rata-rata Salinitas di samudera itu 35%. Maksud dari 35% yaitu, dalam 1 liter (1000 ML) air laut terdapat 35 gram garam. Namun, tidak sepenuhnya garam dapur (NaCl).

Menurut keputusan menteri lingkungan hidup No.51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, Air laut memiliki kadar garam rata-rata sekitar 35.000ppm atau 35g/l, artinya dalam 1 liter air laut ( 1000 ml ) terdapat 35 gram. Kandungan kimia utama dari air laut adalah klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), sulfat (SO<sub>4</sub>). Nilai pH air laut bervariasi antara 7,5 – 8,5.

### II.4 Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut adalah perubahan kondisi yang terjadi pada air laut yang secara berkala akan naik turun atau gelombang. Hal ini disebabkan adanya gaya gravitasi dari benda - benda langit, seperti bulan dan matahari. Akibat gravitasi yang ditimbulkan oleh bulan dan matahari terhadap massa air laut akan terjadinya gelombang laut.

Menurut Poerbandono, pasang surut adalah fenomena naik turunnya permukaan air laut yang factor utamanya disebabkan oleh gravitasi bulan dan matahari (1999). Dalam buku berikutnya disebutkan definisi dari pasang surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodic (dalam kurun waktu tertentu) yang dipengaruhi oleh gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Dan untuk pengaruh gravitasi benda-benda langit lainnya diabaikan karena jaraknya yang jauh atau ukurannya yang lebih kecil (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005).

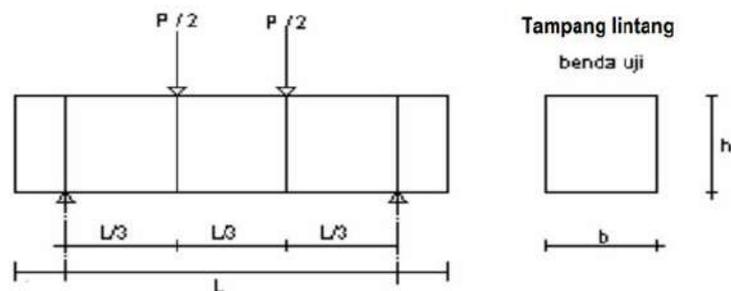


**Gambar II.3 Pasang dan Surut Air Laut**

## II.5 Kuat Lentur

Kuat tarik lentur ialah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua sisi penyangga untuk menahan gaya tegak lurus terhadap sumbu benda uji yang diberikan sampai benda uji putus, yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Beban yang diberikan pada balok akan mengalami deformasi, kemudian timbul momen – momen lentur sebagai pertolongan atau perlawanan material dari beban luar. Adapun sistem pembebanan pada uji tarik lentur seperti terlihat pada gambar berikut.



**Gambar II.4 Model pembebanan pada saat pengujian**

Rumus kuat tarik lentur diperlihatkan pada Persamaan berikut :

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Dimana:

$\sigma_1$  = Kuat Intur benda uji (MPa)

$P$  = Beban tertinggi yang terbaca paada mesin uji (pembaca dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma) (N)

$L$  = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

$b$  = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

$h$  = Tinggi tampang lintang patah arah vertical (mm)

## **II.6 Kuat Tarik Tulangan**

Besi Tulangan merupakan besi yang digunakan untuk penulangan dasar dalam konstruksi beton bertulang. Untuk mengetahui penurunan kuat besi tulangan pada beton, dilakukannya pengujian tarik tulangan untuk mendapatkan nilai kuat tarik putus akibat besarnya gaya tarik maksimum yang bekerja pada saat benda uji.

Menurut SNI 07-2529-1991, Dilakukannya pengujian kuat tarik besi tulangan bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik tulangan pada beton dan parameter lainnya (Tegangan Leleh, dan Tegangan Putus). Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja.

Dan pada penelitian ini besi tulangan yang digunakan berdiameter 8 mm, dikarenakan tulangan yang berdiameter 8 mm adalah tulangan yang umum dan sederhana digunakan untuk konstruksi kolom.

Kegagalan yang terjadi pada kolom beton bertulang dipengaruhi oleh melelehnya tulangan baja dan hancurnya beton bertulang. Adapun 3 cara untuk mengetahui kemungkinan yang terjadi akibat kegagalan kolom beton bertulang, yaitu :

### **a. Kondisi balanced reinforced**

Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan.

### **b. Kondisi Over-Reinforced**

Kondisi ini terjadi apabila tulangan yang digunakan lebih banyak dari yang diperlukan dalam keadaan balanced. Keruntuhan ditandai dengan hancurnya penampang beton terlebih dahulu sebelum tulangan baja meleleh.

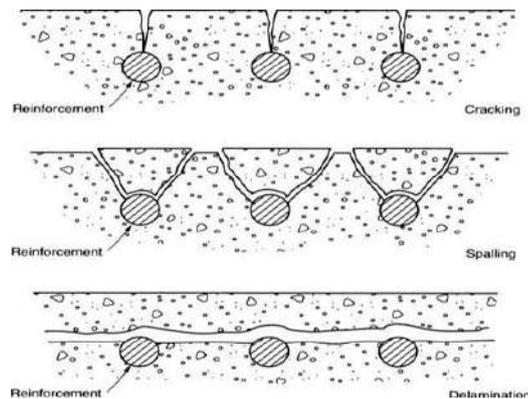
### **c. Kondisi Under-Reinforced**

Kondisi ini terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada kolom kurang dari yang diperlukan untuk kondisi balanced. Keruntuhan ditandai dengan lelehnya tulangan baja terlebih dahulu dari betonnya.

## **II.7 Penetrasi Klorida**

Penetrasi klorida dalam beton bertulang merupakan akibat korosi pada struktur beton di lingkungan laut. Korosi terjadi pada tulangan beton dan relatif

tidak menyebabkan kerusakan pada material betonnya sendiri. Ion klorida dapat menyerang lapisan pasif dan konsentrasinya pada permukaan tulangan sudah mencapai jumlah tertentu pada nilai pH yang tinggi maka lapisan pasif tulangan bisa hancur.



**Gambar II.5** Konsekuensi Akibat Korosi Pada Baja Tulangan

## II.8 Perendaman Beton di Air Laut

Infrastruktur yang berkembang begitu pesat dinegara kita tidak luput akan adanya pengaruh korosi dan penetrasi klorida pada beton, dikarenakan indonesia merupakan negara kepulauan. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan perendaman (curing) dengan menggunakan air laut dan dengan metode pasang surut, yang bertujuan untuk mengetahui percepatan penetrasi besi tulangan pada beton.



**Gambar II.6** Perendaman Beton Menggunakan Air Laut

## II.9 Penelitian Terdahulu

1. Yanny Febry Fitriani Sofya (2018), Melakukan Penelitian tentang “Perilaku lentur balok beton bertulang material retrofir wiremesh dan scc dengan overlapping tulang pada sepertiga bentangan”, Penelitian ini bertujuan Untuk menganalisa kegagalan/keruntuhan pada balok beton bertulang dengan overlapping tulang pada sepertiga bentangan yang terkuat menggunakan wiremesh dan SCC. Berdasarkan hasil pengujian tekan untuk beton SCC diperoleh nilai sebesar 42,48 Mpa, nilai ini telah melebihi kuat tekan rencana yakni 25 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan superplastisizer selain meningkatkan workability juga dapat memengaruhi mutu beton.
2. Aloysius Bagus Cahyadi (2017), Melakukan Penelitian tentang “Pengaruh lingkungan pantai terhadap laju korosi dan sifat mekanik pada baja karbon sedang dengan perilaku pendinginan”, Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui laju korosi baja karbon 0,65% dengan perlakuan panas normalizing dan baja karbon 0,65% dengan perlakuan panas akibat pengaruh lingkungan pantai pada kurun waktu 1 sampai 4 bulan. Hasil uji komposisi yang dilakukan di PT. ITOKOH CEPERINDO menunjukkan bahwa bahan spesimen mengandung Fe=96,11%. C=0,65%, Si=1,18%, Cr=0.48%, Mn=1,01%, dan Cu=0,32%. Dalam bahan spesimen tersebut juga masih mengandung unsur lain yang berdasarkan persentasenya dapat diabaikan
3. Azhari Zahlim (2020), Melakukan Penelitian tentang “Kajian Eksperimen Balok Beton Bertulang GFRP”, Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap kuat lentur balok beton SCC yang diperkuat dengan lapisan GFRP. Hasil yang diperoleh dari Pengujian kuat tarik tulangan sebelum direndam diperoleh sebesar 410,2 MPa dan setelah direndam dengan menggunakan beton SCC yang diselubungi GFRP yang direndam di air laut diperoleh sebesar 371,08 MPa. Pengujian infiltrasi klorida pada beton SCC yang diselubungi GFRP pada cm 1 diperoleh kadar klorida sebesar 0,5%, pada

cm ke2 diperoleh kadar klorida sebesar 0,4%, dan pada cm ke3 diperoleh kadar klorida sebesar 0,07%.

