

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG TENGGELAM
PADA AIR LAUT DAN TERPAPAR
PASANG SURUT AIR LAUT**

TUGAS AKHIR

**Di ajukan sebagai syarat agar bisa meraih
Gelar sarjana pada jurusan Teknik Sipil
Universitas Fajar Makassar**

Oleh:

MUH.SYARIF AMILSAM

1920121081



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG TENGGELAM PADA AIR
LAUT DAN TERPAPAR PASANG SURUT AIR LAUT**

Oleh:

MUH SYARIF AMILSAM
1920121081

Menyetujui

Tim Pembimbing

Makassar, 15 Mei 2024

Pembimbing

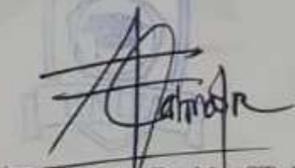

Asri Mulva Setiawan, ST., MT.
NIDN : 0921118801

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar


Prof. Dr. G. Erniati, ST., MT
NIDN. 0906107701
UNIVERSITAS FAJAR
DEKAN FAKULTAS

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Fatmawati Rachim, ST., MT.
NIDN. 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul **PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG TENGGELAM PADA AIR LAUT DAN TERPAPAR PASANG SURUT AIR LAUT** adalah karya orisinal penulis dan setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar

Makassar, 15 Mei 2024

Yang Menyatakan



MUH. SYARIF AMILSAM

ABSTRAK

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG TENGGELAM PADA AIR LAUT DAN TERPAPAR PASANG SURUT AIR LAUT, MUH. SYARIF AMILSAM. Berdasarkan SNI-03-2847-2002, Beton didefinisikan sebagai gabungan dari semen Portland atau semen hidraulik lainnya, bersama dengan agregat halus, agregat kasar, dan air, baik dengan atau tanpa penambahan bahan lain, yang membentuk struktur padat. Definisi Beton adalah kombinasi antara semen Portland atau jenis semen hidrolis lainnya, bersama dengan agregat halus, agregat kasar, serta air, yang bisa menciptakan massa padat dengan atau tanpa penambahan bahan lain. Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki wilayah lautan yang sangat luas dengan wilayah yang hampir sama dengan daratannya. Indonesia memiliki kekayaan laut yang luas jika dibandingkan dengan daratannya. Total luas dari perairan Indonesia mencapai 70 persen dari total keseluruhan luas wilayah negara ini, laut yang luas ini dilengkapi dengan kekayaan alam yang menakjubkan, potensi kekayaan laut Indonesia mencapai Rp.20.000 triliun per tahun potensi tersebut didukung dengan luas laut sebesar 17 jutahektare. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang terendam penuh pada lingkungan air laut dan mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap perendaman pasang surut air laut. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman penuh air laut selama 28 hari memenuhi mutu beton yang telah direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa. Dimana nilai kuat tekan rata-rata beton silinder perendaman penuh sebesar 25,90 Mpa. Dan kuat tarik dengan nilai rata-rata beton silinder ialah 3.50 Mpa. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman pasang surut air laut selama 28 hari perendaman dengan nilai rata-rata kuat tekan 25.04 Mpa. Dan nilai rata-rata kuat tarik belah 3.18 Mpa.

Kata kunci: *(beton, semen, agregat kasar, kuat tekan, kuat tarik.)*

ABSTRACT

COMPARISON OF COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE SUBMERGED IN SEAWATER AND EXPOSED TO TIDAL IMMERSION IN SEAWATER, MUH. SYARIF AMILSAM. According to SNI-03-2847-2002, Concrete is defined as a combination of Portland cement or other hydraulic cement, along with fine aggregate, coarse aggregate, and water, either with or without the addition of other materials, forming a solid structure. The definition of Concrete is a combination of Portland cement or other types of hydraulic cement, along with fine aggregate, coarse aggregate, and water, which can create a solid mass with or without the addition of other materials. Indonesia is a maritime country with a vast ocean territory almost equal to its land area. Indonesia has vast marine resources compared to its land. The total area of Indonesia's waters reaches 70 percent of the country's total area, and this vast ocean is equipped with astonishing natural resources. Indonesia's marine wealth potential reaches Rp. 20,000 trillion per year, supported by a sea area of 17 million hectares. The study aims to determine the compressive strength and split tensile strength of concrete fully submerged in a marine environment and to determine the compressive strength and split tensile strength of concrete against tidal immersion in seawater. The compressive strength and split tensile strength of concrete cylinders fully submerged in seawater for 28 days meet the planned concrete quality, which is 25 MPa. The average compressive strength value of fully submerged concrete cylinders is 25.90 MPa, and the average tensile strength of concrete cylinders is 3.50 MPa. The compressive strength and split tensile strength of concrete cylinders with tidal immersion in seawater for 28 days have an average compressive strength value of 25.04 MPa and an average split tensile strength value of 3.18 MPa.

Keywords: (concrete, cement, coarse aggregate, compressive strength, split tensile strength).

Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman penuh air laut selama 28 hari memenuhi mutu beton yang telah direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa. Dimana nilai kuat tekan rata-rata beton silinder perendaman penuh sebesar 25,90 Mpa. Dan kuat tarik dengan nilai rata-rata beton silinder ialah 3.50 Mpa. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman pasang surut air laut selama 28 hari perendaman dengan nilai rata-rata kuat tekan 25.04 Mpa. Dan nilai rata-rata kuat tarik belah 3.18 Mpa.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT. Atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan yang berjudul “Pembagian kuat tekan beton yang tenggelam pada air laut dan terpapar pasang surut air laut”. Dengan sebatas pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki.

Tak lupa pada lembaran ini penulis hendak menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada diri sendiri yang senantiasa kuat, konsisten dalam perjuangan serta usaha kecil dalam memahami tanggung jawab, penulis terikat janji untuk menuntaskan segala sesuatu yang telah dimulainya meski dengan segala keterbatasan yang tak jarang ditemui dalam perjalanannya.

Penulis menyadari bahwa selesainya proposal penelitian ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari semua pihak. Sejak dari penyusunan hingga selesainya proposal penelitian ini adalah berkat keterlibatan berbagai pihak. Olehnya pada kesempatan penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang mendukung dalam penyusunan proposal ini, saya ucapkan kepada :

1. Kepada kedua orang tua saya tercinta yang dengan ikhlas mendoakan dan senantiasa memberikan bantuan, motivasi,
2. Rektor Universitas Fajar, Bapak Dr. Mulyadi Hamid, SE., M.Si.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Prof. Dr. Erniati, ST., MT.
4. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar, Ibu Fatmawaty Rachim, ST., MT.
5. Dosen Pembimbing, Bapak Asri Mulya Setiawan, ST., MT.
6. Dosen, Staff, dan Karyawan Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar.

7. Teman-teman Teknil Sipil 2019 yang selalu mendukung.
8. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Penulis tidak lupa meminta maaf kepada semua pihak yang terlibat dalam pengerjaan proposal ini jika ada kesalahan dan kesalahan baik dalam ucapan maupun perilaku penulis yang tidak menyenangkan dalam proses pengerjaan proposal ini. Penulis berharap proposal ini dapat efektif, walaupun penulis memahami bahwa proposal ini masih banyak kekurangan. Penulis mengharapkan koreksi dari penulis atas kesalahan dan saran untuk perbaikan. Akhir kata semoga semua bantuan dan amal baik tersebut mendapatkan berkat dan anugerah dari Allah SWT. Aamiin.

Makassar, 14 Mei 2024

Muh Syarif Amilsam

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 RumusanMasalah	2
I.3 TujuanPenelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 KUAT TEKAN BETON.....	4
II.2 Beton	5
II.2.1 Beton Menurut Penggunaannya	6
II.2.2 Beton Berdasarkan Jenisnya	7
II.2.3 Beton Berdasarkan Cara Pembuatan.....	7
II. 3 Kelebihan dan Kekurangan Beton	8
II.4 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Beton.....	9
II.4.1 Jumlah Semen pada Tiap Kubik Beton	9
II.4.2 Faktor A/C	10
II.4.3 Kekerasan Agregat.....	10
II.4.4 Gradasi Agregat	11
II.4.5 Pembersihan Agregat	11
II.4.6 Semen Sebagai Bahan Beton	11
II.4.7 Pengadukan Campuran Beton.....	12
II.4.8 Metode Pemasakan.....	13
II.4.9 Kuat Beton.	14
II.4.10 Pemeliharaan Beton (Curing).....	14
II.4.11 Umur Beton.....	14
II.4.12 Temperataur Beton.....	15

II.5 Beton Silinder	15
II.6 Bahan Yang Dipakai Sebagai Penyusun Beton	16
II.6.1 Semen Portland	16
II.6.2 Agregat Kasar	17
II.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	18
II.8. Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODEDE DAN PELAKSANAAN.....	30
III.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	30
III.2 Alat dan Bahan.	30
III.2.1 Alat	30
III.2.2 Bahan	30
III.3 Pelaksanaan Penelitian.....	31
III.3.1 Langkah Kerja	31
III.3.2 Pembuatan Benda Uji Silinder.....	32
III.3.2.1 Pembuatan Benda Uji	32
III.3.2.2 Curing (Perawatan).....	33
III.3.2.3 Metode Pengumpulan Data.....	33
III.4 Teknik Analisa Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
IV.1 Pengujian Karakteristik Agregat.....	36
IV.2 Mix Design	38
IV.3 Slump Test.....	39
IV.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Perendaman Pasang Surut Air Laut..	39
IV. 5 Pengujian Kuat Tarik Beton silinder Perendaman Air Laut Dan Pasang Surut.....	42
BAB V PENUTUP	44
V.1 Kesimpulan	44
V.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48

Lampiran Dokumentasi62

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kebutuhan Semen / M3.....	9
Tabel II.2 Hubungan Antara Umur dan Kekuatannya.....	15
Tabel II.3 Proporsi Jumlah Material Penyusun SCC	15
Tabel II.4 Susunan Unsur Semen Portland (Zefanya, 2021)	16
Tabel II.5 Gradasi Agregat Halus (Almaidah, 2018).....	17
Tabel IV. 1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	36
Tabel IV.1.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus.....	37
Tabel IV.2 Mix design benda uji silinder.....	38
Tabel IV.3 Nilai Slump untuk campuran beton normal	39
Tabel IV. 4 Tabel Kuat Tekan Beton Silinder (BN I) Perendaman Pasang Surut.....	40
Tabel IV.5 Tabel Kuat Tekan Beton Silinder (BN II) Perendaman Penuh.....	40
Tabel IV.6 Tabel Tekan Tarik Beton Silinder (BN I) Perendaman Pasang Surut.....	42
Tabel IV.7 Tabel Kuat Tarik Beton Silinder (BN II) Perendaman Penuh.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Sketsa Bentuk dan Ukuran Benda Kerja	
32	
Gambar IV. 1 Pengujian Agregat Kasar.....	
37	
Gambar IV. 2 Proses Mix Design.....	
38	
Gambar IV. 3 Pengujian Slump Test.....	
39	
Gambar IV. 4 Pengujian tekan beton silender.....	
41	
Gambar IV. 4 Diagram pengujian tekan beton silender.....	41
Gambar IV. 6 Diagram pengujian kuat tarik beton.....	
42	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Berdasarkan SNI-03-2847-2002, Beton didefinisikan sebagai gabungan dari semen Portland atau semen hidraulik lainnya, bersama dengan agregat halus, agregat kasar, dan air, baik dengan atau tanpa penambahan bahan lain, yang membentuk struktur padat.

