

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AIR LAUT, PASIR LAUT, DAN
SERBUK KERANG PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT
TEKAN**

(Skripsi)

Oleh

**MUHAMMAD DAFFA ZIKRILLAH
(1915011018)**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AIR LAUT, PASIR LAUT, DAN SERBUK KERANG PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN

Oleh

MUHAMMAD DAFFA ZIKRILLAH

Kualitas beton sangat dipengaruhi karakter material yang digunakan dalam campuran. Pembangunan konstruksi beton oleh masyarakat pesisir pantai kadangkala menggunakan pasir pantai dan air laut sebagai campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pasir pantai, air laut, dan serbuk kerang terhadap kuat tekan dan kedalaman karbonasi pada beton. Variabel penelitian berupa penggantian bahan pasir sungai dengan pasir pantai, air tawar dengan air laut, dan penambahan serbuk kulit kerang. Sampel beton berupa kubus 15x15x15 cm yang diuji tekan pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari, sedangkan uji karbonasi dilakukan pada umur beton 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *curing* beton dalam air laut dapat menurunkan kuat tekan beton, penggunaan pasir laut dalam campuran menurunkan kuat tekan beton, sedangkan air laut dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penggunaan serbuk kerang yang teraktivasi dapat meningkatkan kuat tekan pada beton pasir laut. Dampak karbonasi pada beton yang *dicuring* dengan air laut lebih dalam dibandingkan beton yang *dicuring* dengan air tawar.

Kata kunci: Air Laut, Pasir Laut, Serbuk Kerang, Kuat Tekan Beton, Karbonasi

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF USING SEAWATER, SEA SAND, AND SHELL POWDER IN CONCRETE MIXTURES ON COMPRESSIVE STRENGTH

By

MUHAMMAD DAFFA ZIKRILLAH

The quality of concrete is strongly influenced by the character of the material used in the mixture. The construction of concrete construction by coastal communities sometimes uses beach sand and seawater as a concrete mixture. This study aims to analyze the effect of beach sand, seawater, and shell powder on compressive strength and carbonation depth in concrete. The research variables were the replacement of river sand with beach sand, fresh water with seawater, and the addition of shell powder. Concrete samples in the form of 15x15x15 cm cubes were tested for compressive strength at 7, 14, 28, and 56 days of age, while the carbonation test was carried out at 56 days of concrete age. The results showed that curing concrete in seawater can reduce the compressive strength of concrete, the use of sea sand in the mixture reduces the compressive strength of concrete, while seawater can increase the compressive strength of concrete. The use of activated mussel powder can increase the compressive strength of sea sand concrete. The impact of carbonation on seawater cured concrete is deeper than freshwater cured concrete.

Keywords: Seawater, Sea Sand, Shell Powder, Concrete Compressive Strength, Carbonation

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AIR LAUT, PASIR LAUT, DAN
SERBUK KERANG PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT
TEKAN**

Oleh

MUHAMMAD DAFFA ZIKRILLAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

: ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN AIR LAUT, PASIR LAUT, DAN SERBUK KERANG PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN

Nama Mahasiswa

: Muhammad Daffa Zikrillah

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1915011018

Program Studi

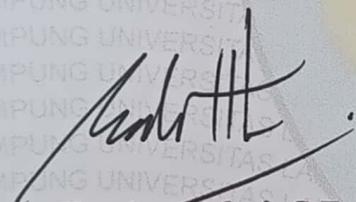
: S1 Teknik Sipil

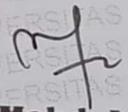
Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

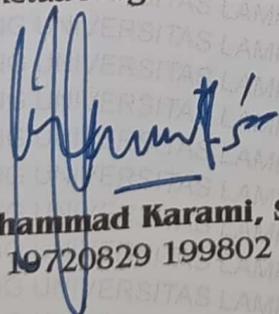
1. Komisi Pembimbing

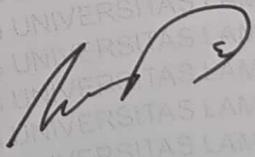

Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.
NIP 19580613 198403 2 003


Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.
NIP 19721026 200003 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001

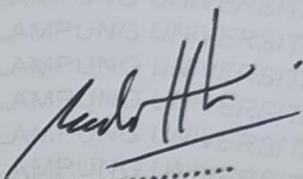

Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

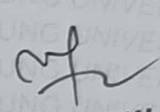
Ketua

: **Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D.**



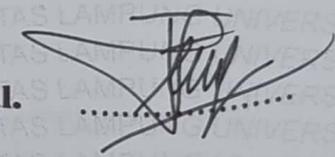
Sekretaris

: **Dr. Eng. Mohd. Isneini, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Fikri Alami, S.T., M.Sc., M.Phil.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Oktober 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Daffa Zikrillah

NPM : 1915011018

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "*Analisis Pengaruh Penggunaan Air Laut, Pasir Laut, dan Serbuk Kerang Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan*" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian besar Pembimbing I Bapak Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D., oleh karena itu semua data penelitian merupakan milik bersama.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 25 Oktober 2023



Muhammad Daffa Zikrillah

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tangerang pada tanggal 5 September 2001, merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Ajip dan Ibu Kokom Komalasari. Penulis memulai jenjang pendidikan tingkat dasar di SD N Puspipstek Pagedangan pada tahun 2007-2013, lalu dilanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP N 11 Kota Tangerang Selatan yang diselesaikan pada tahun 2016 dan dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat atas di SMA N 7 Kota Tangerang Selatan yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis diterima di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi seorang mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung (HIMATEKS UNILA) sebagai anggota Departemen Usaha dan Karya Periode 2020-2021 dan Kepala Departemen Kaderisasi Periode 2021-2022. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Desa Cipicung, Kecamatan Cikedal, Kabupaten Pandeglang selama 40 hari, Januari – Februari 2022. Di tahun yang sama, tepatnya di bulan Mei – Agustus penulis juga telah melakukan kerja praktik di Proyek Pembangunan Mix Use Building and Community Space Urip Sumohardjo selama 3 bulan.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi kampus dan menjadi diangkat menjadi Koordinator Hubungan Masyarakat pada acara *Civil Bring Evolution 7* yang merupakan acara berskala Nasional untuk organisasi HIMATEKS UNILA. Penulis Berterima kasih kepada Pembimbing 1 Bapak Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D. karena telah mengikutsertakan penulis sebagai anggota penelitian beliau sehingga penulis dapat mengambil tugas akhir dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan Air Laut, Pasir Laut, Dan Serbuk Kerang Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan”.

Tugas akhir ini ku persembahkan teruntuk Ayah, Ibu,
Kakek Ijong, Nenek Nengti, keluarga, sahabat dan teman-teman.
Kalian semua adalah alasanku sesegera mungkin untuk menyelesaikan studi ini
&
Teman – teman SOLID 19
KITA PERNAH MENCIUM TANAH YANG SAMA

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Pengaruh Penggunaan Air Laut, Pasir Laut, Dan Serbuk Kerang Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya,serta senantiasa memudahkan dalam segala urusan hamba-Nya.
2. Bapak Dr. Eng. Helmi Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
4. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Prodi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
5. Bapak Ir. Masdar Helmi, S.T., D.E.A., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan skripsi.
6. Bapak Dr. Eng. Mohd Isnaeni, S.T. M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan skripsi.

7. Bapak Ir. Fikri Alami, S.T., M.Sc., M.Phil., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran terkait isi skripsi.
8. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
9. Keluarga tercinta terutama kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moral dan materil kepada penulis.
10. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan studi.
11. Keluarga Piolet dan Himateks yang selalu siap sedia membantu proses perkuliahan.
12. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2019 (SOLID 19) yang telah berjuang bersama, berbagi kenangan dan pengalaman yang terlupakan.
13. Rendityas Mayang Sari yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan studi.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang berkepentingan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat untuk pihak yang memerlukan.