4. Sugira Said (2020), Melakukan Penelitian tentang "Penetrasi Klorida Air Laut Terhadap Besi Tulangan Dan Elemen Beton Yang Diselimuti Material Komposit CFRP", Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap besi tulangan dan material beton yang diselimuti CFRP. Hasil pengujian Kuat tarik tulangan sebelum direndam diperoleh 10,2 MPa dan setelah direndam pada umur 3,7,28 hari diperoleh 417,2 MPa dan untuk umur 365 hari diperoleh 445,0 MPa. Pengujian penetrasi klorida pada beton yang diselimuti CFRP pada cm 1 diperoleh 0,19% kadar klorida.
5. Fransiska Limantara dan Dewi Ceriasari Widodo (2006), Melakukan Penelitian tentang "Studi Penetrasi Ion Klorida Pada Beton Menggunakan Metode Percepatan Dengan Mennjau Faktor Air Semen Dan Kadar Semen", Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui kecepatan penetrasi ion klorida pada beton dan mortar dengan metode percepatan penetrasi yang menggunakan arus DC da berfokus pada perbandingan faktor air semen dengan kadar semen dalam campuran beton dan mortar. Hasil pengujian Metode pengetesan telah dilakukan uji kuat tekan beton maupun penetrasi ion klorida pada beton dan mortar.
6. Shinichi Hino (2011), Melakukan Penelitian tentang "Kapasitas Lentur Perkuatan Balok Beton Bertulang Yang Telah Meleh Dengan Menggunakan Lembaran GFRP", Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui kekuatan lentur hasil perkuatan balok beton bertulang yang telah meleleh. Hasil pengujian Perkuatan menggunakan lembaran GFRP pada balok beton bertulang yang telah terbebani hingga leleh tulang dengan kapasitas lentur yang lebih tinggi dari balok aslinya.
7. Febrian Giang (2019), Melakukan Penelitian tentang "Pengaruh Kuat Tekan Sulfat Dan Clorida yang Direndam Didalam air Laut". Penelitian bertujuan Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh asam

sulfat dan clorida terhadap mutu kuat tekan beton, nilai elastisitas beton, modulus patahan beton dan hubungan tegangan regangan beton. Dari hasil penelitian kuat tekan beton terlihat bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi BC2 dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 21.80 Mpa yaitu variasi chloride adalah 5%:95% faktor air semen sebesar 0,47 dan pengurangan air sebesar 18%. Hal ini bisa kita simpulkan bahwa kuat tekan rata-rata beton variasi lebih rendah dibandingkan dengan beton normal karena kuat teka rata-rata yang dihasilkan pada beton normal sebesar 22,27 Mpa.

8. Siti Nurlina (2016), Melakukan Penelitian tentang "Perbandingan Daktilitasi Balok Beton Bertulang dengan menggunakan CFRP dan GFRP". Penelitian bertujuan Untuk mengetahui peningkatan daktilitas balok beton bertulang yang diperkuat dengan CFRP dan GFRP. Dari hasil penelitian bahwa Balok yang diperkuat dengan GFRP memiliki daktilitas yang lebih besar dari pada CFRP dan balok tanpa perkuatan. Dimana GFRP memiliki daktilitas sebesar 2.707 sedangkan untuk balok tanpa perkuatan dan balok yang diperkuat dengan CFRP masing-masing yaitu 2.053 dan 2.333. prosentase peningkatan daktilitas balok yang diperkuat dengan CFRP yaitu sebesar 13.736% dari balok tanpa perkuatan.
9. Putri novita sari,almira hapsaridewanti dan dkk (2020), Melakukan Penelitian tentang "Mekanisme Laju Korosi Pada Struktur Beton Bertulang". Penelitian bertujuan Untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada sruktur beton bertulang dan hal-hal yang meyebabkan korosi pada struktur beton bertulang. Hasil penelitian adalah Korosi pada beton terjadi akibat terbentuknya ettringite akibat reaksi kimia antara unsur kalsium didalam beton dengan garam sulfat dari luar. Sama seperti karat pada besi, ettringite yang terjadi menyebabkan pengembangan volume beton sehingga menyebabkan massa beton terdesak dan pecah.

10. Astri Rostikasari (2013), Melakukan Penelitian tentang “Kajian Korosi Beton Bertulang Dengan Agregat Kasar dari Beton daur Ulang”. Tujuan penelitian untuk Mengetahui proses korosi Baja tulangan pada beton bertulang dengan agregat kasar dari beton daur ulang. Hasil penelitian adalah Pengajuan terhadap semen dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung. Dari pengamatan pertama adalah pada kemasan atau zat semen.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III. 1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2022 sampai dengan Agustus 2022, selama kurang lebih 2 bulan dari tahap persiapan sampai dengan tahap pengujian. Adapun pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang dan laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

#### **III. 2 Alat dan bahan**

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

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Timbangan dengan kepekaan 0,1 gr dan 0,5 gr.
2. Mesin kuat tekan.
3. Oven atau pengering agregat dengan pengaturan suhu ( $110 \pm 5$  °C).
4. Satu set saringan dengan ukuran (#3/4, #1/2, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, pan).
5. Mixer atau molen untuk pencampuran beton.
6. Alat uji slump test.
7. Cetakan benda uji berdiameter 10cm x 20cm x 60cm untuk cetakan balok.
8. Alat bantu lainnya :
  - a. Sendok semen, digunakan untuk mengaduk campuran beton segar.
  - b. Gelas ukur dengan kapasitas 2000 ml dan kapasitas 50 ml, untuk menakar air.
  - c. Cawan atau talam *stainless steel*, digunakan untuk tempat menyimpan bahan-bahan atau agregat pada saat pengujian karakteristik agregat.
  - d. Kuas, digunakan pada saat membersihkan sisa material yang terdapat pada alat-alat yang sudah digunakan.
  - e. Bak perendam, digunakan untuk merendam beton.

### **III.2.2 Bahan**

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agregat kasar (kerikil)
2. Agregat halus (pasir)
3. Semen portland
4. Besi tulangan
5. Air bersih
6. Air laut

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

Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimental, maka harus dilakukan dengan sistematika yang teratur dan jelas sehingga diperoleh hasil yang baik. Variabel yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini yaitu pada saat proses perencanaan komposisi *mix design* antara semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Kemudian proses pemberian baja tulangan (8mm) pada benda uji balok beton dan perlu memperhatikan pada proses *Curing* atau perawatan, karena benda uji direndam di air laut.

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

1. Tahap I (Tahap Persiapan)

Pada tahap ini yaitu pekerjaan persiapan yang meliputi studi pustaka, survey karakteristik material yang akan digunakan dan mix desain. Kemudian persiapan penelitian meliputi penyiapan bahan material dasar pembentuk beton dan persiapan peralatan yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Tahap II (Uji Karakteristik Bahan)

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian karakteristik bahan penyusun beton yaitu agregat halus dan agregat kasar yang mengacu pada SNI.

3. Tahap III (Proses Perencanaan *Mix Design*)

Pada proses ini dilakukan perencanaan pembuatan beton segar sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4433-1997 tentang metode *Mix Design* beton.

4. Tahap IV (Pembuatan Benda Uji)

Pada tahap pembuatan benda uji ini akan dilakukan proses pencampuran beton segar dan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari perencanaan *Mix Design*, hal yang harus dilakukan pada tahap ini adalah :

- a. Proses pencampuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air
- b. Proses pengujian *Slump Test*
- c. Proses pemasukan beton segar ke cetakan
- d. Proses pemberian besi tulangan ke beton segar
- e. Proses pelepasan benda uji dalam cetakan setelah umur 1 hari (24 jam)

5. Tahap V (*Curing* Atau Perawatan Pada Beton)

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan *Curing* atau perawatan pada air laut dilakukan untuk mengetahui penetrasi klorida terhadap besi tulangan yang ada didalam beton yang dilakukan selama 28 hari.