Definisi Beton adalah kombinasi antara semen Portland atau jenis semen hidraulik lainnya, bersama dengan agregat halus, agregat kasar, serta air, yang bisa menciptakan massa padat dengan atau tanpa penambahan bahan lain.

Beton konvensional adalah substansi yang cukup berat, memiliki densitas sekitar 2,4 atau 2400 kg/m³. Standar kekuatan beton konvensional berdasarkan kuat tekan beton (f_c') adalah sebagai berikut: K 175, dengan tegangan karakteristik beton (f_c') = 175 kg/cm² atau 17.17 MPa, serta modulus elastisitas beton sebesar 19.500 MPa.

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki wilayah lautan yang sangat luas dengan wilayah yang hampir sama dengan daratannya. Indonesia memiliki kekayaan laut yang luas jika dibandingkan dengan daratannya. Total luas dari perairan Indonesia mencapai 70 persen dari total keseluruhan luas wilayah negara ini, laut yang luas ini dilengkapi dengan kekayaan alam yang menakjubkan, potensi kekayaan laut Indonesia mencapai Rp.20.000 triliun per tahun potensi tersebut didukung dengan luas laut sebesar 17 juta hektare.

Pertumbuhan infrastruktur di Indonesia saat ini mengikuti kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Meningkatkan konektivitas antarpulau merupakan tindakan nyata yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk Indonesia. Pembangunan infrastruktur tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam bidang sosial, pembangunan, dan ekonomi, dengan tujuan menciptakan lapangan kerja, mencapai kesetaraan dalam pembangunan, dan meningkatkan daya saing ekonomi nasional. Infrastruktur di wilayah perairan, seperti jembatan, dermaga, dan pemecah ombak, memerlukan

material konstruksi yang dapat bertahan dalam kondisi laut yang keras. Oleh karena itu, penggunaan beton di lingkungan laut dianggap sebagai pilihan yang paling sesuai. Untuk proyek pembangunan bangunan air dan infrastruktur di wilayah laut, menghindari kontak langsung dengan air laut seringkali tidak memungkinkan. Oleh karena itu, perawatan dengan air laut sering kali dianggap penting. Air laut mengandung sekitar 3,5% garam, atau sekitar 35 gram per liter, yang dapat mengurangi kekuatan dan ketahanan beton. Hal ini terutama disebabkan oleh kandungan ion sulfat ($MgSO_4$) yang diperparah oleh kandungan klorida (Cl), sebuah garam yang bersifat agresif terhadap berbagai material, termasuk beton.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai ketahanan tekan beton yang terkena pengaruh air laut serta pasang-surutnya. Ketahanan tekan beton diukur dengan kekuatan maksimum per satuan luas yang diperlukan untuk menyebabkan pecahnya sampel beton saat diberi beban tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian ketahanan tekan bertujuan untuk memahami kekuatan sampel beton yang telah direndam dalam air tawar dan air laut selama periode 28 hari.. Hasil penelitian ini akan memberikan wawasan yang penting tentang dampak air laut terhadap kekuatan beton. Karena beton sering digunakan dalam konstruksi di daerah pesisir yang terpapar air laut, pemahaman yang lebih baik tentang dampak lingkungan laut pada beton dapat meningkatkan keandalan dan ketahanannya terhadap kerusakan

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder terhadap perendaman penuh pada lingkungan laut?
2. Bagaimana pengaruh kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder yang terpapar pasang surut air laut ?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang terendam penuh pada lingkungan air laut.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton terhadap perendaman pasang surut air laut.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur beton uji 28 hari.
2. Benda uji yang dipakai ialah silinder dimensi 10 x 20 cm.
3. Pengujian Slum Test pada benda uji.
4. Proses perendaman benda uji dengan perendaman penuh pada lingkungan laut.
5. Proses perndaman benda uji direndam pada pasang surut air laut.
6. Mix design beton menggunakan standar 35 MPa

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 KUAT TEKAN BETON

Beton memiliki sifat kuat tekan yang tinggi tetapi kelemahan dalam kuat tariknya. Kuat tekan beton didefinisikan sebagai besar tekanan per satuan luas yang menyebabkan sampel beton pecah saat dikenai gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Parameter ini menjadi kunci dalam menilai kualitas beton dan berperan penting dalam perencanaan struktur bangunan karena dapat memengaruhi stabilitas dan keamanan struktur tersebut. Kuat tekan beton mampu menentukan beban maksimum yang dapat ditahan oleh suatu objek sebelum mengalami kerusakan.

Berikut adalah faktor-faktor yang memengaruhi kuat tekan beton:

1. Pengaruh fluktuasi cuaca, yang dapat menyebabkan perubahan volume akibat perubahan suhu.
2. Kerusakan kimia yang disebabkan oleh berbagai zat seperti air laut (garam), asam sulfat, alkali, dan limbah lainnya.
3. Ketahanan terhadap abrasi yang disebabkan oleh gesekan, lalu lintas kendaraan, gerakan ombak, dan sebagainya.
4. Komposisi bahan penyusun beton, termasuk air, semen, agregat, admixture, dan bahan tambahan lainnya.
5. Metode pencampuran, termasuk penentuan proporsi bahan, proses pengadukan, pengecoran, dan pemadatan.
6. Perawatan dan proses pemeliharaan, termasuk perendaman, suhu, dan waktu pemuatan. Keadaan saat pengecoran dilakukan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan lokal.

II.2 Beton

Merujuk dari syarat SNI 2847:2013 beton ialah campuran antara semen Portland, agregat kasar dan agregat halus serta air dan tambahan zat aditif jika diperlukan. 28 hari waktu yang dibukan untuk mendapatkan kekuatan rencana beton ($f'c$). Untuk pembangunan infrastruktur beton dipilih untuk menjadi suatu bahan dikarenakan memiliki daya kuat tekan yang baik.

Beton yang berkualitas tinggi memiliki beberapa keunggulan, termasuk ketahanan terhadap korosi atau degradasi akibat kondisi lingkungan serta tingkat kekuatan tekan yang tinggi. Beton juga memiliki ketahanan terhadap abrasi dan ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan seperti suhu panas, dingin, paparan sinar matahari, dan hujan. Namun, beton juga memiliki beberapa kelemahan, seperti kelemahan dalam kekuatan tarik, kemampuan untuk mengembang dan menyusut akibat perubahan suhu, kesulitan dalam menjadi kedap air secara sempurna, dan sifat getas.

Jika kita membuat beton dengan baik dan benar maka akan memiliki kualitas yang terbaik. Ciri-ciri dari beton yang baik sebagai berikut :

1. Tahan air (kedap dan lebih tahan terhadap air)
2. Kuat tekan yang tinggi (
3. Densitas yang tinggi (kepadatan yang tinggi memiliki daya tahan beton dari kerusakan)
4. Permukaan yang rata (permukaan rata dan bersih menjadi ciri beton yang baik sehingga bisa menjadi dasar bangunan)
5. Tahan terhadap proses freeze-thaw (proses Freeze-thaw adalah proses pengembunan dan pengembangan air di dalam beton saat suhu berubah-ubah. Salah satu ciri dari beton terbaik memiliki ketahanan terhadap Freeze-thaw yang baik sehingga bias bertahan lebih lama dan tidak rusak.)
6. Tidak berpori-pori (permukaan yang rata tidak memiliki pori-pori pada beton)
7. Tahan lama (kemampuan untuk menahan beban dan mempertahankan kekuatan beton)

Klasifikasi beton secara umum terus berkembang seiring berjalannya waktu dan disesuaikan dengan kebutuhan setiap negara atau lembaga yang relevan. Di Indonesia, pengelompokan dan regulasi beton umumnya mengikuti standar yang berlaku. Pengelompokan beton dilakukan dengan cara sebagai berikut:

II.2.1 Beton Menurut Penggunaannya

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

1. Beton berkualitas tinggi, Beton berkualitas tinggi merujuk pada beton yang memiliki fokus pada kekuatan tinggi sambil mempertimbangkan ketahanan dan kemudahan pengolahan. Menurut ACI Committee 363 State of the Art on High Strength Concrete, standar minimum untuk beton berkualitas tinggi adalah 6000 psi (40 MPa). Rentang kekuatan antara 41 hingga 65 MPa biasanya diterapkan pada beton prategang seperti tiang, balok, dan pelat prategang.
2. Beton Berkualitas Sedang, Beton berkualitas sedang adalah beton dengan kekuatan tekan antara 21 hingga 40 MPa. Beton ini umumnya digunakan untuk struktur bangunan bertingkat dan beton bertulang, termasuk pelat lantai, balok, diafragma, saluran, sub-jembatan, dan struktur beton lainnya.
3. Beton Berkualitas Rendah, Beton berkualitas rendah terbagi menjadi dua kategori: a. 15 hingga kurang dari 20 MPa, biasanya digunakan untuk bangunan tanpa tulangan seperti lantai dan dinding tanpa struktur tulangan. b. 10 hingga kurang dari 17 MPa, sering digunakan sebagai beton starter atau pengisi.

II.2.2 Beton Berdasarkan Jenisnya

Berdasarkan jenisnya, beton terbagi menjadi 6 jenis, yaitu:

1. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³, atau berkisar antara 1440 hingga 1850 kg/m³ sesuai dengan kebutuhan struktur. Kekuatan tekan beton ringan pada usia 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa. Dibandingkan dengan beton normal, beton ringan memiliki bobot yang lebih rendah dan menggunakan agregat ringan dalam produksinya.
2. Beton berat terdiri dari agregat dengan berat jenis lebih besar dari beton normal, yaitu lebih dari 2400 kg/m³.
3. Beton standar memanfaatkan pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar, menyebabkan densitasnya berkisar antara 2200 kg/m³ hingga 2400 kg/m³, dan memiliki kekuatan tekan yang bervariasi dari 15 hingga 40 MPa
4. Beton massa (mass Concrete) digunakan untuk proyek-proyek beton yang besar dan massif seperti bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.
5. Ferro-Cement adalah bahan komposit yang diperkuat dengan anyaman kawat baja untuk memberikan kekuatan tarik dan daktilitas pada mortar semen.
6. Beton serat (fibre concrete) adalah bahan komposit yang mengandung serat untuk mencegah retak dan membuat beton lebih fleksibel daripada beton biasa.

