

**ANALISIS KARAKTERISTIK BETON CAMPURAN
AIR KELAPA DENGAN AIR LAUT**

SKRIPSI

OLEH :

**MARKUS ADI PUTRA MANURUNG
178110136**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 13/2/24

Access From (repository.uma.ac.id)13/2/24

**ANALISIS KARAKTERISTIK BETON CAMPURAN
AIR KELAPA DENGAN AIR LAUT**

SKRIPSI

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

OLEH :

**MARKUS ADI PUTRA MANURUNG
178110136**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Beton Campuran Air Kelapa dengan Air Laut
Nama : Markus Adi Putra Manurung
NPM : 178110136
Fakultas : Teknik Sipil

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Ir. Nurmaiah, MT
Pembimbing 1


Hermansyah, ST. MT
Pembimbing 2


Dr. Eng. Supriatna, S.T., M.T.
Dekan


Tika Dharma Wulandari, S.T., M.T.
Ka. Prodi Teknik Sipil

Tanggal Lulus : 14 Juni 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 14 Juni 2023



Markus Adi Putra Manurung

178110136

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : MARKUS ADI PUTRA MANURUNG

NPM : 178110136

Program Studi : SIPIL

Fakultas : TEKNIK

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : ANALISIS KARAKTERISTIK BETON CAMPURAN AIR KELAPA DENGAN AIR LAUT.

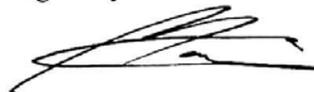
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : MEDAN

Pada tanggal : 14 Mei 2023

Yang menyatakan



(MARKUS ADI PUTRA MANURUNG)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 22 Oktober 1999 dari ayah ARISTON MANURUNG dan ibu ROIDA BR HUTASOIT Penulis merupakan putra pertama dari empat bersaudara. Tahun 2017 Penulis lulus dari SMU Swasta Methodist 8 Medan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, pada tahun 2021 Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Gudang di daerah KIM Mabar.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil di selesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Kuat Tekan Beton dengan judul ANALISIS BETON CAMPURAN AIR KELAPA DENGAN AIR LAUT.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Ir. Nurmaidah, M.T dan Hermansyah, S.T, M.T, selaku pembimbing dan Tika Ermita Wulandari, S.T, M.T, selaku Ka. Teknik Sipil yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga ats segala doa dan perhatian nya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/ tesis ini memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,



Markus Adi Putra Manurung

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	4
1.2.1 Maksud	4
1.2.2 Tujuan	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Beton	7
2.2.1 Jenis-Jenis Beton	8
2.2.2 Material Pembentuk Beton	11
2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan	16
2.2.4 Sifat-Sifat Beton	17
2.3 Perancangan Campuran	19
2.4 Pengujian <i>Slump</i>	19
2.5 Perawatan Beton	21
2.6 Pengujian Kuat Tekan	22
2.7 Bahan Tambah Air Kelapa dan Air Laut	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi Penelitian	28
3.2 Bagan Alir Penelitian	29
3.3 Bahan Penelitian	30
3.4 Tahapan Penelitian	30
3.4.1 Persiapan	30
3.4.2 Pemeriksaan Bahan	31
3.4.3 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	31

3.4.4	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	31
3.4.5	Pengujian Beton	32
3.4.6	Kesimpulan	33
3.5	Analisa Data.....	33
3.5.1	Analisa Agregat Halus	33
3.5.2	Analisa Agregat Kasar	41
3.5.3	Bahan Tambah Air Kelapa dan Air Laut	47
3.6	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>) K-175 ..	48
3.7	Pengujian <i>Slump</i>	60
3.8	Pengujian Kuat Tekan Beton	61
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1	Hasil Pengujian Agregat	63
4.1.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	64
4.1.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	66
4.2	Hasil Perhitungan Rancangan <i>Mix Design</i>	67
4.3	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	71
4.4	Hasil Pemeriksaan Berat Beton	71
4.4.1	Hasil Pemeriksaan Berat Beton Umur 7 Hari ...	71
4.4.2	Hasil Pemeriksaan Berat Beton Umur 14 Hari .	72
4.5	Pengujian Kuat Tekan Beton Kubus (15 × 15 × 15) .	73
4.6	Pembahasan	75
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Sketsa kerucut <i>abrams</i>	20
Gambar 2.	Pengujian <i>slump test</i>	21
Gambar 3.	Sketsa Benda Uji	23
Gambar 4.	Lokasi Penelitian Universitas Katolik Santo Thomas Medan	28
Gambar 5.	Grafik Analisa Ayakan	34
Gambar 6.	Grafik pemeriksaan berat jenis pasir	36
Gambar 7.	Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir	38
Gambar 8.	Hasil Penelitian Kadar Lumpur	40
Gambar 9.	Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar.....	42
Gambar 10.	Grafik Berat Jenis Kerikil.....	43
Gambar 11.	Grafik Berat Isi Kerikil.....	46
Gambar 12.	Faktor Air Semen Untuk Kubus $15 \times 15 \times 15$	49
Gambar 13.	Persentase jumlah pasir daerah no. 1, 2, 3, 4.....	52
Gambar 14.	Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh	53
Gambar 15.	Pengujian slump	60
Gambar 16.	Grafik Nilai slump.....	61
Gambar 17.	Bagan Alir Penelitian	62
Gambar 18.	Grafik Berat Benda Uji Umur 7 Hari	72
Gambar 19.	Grafik Berat Benda Uji Umur 14 Hari	73
Gambar 20.	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari	74
Gambar 21.	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 14 hari	75
Gambar 22.	Grafik hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari dan 14 hari.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Gradasi Kerikil	14
Tabel 2.	Gradasi Pasir	15
Tabel 3.	Beton menurut kuat tekannya	17
Tabel 4.	Berat jenis beton yang digunakan untuk Konstruksi Bangunan	18
Tabel 5.	Kandungan air kelapa	26
Tabel 6.	Kandungan air laut	27
Tabel 7.	Gradasi Kekasaran Pasir.....	32
Tabel 8.	Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus	34
Tabel 9.	Hasil pemeriksaan berat jenis pasir	36
Tabel 10.	Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir.....	38
Tabel 11.	Hasil Penelitian Kadar Lumpur Pasir	39
Tabel 12.	Kesimpulan Pemeriksaan agregat halus	40
Tabel 13.	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar.....	41
Tabel 14.	Gradasi Agreगत Kasar	42
Tabel 15.	Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil	43
Tabel 16.	Hasil Penelitian Berat Isi Kerikil.....	45
Tabel 17.	Kesimpulan Hasil Pengujian Agregat Kasar	46
Tabel 18.	Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar.....	48
Tabel 19.	Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus	50
Tabel 20.	Menentukan nilai slump	50
Tabel 21.	Perkiraan kadar air bebas (kg/m ³)	51
Tabel 22.	Perhitungan <i>Mix Design</i>	58
Tabel 23.	Data hasil pengujian slump	60
Tabel 24.	Berat benda uji umur 7 hari	72
Tabel 25.	Berat benda uji umur 14 hari	73
Tabel 26.	Hasil uji kuat tekan beton umur 7 hari	74
Tabel 27.	Hasil uji kuat tekan beton umur 14 hari	75

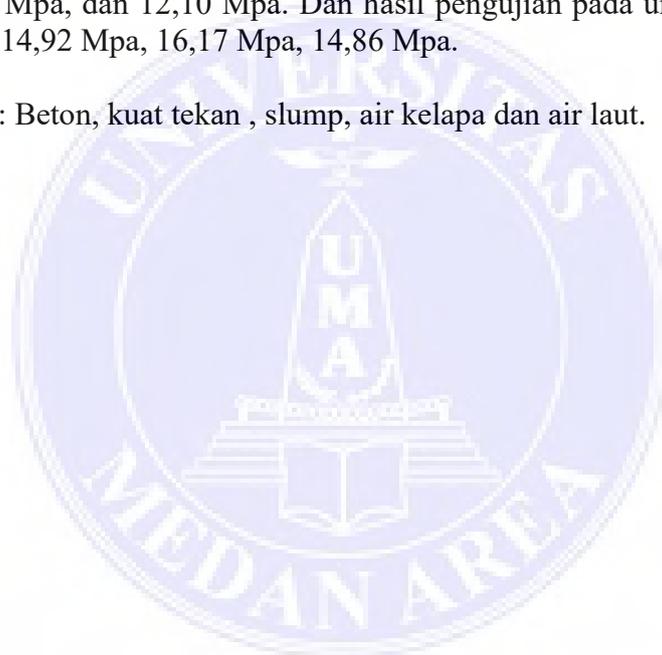
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Pasir
Lampiran 2.	Kerikil
Lampiran 3.	Semen Yang di Gunakan
Lampiran 4.	Pengujian Berat Jenis Kerikil
Lampiran 5.	Pengujian Berat Jenis Pasir
Lampiran 6.	Saringan Ayakan
Lampiran 7.	Mesin Penggetar
Lampiran 8.	Bejana
Lampiran 9.	Piknometer
Lampiran 10.	Timbangan Digital
Lampiran 11.	Cetakan Kubus 15x15x15
Lampiran 12.	Molen
Lampiran 13.	Pencampuran Beton
Lampiran 14.	Kerucut Abrams
Lampiran 15.	Uji Slumb
Lampiran 16.	Memasukkan Campuran Beton ke Dalam Cetakan Kubus
Lampiran 17.	Penggunaan Concrete Vibrator
Lampiran 18.	Perapian Cor'an Beton
Lampiran 19.	Beton Kubus
Lampiran 20.	Compression Testing Mechine
Lampiran 21.	Pengujian Kuat Tekan Beton

ABSTRAK

Pada pembangunan beton banyak di gunakan umumnya bangunan sipil. Bahan dasar dari beton ialah campuran semen, air, agregat halus dan agregat kasar, sedangkan beton yang menggunakan tulangan baja disebut beton bertulang. Sesuai perkembangan zaman dengan teknologi yang mendukung membuat terus bertambahnya inovasi terbaru di bidang struktur, salah satunya di sektor perairan bebas(laut) dan juga daerah pinggir pantai. Air Kelapa dan Air laut biasanya gampang kita temui di sekitaran pesisir pantai. Penelitian ini menggunakan air kelapa dan air laut sebagai bahan tambahan pada campuran beton normal. Dalam penelitian ini juga menggunakan Semen Tipe-1 pada campuran beton normal untuk diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton berupa kuat tekan. Adapun variasi air kelapa dan air laut yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan pada umur 7 hari dan 14 hari. Sehingga hasil kuat tekan beton pada umur 7 hari adalah 18,83 Mpa, 11,76 Mpa, 13,83 Mpa, dan 12,10 Mpa. Dan hasil pengujian pada umur 14 hari adalah 19,03 Mpa, 14,92 Mpa, 16,17 Mpa, 14,86 Mpa.

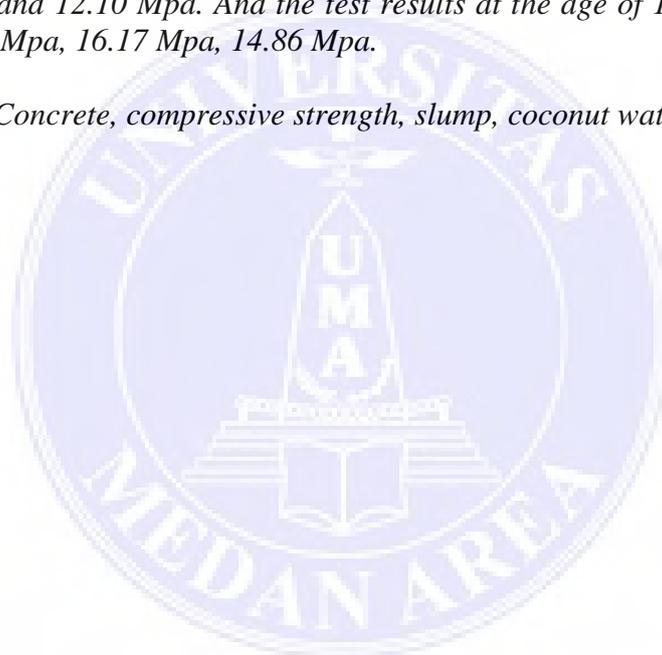
Kata kunci: Beton, kuat tekan , slump, air kelapa dan air laut.