6. Tahap VI (Tahap Pengujian Benda Uji)

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat lentur diuji pada umur 28 hari dilaboratorium teknik sipil Universitas Hasanuddin.. Pengujian kuat tarik besi tulangan di uji pada umur 28hari di lakukan di laboratorium teknik sipil PNUP. Sedangkan pengujian penetrasi klorida pada elemen beton di uji pada umur 28 hari di lakukan di laboratorium tekik kimia PNUP.

7. Tahap VII (Tahap Analisis Dan Pembahasan)

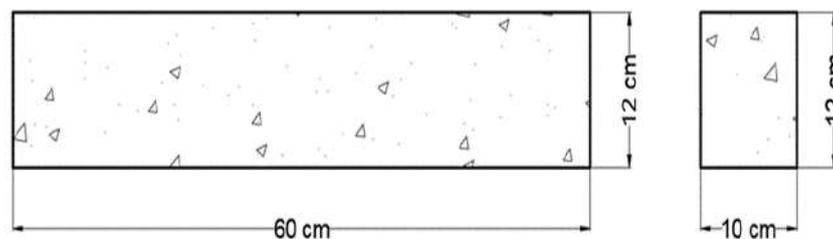
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang telah di uji dan melakukan perhitungan dan analisis data hasil uji kuat lentur, penetrasi klorida, dan kuat tarik besi tulangan.

## 8. Tahap VIII (Tahap Kesimpulan)

Pada tahap ini dilakukan suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis dan dikumpulkan yang berhubungan dengan tujuan penelitian ini.

### III.3.2 Pembuatan Benda Uji

Perencanaan pembuatan benda uji ini pada penelitian ini mengacu pada perencanaan *Mix Design* sesuai dengan SNI 03-4433-1997 tentang perencanaan design campuran untuk beton. Pada proses ini akan direncanakan pembuatan benda uji untuk dimensi cetakan balok 10cm x 20cm x 60cm. Benda uji balok beton normal pakai tulangan pada perendaman air laut.



**Gambar III.1 Benda Uji Balok Beton**

### III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji

Pengujian balok dilakukan dengan *two point load* pada sampel benda uji, digunakan pembebanan yang bersifat monotonik, dengan kecepatan *ramp actuator* konstan sebesar 0,05 mm/dtk sampai balok runtuh. Pengujian lentur dilakukan untuk menentukan besarnya kekuatan lentur beton dengan benda uji 10 cm x 12 cm x 60 cm. Pembebanan dilakukan hingga daerah tekan pada balok hancur dan telah mencapai beban maksimum. Besarnya beban maksimum P yang dicatat pada pengujian ini adalah beban pada saat benda uji patah. Selanjutnya digunakan untuk menentukan kuat lentur.

Langkah-langkah pengujian kuat lentur pada beton sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji dalam keadaan kering permukaan.

2. Tentukan panjang bentang pada balok pada posisi simetris memanjang dan mengatur posisi roda baja bagian bawah untuk meletakkan benda uji.
3. Balok diletakkan di kedua perletakan mesin uji lentur secara simetris dan diberi beban garis sejarak  $1/3$  bagian dari perletakan secara simetris.
4. Aktifkan mesin alat uji kuat lentur dan berikan beban secara tetap dan berkesinambungan tanpa ada beban kejut sampai terjadi keruntuhan.
5. Catat besar maksimum yang terjadi untuk perhitungan.



**Gambar III.2 Pengujian Kuat Lentur**

### **III.3.4 Pengujian Kuat Tarik Tulangan**

Menurut SNI 07-2529-1991, Pengujian kuat tarik besi tulangan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik baja beton dan parameter lainnya (Tegangan Leleh, dan Tegangan Putus). Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian kuat tarik pada besi tulangan yang direndam di air laut selama 28 hari.

Peralatan untuk pengujian kuat tarik besi tulangan ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*)
2. Alat pengukur geser (Dial), jangka sorong, micrometer.
3. Alat pemotong baja, alat penggores benda uji, mesin bubut.

Langkah-langkah pengujian kuat tarik besi tulangan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur panjang batang baja ( $l$ )
2. Menetapkan panjang ukuran,  $l_0 = 5 \times d_0$  atau  $l_0 = 10 \times d_0$
3. Menandai batang baja yang telah diukur pada kedua ujungnya dengan selotip, sedemikian hingga panjang ukur  $l_0$  tetap sama dengan  $5 d_0$  atau  $10 d_0$ .
4. Memasang batang baja yang telah disiapkan tepat pada bagian yang telah ditandai kedua ujungnya pada mesin UTM.
5. Membebani (menarik batang baja yang telah dijepit) dan mencatat beban yang mengakibatkan batang baja tersebut leleh dan putus.
6. Menyambung batang baja yang telah putus dan mengukur panjangnya sebagai panjang setelah putus ( $l_U$ ).



**Gambar III.3 Alat Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan**

### III.3.5 Pengujian Penetrasi Klorida

Pada pengujian Penetrasi klorida pada beton ini maka diperlukan sampel beton dalam bentuk serbuk. Sampel beton ini kemudian akan dipotong berdasarkan kedalaman lapisannya. Setelah itu, sampel tersebut dihaluskan hingga berbentuk serbuk halus agar proses destruksi lebih cepat.

### III. 4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, diantaranya pengujian karakteristik bahan yang akan digunakan dan proses pembuatan benda uji. Sedangkan untuk pengujian kuat lentur dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, pengujian kuat tarik besi tulangan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung

Pandang , dan pengujian penetrasi klorida dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang. Setelah itu dilakukan olah data.

### III. 5 Olah Data

Olah data yang diambil adalah dari hasil data yang dikeluarkan mesin uji kuat lentur yang dilakukan dilaboratorium Universitas Hasanuddin, kuat tarik tulangan pada pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang dan hasil uji penetrasi klorida dilaboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dengan menggunakan rumus;

- Kuat Lentur :  $\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$

Sedangkan untuk olah data pada pengujian Kuat Tarik Tulangan diambil dari hasil data Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang dan penetrasi klorida terhadap elemen beton diambil dari hasil data Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

### III. 6 Analisa Data

Analisa data untuk menentukan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan menggunakan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI), khususnya untuk ,menentukan karakteristik pada agregat. Perencanaan *Mix Design* menggunakan *Trial Mix* dibuat dalam bentuk tabel dan gambar yang kemudian dianalisa menggunakan *Microsoft Office Exel*. Tujuan dari analisa karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan untuk mengetahui jika bahan-bahan tersebut telah lolos spesifikasi yang telah diisyaratkan seperti menganalisa kuat lentur, kuat tarik beton bertulang, dan menganalisa penetrasi klorida air laut pada permukaan beton, sehingga data yang telah diperoleh menjadi kesimpulan dan tujuan dari penelitian ini.

### III.7 Bagan Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Komposisi Beton

##### IV.1.1 Pengujian Karakteristik

Pengujian agregat dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Pengujian agregat kasar dan agregat halus didasarkan pada SNI. Hasil rekapitulasi pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel IV.1.

**Tabel IV.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat**

NO	Jenis Pengujian	Spesifik SNI		Hasil Pengujian		keterangan	
		Pasir	kerikil	pasir	kerikil	pasir	kerikil
1.	Kadar lumpur %	0,2-5	Maks 1	4,88	0,4	Memenuhi	Memenuhi
2.	Kadar Air %	3-5	0,5-2	3,35	1,2	Memenuhi	Memenuhi
3.	Berat Volume						
	a. Kondisi lepas (Kg/liter)	1,4-1,9	1,6-1,9	1,70	1,67	Memenuhi	Memenuhi
	b. Kondisi padat (Kg/liter)	1,4-1,9	1,6-1,9	1,75	1,69	Memenuhii	Memeuhi
4.	Berat Jenis						
	a. Bj. Nyata	1,60-3,30	1,60-3,33	2,88	2,68	Memenuhi	Memenuhi
	b. Bj. Dasar kering	1,60-3,31	1,60-3,34	2,30	2,49	Memenuhi	Memenuhi
	c. Bj.kering permukaan	1,60-3,32	1,60-1,35	2,50	2,56	Memenuhi	Memenuhi
	d. Adsorpsi (%)	0,2-2	Maks 4	2,04	2,87	Tidak Memenuhi	Memenuhi
5.	Modulus Kehalusan	2,3-3,1	6-7,1	3,00	6,63	Memenuhi	Memenuhi
6.	Kadar Organik	<No.3		No.2		Memenuhi	Memenuhi
7.	Keausan		Maks 50		40	memenuhi	Memenuhi

Sumber : Dwiyana Afandi Baddu, 2020

Berdasarkan Tabel IV.1 Hasil pengujian karakteristik agregat Sebagian besar memenuhi standar spesifikasi SNI. Sehingga material agregat pasir dan kerikil dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton. Untuk hasil pengujian absorbs pada pasir yang tidak memenuhi standar spesifikasi SNI, maka material pasir harus dilakukan treatment dengan cara menjemur pasir tersebut. Sehingga diperoleh nilai absorsi yang diharapkan.