II.2.3 Beton Berdasarkan Cara Pembuatan

Dari perspektif metode pembuatannya, beton biasanya dibagi menjadi:

1. Beton cor di tempat (cast in-situ), di mana beton dicor langsung di lokasi proyek menggunakan cetakan atau bingkai yang dipasang di tempat sesuai dengan elemen struktur bangunan, gedung, atau infrastruktur.

2. Beton pra-cetak (pre-cast), di mana beton dicor dalam fasilitas produksi khusus, kemudian diangkut dan dirakit di lokasi proyek sesuai dengan elemen struktur bangunan, gedung, atau infrastruktur.

II. 3 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Selain diklasifikasikan, beton juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan beton menurut Tjokrodimuljo (2004):

Kelebihan:

1. Mudah didapatkan bahan bakunya, sehingga harganya relatif terjangkau.
2. Termasuk dalam kategori bahan yang tahan lama, tahan aus, tahan panas, dan tahan terhadap korosi atau degradasi lingkungan, sehingga biaya perawatannya lebih ekonomis.
3. Dengan kekuatan tekan yang kuat, saat dipadukan dengan baja tulangan, beton dapat memiliki kekuatan tarik yang tinggi, memungkinkan pembentukan struktur kokoh seperti pondasi, kolom, balok, dinding, jalan, landasan pesawat terbang, penampungan air, pelabuhan, bendungan, dan jembatan..
4. Mudah dalam pengerjaan karena dapat dicetak sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Cetakan beton dapat digunakan berulang kali sehingga lebih ekonomis.

Kekurangan:

1. Variasi bahan dasar beton, baik agregat halus maupun kasar, bervariasi tergantung dari lokasi pengambilannya, sehingga perencanaan dan pembuatannya juga beragam.
2. Beton memiliki berbagai kelas kekuatan, sehingga perlu direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, menyebabkan variasi dalam perencanaan dan pelaksanaannya.
3. Kekuatannya rendah terhadap tarikan, sehingga rentan terhadap retak dan kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan metode penguat seperti pemberian

baja tulangan, serat baja, dan sebagainya untuk meningkatkan kekuatan tariknya.

II.4 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Beton

Menurut Joni (2017), dalam setiap perencanaan konstruksi menggunakan beton, kualitas beton harus diprioritaskan terlebih dahulu. Perhitungan dilakukan berdasarkan standar kualitas beton yang telah ditetapkan, yang nantinya akan menentukan dimensi balok, kolom, plat, dan dinding beton. Jelas bahwa perhitungan dengan standar kualitas beton yang lebih rendah akan menghasilkan dimensi yang lebih besar untuk elemen-elemen tersebut jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan standar kualitas beton yang lebih tinggi. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan untuk menjaga mutu beton termasuk:

II.4.1 Jumlah Semen pada Tiap Kubik Beton

Pertimbangan yang matang diperlukan dalam menentukan jumlah semen yang digunakan. Di satu sisi, penambahan semen dapat meningkatkan kekuatan beton, tetapi di sisi lain, penambahan tersebut dapat menyebabkan penyusutan yang signifikan, mengakibatkan retak-retak, serta meningkatkan biaya produksi beton. Karena itu, jumlah semen yang digunakan harus dipilih secara hati-hati sebagai bahan pengikat yang merata di antara bahan pengisi beton, termasuk bahan kasar seperti kerikil dan bahan halus seperti pasir. Kandungan semen minimum dalam campuran beton harus direncanakan sedemikian rupa sehingga mampu mengisi ruang kosong di antara bahan pengisi. Kurangnya jumlah semen sebagai bahan pengisi pori-pori campuran beton dapat mengakibatkan kesulitan dalam pemadatan campuran serta menghasilkan beton yang berpori, permeabel, dan kurang tahan lama, yang pada akhirnya akan mengurangi kekuatan beton.

Kelas Mutu Beton	Kebutuhan Akan Semen/M ³
K125	± 225 kg
K175	± 275 s/d 290 kg
K225	± 300 s/d 325 kg

Dalam campuran beton dengan gradasi yang memenuhi persyaratan, kebutuhan semen per meter kubik untuk mencapai mutu beton tertentu dapat dijelaskan sebagaimana tertera dalam tabel di bawah ini.

.Tabel II.1 kebutuhan semen/M³ (Juni,2017)

II.4.2 Faktor A/C

Untuk memastikan proses pengerasan semen berjalan dengan baik, diperlukan sekitar 12% hingga 15% dari berat semen yang digunakan sebagai jumlah air. Namun, jika jumlah air yang diberikan saat mencampur beton sesuai dengan persentase tersebut, hasilnya akan menjadi campuran beton yang sulit untuk dikerjakan. Untuk memperoleh campuran beton yang dapat diolah dengan baik, air harus diberikan dalam jumlah yang lebih besar dari yang diperlukan untuk pengerasan semen. Kelebihan air ini akan menguap, dan sebagai akibatnya, pori-pori akan terbentuk dalam beton. Namun, jika air diberikan terlalu banyak, jumlah pori-pori dalam beton akan bertambah, mengurangi kekuatannya. Jika pori-pori saling terhubung, beton akan menjadi tidak kedap air. Semakin kecil faktor A/C (berat air dibagi berat semen), mutu beton yang lebih tinggi akan dihasilkan. Namun, faktor A/C yang terlalu kecil, atau sama dengan 0,5, akan menghasilkan campuran beton yang sulit untuk dicor, menyebabkan kekakuan. Untuk memastikan campuran beton dapat dikerjakan dengan baik, faktor A/C sebaiknya berkisar antara 0,5 hingga 0,6. Jika faktor A/C melebihi 0,6, campuran beton akan sulit untuk dikelola dan dapat mengurangi kekuatan serta membuatnya tidak kedap air.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa faktor A/C yang ideal sebesar 0.55.dengan mempertimbangkan sebagai berikut :

1. Jika airnya terlalu banyak air akan menghasilkan beton yang *porous*
2. Kelebihan air dapat mengurangi kekuatan beton
3. Air yang berlebihan mengakibatkan beton tidak homogen,dan
4. Jika kekurangan air akan membuat beton keropos.

II.4.3 Kekerasan Agregat

Di dalam campuran beton, agregat kasar seperti batu pecah dan kerikil memiliki peran yang sangat signifikan dalam menentukan kekuatan beton. Karakteristik agregat ini secara signifikan memengaruhi kekuatan akhir beton. Agregat yang lembut dan berpori-pori akan menyebabkan penurunan kekuatan

beton dan meningkatkan kebutuhan air untuk mencapai konsistensi yang baik. Sebaliknya, pemanfaatan agregat yang keras dan padat akan menghasilkan kualitas beton yang tinggi karena kekuatan beton dipengaruhi oleh kekerasan agregat tersebut. Struktur beton yang menggunakan batu pecah umumnya memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan kerikil. Ini disebabkan oleh kenyataan bahwa permukaan batu pecah biasanya lebih kasar daripada permukaan kerikil, yang menghasilkan adhesi yang lebih baik antara campuran pasir dan semen.

II.4.4 Gradasi Agregat

Gradasi agregat merujuk pada proporsi bahan pengisi dalam campuran beton. Setiap variasi dalam perbandingan campuran bahan pengisi akan mengakibatkan jumlah pori yang berbeda. Perbandingan campuran bahan pengisi yang menghasilkan volume pori yang minim dianggap memiliki gradasi agregat yang optimal. Sementara perbandingan yang menghasilkan volume pori yang besar dianggap memiliki gradasi agregat yang buruk. Beton yang terbuat dari bahan pengisi dengan volume pori yang tinggi cenderung memiliki kekuatan yang lebih rendah, sementara beton yang mengandung sedikit pori cenderung memiliki kekuatan yang lebih tinggi.

II.4.5 Pembersihan Agregat

Seperti yang telah dijelaskan, kekerasan bahan pengisi akan mempengaruhi kekerasan beton secara keseluruhan. Maka dari itu, disarankan untuk menghindari penggunaan material yang mengandung banyak lumpur atau debu, karena partikel-partikel tersebut biasanya sangat halus dan memiliki kekerasan yang rendah. Lumpur atau debu ini biasanya berasal dari butiran yang pecahannya kurang keras dan memiliki ukuran yang dapat melewati saringan dengan ukuran 0,253 mm. Agregat yang berasal dari dasar sungai seringkali mengandung lumpur dan juga kotoran organik yang memiliki kekerasan yang rendah. Selain itu, kotoran organik juga dapat merusak beton.

II.4.6 Semen Sebagai Bahan Beton

Semen dianggap sebagai elemen kunci dalam struktur beton karena berperan dalam mengikat butiran pasir dan kerikil menjadi satu kesatuan yang

disebut beton. Oleh karena itu, kualitas semen secara langsung memengaruhi kualitas beton, dengan beton yang menggunakan semen berkualitas lebih tinggi cenderung memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi. Di Indonesia, produksi semen dapat diklasifikasikan ke dalam dua nilai, yaitu S 550 dan S 475. Jenis semen S 550 meliputi merek-merek seperti Gresik, Tiga Roda, Kujang, dan Padang, sementara semen S 475 meliputi semen Tonasa.

Produksi semen mengikuti standar ASTM yang membaginya menjadi lima tipe, sebagai berikut:

1. Semen Portland tipe I digunakan untuk penggunaan umum tanpa risiko paparan sulfat.
2. Semen Portland tipe II memiliki ketahanan terhadap sulfat dan panas hidratisasi sedang.
3. Semen Portland tipe III memberikan kekuatan awal yang tinggi pada saat pembentukan ikatan.
4. Semen Portland tipe IV mengeras dengan lambat dan memiliki panas hidratisasi rendah.
5. Semen Portland tipe V menunjukkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Penggunaan semen tipe III dapat meningkatkan kekuatan beton saat awal pembentukan, namun kecenderungannya adalah memiliki kekuatan yang lebih rendah pada tahap akhir umur beton. Di sisi lain, penggunaan semen tipe IV mungkin menghasilkan kekuatan yang relatif rendah pada tahap awal pembentukan, tetapi dapat menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi pada tahap akhir umur beton. Secara umum, penggunaan semen tipe II, IV, dan V cenderung menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi pada tahap akhir umur beton dibandingkan dengan semen tipe I dan III.