ABSTRACT

In the construction of concrete is widely used in general civil buildings. The basic ingredients of concrete are a mixture of cement, water, fine aggregate and coarse aggregate, while concrete using steel reinforcement is called reinforced concrete. In accordance with the times with technology that supports the continuous addition of the latest innovations in the field of structure, one of which is in the free waters sector (sea) and also. Coconut water and sea water are usually easy to find around the coast. This study used coconut water and sea water as additives in normal concrete mixes. In this study also used Type-1 Cement in normal concrete mixtures to hopefully improve the quality of concrete in the form of compressive strength. The variations of coconut water and sea water used are 0%, 5%, 10% and 15%. Testing the compressive strength of concrete in this study was carried out at the age of 7 days and 14 days. So that the results of the compressive strength of concrete at the age of 7 days are 18.83 Mpa, 11.76 Mpa, 13.83 Mpa and 12.10 Mpa. And the test results at the age of 14 days were 19.03 Mpa, 14.92 Mpa, 16.17 Mpa, 14.86 Mpa.

Keywords: Concrete, compressive strength, slump, coconut water and sea water.



DAFTAR NOTASI

F'_c	= kuat tekan beton, (MPa).
P	= beban tekan, (N)
A	= luas permukaan benda uji
W	= berat benda uji
V	= volume kubus
A	= luas permukaan benda uji
M	= berat air, (kg)
P	= bebam tekan maksimum, (N)
A	= luas bidang tekan
B_k	= berat benda uji kering oven, (gr)
B_{ssd}	= berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi apabila dikelola dengan baik. Indonesia sendiri merupakan negara penghasil kelapa, karena sebagai tanaman serbaguna yang telah memberikan kehidupan kepada petani di Indonesia, hal ini dibuktikan dengan tingkat penguasaan tanaman kelapa di Indonesia, yaitu 98% merupakan perkebunan rakyat (Thantiyo, 2010:1). Buah kelapa terdiri dari beberapa bagian, yaitu epicarp, mesocarp, endocarp, dan endosperm.

Epicarp yaitu kulit bagian luar yang permukaannya licin agak keras dan tebalnya $\pm 1/7$ mm. Mesocarp yaitu kulit bagian tengah yang disebut sabut. Bagian ini terdiri dari serat-serat yang keras, tebalnya 3-5 cm. Endocarp yaitu bagian tempurung yang sangat keras. Tebalnya 3-6 mm. Bagian dalam melekat pada kulit luar dari endosperm yang tebalnya 8-10 mm. Buah kelapa yang telah tua terdiri dari 35% sabut, 12% tempurung, 28% endosperm, dan 25% air (Purnama, 2013).

Klasifikasi ilmiah tanaman kelapa ialah:

1. Kerajaan : Plantae
2. Ordo : Arecales
3. Famili : Arecaceae
4. Upafamili : Arecoideae
5. Bangsa : Cocoeae
6. Genus :Cocos

7. Spesies : *C. nucifera*
8. Nama binomial : *Cocos nucifera*

Pohon kelapa bermanfaat bagi manusia mulai dari akar sebagai bahan obat – obatan, daun sebagai alat pembersih (sapu), batang sebagai bahan konstruksi, hingga buahnya sebagai santan atau sebagainya. Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudra. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya, garam dapur AKA NaCl). Walaupun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam sekitar 3,5 %, air laut juga berbeda-beda kandungan garamnya. Yang paling tawar adalah di timur Teluk Finlandia dan di utara Teluk Bothnia, keduanya bagian dari Laut Baltik. Yang paling asin adalah di Laut Merah, di mana suhu tinggi dan sirkulasi terbatas membuat penguapan tinggi dan sedikit masukan air dari sungai-sungai. Kadar garam di beberapa danau dapat lebih tinggi lagi.

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam. Air tawar lebih ringan dari air asin.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar didunia, memiliki luas wilayah 5.193.252 km², dua pertiga luas wilayahnya merupakan lautan, yaitu sekitar 3.288.683 km². Negara sangat bangga dengan sumberdaya laut yang sangat melimpah. Ironinya ditengah kepuangan air laut itu ternyata masih ada

beberapa tempat yang mengalami kekurangan air, terutama mengenai ketersediaan air bersih. Akibatnya, ditempat seperti itu air menjadi barang eksklusif, Masyarakatnya harus membeli untuk mendapatkan air bersih

Pembangunan struktur maupun infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya di bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang mempunyai sifat-sifat yang baik dengan metode dan biaya yang ekonomis. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal (Tjokrodinuljo, 1992).

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. Terkadang pada daerah tertentu sangat sulit untuk mendapatkan air sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu melakukan penelitian ini dengan menggunakan air laut dan air kelapa sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Selain itu, jika pemanfaatannya dapat dibuktikan sebagai bahan tambah secara teknis, harapannya penggunaan air kelapa dan air laut ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan ganti air, dan juga peneliti berharap nantinya juga dapat berguna untuk masyarakat di daerah yang susah mendapatkan air bersih. Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian guna mengaplikasikan air

kelapa dan air laut sebagai bahan tambah campuran beton. Dalam penelitian ini, penggunaan bahan tambah diharapkan mampu meningkatkan kekuatan beton tanpa mengurangi mutunya. Untuk itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul “Analisis Karakteristik Beton Campuran Air Kelapa Dan Air Laut”.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah:

1.2.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah mengkaji penambahan bahan tambah air kelapa dan air laut terhadap kuat tekan beton agar memenuhi syarat proporsi dalam mengaplikasikannya pada campuran beton.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh air kelapa dan air laut sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton apakah bisa menggantikan air menjadi menggunakan air kelapa atau air laut.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, terdapat beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Berapa proporsi bahan tambah (air kelapa dan air laut) terhadap kuat tekan beton dengan presentase penambahan 0%, 5%, 10%, 15% sehingga memenuhi syarat?
2. Bagaimanakah pengaruh air kelapa dan air laut sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton?

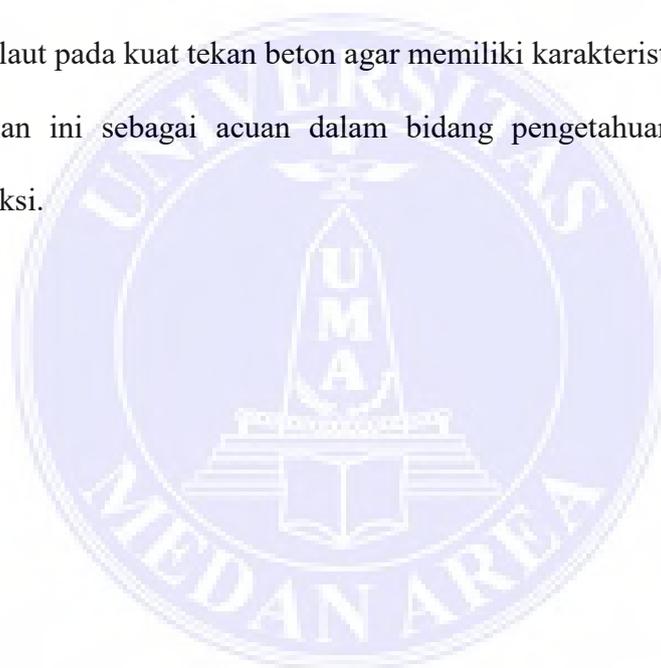
1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. *Mix Design* menggunakan metode SNI 03-2834- 2000.
2. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm.
3. Penggunaan air kelapa dan air laut sebagai bahan tambah sebesar 0%, 5%, 10%, 15% terhadap agregat halus.
4. Waktu pengujian umur 7 hari, 14 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

- a Sebagai informasi dan refensi terhadap penggunaan bahan tambah air kelapa dan air laut pada kuat tekan beton agar memiliki karakteristik.
- b Penelitian ini sebagai acuan dalam bidang pengetahuan teknologi bahan konstruksi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Swastika (2010) Kuat tekan pada kondisi lingkungan air laut terlihat lebih rendah dibandingkan kuat tekan pada kondisi lingkungan air biasa dimana persentase penurunan untuk umur 28 hari adalah 5,89%, umur 90 hari penurunannya adalah 7,62%, dan umur 150 hari penurunannya adalah 15,19%. Hasil dari grafik di atas untuk air laut mirip dengan penelitian Swastika (2010) dimana kuat tekan menurun selama umur perendaman. Hal ini dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen adalah C2S, C3S, C3A, C4AF. Salah satu senyawa yang terdapat dalam semen adalah C3A (trikalsium aluminat) rentan terhadap serangan kimia, seperti yang terdapat pada air laut yaitu ion klorida dan sulfat. Hal ini menyebabkan beton pada lingkungan air laut akan mengalami penurunan kuat tekan. CaCl_2 dan CaSO_4 mudah terlarut dalam air sehingga keluar dari beton dan menyebabkan beton keropos dan akhirnya kekuatan tekan beton menjadi turun.

Penelitian oleh Swastika, dkk (2010) kuat tekan perawatan di lingkungan air kelapa dibandingkan dengan perawatan di lingkungan air biasa untuk umur 28 hari adalah 30,77 %, untuk umur 90 hari adalah 11,60 %, dan untuk umur 150 hari adalah 29,86 %. Penurunan terjadi dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen adalah C2S, C3S, C3A, C4AF. Salah satu senyawa yang terdapat dalam semen adalah C3A (trikalsium aluminat) rentan terhadap serangan asam anorganik, yaitu ion klorida dan sulfat. Hal ini menyebabkan beton pada

lingkungan air kelapa akan mengalami penurunan kuat tekan. Untuk air kelapa penurunan kuat tekan lebih besar dibandingkan kuat tekan air laut, ini disebabkan karena nilai sulfat yang lebih besar dari air laut.

Penelitian Hanafi (2006) dimana penurunan terjadi setiap pengujian kuat tekan, kemungkinan ini disebabkan beton mengalami fase peningkatan yang disebabkan faktor hidrasi semen yang dominan pada saat umur 28 hari menuju ke 90 hari, setelah 90 hari umur sampai 150 hari perawatan beton mengalami penurunan, kemungkinan akibat faktor asam anorganik yaitu ion klorida dan sulfat yang dominan sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton. Hal yang sama terjadi juga pada perendaman air gambut sebelum 90 hari beton mengalami kenaikan. kemungkinan ini disebabkan beton mengalami fase peningkatan yang disebabkan faktor hidrasi semen yang dominan pada saat umur 28 hari menuju ke 90 hari, setelah 90 hari umur sampai 150 hari perawatan beton mengalami penurunan, kemungkinan akibat faktor asam organik yang dominan sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton.

2.2 Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen, bentuk paling umum dari beton adalah campuran material bangunan yang dibuat dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air sehingga membentuk suatu campuran material yang padat. Dalam perkembangannya campuran beton dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai tujuan tertentu. Beton memiliki sifat yaitu kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik, karena beton merupakan material yang getas.

Tri Mulyono (2004), Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan adalah tulangan baja akan terbentuk beton bertulang.

Berdasarkan SNI 03-4431-1997 beton yang mempunyai berat isi antara 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 , beton dengan bahan penyusun semen, air, agregat kasar, dan agregat halus, serta bahan tambah apabila diperlukan dengan perbandingan tertentu yang bersifat plastis pada saat pertama dibuat dan kemudian secara perlahan-lahan akan mengeras seperti batu.

2.2.1 Jenis-Jenis Beton

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut Mulyono (2005). Terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut:

1. Beton Ringan

Beton ringan struktural adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat kasar dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m^3 dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural (SNI 03-3449-2002). Beton ringan umumnya dihasilkan dengan cara mengurangi agregat kasar sehingga beton akan berpori dan berongga dan menghasilkan berat yang ringan hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan foam agent. Selain dengan mengurangi

bagian agregat kasar, bisa juga dengan mengganti agregat kasar tersebut dengan agregat kasar lain yang lebih ringan. Umumnya agregat kasar pada beton normal adalah agregat yang mempunyai ukuran 5 mm hingga 40 mm dengan berat isi mencapai lebih dari 2 gr/cm³ (SNI 03-2834-2000).

2. Beton Normal

Beton normal yaitu beton yang memiliki berat isi berkisar (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton jenis ini paling banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dikarenakan proses pembuatannya (*Mix Design*) yang relatif mudah untuk dikerjakan. Beton normal umumnya digunakan untuk keperluan proyek dengan beban yang relatif kecil dan sedang misalnya rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dll.