#### IV.1.2 Mix Design

Pada rancangan campuran beton ini menggunakan metode SNI. Perencanaan mutu beton pada penelitian ini yaitu  $f'c$  25 Mpa. Adapun komposisi dari setiap material yang digunakan disajikan pada tabel IV.2 untuk campuran adukan balok beton .

**Tabel IV.2 MixDesign Balok Beton**

Material	Berat Material (Kg/m <sup>3</sup> ) Lamp. E Hal. 73)	Rasio Terhadap Berat Semen	Berat Untuk 1 Benda Uji (Kg) (Lamp. E Hal. 73)
Air	210.000	0,350	1,814
Semen	600.000	1,000	5,184
Pasir	749.405	1,249	6,475
Kerikil	767.390	1,279	6,630

Sumber : Dwiyana Afandi Baddu, 2020

#### IV.1.3 Slump test

Hasil pengujian *Slump* yang ditunjukkan bahwa nilai *slump* yang didapat pada pengujian yang mengacu kepada `SNI 1972-2008 yaitu berkisar 12 cm  $\pm$  2 cm. pada penelitian ini rata-rata nilai *slump test* yaitu 10 cm.



**Gambar IV.1 Slumpt Test**

## IV.2 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian lentur dilakukan pada belok yang telah berumur 28 hari. Sampel yang diuji berupa balok beton dengan ukuran Panjang 60 cm, lebar 12 cm dan tinggi 10 cm. Pengujian ini menggunakan 1 jenis balok beton yaitu balok beton bertulang. Hasil dari pegujian ini dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$\text{Rumus : } \sigma = \frac{P.L}{b.h^2}$$

Dimana :  $\sigma$  = Kuat lentur (MPa)

P = Beban tekan (N) (1 KN=1000 N)

L = Jarak bentang (mm)

b = Lebar (mm)

h = Tinggi (mm)

$$\begin{aligned} P &= 76,8 \text{ KN} \\ &= 76,8 \times 1000 \text{ N} \\ &= 76.800 \text{ N} \\ \sigma &= \frac{76.800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{100 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^2} \\ &= \frac{34560000 \text{ Nmm}^2}{1440000 \text{ mm}^3} \\ &= 24 \text{ N/mm}^2 \approx 24 \text{ MPa} \end{aligned}$$

**Tabel IV.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang**

Tanggal Pengujian	Umur (Hari)	Panjang (L) (mm)	Lebar (b) (mm)	Tinggi (h) (mm)	Beban (P)		Kuat Lentur ( $\sigma$ ) (MPa)	P.L	h <sup>2</sup>	b.h <sup>2</sup>	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
					(N)	(KN)					
9/20/2022	28	450	100	120	76800	76,8	24	34560000	14400	1440000	24

Berdasarkan hasil perhitungan dan dari Tabel IV.3 dapat diketahui bahwa balok beton bertulang mengalami penurunan kuat tekan yang diakibatkan oleh perendaman di air laut (dengan metode pasang surut) dengan hasil kuat tekan yaitu 24 Mpa.



**Gambar IV.2 Pengujian Kuat Lentur Balok**

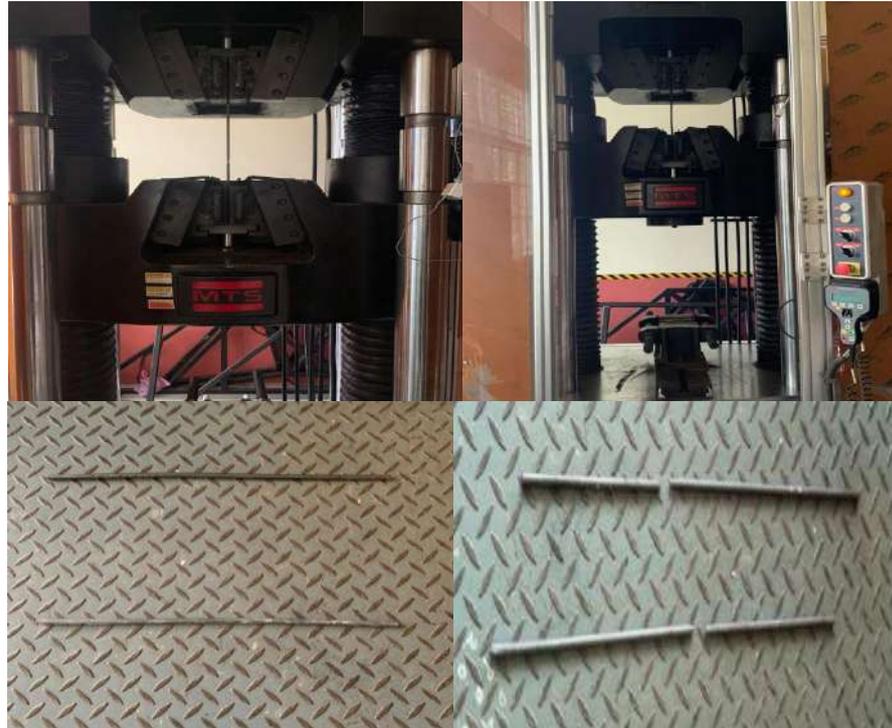
### IV.3 Pengujian Kuat Tarik Tulangan

Untuk pengujian kuat tarik tulangan ini dilakukan setelah pembuatan benda uji dan proses perendaman dengan simulasi pasang surut air laut selama 28 hari. Adapun benda uji untuk kuat tarik tulangan yang digunakan ialah tulangan yang belum terkontaminasi dengan air laut sebagai benda uji control, dan tulangan yang telah terkontaminasi air laut yang diambil dari dalam sampel balok beton (telah direndam di air laut) untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada tulangan tersebut melalui simulasi pasang surut air laut. Adapun hasil dari pengujian kuat tarik tulangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel IV.4 Hasil Pengujian Tarik Tulangan**

Diameter Sampel	Hari/Umur Perendaman	Panjang (cm)	Kuat Tarik Tulangan (MPa)
Ø 8	-	40	390,442
Ø 8	28	40	382,888

Tabel diatas menyimpulkan bahwa penurunan kapasitas kuat tarik pada tulangan yang diakibatkan dari hasil perendaman simulasi pasang surut air laut dibandingkan dengan tulangan yang belum terkontaminasi air laut. Untuk hasil pengujian kuat tarik tulangan, pada besi tulangan yang belum terkontaminasi air laut ialah 390,422 MPa dan hasil pengujian kuat tarik tulangan pada besi tulangan beton setelah direndam di air laut (simulasi pasang surut) ialah 382,888 MPa.



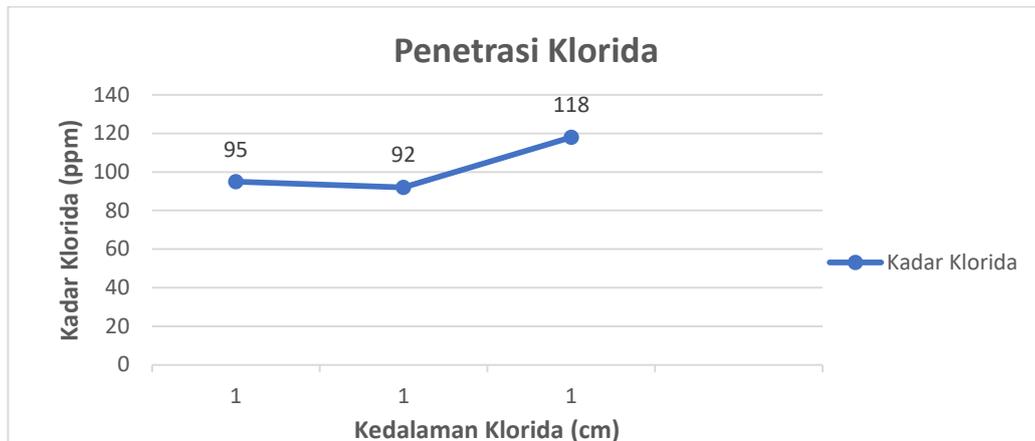
**Gambar IV.3 Uji kuat tarik tulangan mencapai max (putus)**

#### **IV.4 Pengujian Penetrasi Klorida**

Pengujian penetrasi klorida ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari percepatan resapan kadar klorida terhadap balok beton bertulang yang direndam di air laut dengan simulasi pasang surut selama 28 hari. Hasil pengujian untuk penetrasi klorida pada perbukuan beton bertulang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel IV.5 Hasil Pengujian Penetrasi Klorida**

Umur (Hari)	Sampel	Kedalaman (Cm)	Kadar Klorida (ppm)
28	1	1	95
28	2	1	92
28	3	1	118
Rata-Rata			101,6



**Gambar IV.3 Grafik Penetrasi Klorida**

Dari hasil pengujian penetrasi klorida pada balok beton bertulang ini bahwa dapat disimpulkan nilai rata - rata dari ketiga sampel serbuk yang diuji ialah 101,6 ppm. Pada sampel pertama memiliki kadar klorida 95 ppm, sampel kedua memiliki kadar klorida 92 ppm , dan yang ketiga memiliki kadar klorida 118 ppm.