II.4.7 Pengadukan Campuran Beton

Beton yang memiliki susunan di mana butiran yang lebih kecil mengisi celah antara butiran yang lebih besar menghasilkan struktur yang padat (baik), sehingga menghasilkan beton yang berkualitas tinggi. Sebaliknya, jika susunan beton tidak padat (baik), akan menghasilkan beton yang berkualitas rendah.

optimal seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Oleh karena itu, penggunaan pencampuran manual tidak diperbolehkan kecuali untuk beton dengan tingkat kualitas non-struktural. Campuran beton dianggap baik jika pencampurannya merata dan dianggap buruk jika tidak merata. Untuk mendapatkan campuran beton yang baik, penggunaan mesin pengaduk (betonmolen) diperlukan. Dalam proses pengadukan, konsistensi campuran beton harus diawasi dengan memeriksa slump setiap kali campuran baru dibuat. Slump yang terukur memberikan indikasi apakah jumlah air yang ditambahkan sudah sesuai atau belum. Waktu pengadukan harus memadai untuk memastikan campuran beton merata, yang bergantung pada kapasitas drum pengaduk, jumlah campuran, komposisi agregat, dan nilai slump. Secara umum, waktu pengadukan minimal harus satu setengah menit.

II.4.8 Metode Pemadatan

Untuk mencapai mutu beton yang tinggi, kepadatan beton memiliki peranan yang sangat penting bersama dengan faktor-faktor lainnya. Kepadatan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk gradasi agregat, workability, dan proses pemadatan. Pemadatan bisa dilakukan dengan menggunakan metode merojok, namun metode ini akan menghasilkan kepadatan yang terbatas. Dengan merojok, butiran-butiran akan digoyangkan sehingga bergerak untuk mencari keseimbangan baru yang lebih padat. Selain merojok, pemadatan juga melibatkan pukulan-pukulan pada cetakan/bekisting untuk memastikan adukan beton mengisi seluruh ruang. Jika pemadatan dilakukan dengan merojok, hasil kepadatannya akan terbatas, sehingga kualitas beton juga akan terbatas. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan alat pemadat mekanis seperti jarum penggetar atau penggetar harmer (bekisting). Dengan menggunakan metode ini, energi yang dihasilkan lebih besar dan kemampuan pemadatannya lebih tinggi, sehingga beton yang dihasilkan lebih baik. Untuk mencapai kepadatan yang baik, pemadatan harus dilakukan secara merata dengan waktu penggetaran yang cukup di setiap bagian. Penggetaran yang berlebihan tidak diinginkan karena dapat menyebabkan pemisahan (segregasi), yang dapat terlihat dari timbulnya lapisan air di permukaan yang digetarkan. Jika terjadi pemisahan, komposisi gradasi akan terganggu sehingga beton menjadi kurang padat dan mutunya pun menurun.

II.4.9 Kuat Beton.

Dalam proses pengecoran beton, tujuan utamanya adalah untuk mencapai hasil beton yang padat dengan permukaan yang rata tanpa adanya keropos atau lubang-lubang kerikil. Kehadiran keropos atau lubang-lubang kerikil pada beton dapat signifikan mengurangi kekuatan struktur, terutama jika terjadi pada bagian beton yang menerima tekanan. Untuk mengatasi masalah ini, lubang-lubang tersebut harus ditutup atau diperbaiki setelah dibersihkan dengan hati-hati. Dalam proses perbaikan ini, disarankan untuk menggunakan bahan tambahan yang dapat meningkatkan daya lekat antara beton yang sudah ada dan beton yang baru ditambahkan.. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan ini tidak akan meningkatkan kekuatan konstruksi, melainkan berperan sebagai lapisan pelindung untuk mencegah korosi pada besi beton akibat pengaruh udara, sekaligus memperbaiki penampilan permukaan. Oleh karena itu, meskipun keropos telah ditambal, dampaknya tetap sama dengan kondisi tanpa penambalan, sehingga dapat signifikan mengurangi kekuatan struktur konstruksi.

II.4.10 Pemeliharaan Beton (Curing)

Kadar air yang ada dalam beton yang baru dicor sering kali lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk proses hidrasi semen. Namun, kehilangan air ini karena penguapan setelah pengecoran dapat mengakibatkan proses hidrasi yang tidak optimal. Hal ini terjadi jika beton tidak dilindungi dari sinar matahari langsung dan udara kering. Curing dilakukan untuk mencegah kehilangan air pada tahap awal ini. Jika proses hidrasi tidak sempurna, maka kekuatan beton dapat menurun.

II.4.11 Umur Beton

Kekuatan beton cenderung meningkat seiring bertambahnya usia beton. Namun, kekuatan beton biasanya diukur berdasarkan kekuatannya setelah mencapai usia 28 hari. Seiring bertambahnya usia beton, proses pengerasannya semakin baik, yang berarti kekuatannya pun meningkat. Hubungan antara kekuatan beton dan usia beton dapat ditemukan dalam tabel berikut (sesuai dengan P3I 1971):

Tabel.II.2 Hubungan Antara Umur Dan Kkuatannya

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland Dengan Kekuatan Awal Yang Tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

II.4.12 Temperataur Beton

Pembuatan dan pengecoran beton sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi agar mutu beton yang dihasilkan dapat optimal. Idealnya, suhu saat pembuatan dan pengecoran beton dibatasi hingga maksimal 90°F. Pembatasan suhu maksimum saat pengecoran dilakukan karena pengecoran pada suhu tinggi dapat mengurangi mutu dan daya tahan beton jika dibandingkan dengan pengecoran pada suhu yang lebih rendah. Pengecoran pada suhu tinggi juga membutuhkan lebih banyak air, yang dapat meningkatkan risiko penyusutan beton. Beberapa cara untuk mengatasi suhu tinggi ini meliputi:

Tabel II.3 Proporsi Jumlah Material Penyusun SCC

Material Internal berat (kg/m ³)	berat (kg/m ³)
Powder	360-600
Air	150-21-
Agregat Kasar	750-1000
Agregat Halus	48-55% dari berat agregat

SUMBER EFNARC 2005

II.5 Beton Silinder

Silinder beton ini dibuat dari campuran beton yang akan diuji di laboratorium, yang merupakan sampel representatif dari campuran beton yang akan digunakan dalam proyek konstruksi. Jumlah silinder beton yang dibuat harus mencerminkan variasi dalam campuran beton yang digunakan. Bahan yang dibutuhkan termasuk campuran beton yang sudah dipersiapkan dengan komposisi agregat kasar, agregat halus, semen, dan air yang telah ditakar dengan benar. Sedangkan peralatan yang diperlukan meliputi:

- Cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, yang terbuat dari bahan besi atau baja.
- Alat penumbuk.
- Cetok.
- Tongkat perata.

II.6 Bahan Yang Dipakai Sebagai Penyusun Beton

Komposisi beton terdiri dari air, semen Portland, agregat kasar dan halus, serta bahan tambahan, dan setiap bahan memiliki peran dan dampak yang berbeda. Salah satu sifat utama beton adalah kekuatan tekan, yang memengaruhi berbagai sifat lainnya. Berbagai faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton termasuk kualitas bahan, rasio air-semen, gradasi agregat, ukuran agregat, metode pengadukan, dan umur beton. (Tjokrodinuljo, 1996)

II.6.1 Semen Portland

Semen hidrolik merupakan produk yang dihasilkan melalui proses penggilingan terak semen Portland, terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolik, serta digiling bersama dengan bahan tambahan seperti kristal senyawa kalsium sulfat dan mungkin bahan tambahan lainnya, sesuai dengan standar SNI 15-2049-2004. Ketika semen bereaksi dengan air, ia membentuk pasta semen; campuran ini, bila ditambahkan dengan pasir, menjadi mortar, sedangkan dengan penambahan kerikil akan membentuk beton. Fungsi utama semen adalah mengalami reaksi dengan air untuk membentuk pasta semen, yang kemudian berfungsi sebagai perekat untuk mengikat butiran-butiran menjadi massa yang padat. Semen Portland merupakan jenis material yang memiliki minimal 75% kandungan kalsium silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ dan $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), dengan sisa komposisi tidak kurang dari 5%, yang terdiri dari Al silikat, Al ferit silikat, dan MgO. (Zefanya, 2021)

Oksida 1	Persentase 2
Kapur, CaO	60-65
Silika, SiO ₂	17-25
Alumina Al ₂ O ₃	3-8
Besi Fe ₂ O ₃	0,5-6
Magnesia, MgO	0,5-4
Sulfur, S ₂ O ₃	1-2
Soda/potash, Na ₂ O K ₂ O	0,5-1

Hasil primer dari proses hidrasi semen adalah $(3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ atau $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$, dikenal sebagai tobermorite, yang memiliki struktur gel. Selain itu, hasil lainnya adalah kapur bebas $\text{Ca}(\text{OH})_2$, yang merupakan produk sisa dari reaksi C_3S dan C_2S dengan air.

II.6.2 Agregat Kasar

Biasanya, agregat kasar memiliki ukuran butiran yang lebih besar dari 4,80 mm, seperti kerikil, kerikak, batu pecah, atau split. Kerikil bisa terjadi secara alami dari proses desintegrasi batuan atau dihasilkan sebagai batu pecah dari industri pemecahan batu, dengan ukuran butiran berkisar antara 5 mm hingga 40 mm. Sesuai dengan standar SNI 03-2847-2002, agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi sejumlah persyaratan sebagai berikut:

1. Kekerasan butiran pasir harus terjaga. Hal ini penting karena butiran yang tajam memperbaiki keterikatan antara agregat.
2. Butiran harus kokoh dan tidak mudah hancur.
3. Agregat harus tahan terhadap pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga memiliki ketahanan terhadap kondisi cuaca.
4. Kandungan lumpur dalam pasir tidak boleh melebihi 5% dari berat kering pasir.
5. Lumpur dapat menghambat ikatan antara pasir dan pasta semen; oleh karena itu, beton yang dihasilkan akan memiliki kualitas rendah jika kandungan lumpurnya tinggi.
6. Pasir tidak boleh mengandung terlalu banyak bahan organik.

Tabel II.6 Gradasi Agregat Halus (Almaidah, 2018)

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-10	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100

0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus terdiri dari pasir alam hasil penyatuan batuan atau pasir berbatu hasil peremukan batu dengan ukuran butir 4,75 mm. Agregat halus yang berkualitas tidak mengandung lumpur lebih dari 5% beratnya, tidak mengandung bahan organik kasar, terdiri dari butiran yang tajam dan tahan, serta bervariasi ukurannya antara 4 dan 100 filter sesuai spesifikasi Amerika

II.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Tujuan dari pengujian kuat tekan beton adalah untuk membandingkan nilai kuat tekan beton yang diperoleh. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa beton yang digunakan dalam konstruksi memiliki kekuatan tekan yang memadai. Kekuatan tekan beton merupakan parameter penting yang dapat memengaruhi berbagai sifat fisik utama beton, seperti kekuatan geser, modulus elastisitas, kekuatan tarik belah, ketahanan terhadap air, ketahanan terhadap cuaca, dan lain sebagainya.