Bandar Lampung, 25 Oktober 2023

Muhammad Daffa Zikrillah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN.....	7
1.1. Latar Belakang.....	7
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian.....	10
1.4. Batasan Masalah.....	10
1.5. Manfaat Penelitian.....	11
1.6. Sistematika Penulisan.....	11
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Pengertian Beton	12
2.1.1. Sifat Umum Beton.....	12
2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	14
2.1.3. Karakteristik Beton.....	15
2.2. Bahan Pembentuk Beton	16
2.2.1. Agregat Halus.....	16
2.2.2. Air.....	16
2.2.3. Semen <i>Portland</i>	17
2.2.4. Agregat Kasar.....	19
2.3. Pasir Laut.....	20
2.4. Kerang	21
2.5. Uji Karbonasi.....	22
2.6. Penelitian Sebelumnya	23
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1. Lokasi Penelitian	25
3.2. Persiapan Alat dan Bahan.....	25
3.2.1. Alat yang digunakan.....	26
3.2.2. Bahan yang digunakan	27
3.3. Prosedur pelaksanaan	28
3.3.1. Pemeriksaan Material	30
3.3.2. Hasil Pengujian <i>Properties</i> Material	30
3.3.3. Perencanaan Campuran (<i>mix design</i>)	31
3.3.4. Pembuatan sampel benda uji	32
3.3.5. Pengujian <i>Workability</i>	33

3.3.6.	Perawatan sampel benda uji (<i>Curing</i>)	33
3.3.7.	Pengujian sampel benda uji	33
3.3.8.	Analisis hasil penelitian.....	35
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Umum	36
4.2	Kelacakan Beton (<i>Workability</i>)	36
4.3	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	38
4.4	Kedalaman Karbonasi Beton.....	51
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1.	Kesimpulan.....	54
5.2.	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Komparasi Bahan penyusun dan bentuk fisik jenis-jenis pasir.....	21
Gambar 2. Skema diagram karbonasi pada beton dan transmisi CO ₂	23
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.	29
Gambar 4. Skema pengujian karbonasi.....	35
Gambar 5. Pengujian <i>slump</i> sampel (a). Beton normal, (b). Beton air laut,	38
Gambar 6. Grafik kuat tekan seluruh sample beton.....	40
Gambar 7. Grafik kuat tekan beton curing tawar.....	40
Gambar 8. Grafik perbandingan kuat tekan beton curing laut.....	43
Gambar 9. Kuat tekan beton normal <i>curing</i> tawar dan laut.....	45
Gambar 10. Kuat tekan beton pasir laut <i>curing</i> tawar dan laut.....	46
Gambar 11. Persentase kuat tekan terhadap kuat tekan beton rencana.....	48
Gambar 12. Kuat tekan beton pasir laut + kerang <i>curing</i> air tawar dan laut.	49
Gambar 13. Kuat tekan beton air laut <i>curing</i> air tawar dan laut.....	50
Gambar 14. Pengujian Karbonasi pada beton.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Susunan Unsur Semen <i>Portland</i>	18
Tabel 2. Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang.....	22
Tabel 3. Hasil Pengujian Material Penyusun Beton.....	31
Tabel 4. Kebutuhan Material Beton Per 1 m ³	32
Tabel 5. Data Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Kubus.....	32
Tabel 6. Nilai Slump Beton.....	37
Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton	39
Tabel 8. Kedalaman Karbonasi Pada Beton.....	52

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi Di Indonesia cukup tinggi, dimana hampir 60% material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Beton adalah bahan utama untuk banyak bangunan, termasuk gedung, instalasi air, dan sarana transportasi. Beton ini terbuat dari campuran agregat kasar (split) dan agregat halus (pasir). Selama proses pengerasan, bahan perekat semen dan air ditambahkan sebagai bahan pembantu. (Dumyati & Manalu, 2015).

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 3700 pulau dan pantai sepanjang 80.000 km (Mangerongkonda, 2007). Namun dikarenakan belum meratanya akses masyarakat terhadap air bersih dan langkanya pasir yang sesuai standar, membuat banyak pembangunan yang dilakukan di pesisir pantai dilakukan dengan material beton yang tidak sesuai dengan standar yang mengakibatkan berubahnya kekuatan beton.

Pasir sebagai agregat halus bersama semen dan air dalam suatu adonan akan membentuk mortar, dan agregat kasar sebagai pengisi akan memberikan kekuatan dan mengurangi penyusutan. Di sisi lain, pasir berfungsi sebagai pengisi ruang kosong di antara butir-butir agregat kasar sendiri. Mortar akan menutupi agregat kasar secara keseluruhan dan mengisi rongga dan celah antar butirannya. Setelah mengeras, agregat mengeras menjadi masa yang kompak dan padat.

Namun di kondisi lingkungan tertentu seperti di pesisir pantai ketersediaan air bersih dan pasir sungai lebih terbatas (Pan *et al.*, 2021), sehingga perlu

adanya sebuah solusi untuk menangani kebutuhan akan material dengan menggunakan material yang banyak tersedia di pesisir seperti pasir laut.

Pasir laut biasanya memiliki butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam, dan garam yang berbahaya bagi beton. Karena itu, disarankan untuk tidak digunakan saat membuat beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton. Namun di lingkungan pesisir dimana tidak banyak terdapat pasir sungai seringkali pasir laut dijadikan solusi untuk menyelesaikan masalah ketersediaan material (He & Zhou, 2021).

Air adalah salah satu bahan yang sangat penting untuk campuran agregat, semen, dan bahan tambah lainnya jika dibutuhkan untuk proses kimiawi semen yang membentuk pasta yang mengikat agregat. (Ahmad, 2018). Dalam standar beton yang ada, penggunaan air untuk campuran beton adalah air yang layak di konsumsi oleh masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga dan umum tanpa kandungan zat yang berbahaya bagi kesehatan. Namun ketersediaan air bersih terutama pada daerah pesisir pantai masih terbatas sehingga air bersih dianggap berharga, sehingga inipun akan berdampak pada banyaknya pembuatan beton pada pesisir yang dilakukan masyarakat adalah dengan menggunakan air laut. (Mansour *et al.*, 2021)

Salah satu pendekatan untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap lingkungan pantai adalah dengan menambahkan aditif yang dapat meningkatkan kualitas dan kinerja beton. Limbah serbuk kerang, yang dihasilkan dari industri perikanan atau restoran, adalah salah satu bahan yang menarik untuk dijadikan aditif pada semen. Serbuk kerang mengandung mineral yang berpotensi untuk meningkatkan kekuatan beton (Bamigboye *et al.*, 2020). Penggunaan limbah serbuk kerang sebagai aditif juga dapat memberikan manfaat lingkungan dengan mengurangi volume

limbah dan memanfaatkan bahan yang sebelumnya dianggap sebagai sampah.

Penggunaan limbah serbuk kerang yang teraktivasi sebagai aditif pada semen menjadi menarik karena memiliki potensi untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik beton (Ong & Kassim, 2019). Serbuk kerang yang teraktivasi mengandung mineral yang dapat memperkuat struktur beton dan berkontribusi pada proses hidrasi semen (Tayeh *et al.*, 2019). Penggunaan limbah serbuk kerang yang teraktivasi dalam beton juga sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan, di mana pemanfaatan limbah menjadi langkah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Olivia *et al.*, 2017).