Adapun yang menyebabkan perbedaan dari hasil pengujian penetrasi klorida adalah pada umumnya beton memiliki pori-pori (porositas) dan porositas yang rendah akan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan laju penetrasi ion-ion agresif yang masuk kedalam beton.



**Gambar IV.4 Proses penyerbukan sampel siap Uji Laboratorium**

## **BAB V**

### **PENUTUP**

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

Berdasarkan dengan hasil data pengujian yang diperoleh pada balok beton bertulang dengan metode perendaman simulasi pasang surut air laut, maka peneliti menyimpulkan bahwa:

1. Kuat lentur balok beton bertulang yang direndam di air laut dengan metode simulasi pasang surut adalah 24MPa.
2. Penurunan kapasitas kuat tarik tulangan pada besi tulangan beton yang terkontaminasi air laut yaitu 382,888 MPa. Dibandingkan dengan kuat tarik tulangan pada besi tulangan yang tidak terkontaminasi air laut 390,422 MPa. Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa tulangan mengalami pengaruh korosi oleh air laut sehingga tulangan mengalami penurunan kuat tarik.
3. Setiap perendaman beton bertulang didalam air laut akan mengalami penetrasi klorida, yang dimana kadar klorida akan masuk ke dalam pori – pori beton.

#### **V.2 Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya melakukan pengujian dengan menggunakan material FRP pada balok beton bertulang yang direndam di air laut dengan metode pasang surut. Untuk mengetahui daya kuat lentur, kuat tarik tulangan dan hasil hambatan resapan penetrasi klorida pada beton dengan menggunakan material FRP. Ataupun juga menguji kadar air laut pada perendaman didalam kolam berkurang atau tidak.
2. Untuk penelitian selanjut mungkin bisa membuat benda uji beton yang menggunakan limbah kaca atau limbah lainnya. Bukan hanya sekedar limbah beton terus menerus, tidak ada inovasi yang menjadi peningkatan penelitian pada judul atas nama limbah. Sedangkan limbah itu ada banyak jenis dan banyak macam.
3. Adapun alat-alat yang digunakan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam pembuatan benda uji itu dilengkapi atau diperbaiki. Sehingga dapat

mempermudah mahasiswa yang menjalankan tugas akhir dapat sangat terbantu.

4. Mungkin perlu adanya perombakan laboratorium menjadi lebih luas dan rapih. Dan aturan aturan yang dapat menjaga keamanan dan kenyamanan laboratorium. Sehingga kekurangan alat uji yang ada pada laboratorium dapat tertutupi oleh kenyamana laboratorium itu sendiri. Contohnya kebersihan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aksa H. Mardani. (2017). Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Besi Yang Terkorosi. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Unhas*.
- Amalah W. (2015). Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang Yang Menggunakan Styrofoam. *Tesis, Program Magister Universitas Hasanuddin, Makassar*
- Erniati and M. Wihardi Tjarong, (2016). Mikrostruktur Self Compacting Concrete, Leutikaprio, Yoagyakarta.
- Ishak. (2011). Analisis Kegagalan Struktur Beton Akibat Korosi Baja Tulangan. *Teras Jurnal, Vol.1 No.1, Maret 2011*.
- Isnaeini M. (2009). Kerusakan dan kekuatan struktur Beton Bertulang.
- Mulya Setiawan A, Erniati Bachtiar. (2018). Pengaruh Air Laut Terhadap Kapasitas Beban Pada Balok Beton Bertulang Yang Diperkuat Gfrp-S Dengan Perendaman Selama Satu Tahun. *Program Studi Teknik Sipil, Universitas Fajar*.
- Nawy G. *et al.* (2010). Beton Bertulang Jilid I. *Surabaya: itspress*.
- Nawy, E. G. 2008. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*. Cetakan Ketiga. Bandung : PT Refika Aditama.
- Riski. (2015). Laju Penetrasi Klorida Pada Beton Menggunakan Metode Rapid Migration Test. *Department of physics, Hasanuddin University*.
- Ahmad, S. B., Sultan, R., Teknik, D., Politeknik, S., & Ujung, N. (2017). *Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampur dan Perawatan Terhadap*. 2017, 172-177
- Azhari Zahlim. (2019). Kajian Eksperimental Balok Beton Bertulang yang diselimuti GFRP. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Fajar 2019*.
- Djamaluddin R. *et al.* (2015). Kapasitas Rekatan GFRP-S pada Balok Beton Akibat Rendaman Air Laut.
- Ika S., Amiruddin ., Rio S., & Daryono, 2018. *Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Jakarta ; Jurnal Forum Mekanika.
- Isnaeini M. (2009). Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang.
- Lailatul Qhomariyah, 2017. Analisa Hubungan Antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya). *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Sugira Said. (2020). Penetrasi Klorida Air Laut terhadap Besi Tulangan dan Elemen Beton yang diselimuti Material Komposit CFRP. *Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Fajar 2020*.

# LAMPIRAN





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 16 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)**

Berat contoh kering = 1.000 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAAN	PERSEN TERTAHAAN	Σ PERSEN TERTAHAAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
No. 4	10	1,00	1,00	99,00
No.8	20	2,00	3,00	97,00
No. 16	100	10,00	13,00	87,00
No. 30	130	13,00	26,00	74,00
No. 50	450	45,00	71,00	29,00
No. 100	170	17,00	88,00	12,00
No. 200	100	10,00	98,00	2,00
pan	20	2,00	0,00	0,00
Jumlah	1000	100,00	300,00	

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{300,00}{100} = 3,00$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah 3,00 dimana memenuhi syarat pencampuran beton yaitu 2,3 – 3,1.

Makassar, 16 Juli 2020



Mengetahui

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulva Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 17 Juli 2018  
Penelitian : Tugas Akhir

**Kadar Air Agregat Halus (Pasir)**

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	Gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	Gram	2080
C	Berat benda Uji ( B - A )	Gram	2000
D	Berat Benda Uji Kering	Gram	1935

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2000 - 1935}{1935} \times 100\% \\ &= 3,359173 \text{ \%} \end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian kadar air agregat halus adalah 3,35 % dimana memenuhi syarat campuran beton 3% - 5%.

Makassar, 17 Juli 2020



Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulya Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 17 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Berat Volume Agregat Halus (Pasir)**

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5115	4995
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1565	1605
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,7083	1,7520

Jadi hasil pengujian berat volume agregat halus adalah kondisi padat = 1,7083 kg/liter dan gembur = 1,7520 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,4 – 1,9 kg/liter.

Makassar, 17 Juli 2020

Mengetahui

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulya Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 17 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Berat Volume Agregat Halus (Pasir)**

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5115	4995
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1565	1605
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,7083	1,7520

Jadi hasil pengujian berat volume agregat halus adalah kondisi padat = 1,7083 kg/liter dan gembur = 1,7520 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,4 – 1,9 kg/liter.