Menurut standar SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton didefinisikan sebagai beban per satuan luas yang menyebabkan sampel beton hancur ketika dikenai gaya tekan tertentu, yang diaplikasikan oleh mesin tekan. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$f'_c = P / A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

A = luas penampang benda uji (mm²)

P = beban tekan (N)

Benda uji disiapkan dengan membersihkannya menggunakan kain basah untuk menghilangkan kelebihan air dan kotoran yang mungkin menempel. Kemudian, benda uji ditekan hingga hancur, dan beban maksimum yang tercapai dicatat sesuai dengan nilai yang ditampilkan di layar. Beban maksimum adalah

beban yang dapat menyebabkan kerusakan pada benda uji dan diterapkan secara merata di permukaan benda uji yang rata. Proses penekanan dilakukan dengan kecepatan yang tepat sehingga tekanan maksimum dapat tercapai.

II.8. Penelitian Terdahulu

Judul	Studi Eksperimental Mikrostruktur Terhadap Beton Mutu Tinggi Dengan Pemanfaatan Beton Limbah
Jenis Penelitian	Skripsi
Tahun	2022
Penulis	Nur Ainun Hafifah
Permasalahan	Bagaimana Beton Mutu Tinggi Menggunakan Limbah Beton Sebagai Bahan Pembentuk Beton? Bagaimana Deskripsi Mikrostruktur dan Kandungan Kimiawi Beton Mutu Tinggi dengan Pengujian SEM dan EDS?
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi yang menggunakan Limbah Beton sebagai Bahan Pembentuk serta menggambarkan Mikrostruktur dan Kandungan Kimiawi Beton Mutu Tinggi sebagai Bahan Pembentuk Beton
Sumber Data	Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar.

<p>Metode Penelitian</p>	<p>metode analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif, yang memberikan gambaran data tentang penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dengan variasi persentase limbah beton 0%, 50%, dan 100%. Analisis bertujuan untuk memahami dampak material terhadap sifat mekanik beton baru yang menggunakan limbah beton, dengan pengujian SEM dan EDS.</p>
<p>Hasil Penelitian</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuat tekan dari setiap sampel menunjukkan penurunan kekuatan seiring dengan peningkatan jumlah limbah beton yang digunakan. Pada persentase 0%, kuat tekan adalah 43.4 MPa, pada 50% limbah beton, kuat tekan adalah 42.3 MPa, dan pada 100% limbah beton, kuat tekan adalah 41.0 MPa. 2. Hasil pengujian SEM menunjukkan perbedaan antara beton normal dan beton dengan tambahan limbah sebagai pengganti kerikil. Pada beton normal, tidak ada retakan dan material terikat secara erat. Namun, pada campuran

dengan 50% limbah, terlihat banyak retakan, menandakan bahwa campuran tersebut tidak dapat menyatu secara mikro. Sementara itu, campuran dengan 100% limbah beton menunjukkan integritas struktur yang serupa dengan beton normal, menunjukkan bahwa limbah beton dapat digunakan sebagai pengganti agregat alam. Pengujian EDS menunjukkan bahwa beton dengan tambahan 50% dan 100% limbah memiliki kandungan senyawa yang serupa dengan beton normal, termasuk C, O, Al, P, S, dan Ca.

Judul	Pengaruh Substitusi Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Curing Air Laut
Tahun Terbit	2020
Penulis	Risamawarni, Erniati Bachtiar, Fatmawaty Rachim.

Permasalahan	Apa dampak penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kekuatan beton yang diuji dengan perendaman dalam air laut dan air tawar?.
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kekuatan beton yang diuji dengan metode curing menggunakan air laut dan air tawar. Pengukuran kuat tekan dilakukan untuk memberikan wawasan yang berguna bagi pengembangan infrastruktur, khususnya dalam konstruksi beton di lingkungan yang berpotensi korosif. Variasi komposisi agregat limbah beton adalah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari total berat agregat alami (batu pecah/kerikil).
Sumber Data	Proses pembuatan sampel dan pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Makassar.

Metode Penelitian	Riset ini memakai metode eksperimental dengan membuat sampel dan melakukan pengujian sampel beton.
Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kekuatan tekan beton dengan penggantian 25%, 50%, 75%, dan 100% agregat kasar dengan limbah beton, yang diuji dengan perendaman dalam air tawar pada umur 28 hari, adalah secara berurutan 30,57 MPa; 29,30 MPa; 27,60 MPa; dan 22,08 MPa. Sementara itu, untuk beton yang direndam dalam air laut, kekuatan tekan berturut-turut adalah 28,87 MPa; 26,33 MPa; 22,93 MPa; dan 20,38 MPa. 2. Beton tanpa limbah beton, yang direndam dalam air tawar, memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi daripada beton yang direndam dalam air laut. 3. Beton dengan penggantian 25%, 50%, 75%, dan 100% agregat kasar dengan limbah beton, yang direndam dalam air tawar, menunjukkan

	kekuatan tekan yang lebih tinggi daripada beton yang direndam dalam air laut.
--	---

Judul	Efek Curing Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Yang Menggunakan Fly Ash Sebagai Substitusi Pasir
Nama Jurnal	Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil
Tahun Terbit	April 2022
Penulis	Azhari Zahlim, Erniati Bachtiar, Ritnawati Makbul
Permasalahan	Dalam mengatasi masalah korosi pada beton yang disebabkan oleh kandungan klorida dalam air laut, perlu ditambahkan bahan tambahan dalam campuran beton untuk mengurangi penetrasi klorida ke dalam beton dan menjaga keamanan tulangan dalam beton.
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton mutu tinggi yang menggunakan fly ash sebagai pengganti agregat halus.
Sumber Data	Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, dan menggunakan metode eksperimen.

Metode Penelitian	Analisis data menggunakan analisis deskriptif, yang memberikan gambaran data antara beton mutu tinggi yang menggunakan fly ash sebagai pengganti pasir yang dirawat dengan air laut dan air tawar.
Hasil Penelitian	Efek perendaman dalam air laut pada beton mutu tinggi yang menggunakan fly ash sebagai pengganti pasir menurunkan kuat tekan dibandingkan dengan beton mutu tinggi yang direndam dalam air tawar. Semua variasi fly ash sebagai pengganti pasir pada beton mutu tinggi yang direndam dalam air tawar memiliki kuat tekan lebih tinggi daripada beton mutu tinggi yang direndam dalam air laut. Penurunan kuat tekan beton karena perendaman dalam air laut pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% secara berturut-turut adalah 14,90%; 13,13%; 10,49%; dan 9,89% dibandingkan dengan beton yang direndam dalam air tawar. Namun demikian, baik pada perendaman dalam air tawar maupun air laut, terjadi peningkatan kuat tekan beton seiring dengan peningkatan persentase fly ash

	<p>sebagai pengganti pasir. Peningkatan kuat tekan beton yang direndam dalam air tawar dengan penggunaan fly ash sebagai pengganti pasir sebesar 10%, 20%, dan 30% berturut-turut adalah 0,31%; 1,94%; dan 2,96% dari kuat tekan beton standar tanpa fly ash (0%). Peningkatan kuat tekan beton yang direndam dalam air laut dengan penggunaan fly ash sebagai pengganti pasir sebesar 10%, 20%, dan 30% berturut-turut adalah 2,4%; 7,19%; dan 8,98% dari kuat tekan beton standar tanpa fly ash (0%). Fly ash memiliki potensi sebagai pengganti pasir yang cocok untuk digunakan dalam konstruksi beton di lingkungan laut. Namun, penelitian ini perlu dilanjutkan dengan variasi fly ash baik dari jenis maupun jumlahnya.</p>
--	---

Judul	Pengaruh Perawatan (Curing) Perendaman Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Beton
Tahun Terbit	2017
Penulis	Hakas Prayuda dan As'at Pujianto

Tujuan Penelitian	untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap nilai kuat tekan beton dan penyerapan dengan umur perawatan selama 28 hari
Hasil Penelitian	<p>Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan tiga merek semen dengan perawatan air laut dan air tawar:</p> <p>a. Penggunaan semen Tiga Roda menghasilkan kuat tekan beton sebesar 28,00 MPa setelah perendaman dalam air laut, dan 29,50 MPa setelah perendaman dalam air tawar. Semen Gresik menghasilkan kuat tekan beton sebesar 26,7 MPa setelah perendaman dalam air laut, dan 23,70 MPa setelah perendaman dalam air tawar. Sedangkan semen Holcim memberikan hasil kuat tekan beton sebesar 29,7 MPa setelah perendaman dalam air laut, dan 23,85 MPa setelah perendaman dalam air tawar.</p> <p>b. Hasil penyerapan menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, penggunaan air laut menghasilkan penyerapan yang lebih besar daripada penggunaan air tawar (Nurtanto, Rahayu, & Wahyuningtyas, 2018).</p>

--	--

Judul	Pengaruh Penggunaan Zat Epoxy Terhadap Kuat Tekan Beton Normal
Tahun Terbit	2020
Penulis	Dhika Pradana
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan zat epoxy resin sebagai bahan tambahan dalam campuran beton terhadap sifat mekanik beton, terutama kuat tekan, selama periode pengamatan yang mencakup 1, 3, 7, 14, dan 28 hari.
Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penambahan bahan epoxy sebagai zat tambahan dalam beton segar, yang dikenal sebagai polimerisasi, dapat meningkatkan nilai kekuatan tekan beton jika persentasenya lebih tinggi, misalnya 20% atau 30% dari berat agregat halus (pasir). Penting untuk dicatat bahwa kekuatan beton tersebut tidak melebihi nilai kuat tekan beton normal pada kelompok usia beton

	<p>tertentu.</p> <p>2. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis bahwa beton normal dapat cepat mengeras dan mencapai kuat tekan yang tinggi pada umur 3 hari dengan penggunaan zat epoxy beton polimer pada persentase sebesar 0,8%.</p>
--	--

BAB III

METODE DAN PELAKSANAAN

III.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, yang dimulai dari tahap persiapan sampai pada tahap pengujian benda uji.

III.2 Alat dan Bahan.

III.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu terdiri dari :

- a. Timbangan dengan kapasitas lima kg dengan menggunakan ketelitian hingga 0,1 gram
- b. Satu set alat TTM (*Tokyo Testing Machine*) untuk pengujian kuat lentur.
- c. *Mixer* atau mesin pencampur bahan penyusun beton
- d. Oven atau pengering yang menggunakan pengaturan suhu.
- e. Ayakan ASTM satu set.
- f. Penampungan air yang berfungsi untuk perendaman benda uji
- g. Gelas ukur dengan kapasitas 2000 mililiter dan kapasitas 50 mililiter dipakai untuk menekan air.
- h. Cawan atau talam *stainless steel*, berfungsi untuk mendinginkan larutan.
- i. Mistar, dipakai untuk mengukur penurunan beton segar dalam pengujian slump beton.
- j. Ember, sebagai tempat air dan wadah adukan.
- k. Karung goni

III.2.2 Bahan

Untuk bahan yang dipakai adalah sebagai berikut :

- a. Semen
- b. Pasir atau biasa disebut dengan agregat halus.