3. Beton Bertulang

Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja secara bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

4. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

5. Beton Pracetak

Beton pracetak (*precast*) adalah komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirangkai menjadi bangunan, atau sebagai komponen beton yang dicor ditempat bukan merupakan posisi akhir didalam struktur. Beton pracetak (*precast*) diproduksi secara massal dan berulang-ulang. Elemen-elemen beton pracetak (*precast*) yang dibuat dilapangan (pabrik) disambung dilokasi bangunan sampai membentuk suatu struktur yang utuh. Pabrikasi dapat dilakukan ditempat pembangunan proyek tersebut atau diperusahaan industri beton pracetak yang dibuat dengan cara pre-tension (penegangan sebelum pengecoran) maupun posttension (penegangan setelah pengecoran)

6. Beton Prategang

Beton prategang dapat didefinisikan sebagai beton yang telah diberikan tegangan-tegangan dalam, dalam jumlah dan distribusi tertentu sehingga dapat menetralsisir sejumlah tertentu tegangan-tegangan yang dihasilkan oleh beban luar sesuai dengan yang direncanakan. Proses prategang memberikan tegangan tekan dalam beton. Gaya prategang ini berupa tendon yang diberikan tegangan awal sebelum memikul beban kerjanya yang berfungsi mengurangi atau menghilangkan tegangan tarik pada saat beton mengalami beban kerja serta menggantikan tulangan tarik pada struktur beton bertulang biasa. Pemberian gaya prategang pada beton akan memberikan tegangan tekan pada penampang. Tegangan ini akan menahan beban luar yang bekerja pada penampang. Pemberian gaya prategang dapat dilakukan sebelum atau sesudah beton dicor. Pemberian gaya prategang yang

dilakukan sebelum pengecoran disebut sistem pratarik (*pretension*), sedangkan pemberian gaya prategang yang dilakukan sesudah pengecoran disebut sistem pascatarik (*posttension*).

2.2.2 Material Pembentuk Beton

Seperti telah diketahui bersama bahwa beton itu dibuat dari campuran material-material tertentu yang memiliki standar. Adapun material-material pembentuk beton normal ini terdiri dari semen, air, dan agregat. Untuk penjelasan lebih terperinci adalah sebagai berikut.

1. Semen

Mulyonono Tri (2003), Material semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif yang diperlukan untuk mengikat agregat-agregat menjadi suatu massa yang padat yang mempunyai kekuatan yang cukup. Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku : batu gamping/kapur sebagai bahan utama, yaitu bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), dan lempung/tanah liat yaitu bahan alam yang mengandung senyawa: Siliki Oksida (SiO_2), Alumunium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) dan Magnesium Oksida (MgO) atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (*bulk*), tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk clinkernya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai.

Semen dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu semen hidraulik dan semen nonhidraulik. Semen hidraulik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidraulik antara lain kapur hidraulik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen alumina dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus. Sedangkan semen non-hidraulik adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidraulik adalah kapur.

Semen juga memiliki beberapa tipe yaitu tipe I, II, III, IV, dan V. Tipe-tipe semen tersebut diurutkan berdasarkan kekuatan awalnya dalam merekatkan suatu bangunan yang dibentuk. Semen yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen hidraulik.

2. Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton, beton tidak akan terbentuk tanpa adanya air sebagai campurannya. Karena semen tidak akan bereaksi dan menjadi pasta apabila tidak ada air. Air selalu diperlukan dalam campuran beton, tidak saja untuk proses hidrasi semen, tapi juga mengubah semen menjadi pasta sehingga beton menjadi lecah dan mudah dikerjakan terutama pada saat penuangan beton dalam cetakan. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diagukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak

mengandung bahan-bahan yang merusak beton. (R.sagel, 1997) Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan agar memeriksa apakah air yang akan digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diagukan boleh dipakai. Dan bila tidak ada disrankan untuk mengamati apakah air tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang merusak beton.

Berdasarkan SK SNI – 04 – 1989, persyaratan air secara umum yang dapat digunakan untuk beton adalah :

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat secara visual.
- c. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/liter.
- d. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
- e. Bila dibandingkan dengan kuat tekan yang memakai air suling, maka penurunan kuat tekan adukan beton yang memakai air biasa tidak lebih dari 10%.
- f. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

3. Agregat kasar

Agregat adalah suatu butiran alami atau buatan yang dipergunakan sebagai bahan pengisi beton dan mengisi hampir 70 % dari volume beton (Yudianto, 2011). Agregat kasar adalah berasal dari batu alam yang dipecah sehingga menjadi sedimikian rupa melalui industri pemecah batu dan

mempunyai ukuran berkisar antara 5 mm–40 mm (SNI 03-2834-2000). Menurut *British Standard* (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas. Adapun gradasi kerikil seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Gradasi Kerikil (SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Lewat Ayakan	
	Berat Butir Maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95 – 100	100
20	30 – 70	95 – 100
10	10 – 35	25 – 55
4.8	0 – 5	0 – 10

Besar butir maksimum yang diizinkan tergantung pada maksud pemakaian. Ukuran agregat sangat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Semakin besar agregat maksimum yang digunakan, semakin berkurang kekuatan beton yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besar agregat kasar, ruang antar agregat yang dihasilkan semakin besar sehingga potensi terjadinya rongga udara akan semakin tinggi dan dapat menyebabkan semakin kecilnya kekuatan tekan yang dihasilkan.

4. Agregat halus

Agregat dikatakan sebagai agregat halus jika besar butirannya kurang lebih sebesar 4,75 mm (ASTM C33). Di dalam SNI 03- 2834-2000 dikatakan bahwa agregat halus merupakan pasir alam yang berasal dari hasil desintegrasi batuan atau pasir secara alami yang mempunyai ukuran butir sebesar 5,0 mm.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan

dalam empat *zone* (daerah) berdasarkan gradasinya.

Tabel 2. Gradasi Pasir (SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Bahan Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 - 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	85 - 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	75 - 100	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	60 – 79	60 – 79	80 – 100
0.3	5.0 – 20	12 – 40	12 – 40	15 – 50
1.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Keterangan :

1. Daerah I : Pasir kasar
2. Daerah II : Pasir agak kasar
3. Daerah III : Pasir agak halus
4. Daerah IV : Pasir halus

Agregat halus berfungsi mengisi pori-pori yang ada di antara agregat kasar, sehingga diharapkan dapat meminimalkan kandungan udara dalam beton yang dapat mengurangi kekuatan beton. Gradasi dan keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) dari pada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja pada beton.

2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan Beton

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut:

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat.

2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah.
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya.
4. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodinuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam,
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula,
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya,

misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi

2.2.4 Sifat-Sifat Beton

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, umumnya sifat-sifat yang lain juga baik. Menurut (Tjokrodinuljo, 2012) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Beton menurut kuat tekannya (SNI 2000. Metode *Mix Design* Beton.)

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	Sampai 10 Mpa
Beton normal	15-30 Mpa
Beton prategang	30-40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40-80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

2. Berat jenis

Tabel 4. Berat jenis beton yang digunakan untuk kontruksi bangunan. (SNI 2000. Metode *Mix Design* Beton.)

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00-2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30-2,40	Struktur
Beton Berat 3. M	> 3,00	Perisai sinar X

3. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu beton diharapkan dapat rapat air (kedap air) agar tidak bocor, misalnya plat atap, dinding basement dan sebagainya. Selain itu juga untuk mencegah terjadinya karat pada baja tulangan, diperlukan beton yang rapat air. Beton rapat air (kedap air) ialah beton yang sangat padat sehingga air tidak dapat meresap ke dalamnya atau rembes melalui pori-pori dalam beton. Pembuatan beton kedap air (Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air, SNI-03-2941-1992) dapat diusahakan dengan cara:

- a. Menambah butiran pasir halus (yaitu semen dan pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400 - 520 kg per meter kubik beton,
- b. Menambah jumlah semen sampai sekitar 280 - 380 kg per meter kubik beton,
- c. Faktor air semen maksimum 0,45-0,50 (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut),
- d. Memakai jenis semen portland tertentu (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut).

4. Susutan Pengeras

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastinya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya. Semakin besar pastinya semakin besar

penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya

2.3 Perancangan Campuran

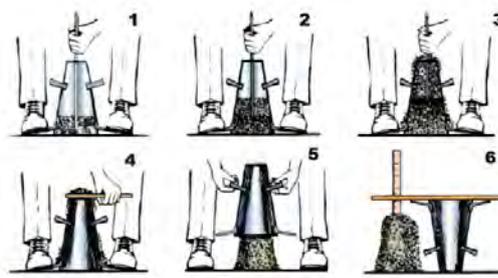
Campuran beton merupakan perpaduan dari komposit material penyusunnya. Karakteristik dan sifat bahan akan mempengaruhi untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis serta ekonomis.

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusun tersebut akan menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Pada dasarnya perancangan campuran dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum. Pengertian optimal adalah penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria standard ekonomis dilihat dari biaya keseluruhan untuk membuat struktur beton tersebut.

2.4 Pengujian Slump

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton dalam slump setelah alat slump diangkat. Nilai slump yang dihasilkan jika lebih besar

Gambar 2. Pengujian *slump test* (SNI 2008)

2.5 Perawatan Beton

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembeconan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, karena udara yang panas maka akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya (Tjokrodinuljo, 2007).

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini dilakukan minimal selama 7 hari dan untuk beton berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton,

kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2003):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*

2.6 Pengujian Kuat Tekan

SNI 03-1974-2011 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan beton berbentuk kubus dengan ukuran 15cm × 15cm × 15 cm. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

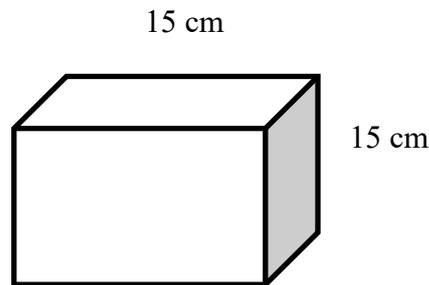
$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

f_c = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum yang bekerja, terbaca dalam alat

A = luas penampang (mm²)



Gambar 3. Sketsa Benda Uji (SNI 2000. Metode *Mix Design* Beton)

2.7 Bahan Tambah Air Kelapa & Air Laut

Pohon kelapa atau sering disebut pohon nyiur biasanya tumbuh pada daerah atau kawasan tepi pantai. Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren – arenan atau *Arecaceae*. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna, terutama bagi masyarakat pesisir. Tumbuhan ini diperkirakan berasal dari pesisir Samudera Hindia di sisi Asia, namun kini telah menyebar luas di seluruh pantai tropika dunia.

Pohon dengan batang tunggal atau kadang – kadang bercabang. Akar serabut, tebal dan berkayu, berkerumun membentuk bonggol, adaptasi pada lahan berpasir pantai. Batang beruas – ruas namun bila sudah tua tidak terlalu tampak, khas tipe monokotil dengan pembuluh menyebar (tidak konsentrik), berkayu. Kayunya kurang baik digunakan untuk bangunan. Daun merupakan dauntunggal dengan pertulangan menyirip, daun bertoreh sangat dalam sehingga nampak seperti daun majemuk. Bunga tersusun majemuk pada rangkaian yang dilindungi oleh bractea; terdapat bunga jantan dan betina, berumah satu, bunga betina

terletak di pangkal karangan, sedangkan bunga jantan di bagian yang jauh dari pangkal. Besar buah diameter 10 cm sampai 20 cm atau bahkan lebih, berwarna kuning, hijau, atau coklat. Buah tersusun dari mesokarp berupa serat yang berlignin, disebut sabut, melindungi bagian endokarp yang keras (disebut batok) dan kedap air, endokarp melindungi biji yang hanya dilindungi oleh membran yang melekat pada sisi dalam endokarp. Endospermium berupa cairan yang mengandung banyak enzim, dan fase padatnya mengendap pada dinding endokarp seiring dengan semakin tuanya buah, embrio kecil dan baru membesar ketika buah siap untuk berkecambah (disebut kentos).

Kelapa secara alami tumbuh di pantai dan pohonnya mencapai ketinggian 30 m. Ia berasal dari pesisir Samudera Hindia, namun kini telah tersebar di seluruh daerah tropika. Tumbuhan ini dapat tumbuh hingga ketinggian 1.000 m dari permukaan laut, namun seiring dengan meningkatnya ketinggian, ia akan mengalami pelambatan pertumbuhan. Klasifikasi ilmiah tanaman kelapa ialah:

1. Kerajaan : Plantae
2. Ordo : Arecales
3. Famili : Arecaceae
4. Upafamili : Arecoideae
5. Bangsa : Cocoeae
6. Genus : Cocos
7. Spesies : *C. nucifera*
8. Nama binomial : *Cocos nucifera*

Tanaman yang bisa beradaptasi dengan baik di area berpasir seperti pantai ini memiliki ciri – ciri umum yang mudah dikenali, antara lain :

1. Pohon terdiri dari batang tunggal , akar berbentuk serabut, dengan struktur yang tebal dan berkayu, berkerumun membentuk bonggol.
2. Batang pohon beruas – ruas dan bila pohon sudah tua, ruas-ruas tersebut akan berkurang. Batang kelapa merupakan jenis kayu yang cukup kuat , tapi sayangnya kurang baik untuk bangunan.
3. Daun kelapa merupakan daun tunggal dengan pertulangan menyirip.
4. Bunga majemuk dan terletak pada rangkaian yang dilindungi oleh bractea, bunga terdiri dari bunga jantan dan betina. Bunga betina terletak di pangkal karangan, sedangkan bunga jantan di bagian yang jauh dari pangkal.
5. Buah kelapa umumnya besar, dengan diameter sekitar 10 cm – 20 cm bahkan bisa lebih. Warna buah kelapa tergantung dari jenis pohonnya (bisa berwarna kuning atau hijau), untuk buah yang sudah tua akan berubah warna menjadi coklat.