Makassar, 17 Juli 2020

Mengetahui

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulya Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 18 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Halus (Pasir)**

Hasil Percobaan I

A = Berat Picnometer	=	150	gram
B = Berat Contoh Kondisi SSD di Udara	=	250	gram
C = Berat Picno + air + Contoh SSD	=	555	gram
D = Berat Talam	=	120	gram
E = Berat Picno + air	=	405	gram
F = Berat Setelah dioven + Talam	=	350	gram
G = Berat Benda Uji Kering Oven ( F-D )	=	230	gram

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Apparent SG} &= \frac{G}{G + E - C} \\ &= \frac{230}{230 + 405 - 555} \\ &= \frac{230}{80} \\ &= 2,88 \text{ gram} \end{aligned}$$

- On Dry Basic
 
$$= \frac{G}{B + E - C}$$

$$= \frac{230}{250 + 405 - 555}$$

$$= \frac{230}{100}$$

$$= 2,300 \text{ gram}$$
  
- SSD Basic
 
$$= \frac{B}{B + E - C}$$

$$= \frac{250}{250 + 405 - 555}$$

$$= \frac{250}{100}$$

$$= 2,50 \text{ gram}$$
  
- Absorption
 
$$= \frac{B - G}{G} \times 100\%$$

$$= \frac{250 - 230}{230} \times 100\%$$

$$= \frac{20}{230} \times 100\%$$

$$= 2.04 \%$$

Jadi hasil pengujian berat jenis agregat halus semua memenuhi syarat pencampuran beton, kecuali absorsi yang mendapatkan nilai 2,04 % sedangkan intervalnya 0,2 % – 2 %.

Makassar, 18 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
 Asri Mulva Setiawan, ST., MT.  
 KOORDINATOR LABORATORIUM  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 19 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Kadar Organik Agregat Halus (Pasir)**

Pemeriksaan pada standar warna menunjukkan warna no. 2 sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik pada pasir tersebut tergolong sedang dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



Gambar hasil pengujian



Gambar standar warna

Makassar, 19 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulva Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

### Lampiran B Pengujian Karakteristik Agregat Kasar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat      Tgl. Pemeriksaan : 23 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

#### Berat Volume Agregat Kasar (Kerikil)

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5100	5080
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1550	1530
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,6920	1,6701

Jadi hasil pengujian berat volume agregat kasar pada kondisi padat = 1, 6920 kg/liter dan gembur = 1,6701 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,6 - 1,9 kg/liter.

Makassar, 23 Juli 2020

Mengetahui,



Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulva Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 20 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Analisa Saringan Agregat Kasar (Kerikil)**

Berat contoh kering = 1500 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
Mm	gram	%	%	%
1	0	0,00	0,000	100,00
3\4	95	6,33	6,333	93,67
3\8	750	50,00	56,333	43,67
4	655	43,67	100,000	0,00
8	0	0,00	100,000	0,00
16	0	0,00	100,000	0,00
30	0	0,00	100,000	0,00
50	0	0,00	100,000	0,00
100	0	0,00	100,000	0,00
Pan	0	0,00	0,000	0,00
Jumlah	1500	100,00	662,667	

$$\text{Modulus Kehalusan Kerikil (F)} = \frac{662,667}{100} = 6,63$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat kasar adalah 6,63 dimana memenuhi syarat pencampuran beton 6 – 7,1.

Makassar, 20 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulva Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 21 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil)**

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	gram	2580
C	Berat benda Uji (B - A )	gram	2500
D	Berat Benda Uji Kering	gram	2470

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2500 - 2470}{2470} \times 100\% \\ &= 1,215 \%\end{aligned}$$

Jadi pengujian kadar air agregat kasar adalah 1,215 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton 0,5% - 2%.



Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulya Setiawan, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat      Tgl. Pemeriksaan : 23 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Absorpsi dan Berat Jenis Agregat Kasar (Kerikil)**

A = Berat Kosong Keranjang = 540 gram  
B = Berat Keranjang + Benda Uji SSD Udara = 3868 gram  
C = Berat Keranjang + Benda Uji didalam air = 2503 gram  
D = Berat Keranjang Dalam Air = 474 gram  
E = Berat Benda Uji Kering Oven = 3235 gram

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Apparent SG} &= \frac{E}{E - C - D} \\ &= \frac{3235}{3235 - 2503 - 474} \\ &= \frac{3235}{1206} \\ &= 2,68 \text{ gram} \\ \bullet &= \frac{E}{\dots} \end{aligned}$$





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

---

Dikerjakan : Dwiyana Afandi Baddu                      Diperiksa : Koordinator Laboratorium  
Pengujian : Karakteristik Agregat                      Tgl. Pemeriksaan : 24 Juli 2020  
Penelitian : Tugas Akhir

**Keausan Agregat Kasar (Kerikil)**

Keterangan : -Agregat kasar yang lolos saringan nomor 3/4 tertahan pada  
saringan no. 1/2 & 3/4 (masing-masing 3.000 gram)  
-Saringan 1/2 = 2500  
-Saringan 3/8 = 2500  
- Berat sebelum di abrasi (A)  
- Berat setelah diabrasi = 3010 (B)

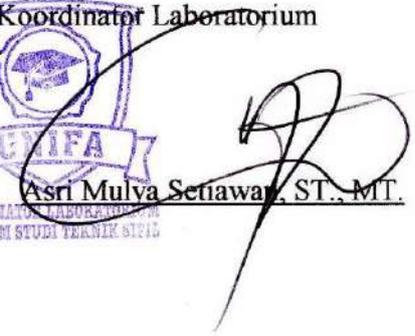
Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{abrasi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{5000-3010}{5000} \times 100\% \\ &= 40\% \end{aligned}$$

Jadi nilai rata – rata dari keausan agregat kasar adalah = 40 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton maksimal 50 %.

Makassar, 24 Juli 2020

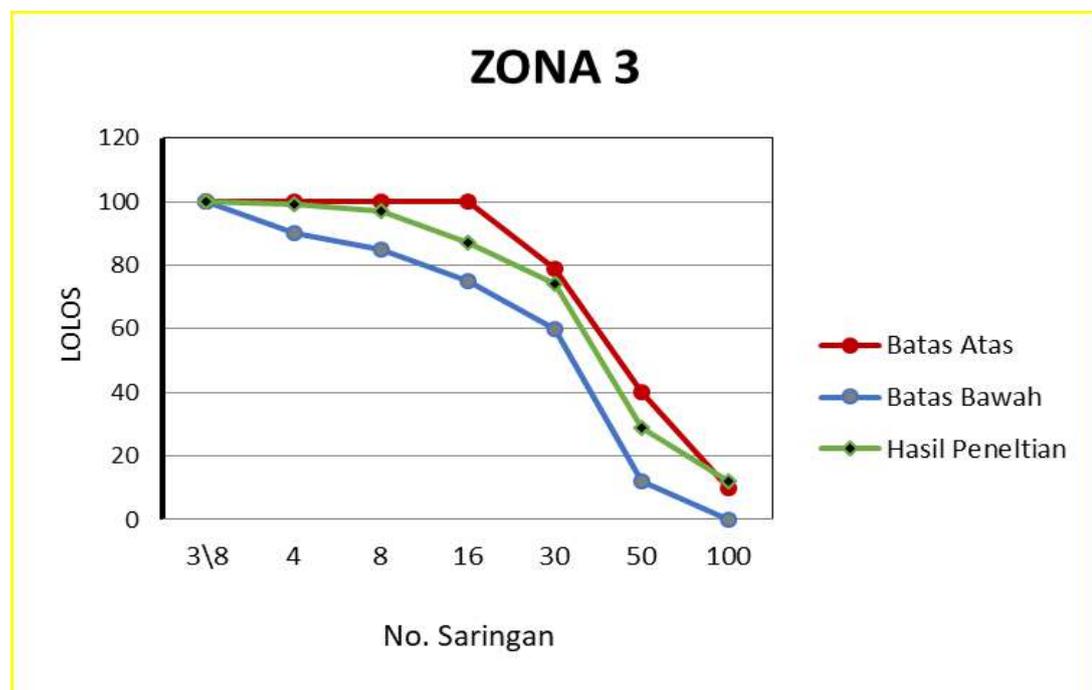
Mengetahui,

Koordinator Laboratorium  
  
Asri Mulva Seriwaty, ST., MT.  
KOORDINATOR LABORATORIUM  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