- c. Kerikil atau biasa disebut dengan Agregat kasar.
- d. Air

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Sebagai penelitian akhir, ini diharuskan dikerjakan dengan teratur agar nantinya diperoleh hasil yang nyata serta dapat dipertanggung jawabkan.

III.3.1 Langkah Kerja

- a) Tahap 1 (Studi literatur).

Tahapan ini dilakukan untuk pencarian terhadap aneka macam atau sumber tulisan, baik berupa buku, arsip, artikel serta jurna atau dokumen yang relevan denngan sumber yang sudah dikaji. Sehingga materi yang didapatkan menurut studi literatur ini dijadikan acuan buat memperkuat argumentasi yang ada.

- b) Tahap II (Persiapan).

Tahap ini semua bahan dan alat yang akan dipakai disiapkan terlebih dahulu.

- c) Tahap III (Tahap Uji Bahan).

Tahap ini dilakukan dengan pengujian terhadap bahan penyusun beton yaitu agregat. Dari pengujian bisa diketahui bahan tadi memenuhi syarat atau tidak.

- d) Tahap IV (Pembuatan *Mix Design*) .

Mix design merupakan perencanaan pembuatan campuran beton atau perencanaan komposisi beton

- e) Tahap V (Tahap Pengujian Slump)

Tahapan ini dilakukan pengujian slump test yang bertujuan untuk menentukan bagaimana kekentalan adukan beton dan menunjukkan hasil dari penentuan slump beton pada pembuatan rancangan adukan beton.

- f) Tahap VI (Tahapan Pembauatan Benda Uji).

Tahapan ini berdasarkan hasil perhitungan atau perancangan mix design yang wajib dilakukan dalam tahapan adalah :

1. Pengecoran ke dalam cetakan beton berbentuk silider.
2. Benda uji dikeluarkan dari *bekisting* setelah umur 1hari (24 jam).

g) Tahap VII (Tahapan Curing atau Perawatan Benda Uji).

Dalam pelaksanaanya curing bertujuan agar bisa mengetahui perkembangan sifat mekanik beton dalam hal ini kuat tekan setelah direndam dengan air dengan umur perendaman yang telah ditentukan yaitu umur 28 hari.

h) Tahap VIII (Tahapan pengujian benda uji)

pengujian Kuat Tekan Beton dilakukan pada umur 28 hari di lakukan di laboratorium Universitas Fajar

i) Tahap IX (Tahapan Pemabahasan dan Analisis Data).

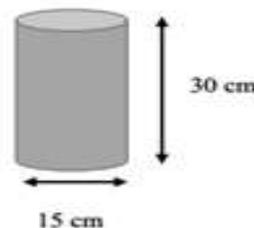
Tahapan ini bertujuan untuk pengumpulan data pengujian serta melakukan perhitungan pengujian kuat tekan. Kemudian selanjutnya masuk dalam Analisa hasil kuat tekan beton pada perendaman air laut dan pasang surut air Laut.

j) Tahap X (Penutup atau Kesimpulan dan Saran).

Tahapan ini dibentuk suatu kesimpulan serta saran dari data yang sudah dikumpulkan serta yang sudah dianalisis sehingga hasilnya berhubungan langsung dengan tujuan penelitian ini.

III.3.2 Pembuatan Benda Uji Silinder

Benda uji silinder dibuat dengan ukuran diameter 15cm dan tingginya sebesar 30 cm.



GAMBAR III.1 Sketsa Bentuk dan Ukuran Benda Kerja

III.3.2.1 Pembuatan Benda Uji

Berdasarkan Gambar 3.1 menjelaskan langkah-langkah pembuatan benda uji beton sebagai berikut:

- a. Menyiapkan dan menimbang bahan yang akan terpakai sesuai dengan perencanaan *mix design*
- b. .Menyiapkan molen yang kemudian menuangkan agregat kasar dan agregat halus.
- c. Selanjutnya masukan semen.
- d. Setelah tercampur merata, tambahkan air yang sudah ditimbang atau diukur sesuai hasil perencanaan *mix design*
- e. Setelah semua campuran merata, maka dilakukan uji slump buat mengetahui taraf *workability* adukan
- f. Apabila nilai slump sudah terpenuhi, adukan beton bisa dituangkan kedalam cetakan dan dipadatkan sampai merata
- g. Mengulangi langkah dua hingga 4 buat benda uji yang lainnya menggunakan jumlah yang telah ditetapkan
- h. Diamkan pada tempat kering selama kurang lebih 24 jam.
- i. Setelah 24 jam, maka cetakan dibuka lalu masuk dalam tahapan perawatan atau curing menggunakan cara perendaman.

III.3.2.2 Curing (Perawatan).

Perawatan beton ini dilakukan setelah beton diangkat dari bekisting berbentuk silinder. Yang berguna agar poses reaksi semen dengan baik. Perendaman menggunakan air laut ini dilakukan antara 27-28 hari sebelum dilakukan pengujian pada sampel. sampel pertama dilakukan pengujian perendaman penuh pada lingkungan laut sehingga sampel tidak tampak pada permukaan air laut sedangkan sampel kedua dilakukan perendaman pada lingkungan laut yang terpapar pasang surut air laut.

III.3.2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data nantinya akan dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, diantaranya proses pembuatan benda uji berupa data dari hasil pengujian agregat (uji karakteristik material), dan hasil dari uji kuat tekan pada beton dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Benda uji dibersihkan terlebih dahulu dengan kain basah agar tidak ada kelebihan air dan

kotoran yang melekat. Setelah itu, benda uji ditekan hingga hancur. Beban maksimum dicatat sesuai dengan yang ditunjukkan pada layar display. Beban maksimum adalah beban yang dapat menghancurkan benda uji dan dikenakan pada permukaan benda uji yang betul-betul rata. Kecepatan penekanan dilakukan sedemikian rupa, sehingga tekanan maksimum tercapai

III.4 Teknik Analisa Data

Hasil yang telah diperoleh pada saat kegiatan pengumpulan data di laboratorium Universitas Fajar. Tahap ini meliputi analisa pebandingan uji kuat tekan beton terhadap beton yang direndam pada lingkungan laut dan perendaman pasang surut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Pengujian Karakteristik Agregat

Pentingnya melaksanakan pengujian karakteristik bahan penyusun beton untuk mengidentifikasi jenis agregat yang akan digunakan sebelum melakukan proses pencampuran beton. Tujuannya agar campuran beton dapat memenuhi persyaratan yang diatur dalam standar nasional Indonesia yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, Pengujian karakteristik agregat telah dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar. Proses pengujian mencakup evaluasi terhadap agregat halus dan agregat kasar (kerikil) sesuai dengan standar SNI. Rangkuman hasil pengujian karakteristik agregat disajikan dalam Tabel IV.1. Tabel IV. 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar.

No.	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat kasar	Interval	Keterangan
1.	Kadar lumpur (%)	0,4	Maks 1	Memenuhi
2.	Kadar air (%)	1,2	0,5 - 2	Memenuhi
3.	Berat Volume			
	a. kondisi lepas (kg/ltr)	1,67	1,6 – 1,9	Memenuhi
	b. kondisi padat (kg/ltr)	1,69	1,6 – 1,9	Memenuhi
4.	Berat jenis			
	a. Nyata (gr)	2,68	1,60– 3,33	Memenuhi
	b. Dasar kering (gr)	1,49	1,60 – 3,34	Memenuhi
	c. Kering permukaan (gr)	2,56	1,60 – 3,35	Memenuhi
5.	Absorsi	2,87	Maks 4	Memenuhi
6.	Modulus kehausan	6,63%	6 – 7,1	Memenuhi
7.	Keausan	40.00%	Maks 50	Memenuhi

Sumber: hasil pengolahan data, 2024

Gambar IV. 2 Pengujian Agregat Kasar



Tabel IV.1.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1.	Kadar lumpur (%)	4,88	0,2 -5	Memenuhi
2.	Kadar air (%)	3,35	05 - mar	Memenuhi
3.	Berat volume			
	a. kondisi lepas (kg/ltr)	1,70	1,4 - 1,9	Memenuhi
	b. kondisi padat (kg/ltr)	1,75	1,4 - 1,9	Memenuhi
4.	Berat jenis			
	a. Nyata (gr)	2,88	1,60 - 3,30	Memenuhi
	b. Dasar kering (gr)	2,30	1,60 - 3,31	Memenuhi
	c. kering permukaan (gr)	2,50	1,60 - 3,32	Memenuhi
5.	Absorsi	2,00	0,2 - 2	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	3,00	2,3 – 3,31	Memenuhi
7.	Kadar organik	No.2	<No 3	Memenuhi

Sumber : Hasil pengolahan data

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus yang tersajikan dalam Tabel IV.1.2. menunjukkan bahwa agregat halus memenuhi persyaratan standar SNI karena semua hasil pengujian benda dalam rentang yang ditetapkan oleh standar untuk agregat halus.

Pada Tabel IV.1 dapat pula disimpulkan bahwa agregat kasar memenuhi standar SNI karena semua hasil pengujian karakteristik agregat berada dalam interval yang ditentukan oleh standar untuk agregat halus, terkecuali nilai absorsi agregat halus tidak memenuhi sehingga diberikan perlakuan lebih.

IV.2 Mix Design

Pada penelitian ini mutu beton yang direncanakan yaitu 25 MPa. Dari hasil pemeriksaan material dan perhitungan mix design, komposisi agregat penyusun balok beton dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Mix design benda uji silinder yaitu 0,0157 m³

Material	Berat material (kg/m ³)	Rasio terhadap Berat semen	Berat untuk 1 benda uji (kg)
Air	195	0,560	0,306
Semen	348,2143	1,000	0,546
Pasir	773,9786	2,222	1,215
Kerikil	1261,9786	3,624	1,982

Sumber : Hasil pengolahan data

Gambar IV. 2 Proses Mix Design



IV.3 Slump Test

Pengujian slump test dilakukan untuk mengenali tingkat workability (kekentalan) dari campuran beton workability beton ialah ukuran seberapa mudah campuran tersebut dapat digunakan dalam proyek konstruksi tanpa mengakibatkan pemisahan bahan-bahan penyusun beton (segresasi). Factor-faktor seperti kandungan air, jumlah semen, serta bentuk dan ukuran agregat, turut mempengaruhi tingkat kekentalan beton. Dalam penelitian ini, slump test dilaksanakan sekali untuk campuran yang ada.