Permasalahan yang menjadi fokus tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh campuran air laut, pasir laut terhadap sifat kuat tekan beton dan karbonasi yang terjadi serta bagaimana penerapan limbah serbuk kerang yang teraktivasi sebagai aditif pada semen dapat meningkatkan performa beton dalam lingkungan pesisir.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka penulis merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir laut terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan air laut terhadap kuat tekan beton.
3. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk kerang yang teraktivasi sebagai aditif semen terhadap beton yang menggunakan pasir laut.
4. Bagaimana tingkat kedalaman karbonasi pada sampel beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperlukan tujuan untuk menjawab rumusan masalah yang terjadi, Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh curing dengan jenis air yang berbeda terhadap kuat tekan beton.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan pasir laut sebagai pengganti pasir normal terhadap kuat tekan pada beton.
3. Menganalisis pengaruh penggunaan air laut sebagai pengganti air normal terhadap kuat tekan pada beton
4. Menganalisis pengaruh tambahan serbuk kerang yang teraktivasi sebagai aditif terhadap beton yang menggunakan pasir laut.
5. Membandingkan hasil pengujian dengan campuran air laut dan pasir laut dengan campuran beton standar (tanpa air laut dan pasir laut) untuk mengevaluasi perbedaan performa.
6. Menganalisis tingkat kedalaman karbonasi yang terjadi pada beton.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan antara lain semen PCC dengan merek Semen Padang, agregat halus dari pasir laut Pantai Mutun Lampung, dan air yang digunakan diambil dari Laut disekitar Pantai Mutun Lampung
2. Mutu beton rencana K-350 dengan pengujian setelah umur beton 28 hari.
3. Penelitian menggunakan benda uji jenis kubus dengan ukuran 15 cm
4. Perencanaan dan perhitungan *Mix Design* dilakukan dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000.
5. Hanya menguji kuat tekan pada beton.
6. Pengujian karbonasi mengacu pada SEM PUPR No 25 Tahun 2015.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat pada penelitian ini adalah:

1. Diharapkan menjadi referensi untuk penelitian maupun pelaksanaan pekerjaan perkerasan beton.
2. Diharapkan dapat menambah wawasan masyarakat dalam membuat beton menggunakan air laut dan pasir laut.
3. Diharapkan dapat menambah wawasan terhadap perbandingan kekuatan beton dengan menggunakan komponen sesuai standar dan menggunakan material yang biasa digunakan masyarakat pesisir

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan pada penelitian ini terdiri dari sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan , batasan masalah, manfaat , dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori fundamental sebagai penunjang penelitian yang akan dilakukan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian mengenai gambaran umum dan metode yang akan digunakan untuk memperoleh data – data yang dibutuhkan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis serta pembahasan data berdasarkan teori yang ada.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan akhir yang merupakan hasil dari pembahasan yang didapat dari pengolahan data dan saran dari hasil tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Menurut SNI 2847-2019. Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa campuran lain. Biasanya orang mempercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan pengecoran, sebenarnya saat beton menjadi padat air tidak menguap, tetapi semen bereaksi terhadap air, merekatkan material lainnya bersama dan akhirnya membentuk seperti batu. Biasanya beton digunakan untuk membuat pekerjaan struktur bangunan, pondasi, jembatan, gedung, jalan, dan lain-lain.

Beton menjadi sangat kuat saat mengeras. Beton segar dapat berbentuk dengan berbagai macam dan dapat digunakan untuk tujuan dekorasi atau dalam seni arsitektur. Jika diolah dengan cara khusus, misalnya dengan menambahkan agregat, agregat yang memiliki bentuk berstruktur seni tinggi diletakkan di bagian luar, membuat beton tampak jelas pada permukaannya.

2.1.1. Sifat Umum Beton

Dalam konstruksi, beton tidak harus memiliki semua sifat-sifat beton. Karena sifat-sifat tersebut ditinjau dari kegunaan beton tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat beton yaitu perbandingan campuran beton, cara mencetak beton, cara memadatkan beton, dan cara merawat beton. Beberapa sifat umum yang dimiliki oleh beton adalah:

a. *Workability*

Workability diartikan sebagai tingkat kemudahan dalam pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut, dan dipadatkan. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain (Mulyono, 2015).

- 1) Jumlah air yang dipakai pada adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, semakin mudah beton segar untuk dikerjakan. Namun pemakaian air juga tidak boleh berlebihan.
- 2) Penambahan semen ke dalam campuran adukan beton juga memudahkan cara pengerjaan betonnya, karena diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.
- 3) Gradasi campuran agregrat halus dan agregrat kasar, jika campuran agregrat halus (pasir) dan agregrat kasar (kerikil) mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton mudah dikerjakan.
- 4) Pemakaian butiran yang bulat akan memudahkan cara pekerjaan.
- 5) Pemakaian butir maksimum agregrat kasar (kerikil) yang dipakai berpengaruh terhadap pengerjaan.
- 6) Cara melakukan pemadatan beton dapat menentukan sifat beton yang berbeda.
- 7) Selain itu, beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah kadar udara yang terdapat di dalam beton dan penggunaan bahan tambah dalam campuran beton.

b. Pemisahan Agregrat Kasar (Segregasi)

Pada dasarnya, segregasi adalah proses terjadinya penurunan agregrat kasar ke bagian bawah beton segar, atau terpisahnya agregrat kasar dari campuran karena cara penuangan dan pemadatan yang tidak baik.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan segregasi antara lain adalah:

- 1) Campuran kekurangan air atau kelebihan air.
- 2) Kurangnya jumlah agregrat halus.
- 3) Ukuran agregrat yang lebih dari 25 mm.

c. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding adalah sebuah peristiwa pemisahan naiknya air ke permukaan setelah dilakukan pemadatan pada beton. Naiknya air disertai dengan membawa semen dan butiran pasir halus, yang kemudian membuat lapisan yang disebut *laitance*.

Lapisan ini akan menjadi penghalang rekatan antara beton di bawahnya dan lapisan beton atasnya. Hal ini sering terjadi pada campuran adukan beton yang terlalu banyak air. Air yang naik ke permukaan ini membawa butiran dan pasir halus. *Bleeding* atau pemisahan air ini sering terjadi setelah pencetakan beton dilakukan yang terlihat pada permukaan beton.

d. Tahan Lama (*Durability*)

Ketahanan adalah kemampuan untuk bertahan dalam segala kondisi yang direncanakan tanpa mengalami kerusakan selama jangka waktu layanannya.

2.1.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain:

Kelebihan:

- a. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- b. Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan, cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- c. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- d. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- e. Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

Kekurangan:

- a. Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberi baja tulangan sebagai penahan gaya Tarik.

- b. Beton keras menyusut dan mengembang apabila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- c. Untuk mendapatkan beton kedap air yang sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti atau pengerjaannya cukup lama.
- d. Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dengan teliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi daktil, terutama pada struktur tahan gempa. (Tjokrodimulyo, 2012).

2.1.3. Karakteristik Beton

Karakteristik-karakteristik beton di antaranya:

- a. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi, namun pada tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
- b. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.
- c. Beton jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
- d. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.
- e. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
- f. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.
- g. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai.
- h. Beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun.

2.2 Bahan Pembentuk Beton

2.2.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4 atau ukuran 4,75 mm (Mulyono, 2015). Persyaratan agregat halus SK SNI S-04-1989-F :

- a. Butir-butirnya keras dan tidak berpori.
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan), jika di uji dengan larutan garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, jika di uji dengan garam magnesium sulfat maksimum 18%.
- c. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- d. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20%.
- f. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi
- g. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan
- h. Agregat halus dari laut/pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui

2.2.2. Air

Air adalah bahan dasar untuk produksi beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan sebagai pelumas antar butir agregat untuk memudahkan pengerjaan dan pematatan. Air yang digunakan untuk mencampur beton akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih besar 90 persen kekuatan beton daripada menggunakan air suling. Air yang mengandung garam, minyak, gula atau senyawa berbahaya lainnya yang terkontaminasi bahan kimia bila digunakan dalam campuran beton dapat menurunkan mutu beton

bahkan dapat merubah sifat beton yang dihasilkan. Penggunaan air untuk pencampuran beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tjokrodimulyo, 2012):

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
- b. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
- d. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.