### Lampiran C Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar

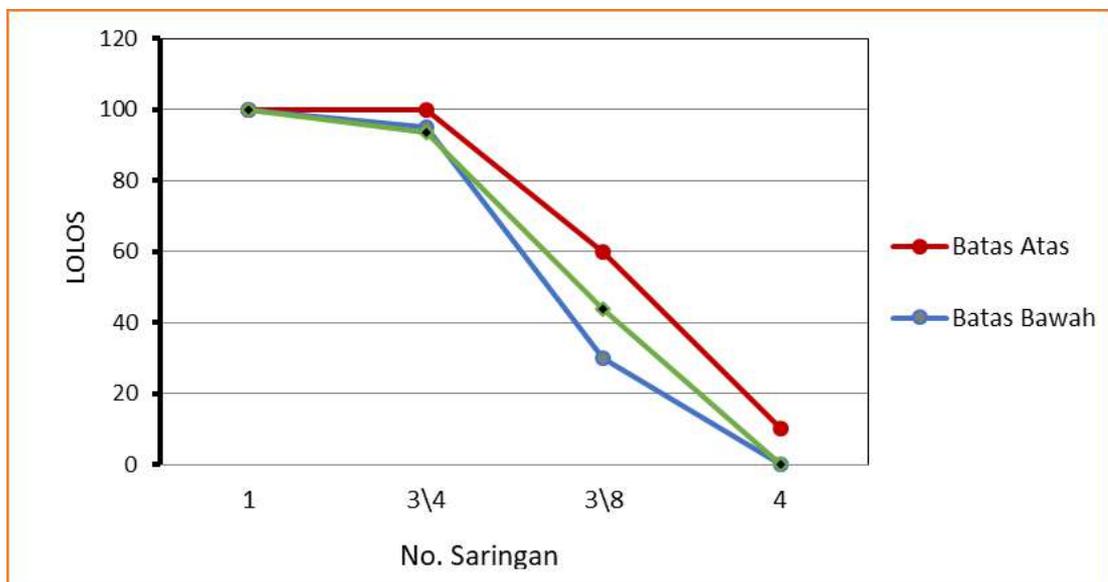
#### 1. Agregat halus

NOMOR SARINGAN	Hasil Penelitian	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
mm									
1									
3/4									
3/8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	99,00	90	100	90	100	90	100	95	100
8	97,00	60	95	75	100	85	100	95	100
16	87,00	30	70	55	90	75	100	90	100
30	74,00	15	34	35	59	60	79	80	100
50	29,00	5	20	8	30	12	40	15	50
100	12,00	0	10	0	10	0	10	0	15
pan	2,00								
Jumlah									



## 2. Agregat kasar

NOMOR SARINGAN	Hasil Peneltian	Ukuran max 10 mm		Ukuran max 20 mm		Ukuran max 40 mm	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
mm						100	100
1	100,00	100	100	100	100	95	100
3\4	93,67	100	100	95	100	35	70
3\8	43,67	50	85	30	60	10	40
4	0,00	0	10	0	10	0	5
8							
16							
30							
50							
100							
pan							
Jumlah							



### 3. Penggabungan Agregat

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

Modulus halus butir campuran direncanakan sebesar 5,2 maka dapat dihitung:

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

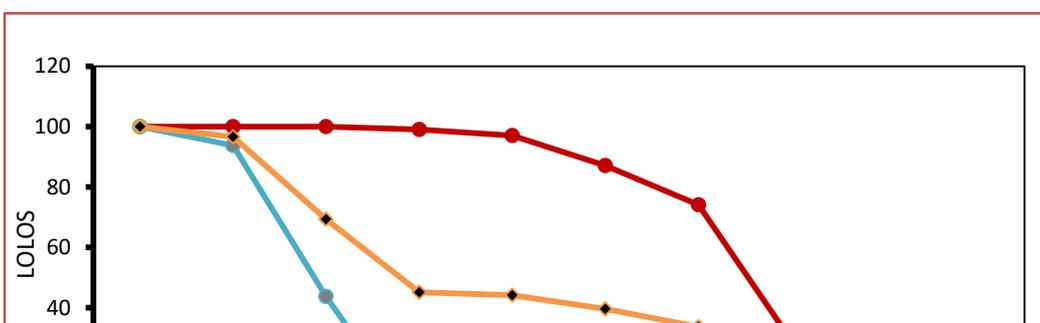
$$= \frac{6,63 - 5,2}{5,2 - 3,00} \times 100 = 65\%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 54% atau dapat dikatakan perbandingan 54:100 atau 1:1,8

$$\text{Berat pasir} = \frac{1}{2,2} \times 100 = 45,5\%$$

$$\text{Berat kerikil} = \frac{1,2}{2,2} \times 100 = 54,5\%$$

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 45,5%	Kerikil X 54,5%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100,00	45,5	54,5	100,0
0,75	100	93,67	45,5	51,1	96,5
0,375	100	43,67	45,5	23,8	69,3
4	99,00	0,00	45,0	0,0	45,0
8	97,00	0,00	44,1	0,0	44,1
16	87,00	0,00	39,5	0,0	39,5
30	74,00	0,00	33,6	0,0	33,6
50	29,00	0,00	13,2	0,0	13,2
100	12,00	0,00	5,5	0,0	5,5
pan	2,00	0,00	0,9	0,0	0,9
Jumlah	700,00	237,33	318,18	129,45	447,64



## Lampiran D Mix Design Balok

Rencana mutu beton	= 25 MPa
Ukuran maksimum agregat	= 20 mm
Berat jenis semen PCC	= 3,150
Berat jenis spesifik SSD pasir	= 2,500 gram
Berat jenis spesifik SSD kerikil	= 2,560 gram
Volume balok ( 10 x 12 x 60 )	= 0,007 m <sup>3</sup>
Faktor air semen	= 0,35

### 1. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan dengan nilai slump 10 cm dan ukuran maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

- Kadar air bebas alami (Wf) = 195 kg/m<sup>3</sup> beton
- Kadar air bebas batu pecah (Wc) = 225 kg/m<sup>3</sup> beton
- Kadar air bebas =  $(\frac{2}{3} \times Wf) + (\frac{1}{3} \times Wc)$   
=  $\frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225$   
= 205,00 kg/m<sup>3</sup> beton

Berdasarkan The European Guidelines for Self Compacting Concrete. Berbagai komposisi material pembentuk beton SCC, dari tial mix :

These Guidelines are not intended to provide specific advice on mix design but Table 8.2 gives an indication of the typical range of constituents in SCC by weight and by volume. These proportions are in no way restrictive and many SCC mixes will fall outside this range for one or more constituents.

Constituent	Typical range by mass (kg/m <sup>3</sup> )	Typical range by volume (litres/m <sup>3</sup> )
Powder	380 - 600	
Paste		300 - 380
Water	150 - 210	150 - 210
Coarse aggregate	750 - 1000	270 - 360
Fine aggregate (sand)	Content balances the volume of the other constituents, typically 48 – 55% of total aggregate weight.	
Water/Powder ratio by Vol		0.85 – 1.10

**Table 8.2 Typical range of SCC mix composition**

Digunakan air sebanyak = 210 kg/m<sup>3</sup> beton

## 2. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned} \text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{210,000}{0,350} \\ &= 600,000 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

## 3. Volume total agregat (pasir dan kerikil)

$$\begin{aligned} \text{Volume total agregat} &= 1000 - \frac{\text{Kadar Semen } \text{kg/m}^3}{\text{Berat Jenis Semen}} - \text{Kadar air SCC } \text{kg/m}^3 \\ &= 1000 - \frac{600,000 \text{ kg/m}^3}{3,150} - 210 \text{ kg/m}^3 \\ &= 599,524 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## 4. Volume masing-masing agregat

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= 50 \% \times \text{Volume total agregat} \\ &= 50 \% \times 599,524 \text{ kg/m}^3 = 299,762 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kerikil} &= 50 \% \times \text{Volume total agregat} \\ &= 50 \% \times 599,524 \text{ kg/m}^3 = 299,762 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

## 5. Berat masing-masing agregat

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= \text{Volume pasir} \times \text{Berat jenis pasir} \\ &= 299,76 \text{ kg/m}^3 \times 2,500 \\ &= 749,405 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Berat kerikil} = \text{Volume pasir} \times \text{Berat jenis pasir}$$

$$= 299,76 \text{ kg/m}^3 \times 2,56$$

$$= 767,390 \text{ kg/m}^3$$

#### 6. Rasio terhadap jumlah semen

$$\begin{aligned} \text{Air} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat semen}} \\ &= \frac{210,000}{600,000} \\ &= 0,350 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Berat semen}} \\ &= \frac{600,000}{600,000} \\ &= 1,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= \frac{\text{Berat pasir}}{\text{Berat semen}} \\ &= \frac{749,405}{600,000} \\ &= 1,249 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= \frac{\text{Berat kerikil}}{\text{Berat semen}} \\ &= \frac{767,390}{600,000} \\ &= 1,279 \end{aligned}$$