Tabel IV.3 Nilai Slump untuk campuran beton normal

No.	Campuran beton normal	Test slump (cm)	Rata-rata (cm)
1.	BN 1	10	10
2	BN 2	10	10

Sumber : Hasil pengolahan data,2024



Gambar IV. 3 Pengujian Slump Test

IV.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Perendaman Pasang Surut Air Laut.

Pengujian kuat tekan dilakukan pada silinder uji dengan dimensi alas 10 cm dan tinggi 20 cm. Silinder sebelumnya direndam dalam lingkungan laut dan yang terpapar pasang surut air laut selama 28 hari. Benda silinder terdiri dari 3 sampel. Benda uji ini merupakan spesimen kontrol kualitas beton yang telah direncanakan.

Pengujian dilakukan menggunakan mesin pengujian universal (Universal Testing Machine, UTM) dengan kapasitas 3000 kN, di mana benda uji diposisikan secara vertikal. Pengujian dilanjutkan hingga benda uji retak atau tidak dapat lagi menahan beban yang diberikan. Tanda akhir pengujian terjadi ketika jarum petunjuk pada UTM turun ke angka 0, menandakan bahwa pembebanan telah mencapai nilai maksimumnya. Hasil pengujian pada spesimen silinder beton normal dapat dilihat dalam Tabel IV.4. Tabel IV. 4 Tabel Kuat Tekan Beton Silinder (BN I) Perendaman Pasang Surut

Tanggal pengujian	Kode	Berat (Kg)	Slump (cm)	Luas (A) (mm)	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan (f'c = P/A) (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
21/03/2024	BN I	3,520	10	7850	200	25,47	25,04
21/03/2024	BN I	3,515	10	7850	200	25,47	
21/03/2023	BN I	3,490	10	7850	190	24,20	

Keterangan : SN = Silinder Normal Hasil pengolahan data

Tabel IV.5 Tabel Kuat Tekan Beton Silinder (BN II) Perendaman Penuh

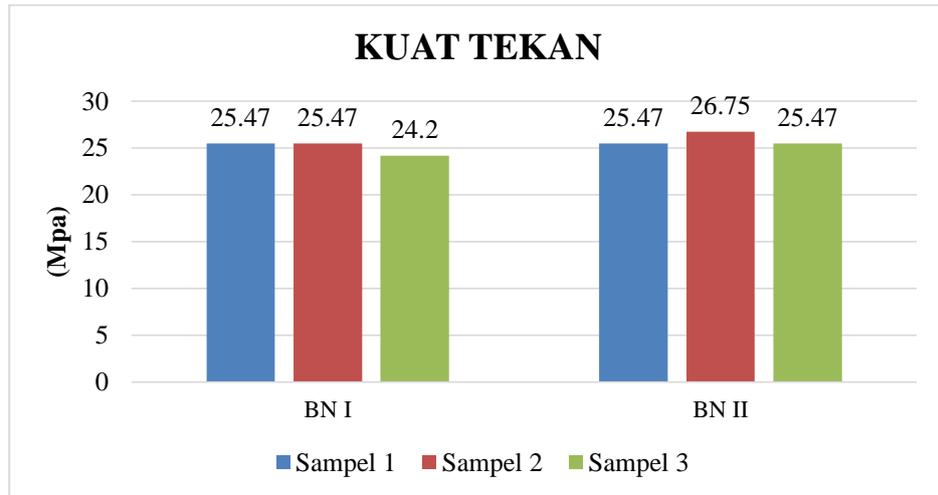
Tanggal pengujian	Kode	Berat (Kg)	Slump (cm)	Luas (A) (mm)	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan (f'c = P/A) (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
21/03/2024	BN II	4,090	10	7850	200	25,47	25,90
21/03/2024	BN II	3,620	10	7850	210	26,75	
21/03/2023	BN II	3,960	10	7850	200	25,47	

Keterangan : SN = Silinder Normal Hasil pengolahan data.



Gambar IV. 4 Pengujian tekan beton silinder normal dengan perendaman penuh dan yang terpapar pasang surut air laut.

Pengujian yang dihasilkan pada tabel IV.4 tersebut dengan nilai kuat tekan rata-rata yaitu sebesar 25,04 Mpa. Sedangkan Pengujian yang dihasilkan pada tabel IV.5 nilai kuat tekan rata-rata yaitu 25,90 Dari hasil tersebut menjadi bukti bahwa beton yang dibuat telah memenuhi mutu beton yang direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa. Sehingga pada penelitian ini didapat hasil perbandingan nilai kuat tekan beton Silinder yang direndam pada lingkungan laut, yaitu perendaman penuh dan yang terpapar pasang surut, Dimana nilai rata-rata kuat tekan beton dengan perendaman penuh yaitu $25,90 < 25,04$ untuk perendaman yang terpapar pasang surut air laut.



Gambar IV. 5 Diagram pengujian kuat tekan beton silinder normal dengan perendaman penuh dan yang terpapar pasang surut air laut.

Pengujian di atas menunjukkan nilai kuat tekan beton silinder pada perendaman penuh (BN II) lebih besar pada sampel yang diuji, sedangkan pada pengujian kuat tekan beton silinder pada perendaman pasang surut air laut menunjukkan nilai yang lebih rendah pada sampel yang diuji

IV. 5 Pengujian Kuat Tarik Beton silinder Perendaman Air Laut Dan Pasang Surut.

Pengujian ini adalah parameter penting dalam mengevaluasi kekuatan beton. Hasil pengujian diperoleh dari tes tekan yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan beban. Uji tarik beton dilakukan menggunakan sampel silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm, yang ditempatkan secara horizontal di atas alat uji. Beban tekan diterapkan secara merata secara vertikal dari atas ke seluruh panjang silinder. Pengujian dilakukan saat sampel mencapai usia 28 hari, dengan menggunakan sampel silinder berukuran 10 cm x 20 cm untuk menghitung kekuatan tarik beton.

Tabel IV.6 Tabel Tekan Tarik Beton Silinder (BN I) Perendaman Pasang Surut

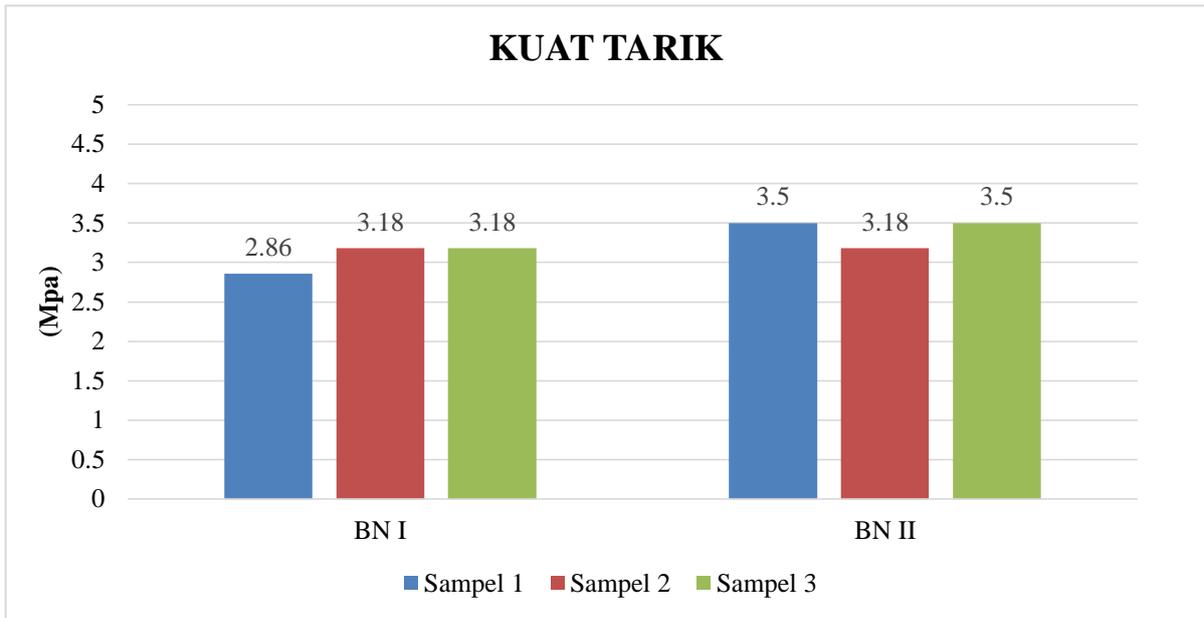
No Benda Uji	Tanggal		Diameter	Tinggi	Beban Maximum	Kuat Tarik
	Mix	Uji				

			(mm)	(mm)	(KN)	(Mpa)
BN I	17/02/2024	21/03/2024	100	200	90	2,86
BN I	17/02/2024	21/03/2024	100	200	100	3,18
BN I	17/02/2024	21/03/2024	100	200	100	3,18
Kuat Tekan Rata-rata						3,18

Tabel IV.7 Tabel Kuat Tarik Beton Silinder (BN II) Perendaman Penuh

No Benda Uji	Tanggal		Diameter	Tinggi	Beban Maximum	Kuat Tarik
	Mix	Uji				
			(mm)	(mm)	(KN)	(Mpa)
BN II	17/02/2024	21/03/2024	100	200	110	3,50
BN II	17/02/2024	21/03/2024	100	200	100	3,18
BN II	17/02/2024	21/03/2024	100	200	110	3,50
Kuat Tekan Rata-rata						3,50

Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari kuat Tarik belah beton silinder dengan perendaman penuh pada lingkungan Laut yaitu 3.50 Mpa. lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata kuat Tarik belah beton yang direndam pada lingkungan laut yang terpapar pasang surut air laut yaitu 3.18 Mpa.



Gambar IV. 6 Diagram pengujian kuat tarik beton silender normal dengan perendaman penuh dan yang terpapar pasang surut air laut.

Dari pengujian kuat tarik beton menunjukkan besarnya nilai kuat tarik beton pada perendaman penuh (BN II) pada sampel 1,2 dan 3, dengan nilai kuat tarik belah mencapai 3.50 Mpa. Dan pada perendaman pasang surut air laut (BN I) menunjukkan nilai kuat tarik belah mencapai 3.18 Mpa.

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari pengujian perbandingan kuat tekan pada beton silinder dengan dua metode uji perendaman pada lingkungan

laut yaitu,perendaman penuh dan perendaman yang terpapar pasang surut air laut,maka penelitian ini menyimpulkan bahwa:

1. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman penuh air laut selama 28 hari memenuhi mutu beton yang telah direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa.Dimana nilai kuat tekan rata-rata beton silinder perendaman penuh sebesar 25,90 Mpa.Dan kuat tarik dengan nilai rata-rata beton silinder ialah 3.50 Mpa.
2. Kuat tekan dan kuat tarik belah beton silinder dengan perendaman pasang surut air laut selama 28 hari perendaman dengan nilai rata-rata kuat tekan 25.04 Mpa.Dan nilai rata-rata kuat tarik belah 3.18 Mpa.