2.2.3. Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2015).

Menurut SNI 15 7064:2004, Semen PCC (*portland composite cement*) adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik yang digunakan adalah Terak Tanur Tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, dan batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit. Susunan unsur semen PCC (*portland composite cement*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan Unsur Semen *Portland*

Oksida	Persentase (%)
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 (SO ₃)	1 – 2
Soda / Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 - 1

(Sumber: Tjokrodimulyo, 2012)

Semen jenis PCC memiliki sifat tahan terhadap serangan sulfat, memiliki panas hidrasi yang rendah sampai sedang, dan kekuatan tekan awalnya kurang namun kekuatan tekan akhirnya lebih tinggi. Manfaat semen PCC ini adalah sebagai bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pracetak, *paving block*, plesteran dan acian, dan sebagainya.

Semen Portland yang dipakai menjadi 5 tipe yaitu adalah sebagai berikut (Mulyono, 2015) :

- a. Tipe I, Semen normal (*Ordinary Portland Cement*) digunakan untuk pembuatan beton bagi konstruksi beton umum yang tidak dipengaruhi oleh sifat-sifat lingkungan yang mengandung bahan sulfat dan perbedaan temperatur yang ekstrim. Pemakaian tipe 1 umumnya bagi konstruksi beton pada pembangunan jalan, bangunan gedung atau perumahan, jembatan, tangki, waduk, dan pipa.
- b. Tipe II, Semen dengan ketahanan sedang terhadap serangan sulfat (*Modified Portland Cement*). digunakan untuk mencegah serangan sulfat dari lingkungan seperti sistem drainase karena sifat air tanahnya mengandung banyak sulfat.
- c. Tipe III, *Cement Portland High Early Strength* biasanya mengeras dalam waktu kurang dari seminggu. digunakan pada struktur bangunan yang cetakannya harus dibuka dengan cepat dan dapat digunakan segera setelahnya.

- d. Tipe IV, Semen dengan hidrasi panas rendah (*Lowheat Portland Cement*), yang digunakan pada pondasi sumuran, dermaga, dan konstruksi lainnya di mana panas yang terjadi selama hidrasi memengaruhi manfaat beton.
- e. Tipe V, Semen Portland sulfat (*Sulphate Resistant Portland Cement*), digunakan untuk beton yang lingkungannya mengandung sulfat, baik dalam air maupun pada tanah.

2.2.4. Agregat Kasar

Menurut SK SNI T-15-1991, agregat kasar merupakan kerikil yang berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang didapat dari industri pemecah batu dan memiliki ukuran butiran antara 5 mm - 40 mm. Agregat kasar sebagai material penyusun berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton.

Menurut ASTM C33 dan PBI 1971 Bab 3.4, agregat kasar yang baik harus memenuhi beberapa syarat berikut :

- a. Kekerasan dari butir-butir agregat diperiksa menggunakan bejana penguji dari *rudeloff*, atau dengan mesin pangaus *los angles* dimana agregat kasar tidak boleh mengalami kehilangan berat lebih dari 50%.
- b. Berat jenis (*Specific Gravity*)
Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan untuk mendapatkan *bulk specific gravity*, *bulk specific gravity SSD*, *apparent specific gravity* dan *absorbtion*. Nilai *bulk specific gravity SSD* agregat kasar yang disyaratkan yaitu berkisar antara 2,5-2,7 gr/cc.
- c. Agregat kasar terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang berpori akan menghasilkan beton yang mudah ditembus oleh air. Selain itu, Agregat kasar yang terdiri dari butir-butir pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butirannya tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.

d. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Apabila kandungan lumpur dalam agregat kasar lebih dari 1% maka agregat kasar harus dicuci terlebih dahulu hingga kandungan lumpur $< 1\%$.

Menurut Pujianto, dkk (2011), terdapat syarat kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi yaitu :

1) Porositas rendah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa porositas rendah akan menghasilkan adukan yang seragam (uniform), yang berarti nilai slump dan mutu (kuat tekan) yang seragam. Sangat disarankan untuk menggunakan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air (water absorption) kurang dari 1 %. Jika tidak, akan sulit untuk mengontrol kadar air total pada beton segar, yang dapat menyebabkan ketidakteraturan dan variasi besar dalam mutu dan nilai lump beton. Oleh karena itu, penggunaan sensor kadar air yang ketat pada setiap kelompok agregat yang akan digunakan merupakan langkah penting yang harus dilakukan.

2) Bentuk fisik agregat.

Studi menunjukkan bahwa batu pecah dengan bentuk kubikal dan tajam menghasilkan beton yang lebih baik dibandingkan dengan kerikil bulat. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa batuan dengan bentuk kubikal dan tajam memiliki daya lekat mekanik yang lebih baik antara mereka dan mortar. Ukuran maksimum agregat.

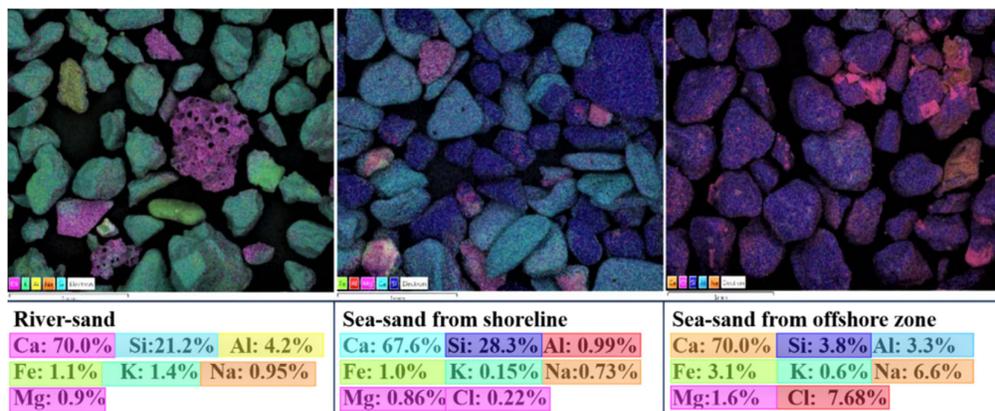
3) Bersih dan kuat tekan hancur yang tinggi.

4) Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

2.3 Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari tepian pantai, bentuk butirannya halus dan bulat akibat gesekan dengan sesamanya. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. akan

tetapi pasir laut dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara di cuci sehingga kandungan garamnya berkurang atau hilang. Karakteristik kualitas agregat halus yang digunakan sebagai komponen struktural beton memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik kualitas struktur beton yang dihasilkan, sebab agregat halus mengisi sebagian besar volume beton. Pasir laut sebagai salah satu jenis material agregat halus memiliki ketersediaan dalam kuantitas yang besar (Mangerongkonda, 2007). Berikut perbedaan bentuk dan kandungan pada pasir laut dan pasir sungai bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komparasi Bahan penyusun dan bentuk fisik jenis-jenis pasir.
(Sumber: Zhao *et al.*, 2021)

2.4 Kerang

Kerang adalah salah satu hewan lunak (*Mollusca*) kelas Bivalvia atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu kaki (*foot byssus*), kepala (*head*), bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenisnya, tempat tinggalnya, dan makanan yang dikonsumsi. Kerang biasanya bersimetri bilateral dan memiliki cangkang yang setangkup dan mantel yang berupa daun telinga atau cuping. Otot-otot yang membentuk mantel melekat ke cangkang,

meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal kalsit atau kapur adalah fungsi permukaan luar mantel. Cangkang memiliki tiga lapisan., yakni:

- a. Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit dan disebut periostracum, yang melindungi.
- b. Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat; dan
- c. Lapisan dalam terdiri dari mother of pearl, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis.

Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua. Kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%. (Hudaya, 2010)

Tabel 2. Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang

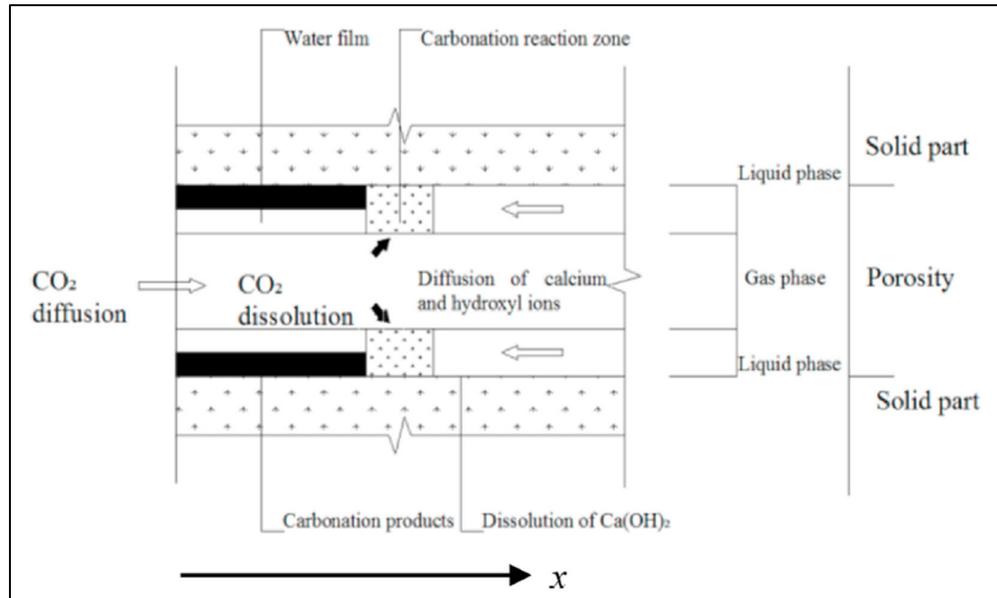
Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,7
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber : Shinta Mario Siregar, 2009.

2.5 Uji Karbonasi

Karbonasi dikenal sebagai proses netralisasi, yaitu reaksi kimia antara Ca(OH)₂ dan kalsium-silikat-hidrat (C-S-H) dengan CO₂ membentuk CaCO₃ dan air. Karbonasi mengurangi konsentrasi hidroksida dalam larutan pori, yang menyebabkan hilangnya kepasifan batang baja yang terbenam (Liu *et al.*, 2020). Metode tradisional untuk mengukur kedalaman karbonasi adalah dengan menyemprotkan indikator fenolftalein pada permukaan beton yang baru terbelah. Indikator fenolftalein adalah zat tak berwarna dalam larutan basa, tetapi akan berubah menjadi ungu jika pH di atas 9. Beberapa

bukti menunjukkan adanya zona yang terkarbonasi secara parsial di mana pH sulit terdeteksi menggunakan indikator fenolftalein, dari analisis termogravimetri dan pengukuran kedalaman fenolftalein bahwa ada garis karbonasi yang jelas untuk kelembaban relatif di atas 50%, tetapi tidak untuk kelembaban relatif di bawah 50%. (Chang, *et al.*, 2006).



Gambar 2. Skema diagram karbonasi pada beton dan transmisi CO₂
(Sumber: Liu *et al.*, 2020)

2.6 Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian telah dibuat dengan cara mengganti jenis pasir dan air ke dalam campuran beton dan juga menggunakan cangkang kerang sebagai filler untuk menambah kuat tekan beton. Berikut merupakan beberapa penelitian lain yang berhubungan dengan penelitian ini:

- a) (Dumyati, 2015) melakukan percobaan terhadap kuat tekan beton yang dicampur dengan pasir laut. Dari hasil pengujian kuat tekan Campuran beton dengan pasir Padang Baru (beton normal) menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 28,68 MPa. Sedangkan kuat tekan beton rata-rata pada pasir laut Sampur tanpa perlakuan sebesar 16,36 MPa, dengan

perlakuan disiram sebesar 17,52 MPa dan dengan perlakuan dicuci sebesar 22,14 MPa. Kuat tekan beton terbesar pasir laut Sampur terletak pada perlakuan dicuci yaitu sebesar 22,14 MPa.

- b) (Ahmad, 2018) melakukan penelitian beton dengan menggunakan air laut sebagai campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton yang dicampur dengan air laut (BLT dan BLL) memiliki kuat tekan yang lebih besar daripada beton yang dicampur dengan air tawar (BTT dan BTL). Beton yang dicampur dan dirawat dengan air laut (BLT) memiliki kuat tekan 352,29 kg/cm² dengan porositas 17,06 %, sedangkan beton yang dicampur dan dirawat dengan air tawar (BLT) memiliki kuat tekan 331,61 kg/cm². Sorptiviti beton yang baik cenderung ditunjukkan beton yang dirawat dengan air laut (BTL dan BLL).
- c) (Rahmawati, *et al.*, 2021). Melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan cangkang kerang terhadap kuat tekan beton, Pada penelitian ini Penggunaan cangkang kerang laut dalam peningkatan kuat tekan beton lebih baik digunakan sebagai agregat halus dari pada agregat kasar. Penggunaan kerang laut sebagai bahan substitusi agregat halus mencapai hasil yang maksimal pada komposisi 20%.
- d) (Siswanto, *et al.*, 2017). Melakukan penelitian dengan meninjau campuran beton normal dengan campuran pasir laut didapat kuat tekan sebesar 227,41 kg/cm². Sedangkan pada pasir sungai di dapat kuat tekan sebesar 260,74 kg/cm² Penggunaan cangkang kerang menghasilkan peningkatan kuat tekan beton sebesar 237,78 kg/cm² dan 231,11 kg/cm² pada proporsi 3% dan 5%. Sedangkan pada 7% kuat tekan beton turun menjadi 220 kg/cm². Jadi pasir laut bisa digunakan sebagai campuran beton, dan proporsi optimum cangkang kerang ialah 3% dari total kebutuhan semen.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan untuk mendapatkan data-data hasil penelitian pada beton dengan menggunakan pasir laut, air laut, dan tambahan serbuk kerang. Pada penelitian ini digunakan variasi beton dengan komponen normal, beton dengan pasir laut, beton dengan air laut, dan beton dengan pasir laut ditambah serbuk kerang. Kemudian sampel diuji dengan pengujian kuat tekan untuk melihat perbandingan laju kekuatan antara beton dengan komponen yang berbeda. Dengan uji kuat tekan dengan ukuran sampel kubus dimensi 15 cm, jumlah sampel kubus sebanyak 96 sampel, Pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur 7, 14, 28, dan 56 hari.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengujian kali ini yang berjudul Analisis Pengaruh Kuat Tekan Beton Menggunakan Air Laut dan Pasir Laut Pada Kuat Tekan Beton dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan hal yang pertama dilakukan. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini:

3.2.1. Alat yang digunakan

Alat berupa peralatan yang digunakan selama melakukan penelitian ini:

a) Timbangan

Timbangan yang digunakan pada persiapan dan pelaksanaan ini adalah timbangan dengan ketelitian 0,1 dengan kapasitas maksimum 30 kg.

b) Kontainer

Kontainer adalah aluminium yang berbentuk persegi yang sering digunakan sebagai wadah atau tempat untuk agregat.

c) Gelas Ukur 100 cc

Gelas ukur ini digunakan untuk wadah dan alat ukur untuk memastikan berat *superplasticizer* sesuai dengan kebutuhan.

d) Pycnometer

Pycnometer digunakan sebagai alat untuk menguji kandungan zat organik dalam pasir.

e) Kerucut Pasir

Kerucut pasir yang sering juga disebut kerucut abrams ini digunakan dalam pengujian agregat halus untuk mengetahui apakah agregat sudah berada pada kondisi SSD.

f) Saringan ASTM

Diameter saringan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 37,5 mm; 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan. Alat tersebut digunakan untuk memisahkan ukuran agregat kasar untuk memastikan berat dari gradasi masing – masing saringan sama beratnya untuk setiap sampel beton.

g) Mesin *Los Angeles*

Mesin *Los Angeles* digunakan untuk menghancurkan cangkang kerang menjadi lebih halus.

h) Oven

Oven digunakan untuk memanaskan ataupun mengeringkan bahan-bahan saat pengujian material agar mendapatkan data yang diinginkan.