Ada beberapa manfaat yang dihasilkan oleh pohon kelapa dari bagian daun sampai dengan bagian akarnya, yaitu:

1. Daun Kelapa Daun kelapa dapat dibuat menjadi berbagai macam benda. Misalnya bingkai lemari, hiasan janur, keranjang sampah, sapu lidi, sarang ketupat, tatakan, dan tempat buah. Sementara pucuk daunnya dapat dibuat makanan, seperti asinan. Kemudian manggar atau pangkal pelepahnya dapat dimanfaatkan untuk membuat ragi dan gula. Sementara pelepah keringnya dapat dibuat kipas, sandal, tas tangan, dan topi.

2. Batang Kelapa Batang kelapa dapat dimanfaatkan untuk membuat perabotan rumah tangga. Misalnya meja, kursi, bingkai lukisan, dan lainnya. Selain itu, batang kelapa bisa digunakan untuk membuat bahan dasar pembangunan rumah, seperti genteng, papan, dan sebagainya.
3. Buah Kelapa Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging (testa), daging buah, air kelapa, dan lembaga (bakal buah). Banyak dari bagian buah kelapa ini yang bisa dimanfaatkan. Di antaranya, sabut, tempurung, daging buah, dan air kelapa.

Tabel 5 Kandungan air kelapa kelapa (SNI 03-2834-2000)

Komponen	Persentase
Air	94 %
Karbohidrat	5 %
Protein	0,8 %
Lemak	0,2 %

Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudra. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya, garam dapur AKA NaCl). Walaupun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam sekitar 3,5 %, air laut juga berbeda-beda kandungan garamnya. Yang paling tawar adalah di timur Teluk Finlandia dan di utara Teluk Bothnia, keduanya bagian dari Laut Baltik. Yang paling asin adalah di Laut Merah, di mana suhu tinggi dan sirkulasi terbatas membuat penguapan tinggi dan sedikit masukan air dari sungai-sungai. Kadar garam di beberapa danau dapat lebih tinggi lagi.

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya natrium, kalium, kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat

pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam. Air tawar lebih ringan dari air asin.

Tabel 5. Kandungan air laut (SNI 03-2834-2000)

Komponen	Persentase
Volatile	10,60 %
Karbon	76,32 %
Abu	13,08 %



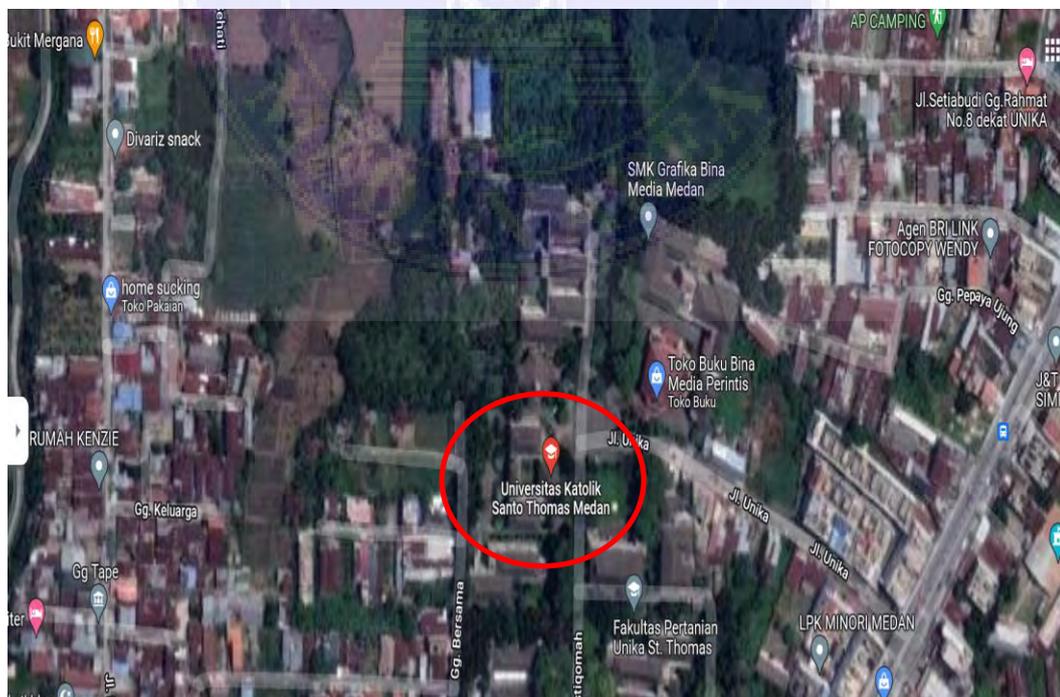
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara mengambil, menganalisis data yang dilakukan untuk memecahkan masalah dari topik masalah yang diambil sebelumnya. Menurut Sugiyono (2010), metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid, dengan tujuan yang ditemukan, dikembangkan dan dibuktikan, sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah.

3.1 Lokasi Penelitian

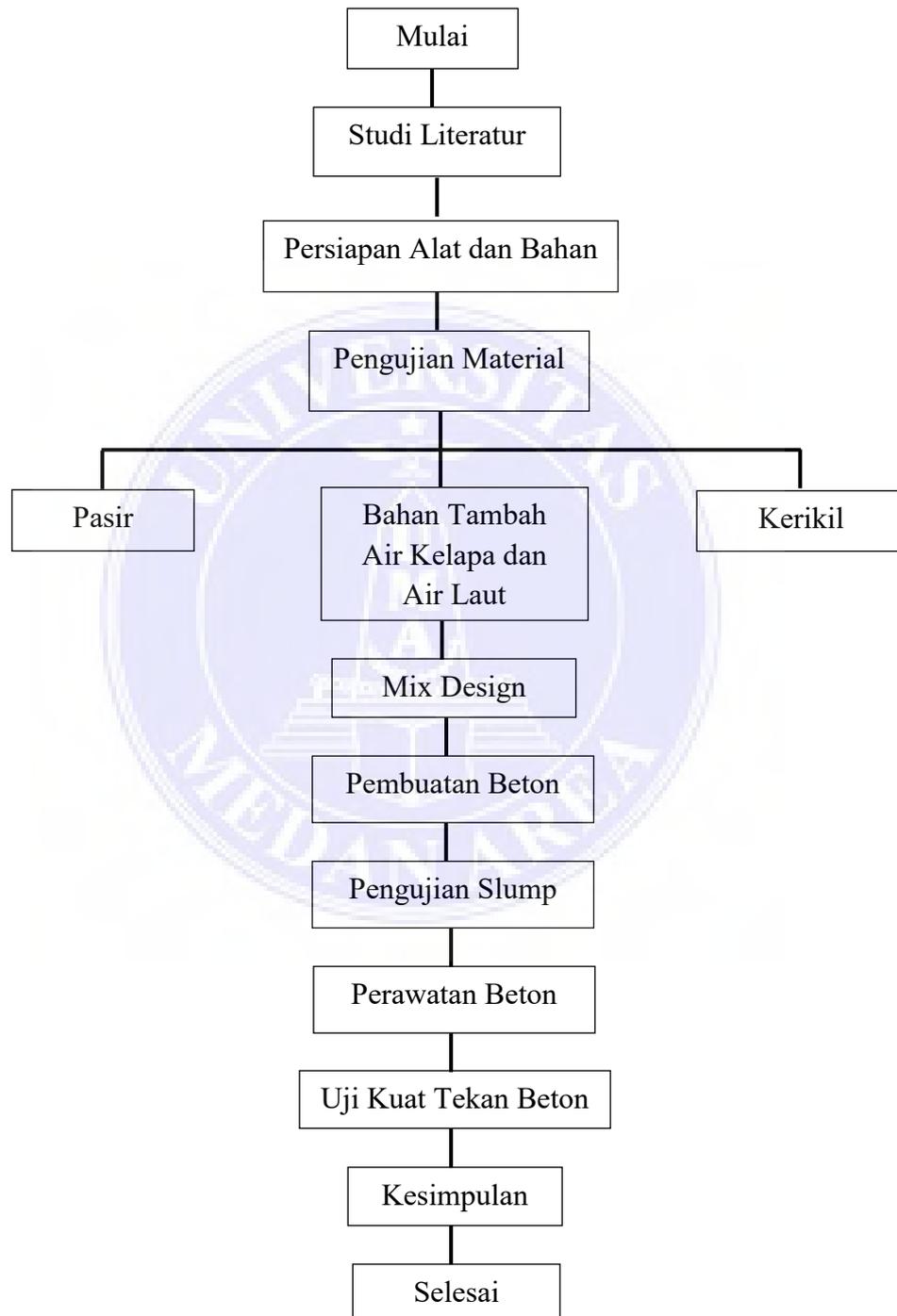
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Medan, yang beralamat di Jalan Setia Budi, Kampung Tengah, Kecamatan Medan Tuntungan, Kota Medan.



Gambar 4. Lokasi Penelitian Universitas Katolik Santo Thomas Medan (Google Maps)

3.2 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir penelitian yang menggambarkan langkah penelitian:



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian (Hasil penelitian 2022)

3.3 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen *Portland* merek Semen Andalas

2. Agregat halus (pasir)

Agregat halus diambil dari Panglong Jaya Makmur, Jalan Setia Budi No. 8.

Tanjung Sari, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara

3. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar diambil dari Panglong Jaya Makmur, Jalan Setia Budi No. 8.

Tanjung Sari, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara

4. Air

Air yang digunakan dari Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas

Katolik Santo Thomas Medan

5. Bahan tambah air kelapa dan air laut dari pantai Belawan

6. Oli bekas

3.4 Tahapan Penelitian

Ada beberapa tahapan pada penelitian ini yaitu:

3.4.1 Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka (literatur), pengadaan alat dan bahan yang digunakan termasuk bahan tambah yang digunakan yaitu penyaringan air kelapa dan air laut agar bersih dari kotoran kecil, dan persiapan laboratorium.

3.4.2 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dalam pembuatan beton. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah bahan yang akan digunakan memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau tidak apabila digunakan dalam pencampuran beton.

3.4.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran (*mix design*) yang dilakukan mengacu pada SNI-03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan campuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Hasil dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

3.4.4 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji cukup sederhana namun tetap memperhatikan beberapa hal agar beton yang akan buat sesuai dengan apa yang kita harapkan. Adapun beberapa langkah yang kita lakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji beton sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang akan kita butuhkan dalam pembuatan benda uji sesuai dengan *mix design* yang telah kita buat.
3. Mencampur bahan-bahan yang telah kita siapkan kedalam mesin pengaduk (molen), kemudian aduk hingga tercampur rata. Dan pastikan agar adukan beton yang kita buat tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat.

4. Untuk beton yang menggunakan bahan tambah campurkan juga bahan tambah air kelapa dengan presentasi yang telah kita tentukan yaitu 5%, 10%, 15% begitupun dengan air laut.
5. Setelah campuran beton tercampur secara merata, kemudian ukur nilai *slump* nya dengan menggunakan kerucut *abrams*.
6. Setelah nilai *slump* didapat, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan kubus dengan ukuran 15×15×15 yang telah diolesi dengan oli. Kemudian gunakan *Concrete vibrator* untuk memadatkan adukan dalam cetakan serta untuk mengurangi rongga udara dalam adukan beton
7. Setelah pemadatan selesai, ratakan permukaan beton.
8. Cetakan diletakkan di tempat yang rata dan bebas dari gangguan dan dibiarkan selama 24 jam.
9. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan beton (beton tanpa bahan tambah dan beton yang menggunakan bahan tambah) sesuai dengan umur yang telah kita tentukan yaitu 7 dan 14 hari.

3.4.5 Pengujian Beton

Pengujian Kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7 hari, dan 14 hari. Langkah-langkah pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-2011) adalah sebagai berikut:

1. Kubus beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
3. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat (*Compression Testing*)

Machine).

4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
5. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya

3.4.6 Kesimpulan

Tahapan ini adalah tahapan terakhir dari penelitian. Dalam tahap ini semua hasil dari analisa dibuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.5 Analisa Data

3.5.1 Analisa Agrerat Halus

1. Analisa ayakan agregat halus

Analisa ayakan (saringan) bertujuan untuk mengetahui gradasi agregat yang akan digunakan dengan menggunakan saringan. Gradasi digunakan untuk menentukan komposisi material pembentuk beton.