V.2 Saran

1. Sebaiknya alat pengujian kuat tekan beton di kalibrasi ulang.
2. Perlunya perbaikan alat-alat di Lab seperti timbangan digital.
3. Sebaiknya ada pengadaan peralatan tambahan di Lab seperti sendok adukan semen,mistar dan alat-alat penunjang dalam membuat sampel uji lainnya.
4. Pembenahan posisi alat yang ada di Lab agar tidak sembrautan agar leih tertata baik dan rapih

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, S. bahri (2018) '*Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton*', *INTEK: Jurnal Penelitian*, 5(1), p. 48. doi: 10.31963/intek.v5i1.200.

- Almaidah (2018) *Sifat dan Karakteristik Beton*. Available at:
- Badan Standarisasi Nasional. 2000: *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2843-2000 (2000) 'Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal'*.
- DPU, 1990, SNI – 03 – 1974 – 1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Jakarta
- Ervianto, M. (2016) '*High Strength Concrete Compressive Strength Using Fly Ash Additive and Bestmittel Admixture*', *Research of Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Yogyakarta, Vol.20(No.3)*.
- Hartini (2013) *Analysis of Concrete Microstructure Using Seawater as Mixing and Immersion Water*', *Ятыамат, вы12у(235), p. 245*.
- Hunggurami, E., Utomo, S. and Wadu, A. (2014) '*Influence of Seawater Curing Duration on Compressive Strength and Absorption of Concrete*, *Civil Engineering Journal, 3(2), pp. 103–110*.
- Joni, I. G. P. (2017) '*Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Beton*', *Fakultas Teknik Universitas Udayana*.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Nurtanto, D., Rahayu, A. A. and Wahyuningtyas, W. T. (2018) '*Pengaruh Perawatan (Curing) Perendaman Air Laut Dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Beton*', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, pp. 130–139*.
- Nurtanto, D., Rahayu, A. A., and Wahyuningtyas, W. T. (2021) '*Influence of Seawater and Freshwater Curing on Self-Compacting Geopolymer Concrete Compressive Strength*', *Rekayasa, 14(1), pp. 32–38. doi:10.21107/rekayasa.v14i1.8375*.
- Risamawarni¹, Erniati Bachtiar^{2*}, Fatmawaty Rachim³.(2020) "*PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT KASAR TERHADAP*

KUAT TEKAN BETON CURING AIR LAUT”jurnal ilmiah, Teknik Sipil,
Universitas Fajar

Saputra dan Hepiyanto (2017) ‘*PENGARUH AIR PDAM, LAUT, COMBERAN
PADA PROSES CURING TERHADAP KUAT TEKAN BETON F_c 14,53 Mpa*’,
Jurnal CIVILA, 2(2), p. 6. doi: 10.30736/cv1.v2i2.78.

Tjokrodinuljo (2004) *Teknologi Beton. Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas
Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.*

Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton. Yogyakarta: Nafiri.*

Zahlim, A., Bachtiar, E., and Makbul, R. (2022) ‘*The Effect of Seawater Curing
on Compressive Strength of High-Quality Concrete Using Fly Ash as Sand
Substitute*’, *Borneo Engineering: Civil Engineering Journal*, 1(1), pp. 1–10. doi:
10.35334/be.v1i1.2161.

LAMPIRAN



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

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Analisis Saringan Agregat Kasar

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
mm	gram	%	%	%
1	0	0.00	0.000	100.00
3/4	72	7.20	7.200	92.80
1/2	359	35.90	5.900	0.00
3/8	549	54.90	60.800	39.20
4	492	49.20	110.000	-10.00
8	28	2.80	112.800	-12.80
16	0	0.00	112.800	-12.80
30	0	0.00	112.800	-12.80
50	0	0.00	112.800	-12.80
pan	0	0.00	112.800	-12.80
Jumlah	1500	150.00	635.10	158.00

$$\text{Modulus Kehalusan Kerikil (F)} = \frac{635.100}{100} = 6.35 \%$$

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Air Agregat Kasar

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	101.5
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	2620
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	2500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	2476
Kadar Air	= $(C-D)/D \times 100\%$	0.97

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



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

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Berat Volume Agregat Kasar

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	1.28	1.28
B	Berat Bohler Kosong (gram)	3550	3550
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	5890	5810
D	Bearat Benda Uji = C-B (gram)	2340	2260
Berat Volume kg/liter	= D/A	1.83	1.77

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



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

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Lumpur Agregat Kasar

A. Berat Kering Sebelum dicuci = 2500 gram

B. Berat Kering Setelah dicuci = 2475 gram

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

= 1.00%

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



: Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Berat Jenis Agregat Kasar

A. Berat kosong keranjang = 541 gram
B. Berat Keranjang + benda uji SSD udara = 4562 gram
C. Berat keranjang + benda uji didalam air = 2587 gram
D. Berat keranjang dalam air = 450 gram
E. Benda Uji Kering = 3889 gram

Percobaan 1

$$\begin{aligned} \text{Apparent SG} &= \frac{E}{E - (C - D)} & \text{Absorption} &= \frac{(B - A) - E}{E} \times 100\% \\ &= \frac{3889}{1752} = 2.22 & &= \frac{132}{3889} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{On dry basic} &= \frac{E}{(B - A) - (C - D)} = 3.39 \% \\ &= \frac{3889}{1884} = 2.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SSD basic} &= \frac{B - A}{(B - A) - (C - D)} \\ &= \frac{4021}{1884} = 2.13 \end{aligned}$$

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Abrasi Agregat Kasar

Keterangan : Agregat kasar yang lolos saringan nomor 3/4 tertahan pada saringan no. 1/2 & 3/8 (masing-masing 2500 gram)

A = 5000 gr

B = 4560 gr

Perhitungan = % keausan = $(A-B)/A \times 100\%$

$$= \frac{5000 - 4560}{5000} \times 100\%$$

$$= 8.8\%$$

Keterangan

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

B = Agregat tertahan No. 8 (Kering Oven)

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;

Koordinator Laboratorium Teknik Sipil

Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Rekap Agregat Kasar

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Kasar	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1.00%	Maks 1%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.97%	0,5% - 2%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Gembur	1.77	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1.83	1,6 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	3.39%	Maks 4%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2.22	1,60 - 3,33	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2.06	1,60 - 3,33	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2.13	1,60 - 3,33	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	6.35	6 - 7,1	Memenuhi
7	Keausan	8.80%	Maks 50%	Memenuhi

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



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

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Uraian	Pengujian
A	Volume Lumpur	10 ml
B	Volume Total (Lumpur+Pasir)	220 ml
Kadar Lumpur = $A/B \times 100\%$		4.55%

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
Penelitian : Tugas Akhir

Analisis Sarinngan Agregat Halus

NOMOR	BERAT	PERSEN	Σ PERSEN	PERSE N
SARINGAN	TERTAHA N	TERTAHA N	TERTAHA N	LOLOS
mm	gram	%	%	%
3/8	0	0.00	0.00	100.00
4	0	0.00	0.00	100.00
8	0	0.00	0.00	100.00
16	120	12.00	12.00	88.00
30	430	43.00	55.00	45.00
50	344	34.40	89.40	10.60
200	64.7	6.47	95.87	4.13
pan	41.3	4.13	100.00	0
Jumlah	1000	100.00	252.27	447.73

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{252.27}{100} = \frac{2.5}{2} \%$$

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Air Agregat Halus

Kode	Keterangan	Berat
A	Berat Talam (gram)	105.3
B	Berat Talam + Benda Uji (gram)	605.3
C	Berat Benda Uji = B-A (gram)	500
D	Berat Benda Uji Kering (gram)	483.49
Kadar Air	= $(C-D)/D \times 100\%$	3.41

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium

Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR



Jl. Prof. Abdurrahman Basu Rahmat No. 101 Makassar 90231

: Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium
 : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024
 Penelitian : Tugas Akhir

Berat Jenis Agregat Halus

A. Berat Picnometer	=	168.1	gram
B. Berat Contoh Kondisi SSD di Udara	=	500.9	gram
C. Berat Pikno + air + Contoh SSD	=	964.8	gram
D. Berat Talam	=	101.1	gram
E. Berat picno + air	=	665.4	gram
F. Berat setelah dioven + Talam	=	582	gram
G. Berat Benda Uji Kering Oven(F-D)	=	492	gram

Percobaan 1

Apparent SG	=	$\frac{G}{G + E - C}$	Absorption	=	$\frac{B - G}{G} \times 100\%$	
	=	$\frac{492}{192.6}$	=	2.55	=	$\frac{8.9}{492} \times 100\%$
On dry basic	=	$\frac{G}{B + E - C}$		=	1.81 %	
		$\frac{492}{201.5}$	=	2.44		
SSD basic	=	$\frac{B}{B + E - C}$				
	=	$\frac{500.9}{201.5}$	=	2.49		

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
 Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
 Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Volume Agregat Halus

Kode	Keterangan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler (liter)	1.28	1.28
B	Berat Bohler Kosong (gram)	4480	4480
C	Berat Bohler + Benda Uji (gram)	6692	6312
D	Bearat Benda Uji = C-B (gram)	2212	1833
Berat Volume kg/liter	= D/A	1.73	1.43

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik
Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)

UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Muh syarif Diperiksa : Koordinator laboratorium

Pengujian : Karakteristik Tgl. Pemeriksaan : 7 Februari 2024

Penelitian : Tugas Akhir

Rekap Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil Pengujian Agregat Halus	Interval	Keterangan
1	Kadar Lumpur	4.55%	0,2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar Air	3,41%	3% - 5%	Memenuhi
3	Berat Volume			
	a. Kondisi Gempur	1,43	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,73	1,4 - 1,9 kg/liter	Memenuhi
4	Absorpsi	1.81%	0,2 - 2%	Memenuhi
5	Berat Jenis			
	a. Bj. Nyata	2.55	1,60 - 3,30	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	2.44	1,60 - 3,31	Memenuhi
	c. Bj. Kering Permukaan	2.49	1,60 - 3,32	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	2.52	2,3 - 3,1	Memenuhi
7	Kadar Organik	No.2	<No.3	Memenuhi

Makassar, 9 Februari 2024

Mengetahui;
Koordinator Laboratorium Teknik Sipil
Universitas Fajar

(Dr. Erdawaty, S.T., M.T)

Lampiran Dokumentasi

1. Pengujian Karakteristik Agregat



2. Proses Pencampuran Agregat dan Pengambilan Nilai Slump



3. Pengujian Kuat Tekan Beton



4. Pengujian Kuat Tarik Beton