Oven yang digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110° C dengan daya sebesar 2800 Watt.

i) *Concrete Mixer*

Concrete mixer dalam penelitian ini berupa mesin molen mini yang memiliki kapasitas maksimal yaitu 0,125 m³ dengan kecepatan 20-30 putaran per menit.

j) Cetakan Benda Uji

Bekisting digunakan untuk mencetak beton sesuai dengan bentuk dan kebutuhannya. Bekisting yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm

k) Bak perendam

Digunakan untuk proses *curing* beton yang bertujuan menjaga kelembaban agar beton tidak cepat kehilangan air.

l) *Compressing Testing Machine (CTM)*

Mesin CTM digunakan sebagai alat uji kuat tekan untuk benda uji kubus. Mesin CTM yang digunakan pada penelitian ini berasal dari merek dagang *Controls* dengan kapasitas beban maksimal 3000 kN.

3.2.2. Bahan yang digunakan

a) Air

Air pada penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

b) Semen *Portland*

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan semen PCC dengan merek dagang Semen Padang.

c) Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang diperoleh dari Tanjung, Lampung Selatan dengan ukuran gradasi 1 – 2.

d) Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Gunung Sugih, Lampung Tengah dan pasir laut yang diambil dari Pantai Mutun, Lampung.

e) Serbuk Kerang

Serbuk kerang yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kerang jenis *Buccinum Undatum* yang dihancurkan sampai lolos saringan no.100 yang selanjutnya dioven dengan suhu 500° C.

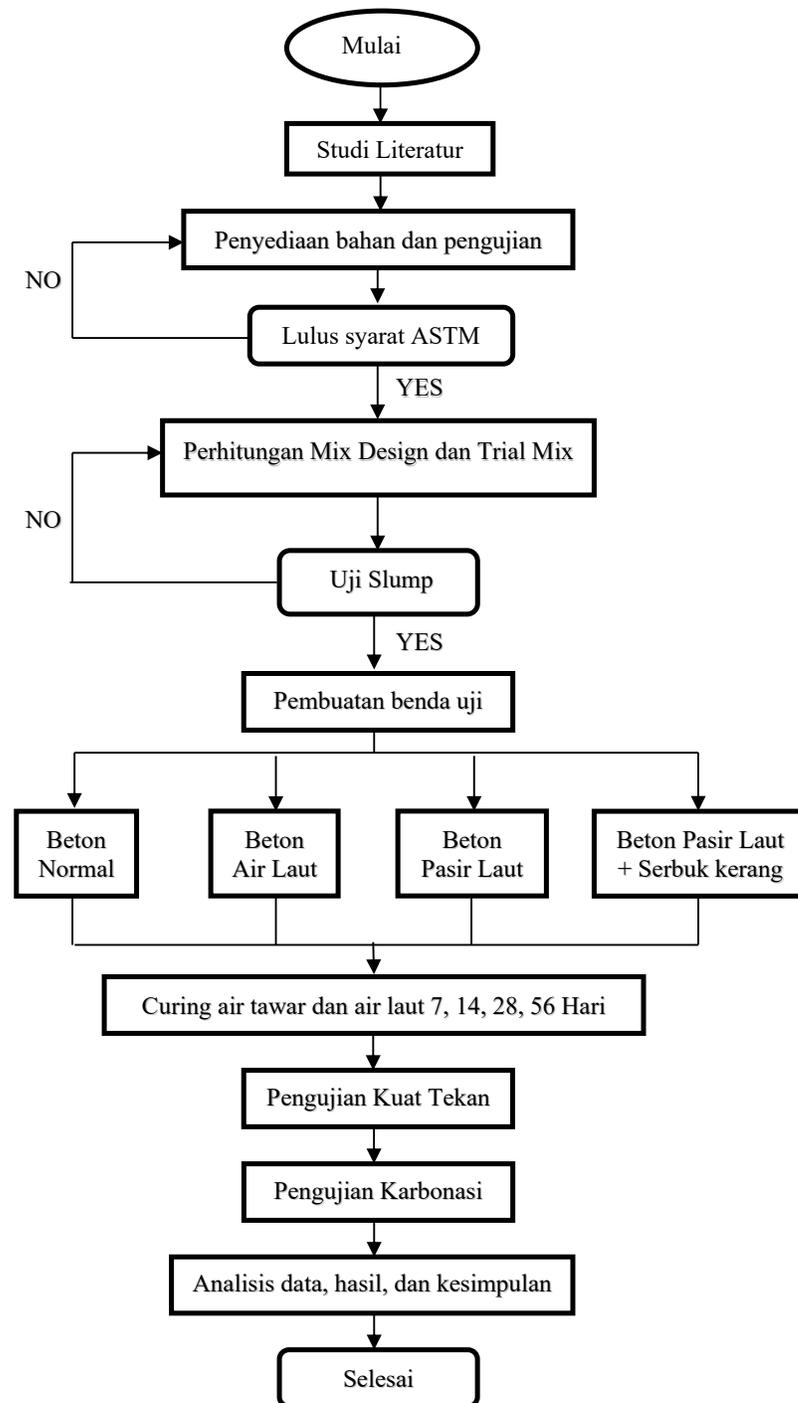
f) Larutan Fenolftalein

Larutan fenolftalein adalah larutan kimia yang digunakan sebagai indikator dalam banyak percobaan dan pengujian kimia. Larutan ini umumnya digunakan dalam analisis asam-basa karena dapat mengubah warnanya tergantung pada tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Dan dalam hal ini dapat mengetahui apakah beton mengalami karbonasi atau tidak.

3.3 Prosedur pelaksanaan

Pada tahap ini dibagi dalam beberapa bagian, yaitu pemeriksaan material, perencanaan *Trial Mix* dan *Mix Design*, pembuatan sampel benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan sampel benda uji, dan pengujian karbonasi dengan larutan fenolftalein

Secara singkat diperlihatkan pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

3.3.1. Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan material pada agregat kasar dan agregat halus. Setelah itu, data yang dikumpulkan disesuaikan dengan persyaratan ASTM saat ini. Selanjutnya, hasil pemeriksaan material digunakan untuk menghitung komposisi campuran beton.

Pada agregat kasar dilakukan pengujian, antara lain:

- a. Kadar air agregat kasar (ASTM C 556-78)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127-88).
- c. Gradasi agregat kasar (ASTM C 33-93)
- d. Berat volume agregat kasar (ASTM C 29)

Pada agregat halus dilakukan pengujian, antara lain:

- a. Kadar air agregat halus (ASTM C 566-78)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C128-98)
- c. Kadar lumpur agregat halus (ASTM C 117-80)
- d. Kandungan zat organis agregat halus (ASTM C 40-92)
- e. Pengujian gradasi agregat halus (ASTM C 33-93)
- f. Berat volume agregat halus (ASTM C 29)

3.3.2. Hasil Pengujian *Properties* Material

Pengujian pada material bertujuan untuk mengetahui data fisik material yang akan digunakan untuk perhitungan *mix design*. Adapun pengujian material diantaranya kadar air, berat jenis, penyerapan, gradasi, berat volume, kadar lumpur, dan kandungan zat organis terhadap material penyusun beton. Adapun hasil pengujian material dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Material Penyusun Beton

Jenis pengujian	Material Yang Dipakai	Nilai Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar Air	Agregat Halus	0,59 %	0 – 1 %
	Agregat Kasar	2,09 %	0 – 3 %
Berat Jenis	Agregat Halus	2,5 %	2,0 – 2,9
	Agregat Kasar	2,62 %	2,5 – 2,9
Penyerapan	Agregat Halus	2,04 %	1 – 3 %
	Agregat Kasar	2 %	1 – 3 %
Modulus	Agregat Halus	2,728	2,3 – 3,1
Kehalusan	Agregat Kasar	7,3667	6 – 8
Berat	Agregat Halus	1515 kg/m ³	-
Volume	Agregat Kasar	1519,4 kg/m ³	-
Kadar Lumpur	Agregat Halus	2 %	< 5 %
Kandungan Zat Organik	Agregat Halus	Nomor warna 1	< Nomor warna 3

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 3 di atas, maka dapat dikatakan bahwa material penyusun beton yang digunakan telah memenuhi standar ASTM sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.