Tabel 6. Gradasi Kekasaran Pasir (*Ir.Kardiyono Tjokrodimuljo, M.E. Teknologi Beton. 2007*)

Lubang (mm)	Daerah 2
10	100
4,8	90-100
2,4	75-100
1,2	55-90
0,6	35-59
0,3	8-30
0,15	0-10

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finelless modulus*.

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan komulatif}}{100}$$

Pada umumnya pasir dapat dikelompokkan menjadi 3 tingkat kehalusan, yaitu:

1. Pasir halus : 2,20 – 2,60
2. Pasir sedang : 2,60 – 2,90
3. Pasir kasar : 2,90 – 3,20

Alat yang digunakan untuk pengujian:

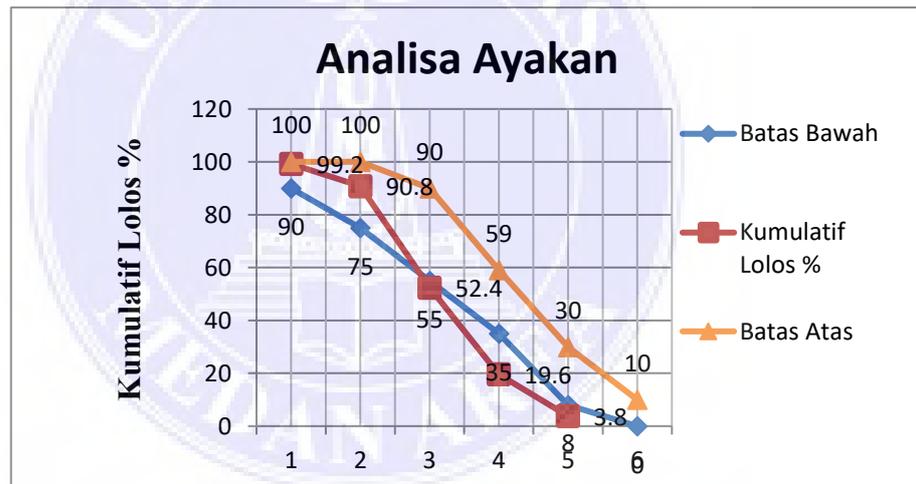
- a. Pan
- b. Ayakan
- c. Mesin ayakan (*shieve sheker machine*)
- d. Timbangan

Tahapan pengujian:

- a. Ambil pasir yang kering dengan berat sampel 500 gram.
- b. Sediakan ayakan dan susun berurut dari atas kebawah sesuai ukurannya 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
- c. Masukkan pasir kedalam ayakan kemudian tutup.
- d. Letakan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*)
- e. Hidupkan mesin selama 15 menit
- f. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan

Tabel 7. Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus (Hasil penelitian, 2022)

Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Sampel (gr)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan	Kumulatif Lolos (%)
38	0	0	0	0
19	0	0	0	0
9,5	0	0	0	0
4,8	0	0	0	100
2,4	4	0,8	0,8	99,2
1,2	42	8,4	9,2	90,8
0,6	192	38,4	47,6	52,4
0,3	164	32,8	80,4	19,6
0,15	79	15,8	96,2	3,8
0,075	11	2,2	98,4	1,6
Pan	9	1,8	100	0
	500	100		



Gambar 6. Grafik Analisa Ayakan (Hasil Penelitian, 2022)

Nilai *finelless modulus*:

$$FM = \frac{282}{100} = 2,82$$

Dari hasil percobaan diperoleh *finelless modulus* (FM) sebesar 2,82 dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai adalah pasir sedang.

2. Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh atau *Saturated Surface Dry* (SSD) dan berat jenis semu (*apparent*), serta penyerapan air oleh agregat halus.

Alat yang digunakan untuk pengujian:

- a. Pan
- b. Piknometer
- c. Timbangan
- d. Cetakan kerucut (mould)
- e. Batang penumbuk
- f. Saringan no. 4

Tahapan pengujian:

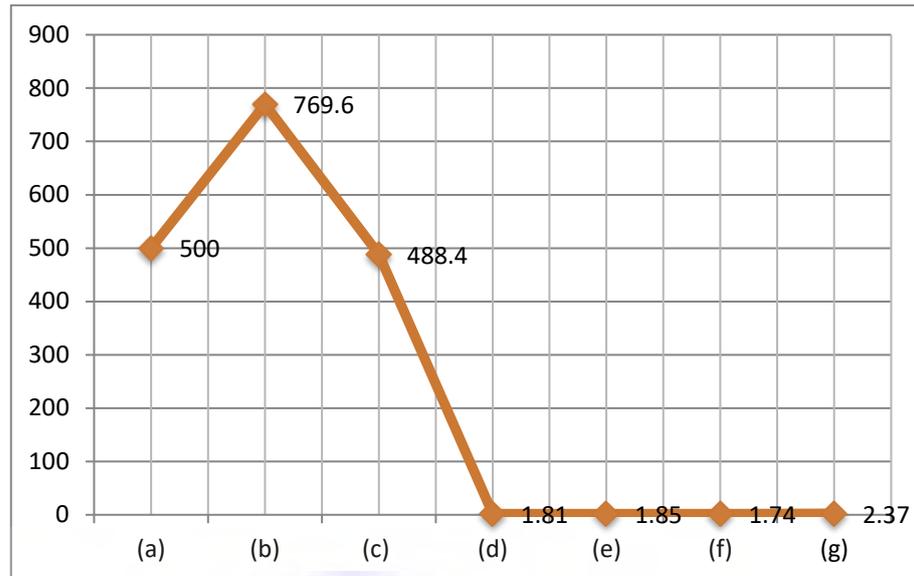
- a. Sediakan pasir secukupnya.
- b. Rendam pasir kedalam air selama 24 jam.
- c. Setelah 24 jam keringkan pasir dengan cara dianginkan hingga kering permukaan.
- d. Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD yaitu, masukkan pasir kedalam mould 1/3 tinggi mould, lalu tumbuk 25 kali, kemudian isi lagi sebanyak 2/3 tinggi, tumbuk lagi sebanyak 25 kali, demikian seterusnya isi hingga penuh dan tumbuk sebanyak 25 kali. Setelah itu angkat mould secara perlahan. Dan apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya berarti pasir dalam keadaan SSD.

- e. Sediakan pasir dalam keadaan SSD dengan berat 500 gram. Kemudian masukkan pasir kedalam piknometer dan kemudian diisi dengan air dan diguncang berulang-ulang dengan tujuan agar udara dalam pasir keluar, yang ditandai dengan adanya buih dalam air. Buih yang terdapat dalam piknometer dibuang.
- f. Timbang berat piknometer + air + pasir.
- g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas maksimum air
- h. Timbang berat piknometer yang berisi air, dan catat hasilnya
- i. Untuk pasir yang sudah dikeringkan lakukan penimbangan.

Hasil penelitian:

Tabel 8. Hasil pemeriksaan berat jenis pasir (Hasil penelitian, 2022)

Uraian	Hasil sampel (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD (a)	500
Berat dalam air (b)	769,6
Berat kering oven (c)	488,4
Berat jenis kering (d) = $c / (b-a)$	1,81
Berat jenis SSD (e) = $a / (a-b)$	2,60
Berat jenis semu (f) = $c / (c-b)$	1,74
Absorsi % (g) = $(a-c) \times 100 / c$	2,37



Gambar 7. Grafik pemeriksaan berat jenis pasir (Hasil Penelitian, 2022)

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus $< 5\%$ dari hasil pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

3. Berat isi agregat halus

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti jenis, gradasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No.52-1989, berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Alat yang digunakan dalam pegujian :

- a. Bejana
- b. Timbangan
- c. Tongkat penumbuk

Tahapan pengujian :

- a. Dengan cara gembur :
 - 1) Timbang berat bejana dan catat

- 2) Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan permukaan bejana
- 3) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- 4) Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat

b. Dengan cara padat :

- 1) Masukkan pasir 1/3 bagian bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojok sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojok sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
- 2) Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- 3) Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat.

Hasil penelitian :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times 8^2 \times 15 \\
 &= 3014,4 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Data silinder :

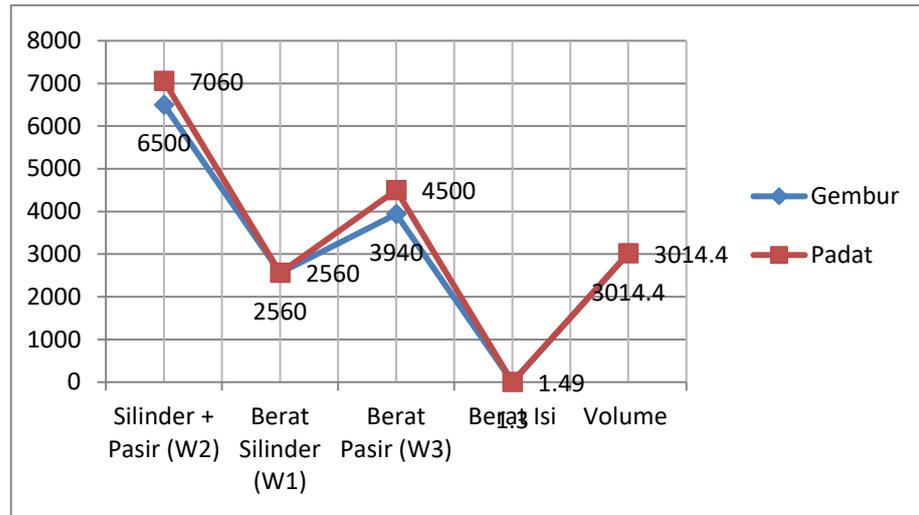
$$t = 15 \text{ cm}$$

$$d = 16 \text{ cm}$$

$$\text{berat} = 2,56 \text{ kg}$$

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir (Hasil Penelitian, 2022)

Gembur		Padat	
Berat Silinder + Pasir (W2)	6500	Berat Silinder + Pasir (W2)	7060
Berat Silinder (W1)	2560	Berat Silinder (W1)	2560
Berat Pasir (W3)	3940	Berat Pasir (W3)	4500
Berat Isi	1,30 kg/cm ³	Berat Isi	1,49 kg/cm ³
Volume	3014,4 cm ³	Volume	3014,4 cm ³



Gambar 8. Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir (Hasil Penelitian, 2022)

4. Kadar lumpur agregat halus

Tujuan penelitian :

Menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung persentase kadar air pada agregat.

Pedoman Penelitian :

Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci.

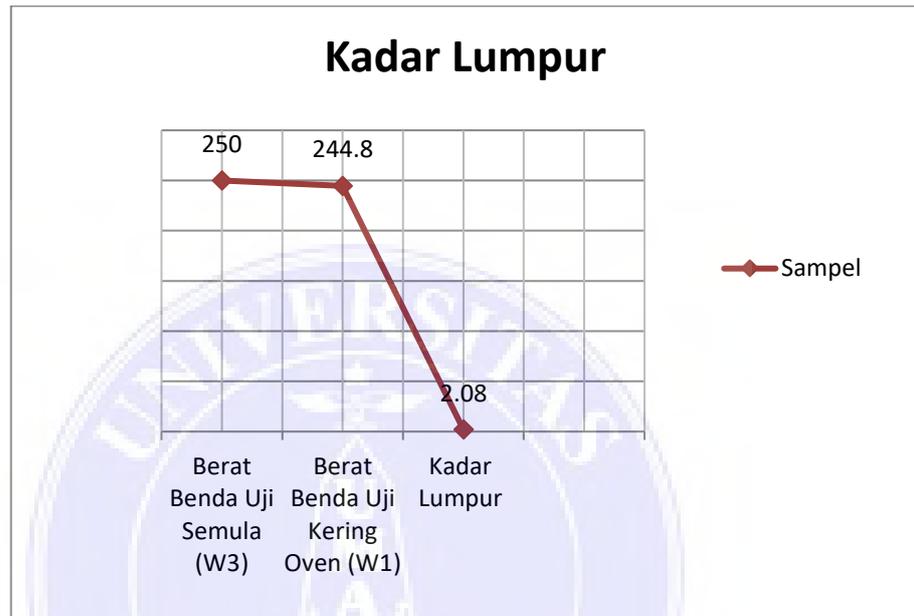
Prosedur Pengujian :

- a. Timbang pasir seberat 250 gr
- b. Rendam pasir dengan menggunakan air selama 24 jam
- c. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu cuci pasir dengan cara di remas – remas, sampai air cucian dalam ayakan terlihat jernih.
- d. Pasir yang telah bersih diletakkan kedalam pan, dan keringkan pasir sampai kering. Timbang dan catat beratnya.