#### 7. Berat untuk 1 benda uji balok

$$\begin{aligned} \text{Volume balok} &= p \times l \times t \\ &= 0,6 \times 0,10 \times 0,12 \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= \text{Volume balok} \times \text{Berat material} \times \text{nilai susut} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \times 210 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 = 1,814 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \text{Volume balok} \times \text{Berat material} \times \text{nilai susut} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \times 600 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 = 5,184 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= \text{Volume balok} \times \text{Berat material} \times \text{nilai susut} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \times 749,405 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 = 6,475 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Kerikil} = \text{Volume balok} \times \text{Berat material} \times \text{nilai susut}$$

$$= 0,0072 \text{ m}^3 \times 767,390 \text{ kg/m}^3 \times 1,2 = 6,630 \text{ kg}$$

#### 8. Mix Design Balok Beton SCC

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210,000	0,350	1,814
Semen	600,000	1,000	5,184
Pasir	749,405	1,249	6,475
Kerikil	767,390	1,279	6,630

#### Lampiran E Perhitungan Pengujian Kuat Lentur

Rumus :  $\sigma = \frac{P.L}{b.h^2}$

Dimana :  $\sigma$  = Kuat lentur (Mpa)

P = Beban tekan (N) (1 kN=1000 N)

L = Jarak bentang (mm)

b = Lebar (mm)

h = Tinggi (mm)

$$P = 76,8 \text{ kN}$$

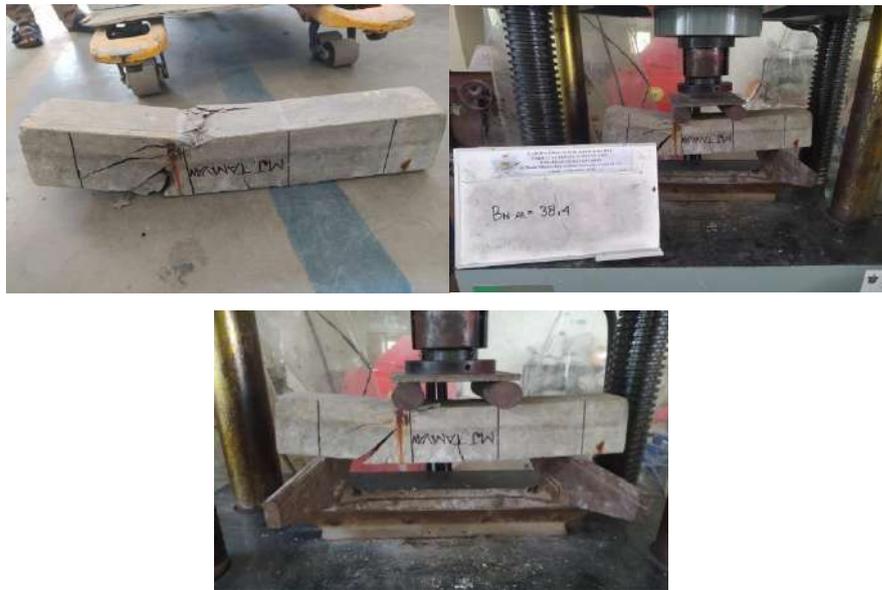
$$= 76,8 \times 1000 \text{ N}$$

$$= 76.800 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{76.800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{100 \text{ mm} \times (120 \text{ mm})^2}$$

$$= \frac{34560000 \text{ Nmm}^2}{1440000 \text{ mm}^3}$$

$$= 24 \text{ N/mm}^2 \approx 24 \text{ MPa}$$



## Lampiran F Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan

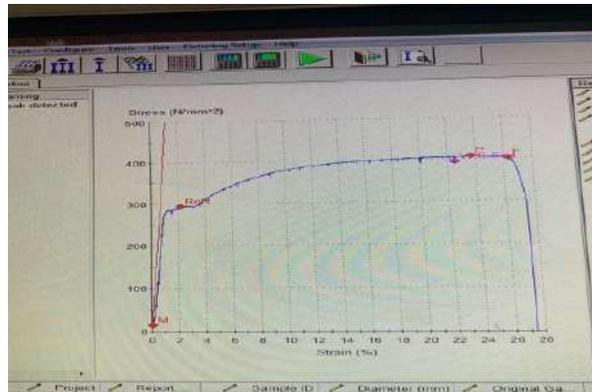
### Hasil Pengujian Tarik Tulangan

Diameter Sampel	Kuat Tarik Tulangan (MPa)	
	Sebelum Direndam	Setelah Direndam
Ø 8	390,442	382,888

Tabel diatas menyimpulkan bahwa penurunan kapasitas kuat tarik pada tulangan yang diakibatkan dari hasil perendaman simulasi pasang surut air laut dibandingkan dengan tulangan yang belum terkontaminasi air laut. Untuk hasil pengujian kuat tarik tulangan, pada besi tulangan yang belum terkontaminasi air laut ialah 390,422 MPa dan hasil pengujian kuat tarik tulangan pada besi tulangan beton setelah direndam di air laut (simulasi pasang surut) ialah 382,888 MPa.



Pengujian Tarik Tulang



Grafik hasil uji kuat tarik tulangan

## Lampiran G Dokumentasi Penelitian

### 1. Persiapan Pengecoran





## 2. Pengujian Slump Test



## 3. Pengecoran dan pembentukan balok beton bertulang



4. Pelepasan bekisting

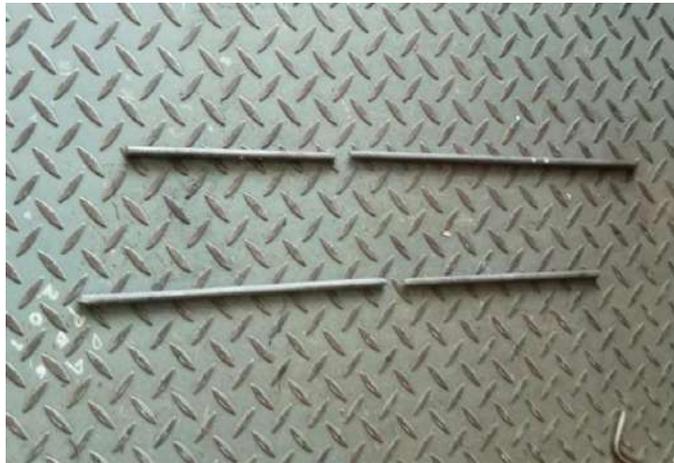
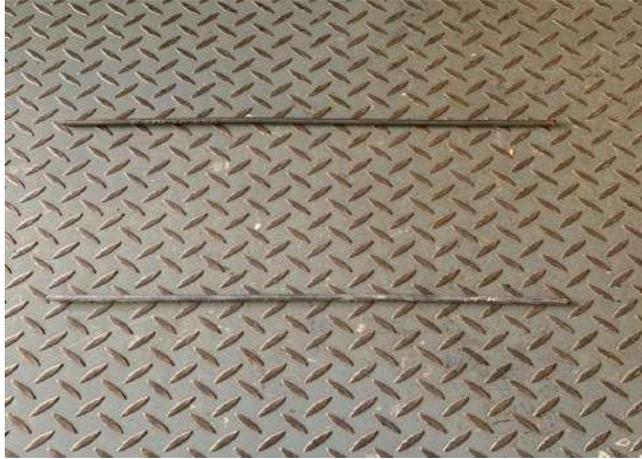


5. Perendaman balok beton bertulang di air laut



## 6. Pengujian benda uji







KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN  
RISET DAN TEKNOLOGI

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar 90245  
Telepon : (0411)-585365, 585367, 585368, Faksimili: (0411)-586043  
Laman : [www.poliupg.ac.id](http://www.poliupg.ac.id) / E-mail : [pnup@poliupg.ac.id](mailto:pnup@poliupg.ac.id)

SURAT KETERANGAN HASIL ANALISIS SAMPEL  
Nomor : 019/HI-TK/PNUP/IX/2022

Pengirim : Riski M. Jafar / Mutiara Mentari Putri  
NIM/ Institusi : 1820121081 / 1820121067 Teknik Sipil UNIFA  
Jenis Sampel : Serbuk Beton  
Parameter Uji : Klorida  
Tanggal Uji : 27 September 2022

No	Kode Sampel	Kandungan Klorida ( ppm )
1.	SN Dalam	97
2.	SN Luar	120
3.	BN : 1	95
4.	BN : 2	92
5.	BN : 3	118

Makassar, 28 September 2022

Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Drs. Herman Banggalino, M.T.  
NIP. 196108311990031002