3.3.3. Perencanaan Campuran (*mix design*)

Pada perancangan campuran beton ini dilakukan dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000 yang kemudian mengubah komposisinya sesuai dengan persyaratan metode SNI. Pada hal ini dilakukan trial mix untuk beton normal yang menghasilkan nilai slump sebesar nilai standar 10 ± 2 cm. dan untuk kebutuhan berat material dengan variasi yang berbeda yaitu menggunakan air laut dan pasir laut dibuat sama dengan beton normal dan mengabaikan perbedaan properti material yang berbeda. Dengan mengikuti

prosedur dengan cara ini, bahan-bahan yang diperlukan untuk susun beton dapat diperoleh. untuk 1 m³.

Tabel 4. Kebutuhan Material Beton Per 1 m³

Material	Beton
Semen	444,29 kg
Agregat Halus	560,90 kg
Agregat Kasar	1156,6 kg
Air	212,21 Liter

3.3.4. Pembuatan sampel benda uji

Sampel benda uji dibuat sebanyak 96 sampel berbentuk kubus berukuran 15 cm. Semua sampel ini dilakukan pengujian pada umur sampel 7, 14, 28, dan 56 hari dengan keterangan sebagai berikut:

Tabel 5. Data Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Kubus

Kode Benda Uji	Jumlah Kuat Tekan Kubus				Jumlah
	Umur				
	7	14	28	56	
BNCT	3	3	3	3	12
BNCL	3	3	3	3	12
BPLCT	3	3	3	3	12
BPLCL	3	3	3	3	12
BALCT	3	3	3	3	12
BALCL	3	3	3	3	12
BPLSKCT	3	3	3	3	12
BPLSKCL	3	3	3	3	12
Total					96

Keterangan :

BNCT = Beton Normal *Curing* Tawar

BNCL = Beton Normal *Curing* Laut

BPLCT = Beton Pasir Laut *Curing* Tawar

BPLCL	= Beton Pasir Laut <i>Curing</i> Laut
BALCT	= Beton Air Laut <i>Curing</i> Tawar
BALCL	= Beton Air Laut <i>Curing</i> Laut
BPLSKCT	= Beton Pasir Laut + Serbuk Kerang <i>Curing</i> Tawar
BPLSKCL	= Beton Pasir Laut + Serbuk Kerang <i>Curing</i> Laut

3.3.5. Pengujian Kelacakan Beton

Pada pengujian ini dilakukan dengan beton segar yang dengan atau tanpa admixtures untuk menguji kemampuan *flow ability* beton tersebut dengan menggunakan alat *slump test*. Pengujian *slump test* ini merupakan pengukuran dari titik puncak penurunan beton segar hingga ke tinggi alat slump-test. Alat pada pengujian ini mengikuti standar ASTM C143-04.

3.3.6. Perawatan sampel benda uji (*Curing*)

Setelah benda uji dimasukkan ke dalam cetakan dan dibiarkan selama dua puluh empat jam, cetakan dibuka dan direndam dalam bak air selama dua puluh enam hari. Setelah direndam selama dua puluh enam hari, benda uji diangkat dan didiamkan selama dua puluh empat jam sebelum dilakukan pengujian kekuatan. Hal ini dilakukan untuk memastikan proses hidrasi dan pengerasan berjalan lancar. Ini mencegah retak pada beton dan menjaga mutu beton.

3.3.7. Pengujian sampel benda uji

a) Kuat tekan beton

Pengujian dilakukan dengan mesin pengujian kompresi (CTM) berkapasitas 150 ton yang memiliki kecepatan pembebanan antara 0,14 dan 0,34 MPa/detik. Benda uji ini harus dicuci, ditimbang, dicatat, dan diberi tanda. Sebelum melakukan pengujian tekanan kuat pada beton, permukaan benda uji kubus harus rata agar tegangan tersebar merata di seluruh penampangnya. Alat CTM diatur untuk memberikan beban menekan berulang hingga sampel beton tidak lagi mampu menahan

beban. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya tekan tertentu (dibuat oleh mesin tekan) dengan beban per satuan luas hingga hancur (SNI 03-1974-1990). Persamaan (1) dapat digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton.

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

f'_c = Kuat tekan beton/beton serat (kg/cm²)

P = Beban tekan maksimum (kgf)

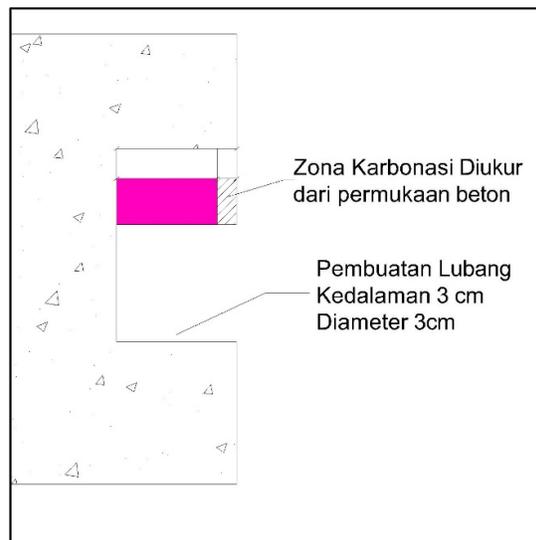
A = Luas penampang kubus = sisi x sisi (cm²)

Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm.

b) Pengujian Karbonasi

Pengujian karbonasi beton mengacu pada Permenpupr SE No. 25/SE/M/2015 tentang Pedoman Metode Uji Pengukuran Kedalaman Karbonasi Beton Keras. dengan larutan fenolftalein melibatkan beberapa langkah yang perlu diikuti dengan cermat. Pertama, persiapkan sampel beton yang akan diuji, baik itu berupa benda uji segar yang baru dibuat atau potongan beton dari struktur yang ada. Kemudian, larutkan fenolftalein dalam larutan alkohol atau air sesuai dengan petunjuk yang tertera pada kemasan fenolftalein. Pastikan larutan fenolftalein cukup konsentrasi untuk memberikan perubahan warna yang jelas. Setelah itu, bersihkan permukaan sampel beton dengan hati-hati untuk menghilangkan kotoran atau debu yang dapat memengaruhi hasil pengujian. Pastikan juga permukaan beton dalam kondisi kering sebelum pengujian dilakukan. Selanjutnya, aplikasikan larutan fenolftalein secara merata pada permukaan beton yang akan diuji. Amati perubahan warna yang terjadi pada permukaan beton, di mana fenolftalein akan berubah warna menjadi merah muda atau ungu muda jika pH beton melebihi ambang batas (biasanya di atas 8,2) yang menandakan terjadinya karbonasi. Akhirnya, ukur kedalaman penetrasi perubahan warna fenolftalein menggunakan penggaris atau alat pengukur lainnya. Kedalaman ini akan memberikan indikasi tentang sejauh mana karbonasi

terjadi di dalam beton. Skema pengujian karbonasi dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Skema pengujian karbonasi.