Hasil Penelitian:

Tabel 10. Hasil Penelitian Kadar Lumpur Pasir (Hasil Penelitian, 2022)

Uraian		Berat Sampel (gr)
Berat benda uji semula	(W3)	250
Berat benda uji kering oven	(W5)	244,8
Kadar lumpur	$\frac{W3 - W5}{W5} \times 100\%$	2,08



Gambar 9. Hasil Penelitian Kadar Lumpur (Hasil Penelitian, 2022)

5. Kesimpulan pemeriksaan agregat halus

Tabel 11. Kesimpulan Pemeriksaan agregat halus (Hasil Penelitian, 2022)

Uraian	Hasil
Analisa Ayakan	2,82
Berat Jenis (SSD)	1,85
Absorsi	2,37 %
Kadar Lumpur	2,08

3.5.2 Analisa Agregat Kasar

1. Analisa ayakan Agregat Kasar

Tujuan analisa ayakan :

Untuk mengetahui gradasi dari agregat kasar dan menghitung finenes modulus (modulus Kehalusan) FM kerikil tersebut.

Nilai FM dicari dengan menggunakan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif}}{100}$$

Prosedur pengujian :

- a. Benda uji dikeringkan terlebih dahulu.
- b. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan.
- c. Susun saringan ayakan.
- d. Masukkan agregat kasar dari atas dan tutup.
- e. Letakkan saringan di alat penggetar dan mulai di ayak selama ± 15 menit.
- f. Timbang berat agregat yang tertahan di setiap ayankannya.

Hasil penelitian :

Tabel 12. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar (Hasil Penelitian, 2022)

Ukuran Lubang Saringan	Berat Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Kumulatif Tertahan	Kumulatif Lolos (%)
38	37	3,7	3,7	96,3
19	813	81,3	85	15
9,5	150	15	100	0
4,8	0	0	100	0
2,4	0	0	100	0
1,2	0	0	100	0
0,6	0	0	100	0
0,3	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
0,075	0	0	100	0
Pan	0	0	100	0
	1000	100%		

Nilai FM :

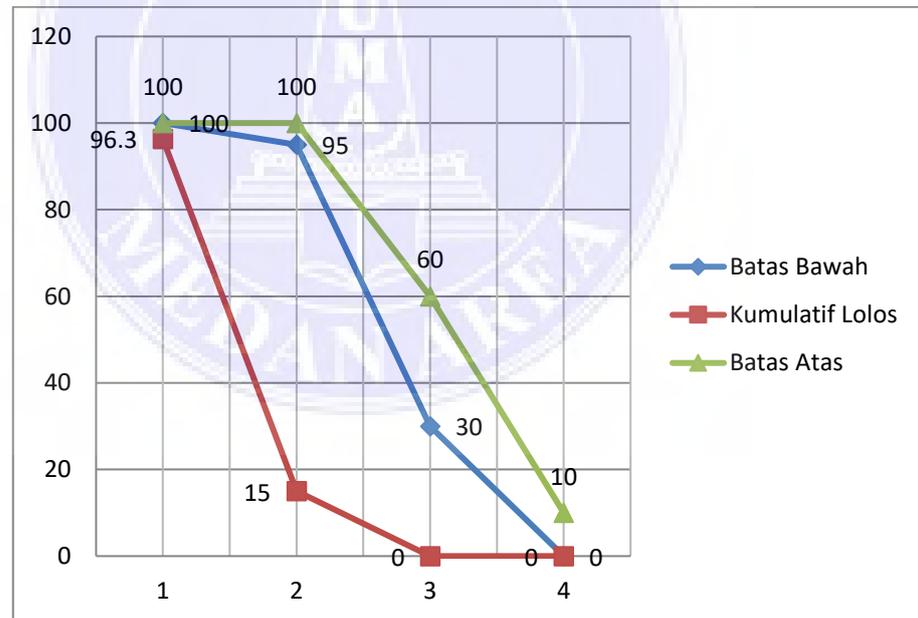
$$FM = \frac{688,7}{100} = 6,88$$

Modulus kehalusan yang digunakan dalam campuran beton antara 5,5 – 7,5. Dari hasil penelitian diperoleh nilai FM sebesar 6,88 sehingga agregat dapat digunakan dalam percobaan.

Tabel 13. Gradasi Agrergat Kasar (SNI 03-2834-2000)

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan		
Mm	SNI	ASTM	Inch	Ukuran Maks. 10 mm	Ukuran Maks. 20 mm	Ukuran Maks. 40 mm
75	76	3 in	3,00		100-100	100-100
37,5	38	1½ in	1,50		100-100	95-100
19,0	19	¾ in	0,75	100-100	95-100	35-70
9,5	9,6	3/8 in	0,3750	50-85	30-60	10-40
4,75	4,8	No. 4	0,1870	0-10	0-10	0-5

Gradasi yang digunakan adalah gradasi untuk analisa saringan terhadap penelitian ini adalah gradasi untuk ukuran maksimal 20 mm.



Gambar 10. Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar (Hasil Penelitian, 2022)

2. Berat Jenis Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar .

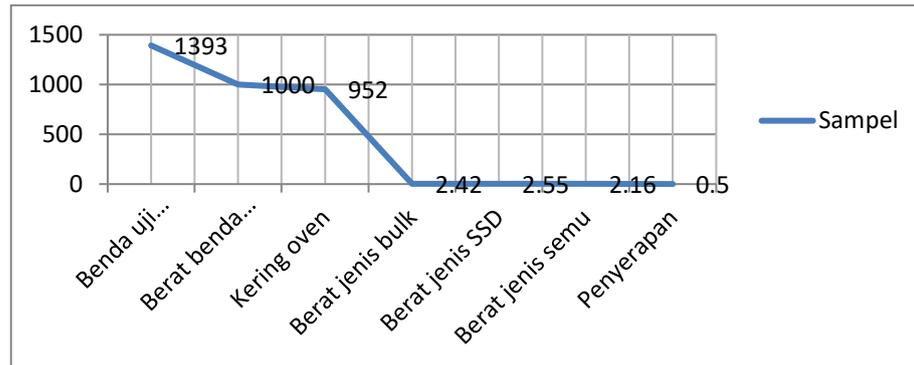
Prosedur penelitian :

- a. Timbang kerikil seberat 1000 gram
- b. Rendam kerikil selama 24 jam , lalu keringkan dengan menggunakan lap kain, sample dalam keadaan ini disebut dalam keadaan SSD
- c. Ambil kerikil yang jenuh kering permukaan (SSD) masukkan kedalam bejana bercorong dan isi air sampai penuh.
- d. Keluarkan air dari bejana sampai air yang dikeluarkan habis.
- e. Masukkan sample kedalam keranjang, timbang dan catat beratnya
- f. Lalu sample dihampar diatas pan dan masukkan kedalam oven selama 24jam.

Hasil penelitian :

Tabel 14. Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil (Hasil Penelitian, 2022)

Uraian		Sampel
Berat benda uji dalam air	(Ba)	1392
Berat Benda Uji SSD	(Bj)	1000
Berat benda uji kering oven	(Bk)	952
Berat jenis bulk	$\frac{Bj}{Bk}$	2,42
Berat jenis SSD	$\frac{Bj - Ba}{Bj - Ba}$	2,55
Berat jenis semu	$\frac{Bk - Ba}{Bk - Ba}$	2,16
Penyerapan	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	0,5



Gambar 11. Grafik Berat Jenis Kerikil (Hasil Penelitian, 2022)

3. Berat Isi Agregat Kasar

Tujuan :

Untuk mengetahui berat isi dari pada agregat kasar (kerikil) dalam satuan isi.

Prosedur Pengujian:

a. Berat isi lepas :

- Ambil sampel dengan menggunakan sekop, tuangkan kedalam bejana secara berlahan – lahan, jarak antara sekop dengan bejana 5 cm
- Pengisian dilakukan sampai bejana penuh dan diratakan
- Kemudian bejana dengan isinya ditimbang beratnya dan di catat
- Buang isi bejana, kemudian isi air dan ukur air dengan thermometer
- Lakukan percobaan ini sebanyak 2 kali.

b. Berat isi padat :

- Ambil sample krikil, masukkan kedalam 1/3 dari tinggi bejana, lalu dirojok – rojok dengan menggunakan besi perojok sebanyak 25 kali
- Tambah sample 1/3 bagian lagi sehingga 2/3 bagian, lakukan kembali perojok sebanyak 25 kali dengan ketentuan tidak melewati bagian pertama
- Tambah 1/3 sample rojok kembali sebanyak 25 kali, lalu tambah lagi sampai terisi penuh rojok 25 kali dan ratakan.
- Bejana yang telah terisi ditimbang dan dicatat beratnya.
- Buang isi bejana, kemudian bejana ditimbang beratnya.
- Bejana diisi dengan air sampai penuh, lalu ditimbang beratnya.

Hasil penelitian :

$$\begin{aligned}\text{Volume Silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 8^2 \times 15 \\ &= 3014,4\end{aligned}$$

Data silinder :

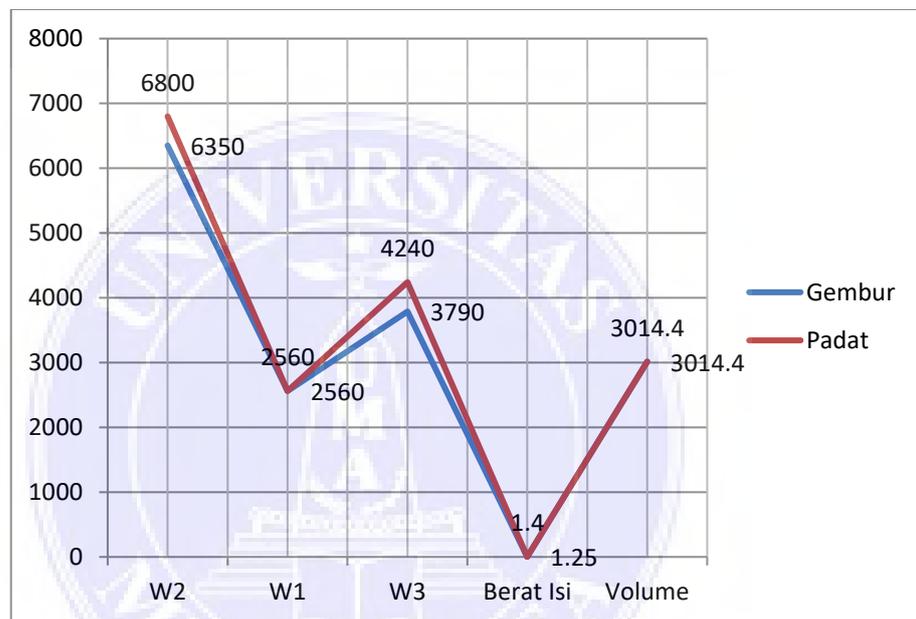
$$t = 15 \text{ cm}$$

$$d = 16 \text{ cm}$$

$$\text{berat} = 2,56 \text{ kg}$$

Tabel 15. Hasil Penelitian Berat Isi Kerikil (Hasil Penelitian, 2022)

Gembur		Padat	
Berat Silinder + Kerikil (W2)	6350	Berat Silinder + Kerikil (W2)	6800
Berat Silinder (W1)	2560	Berat Silinder (W1)	2560
Berat Kerikil (W3)	3790	Berat Kerikil (W3)	4240
Berat Isi	1,25 kg/cm ³	Berat Isi	1,40 kg/cm ³
Volume	3014,4 cm ³	Volume	3014,4 cm ³



Gambar 12. Grafik Berat Isi Kerikil (Hasil Penelitian, 2022)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa untuk kerikil maka dapat disimpulkan bahwa:

Tabel 16. Kesimpulan Hasil Pengujian Agregat Kasar (Hasil Penelitian, 2022)

Uraian	Hasil
Analisa Ayakan	6,88
Berat Jenis SSD	2,55
Absorsi	0,5%

4. Bahan Tambah Air Kelapa dan Air Laut

Tujuan :

Mengoptimalkan air kelapa dan air laut sebagai bahan tambahan terhadap agregat halus.

Alat :

- a. Wadah air
- b. Saringan halus

Bahan : Air Kelapa dan Air Laut

Prosedur Pengujian :

- a. Mengumpulkan air kelapa dan air laut di dalam wadah
- b. Melakukan penyaringan air kelapa dan air laut guna untuk membersihkan air dari kotoran.
- c. Melakukan penyaringan sebanyak 3x.