3.3.8. Analisis hasil penelitian

Analisis hasil penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Melakukan pengujian material sesuai dengan prosedur yang ada pada ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan SNI.
- Menghitung kuat tekan beton benda uji kubus dan disajikan dalam bentuk tabel berdasarkan persamaan 1.
- Dari hasil pengujian kuat tekan beton dibuat grafik hubungan antara pengaruh komponen air laut, pasir laut serta serbuk kerang terhadap hasil kuat tekan.
- Menguji kedalaman karbonasi yang terjadi pada sampel beton di keempat sisi sampel beton umur 56 hari.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai kuat tekan dan uji karbonasi beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Curing* air laut pada berbagai variasi memiliki efek negatif pada sampel beton hal tersebut menyebabkan sampel beton mengalami penurunan kuat tekan pada umur 56 hari.
2. Penggunaan air laut sebagai pengganti air tawar untuk pencampur beton berpengaruh baik pada kuat tekan beton dimana kuat tekan beton air laut *curing* tawar (BALCT) lebih besar dari pada beton normal *curing* tawar (BNCT).
3. Penggunaan pasir laut sebagai pengganti pasir sungai berpengaruh buruk pada kuat tekan beton bila dibandingkan dengan beton normal.
4. Penggunaan serbuk kerang yang diaktivasi dengan suhu 500° sebagai tambahan semen dapat memperbaiki penurunan kuat tekan beton yang diakibatkan penggunaan pasir laut.
5. Karbonasi yang terjadi pada permukaan beton dengan *curing* air laut lebih tebal dibandingkan dengan *curing* tawar.

5.2. Saran

Untuk menindaklanjuti penelitian ini, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut terkait dengan :

1. Persentase optimum serbuk kerang yang digunakan dalam campuran beton dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

2. Reaksi kimia bahan-bahan yang mengandung garam terhadap kekuatan beton.
3. Laju karbonasi terkait umur beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, R., & Safarizki, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. In *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.374>
- ASTM International. (2013). *Standard Specification for Concrete Aggregates (ASTM C33)*. ASTM International.
- Bamigboye, G. O., Okara, O., Bassey, D. E., Jolayemi, K. J., & Ajimalofin, D. (2020). The use of *Senilia senilis* seashells as a substitute for coarse aggregate in eco-friendly concrete. *Journal of Building Engineering*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101811>
- Chang, C. F., & Chen, J. W. (2006). The experimental investigation of concrete carbonation depth. *Cement and Concrete Research*, 36(9), 1760–1767. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.025>
- Dumyati, A., & Manalu, D. (2015). Analisis Penggunaan Pasir laut Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.33019/fropil.v3i1.1203>
- He, X., & Zhou, J. (2021). Mechanical characteristics of sea-sand concrete in simulated marine environment. *Construction and Building Materials*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122098>
- Hudaya, R. (2010). Pengaruh Pemberian Belimbing Wiluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Kerang (*Bivalvia*) Yang Berasal Laut Belawan. <https://doi.org/10.36760/jp.v2i1.161>
- Limeira, J., Ambrosio, A., Moraes, R., & Cordeiro, G. (2010). Dredged marine sand in concrete: An experimental section of a harbor pavement. *Construction and Building Materials*, 24(6), 863-870. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.12.011>.
- Liu, P., Yu, Z., & Chen, Y. (2020). Carbonation depth model and carbonated acceleration rate of concrete under different environment. *Cement and Concrete Composites*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103736>

- Mangerongkonda, D. (2007). Pengaruh Penggunaan Pasir Laut Bangka Terhadap Karakteristik Kualitas Beton. Universitas Gunadarma. <https://fdokumen.com/document/pengaruh-penggunaan-pasir-laut-bangka-terhadap-karakteristik-.html?page=1>
- Mulyono, T. (2015). TEKNOLOGI BETON: Dari Teori ke Praktek (1st ed., Vol. 1). Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ.
- Olivia, M., Oktaviani, R., & Ismeddiyanto. (2017). Properties of Concrete Containing Ground Waste Cockle and Clam Seashells. *Procedia Engineering*, 171, 658–663 . <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.404>
- Ong, B. P., & Kassim, U. (2019). Performance of Concrete Incorporating of Clam Shell as Partially Replacement of Ordinary Portland Cement (OPC). *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics Journal Homepage*, 55, 12–21. www.akademiabaru.com/aram.html
- Pan, D., Yaseen, S. A., Chen, K., Niu, D., Ying Leung, C. K., & Li, Z. (2021b). Study of the influence of seawater and sea sand on the mechanical and microstructural properties of concrete. *Journal of Building Engineering*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103006>
- Patil, A., & Kumar D. A. (2022). Mechanical strength and durability performance of sea water concrete incorporating supplementary cementitious materials in different *curing* conditions. *Materials Today: Proceedings*, 65, 969–974. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.600>
- Li, P., Li, W., Sun, Z., Shen, L., & Sheng, D. (2021). Development of sustainable concrete incorporating seawater: A critical review on cement hydration, microstructure and mechanical strength. *Cement and Concrete Composites*, 121, 104100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104100>
- Permenpupr SE No. 25/SE/M. (2015). Pedoman Metode Uji Pengukuran Kedalaman Karbonasi Beton Keras. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Sakr, M. R., & Bassuoni, M. T. (2021). Performance of concrete under accelerated physical salt attack and carbonation. *Cement and Concrete Research*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106324>
- Sanjaya, Fachrul, & Wasono, Supto & Wulandari, Diah. (2021). Analysis Of Use Sea Sand as A Fine Aggregate Replacement To Strong Press Concrete. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 1, 1-6. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v1i3.77>
- SNI 03 – 2847. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

- SNI 1974. (2011). Metode Penguji Kuat Tekan Beton. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 7656. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, Dan Beton Massa. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Siswanto, R., Suyoso, H., & Hayu, G. (2017). The Effect Of The Use Of Beach Sand As Fine Aggregate And Shells As Cement Partial Substitution Towards Compressive Strength Of Concrete. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 1(02), 192-199. doi:10.19184/jrsl.v1i02.6895
- Syamsul, S. B. (2018). Investigasi Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampuran Dan Perawatan Terhadap Sifat Beton. *Journal INTEK*, 5(1), 48-52. <http://dx.doi.org/10.31963/intek.v5i1.200>
- Tayeh, B. A., Hasaniyah, M. W., Zeyad, A. M., & Yusuf, M. O. (2019). Properties of concrete containing recycled seashells as cement partial replacement: A review. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 237). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117723>
- Tjokrodimulyo, K. (2012). *Teknologi Beton* (3rd ed., Vol. 1). Yogyakarta Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.
- Wei, L., Li, L., Ye, M., & Liu, Q. (2018). Carbonation Depth Measurement of Concrete Based on Digital Image Processing Using Phenolphthalein Indicator. *Construction and Building Materials*, 161, 217-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.025>
- Wibowo, W. (2013). Pengaruh Air Laut terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-175. *Bentang*, 1(1). <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang/article/view/329>
- Xiao, J., Qiang, C., Nanni, A., & Zhang, K. (2017). Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities. In *Construction and Building Materials* (Vol. 155, pp. 1101–1111). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.130>
- Xiong, Z., He, S. H., Kwan, A. K. H., Li, L. G., & Zeng, Y. (2021). Compressive behaviour of seawater sea-sand concrete containing glass fibres and expansive agents. *Construction and Building Materials*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123309>
- Zhao, Y., Hu, X., Shi, C., Zhang, Z., & Zhu, D. (2021). A review on seawater sea-sand concrete: Mixture proportion, hydration, microstructure and properties. In *Construction and Building Materials* (Vol. 295). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123602>