3.6 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) K-175

Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan mix design yang berdasarkan SNI 03-2834-2000. Langkah-langkah perencanaan campuran beton (*mix design*)

1. Merencanakan kuat tekan beton (F_c')

Mutu K-175, dengan $F_c' = 14,53$ Mpa

2. Menghitung nilai margin

Menghitung nilai margin dengan cara berikut :

- a. jika pelaksanaan mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah

dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar) :

$$M = 1,34 \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$

- b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan dapat dilihat tabel berikut :

Tabel 17. Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar (SNI 03-2834- 2000)

Kuat tekan yang disyaratkan f_c' (Mpa)	Nilai tambah (Mpa)
<21	7,0
21 – 35	8,5
>35	10,0

Didapat nilai berdasarkan tabel 3.12

$$M = 7,0$$

3. Menghitung kuat tekan beton rata-rata

$$\begin{aligned} F_{cr} &= f_c' + m \\ &= 14,53 + 7,0 \\ &= 21,53 \text{ Mpa} = 219,4699 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

F_{cr} = kuat tekan rata-rata (Mpa)

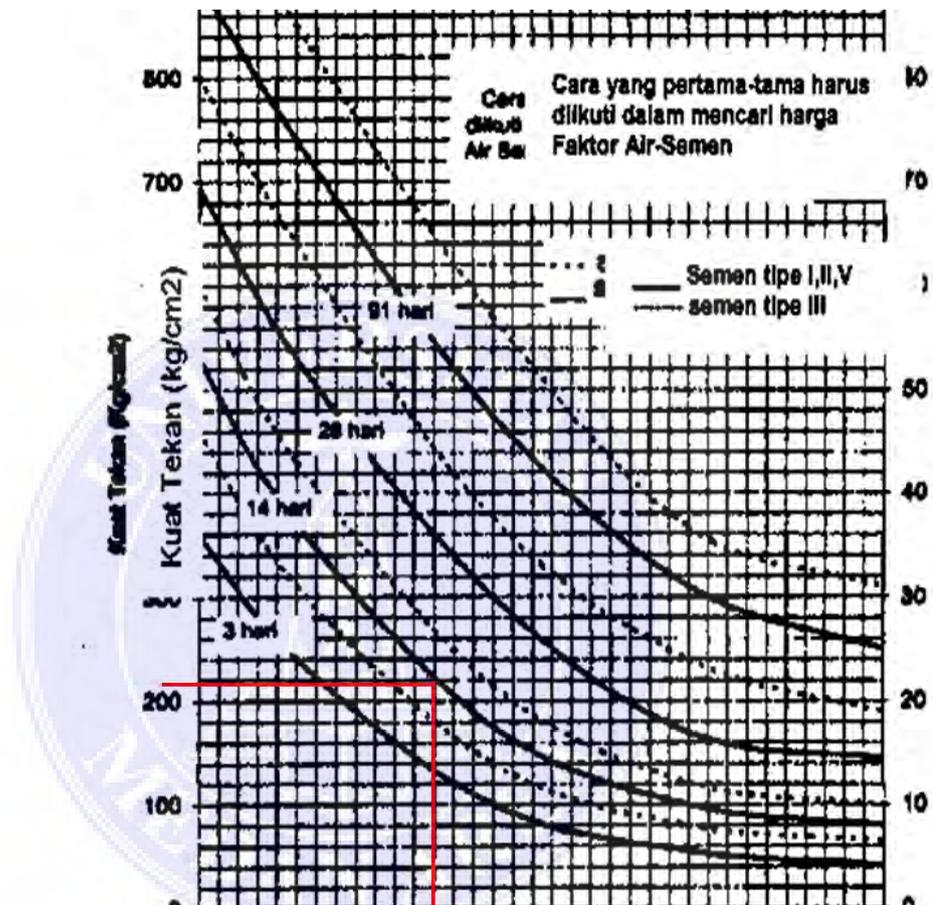
f_c' = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

M = nilai tambah (Mpa)

4. Menentukan jenis semen

Pada penelitian semen yang digunakan untuk campuran beton adalah jenis semen tipe I.

5. Menentukan jenis agregat halus dan kasar
 - a. Agregat kasar : batu pecah (buatan)
 - b. Agregat halus : alami
6. Menentukan FAS untuk benda uji kubus $15 \times 15 \times 15$



Gambar 13. Faktor Air Semen Untuk Kubus $15 \times 15 \times 15$ (Modul Rancangan Beton PU)

Berdasarkan gambar 3.9 yang berkaitan dengan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan faktor air semen untuk benda uji kubus maka nilai fas yang didapat yaitu $fas = 0,54$

7. Menentukan FAS maksimum

Di dapat nilai fas maksimum berdasarkan tabel 3.13 bahwa beton yang direncanakan adalah beton diluar ruangan (tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung) maka didapat hasil fas maksimum

sebesar $f_{as} = 0,60$

Tabel 18. Persyaratan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000)

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Fas Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325	0,52
Beton diluar ruangan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/laut		Mengacu ke fas beton dalam air

8. Menentukan nilai slump

Berdasarkan Tabel 3.14 mengenai penentuan nilai Slump berdasarkan struktur yang di buat, maka nilai Slump yang didapat adalah 15,0 – 7,5

Tabel 19. Menentukan nilai slump (SNI 03-2834-2000)

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks. (cm)	Min. (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

9. Menentukan ukuran agregat maksimum

Ukuran agregat maksimum yang dipakai di lokasi penelitian adalah 20 mm.

10. Menentukan kadar air bebas

Menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 W_{air} &= 0,67 (A_h) + 0,33 (A_k) \\
 &= 0,67 (195) + 0,33 (225) \\
 &= 204,9 \text{ l/ m}^3
 \end{aligned}$$

Keterangan :

A_h = Prakiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 3.15)

A_k = Prakiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 3.15)

Tabel 20. Perkiraan kadar air bebas (kg/m³) (SNI 03-2834-2000)

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225

	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

11. Menentukan kadar semen yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 W_{\text{semen}} &= W_{\text{air}} / F_{\text{as}} \\
 &= 204,9 / 0,54 \\
 &= 379,44 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

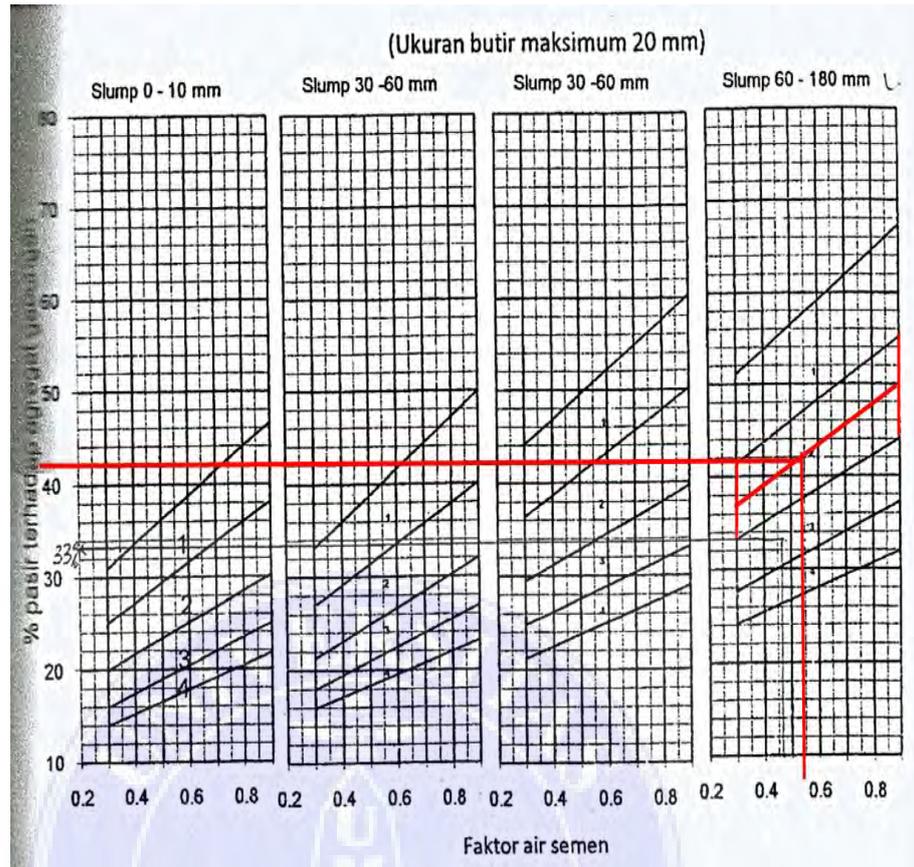
12. Menentukan kadar semen minimum

Berdasarkan tabel 3.13 mengenai penentuan kadar semen minimum berdasarkan letak situasi beton dikerjakan, maka kadar semen minimum yang di dapat adalah 325 Kg/m³

13. Menentukan persentase pasir

$$\% \text{ Agregat halus} = 42\% \quad (\text{Gambar 3.10})$$

$$\% \text{ Agregat kasar} = 100\% - 42\% = 58\%$$



Gambar 14. Persentase jumlah pasir daerah no. 1, 2, 3, 4 (SNI 03-2834-2000)

Untuk menentukan daerah gradasi pasir dapat dilihat pada tabel 3.1

14. Menentukan berat jenis relatif

a. Berat jenis agregat

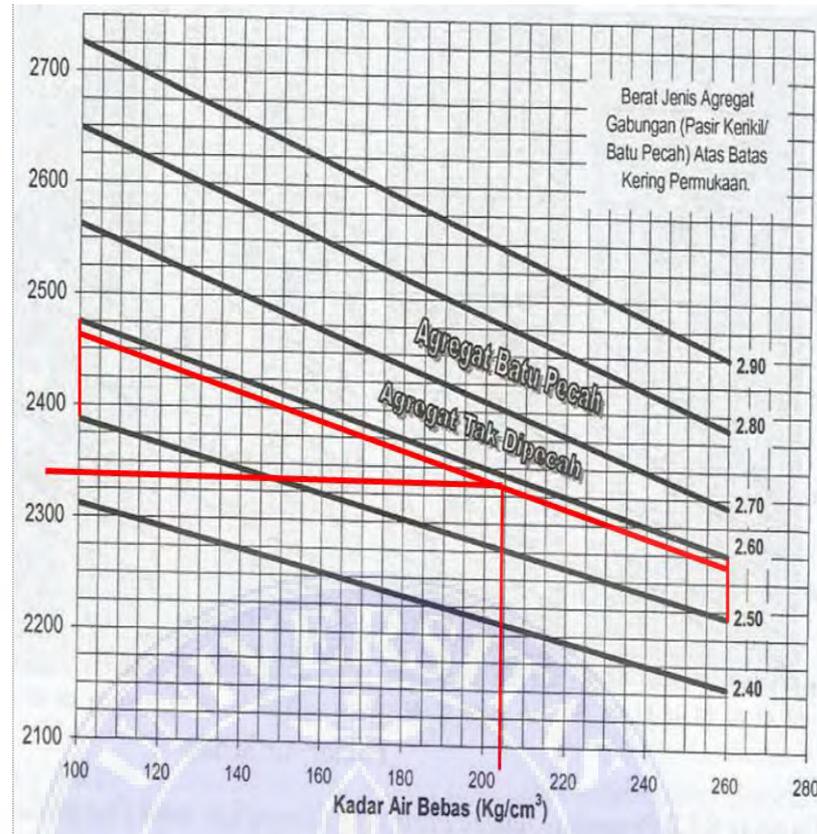
- Berat jenis agregat halus (SSD) = 2,60
- Berat jenis agregat kasar (SSD) = 2,55

b. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned}
 B_j \text{ Camp} &= [(P/100) x (B_j \text{ Ah })] + [(k/100) x (B_j \text{ Ak })] \\
 &= [(42/100) x (2,60)] + [(58/100) x (2,55)] \\
 &= 2,57
 \end{aligned}$$

15. Menentukan berat jenis beton basah

$$B_j \text{ Beton Basah} = 2338 \text{ Kg/m}^3 \quad (\text{Gambar 3.11})$$



Gambar 15. Perkiraan berat jenis beton basah yang dimampatkan secara penuh (SNI 03-2834-2000)

16. Menentukan agregat campuran

$$\begin{aligned} \text{Ag. Campuran} &= B_j \text{ Beton} - W \text{ semen} - W \text{ air} \\ &= 2338 - 379,44 - 204,9 \\ &= 1753,66 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Menentukan kadar agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Ag. Halus} &= (42/100) \times 1753,66 \\ &= 744,18 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

18. Menentukan kadar agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Ag. Kasar} &= (58/100) \times 1753,66 \\ &= 986,47 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

19. Menghitung volume kubus (15×15×15)

$$\text{Volume} = S \times S \times S$$

$$\begin{aligned} &= 0,003375 \text{ m}^3 \times V \text{ (Safety Faktor)} \\ &= 0,003375 \times 1,2 \\ &= 0,00405 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

20. Menentukan proporsi material pembentuk satu beton normal kubus

$$15 \times 15 \times 15$$

a. Air = $W_{\text{air}} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned} &= 204,9 \times 0,00405 \\ &= 0,829845 \text{ Liter} \end{aligned}$$

b. Semen = $W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned} &= 379,44 \times 0,00405 \\ &= 1,536732 \text{ Kg} \end{aligned}$$

c. Ag. Halus = $\text{Kadar Ah} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned} &= 744,18 \times 0,00405 \\ &= 3,01 \text{ Kg} \end{aligned}$$

d. Ag. Kasar = $\text{Kadar Ak} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned} &= 986,47 \times 0,00405 \\ &= 3,99 \text{ Kg} \end{aligned}$$

21. Menentukan proporsi material pembentuk satu beton kubus $15 \times 15 \times 15$

dengan menggunakan bahan tambah

a. Beton kubus dengan bahan tambah 5%

- Air = $W_{\text{air}} \times \text{Volume}$

$$\begin{aligned} &= 204,9 \times 0,00405 \\ &= 0,829845 \text{ Liter} \end{aligned}$$

- Semen = $W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$
= $379,44 \times 0,00405$
= $1,536732 \text{ Kg}$

- Air Kelapa dan Air Laut = $5\% \times \text{Ag. Halus Normal}$
= $5\% \times 3,01$
= $0,15 \text{ Kg}$

- Ag. Halus = $\text{Ag. Halus Normal} - \text{Air Kelapa dan Air Laut}$
= $3,01 - 0,15$
= $2,86 \text{ Kg}$

- Ag. Kasar = $\text{Kadar Ak} \times \text{Volume}$
= $986,47 \times 0,00405$
= $3,99 \text{ Kg}$

b. Beton kubus dengan bahan tambah 10%

- Air = $W_{\text{air}} \times \text{Volume}$
= $204,9 \times 0,00405$
= $0,829845 \text{ Liter}$

- Semen = $W_{\text{semen}} \times \text{Volume}$
= $379,44 \times 0,00405$
= $1,536732 \text{ Kg}$

- Air Kelapa dan Air Laut = $10\% \times \text{Ag. Halus Normal}$
= $10\% \times 3,01$
= $0,30 \text{ Kg}$

- Ag. Halus = $\text{Ag. Halus Normal} - \text{Air Kelapa dan Air Laut}$
= $3,01 - 0,30$

$$= 2,71 \text{ Kg}$$

- Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume
= 986,47 x 0,00405
= 3,99 Kg

c. Beton kubus dengan bahan tambah 15%

- Air = Wair x Volume
= 204,9 x 0,00405
= 0,829845 Liter

- Semen = Wsemen x Volume
= 379,44 x 0,00405
= 1,536732 Kg

- Air Kelapa dan Air Laut = 15% x Ag. Halus Normal
= 15% x 3,01
= 0,45 Kg

- Ag. Halus = Ag. Halus Normal – Air Kelapa dan Air Laut
= 3,01 – 0,45
= 2,56 Kg

- Ag. Kasar = Kadar Ak x Volume
= 986,47 x 0,00405
= 3,99 Kg

Tabel 21. Perhitungan *Mix Design* (SNI 03-2834-2000)

1.	Merencanakan Kuat Tekan Beton.	Mutu K175, dengan $F_c' = 14,53 \text{ Mpa}$	
2.	Menghitung Nilai Margin.	7,0	(tabel 3.14)
3.	Menghitung Kuat Tekan Beton Rata-rata.	219,4699 kg/cm ²	
4.	Nilai Faktor Air Semen benda uji kubus (15×15×15).	0,54	(gambar 3.9)
5.	Nilai Faktor Air Semen Maksimum	0.60	(tabel 3.15)
6.	Nilai Slump	7,5 – 15 cm	(tabel 3.16)
7.	Menentukan Ukuran Agregat Maksimum	20 mm	
8.	Kadar Air Bebas	204,9 L / m ³	(tabel 3.17)
9.	Menghitung Kadar Semen	379, 44 Kg/m ³	
10.	Kadar Semen Minimum	325 Kg/m ³	(tabel 3.15)
11.	Persentase Pasir	% Agregat Halus = 42	(gambar 3.10)
		%	
		% Agregat Kasar = 58	
12.	Berat Jenis Relatif	• Berat Jenis Agregat Halus (SSD)	2,60
		• Berat Jenis Agregat Kasar (SSD)	2,55
		Berat Jenis Agregat Campuran	2,57
		13.	Berat Jenis Beton Basah
14.	Agregat Campuran.	1753,66 kg/m ³	
15.	Kadar Agregat Halus.	744,18 kg/m ³	
16.	Kadar Agregat Kasar.	986, 47kg/m ³	
17.	Volume Kubus (15×15×15)	0,00405 m ³	
18.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (0%)	• Air	0,829845 Liter
		• Semen	1,536732 Kg
		• Ag. Halus	3,01 Kg
		• Ag. Kasar	3,99 Kg
		19.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (5%)
• Air	0,829845 Liter		
• Semen	1,536732 Kg		
• Ag. Halus	2,86 kg		
• Ag. Kasar	3,99 Kg		
	• Air Kelapa dan Air Laut	0,15 kg	

Lanjutan Tabel 21.

20.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (10%)	
	• Air	0,829845 Liter
	• Semen	1,536732 Kg
	• Ag. Halus	2,71 kg
	• Ag. Kasar	3,99 Kg
	• Air Kelapa dan Air Laut	0,30 kg
21.	Proporsi Bahan Pembentuk Beton (15%)	
	• Air	0,829845 Liter
	• Semen	1,536732 Kg
	• Ag. Halus	2,56 kg
	• Ag. Kasar	3,99 Kg
	• Air Kelapa dan Air Laut	0,45 kg

3.7 Pengujian Slump

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat. Alat yang digunakan adalah kerucut *abrams*, tongkat penusuk, sendok beton, plat baja, perata, dan mistar. Sebelum adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut *abrams* sebaiknya bagian dalam tabung kerucut diolesi dengan oli dan disiapkan diatas plat baja, beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut 1/3 volumenya kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat penusuk sampai tabung kerucut penuh. Selanjutnya permukaan beton bagian atas diratakan dan didiamkan selama 20 detik, setelah itu tabung kerucut diangkat pelan-pelan lalu tabung kerucut diletakan di sebelahnya

untuk pengukuran slump. Nilai pengukuran slump dapat dilihat pada gambar.

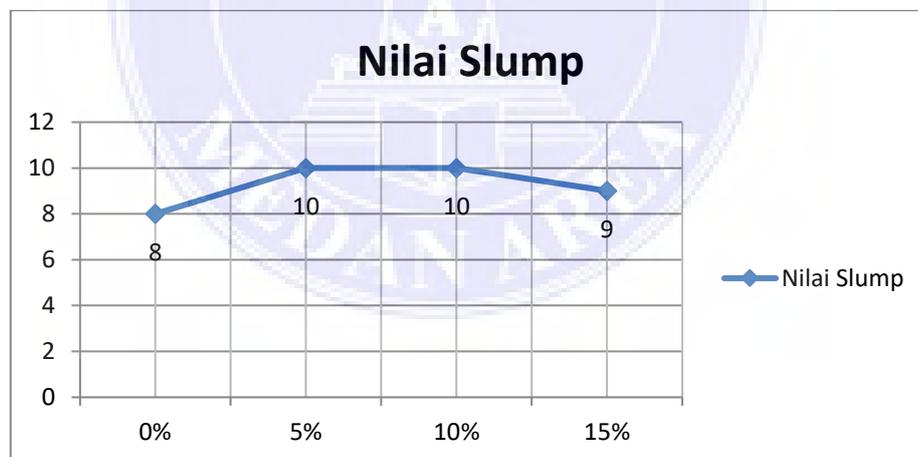


Gambar 16. Pengujian slump (Dokumentasi penelitian, 2022)

Hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 22. Data hasil pengujian slump (Hasil penelitian, 2022)

Variasi	Nilai slump (cm)
0%	8
5%	10
10%	10
15%	9



Gambar 17. Grafik Nilai slump
Sumber : Hasil penelitian, 2022

4 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari dan 14 hari.

Pengujian kuat tekan beton menggunakan *Compression Testing Machine* yaitu suatu alat yang menekan benda uji kubus untuk mendapatkan nilai kuat tekan

beton. Untuk menghitung kuat tekan beton maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Ket :

f 'c = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimal (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil uji kuat tekan beton yang telah dilakukan pada penelitian penggunaan air kelapa dan air laut sebagai bahan tambah pada campuran beton maka ada beberapa hal yang dapat menjadi kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

1. Hasil dari pengujian kuat tekan beton benda uji kubus dengan menggunakan air kelapa dan air laut mengalami penurunan nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan air kelapa dan air laut pada campuran beton. Pada pengujian beton umur 7 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 18,83 Mpa, 5% sebesar 13,83 Mpa, 10% sebesar 12,10 Mpa, dan 15% sebesar 11,76 Mpa. Dan pada pengujian beton umur 14 hari didapat hasil yaitu 0% sebesar 19,03 Mpa, 5% sebesar 16,17 Mpa, 10% sebesar 14,92 Mpa, dan 15% sebesar 14,86 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan air kelapa dan air laut tidak dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton dikarenakan hasil uji kuat tekan beton mengalami penurunan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian senyawa kimia yang ada pada air kelapa terutama kadar garam pada air laut sebagai bahan tambah pada campuran beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, jumlah sampel yang lebih banyak untuk mendapatkan nilai karakteristik yang lebih baik.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti menyarankan agar bahan air kelapa dan air laut tidak digunakan dalam pembuatan beton dikarenakan nilai kuat tekan beton mengalami penurunan.
4. Untuk peneliti selanjutnya perlu dicoba penelitian ditambahkan bahan kimia lainnya untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton sehingga dapat mewujudkan alternative beton dengan menggunakan campuran air kelapa dan air laut atau mengganti air dalam campuran beton biasanya menjadi air kelapa dan air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Ariyanto, A., Eng, M., Bambang Edison,), & Pd, S. (2014). *Penggunaan air Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. Jurnal Mahasiswa Teknik, 2014-e-Journal.Upp.Ac.Id.*
- Angriani, D. dan Romanty H. (2012), *Pengaruh Penambahan Serat Nilon Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Mutu K-250*, Skripsi., Universitas Borneo, Tarakan
- Arman, A. (2018). *Kajian Kuat Tekan Beton Normal Menggunakan Standar SNI 7656-2012 Dan ASTM C 136-06. Rang Teknik Journal.*
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Dipohusodo, I., 1996, *struktur beton bertulang*, penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gurki, T.S., 2003, *Beton Bertulang*, penerbit Rekayasa Sain.
- Kurniawandy, A., Darmayanti, L., & Pulungan, U. H. (2012). *Pengaruh Intrusi Air Laut, Air Gambut, Air Kelapa, Dan Air Biasa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Jurnal Sains dan Teknologi.*
- Mucitra, Randy Khummar dan Arif Baihaki (2012), *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Mutu K-250*, Skripsi, Universitas Borneo Tarakan
- Ramdani, Lalu Mochamad Wahyu (2020), *Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton*, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Mataram.
- SK SNI – 04 – 1989, 1989. Persyaratan Air Secara Umum.
- SK SNI S-18-1990-03, 1990. Spesifikasi Tambahan Untuk Beton.
- SK-SNI-T-15-1991-03. “ *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* ”, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- SNI 03 – 1974 – 2011, 2011. Pengujian Kuat Tekan Beton
- SNI 03 – 2834 – 2000, 2000. Metode *Mix Design* Beton.
- SNI 03-1972-1990, 1990. Metode Pengujian Slump Beton Semen Portland.
- SNI 03-3449-1994, 1994. Rancangan campuran Beton.
- SNI-03-2491-2002. *Tata Cara Pengujian Kuat Tarik Beton*. Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- SNI-03-4154-1996. *Tata Cara Pengujian Kuat Lentur Beton*. Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Surachman, D. (2011). *Teknik pemanfaatan air kelapa untuk perbanyakkan nilam secara in vitro. Buletin Teknik Pertanian*. Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.
- Tjokrodimulyo, K. (1992). *Teknologi Beton*. Buku Ajar JTS. Jogjakarta: FT.UGM.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Pasir yang digunakan (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 2. Kerikil yang digunakan (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 3. Semen yang digunakan (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 4. Pengujian berat jenis kerikil (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 5. Pengujian berat jenis pasir (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 6. Saringan ayakan (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 7. Mesin Penggetar (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 8. Bejana (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 9. Piknometer (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 10. Timbangan digital (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 11. Cetakan kubus 15×15×15 (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 12. Molen (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 13. Pencampuran beton (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 14. Kerucut *abrams* (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 15. Uji *slump* (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 16. Memasukkan campuran beton kedalam cetakan kubus (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 17. Penggunaan *concrete vibrator* (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 18. Perapian Cor'an Beton (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 19. Beton kubus (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 20. *Compression Testing Machine* (Dokumentasi, 2022)



Lampiran 21. Pengujian kuat tekan beton (Dokumentasi, 2022)

