

**PENGARUH PAPARAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK
BETON DENGAN PENAMBAHAN SODA API**

Tesis

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai
Derajat Magister Teknik



Oleh :

SUBAGIO
NPM : 1631221016

Diajukan kepada :

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

**PENGARUH PAPARAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK
BETON DENGAN PENAMBAHAN SODA API**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

SUBAGIO
NPM. 1631221016

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada tanggal 15 September 2020

Dewan Penguji :

Pembimbing Utama,

Penguji,

Dr. Anas Puri, S.T, M.T.

Prof.Ir. H.Sugeng Wiyono, MMT

Pembimbing Pendamping,

Dr. Elizar, S.T, M.T.

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Teknik
Tanggal: _____

Dr. Elizar, S.T, M.T.

Ketua Program Magister Teknik Sipil
Universitas Islam Riau

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis

PENGARUH PAPARAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON DENGAN PENAMBAHAN SODA API

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

SUBAGIO
NPM. 1631221016

Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Kajian : Beton
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 15 September 2020
Dan dinyatakan LULUS

DEWAN PENGUJI
Ketua Penguji

Dr. Anas Puri, S.T., M.T.

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II

Dr. Elizar, S.T., M.T.

Prof. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT

Mengetahui
Direktur
Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau

Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum.



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PENGARUH PAPARAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK
BETON DENGAN PENAMBAHAN SODA API**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

SUBAGIO
NPM. 1631221016

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada tanggal 15 September 2020

Dewan Penguji :

Pembimbing Utama,

Penguji,


Dr. Anas Puri, S.T, M.T.


Prof. Ir. H. Sugeng Wivono, MMT

Pembimbing Pendamping,


Dr. Elizar, S.T, M.T.

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Teknik
Tanggal: _____


Dr. Elizar, S.T, M.T.

Ketua Program Magister Teknik Sipil
Universitas Islam Riau

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis

**PENGARUH PAPARAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK
BETON DENGAN PENAMBAHAN SODA API**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

SUBAGIO
NPM. 1631221016

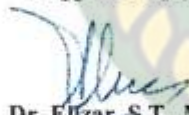
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Kajian : Beton
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 15 September 2020
Dan dinyatakan LULUS

DEWAN PENGUJI
Ketua Penguji



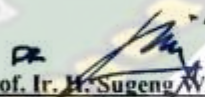
Dr. Anas Puri, S.T., M.T.

Anggota Penguji I



Dr. Elizar, S.T., M.T.

Anggota Penguji II



Prof. Ir. H. Sugeng Wivono, MMT

Mengetahui
Direktur

Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau



Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum.

SURAT KEPUTUSAN DIREKTUR PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

NOMOR : 632/KPTS/PPS/2020

TENTANG

**PENUNJUKAN PEMBIMBING PENULISAN TESIS MAHASISWA
PROGRAM MAGISTER (S2) TEKNIK SIPIL**

DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

- Yang :
1. Bahwa penulisan tesis merupakan tugas akhir dan salah satu syarat bagi mahasiswa dalam menyelesaikan studinya pada Program Magister (S2) Teknik Sipil PPS – UIR.
 2. Bahwa dalam upaya meningkatkan mutu penulisan dan penyelesaian tesis, perlu ditunjuk pembimbing yang akan memberikan bimbingan kepada mahasiswa tersebut.
 3. Bahwa nama – nama dosen yang ditetapkan sebagai pembimbing dalam Surat Keputusan ini dipandang mampu dan mempunyai kewenangan akademik dalam melakukan pembimbingan yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Direktur Program Pascasarjana Universitas Islam Riau.

- ingat :
1. Undang – Undang Nomor : 12 Tahun 2012 Tentang : Pendidikan Tinggi
 2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor : 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
 3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
 4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
 5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor : 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjamin Mutu Pendidikan
 6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor : 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
 7. Statuta Universitas Islam Riau Tahun 2018
 8. Peraturan Universitas Islam Riau Tahun Nomor : 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

- Menunjuk :
1. Menunjuk

No	Nama	Jabatan Fungsional	Bertugas Sebagai
1	Dr. Anas Puri, ST., MT	Lektor Kepala	Pembimbing I
2	Dr. Elizar, S.T., M.T	Lektor	Pembimbing II

Untuk Penulisan Tesis Mahasiswa :

Nama : SUBAGIO
N P M : 163121016
Program Studi : MAGISTER TEKNIK SIPIL
Judul Proposal Tesis : PENGARUH INTRUSI AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API

2. Tugas – tugas pembimbing adalah memberikan bimbingan kepada mahasiswa Program Magister (S2) Teknik Sipil dalam penulisan tesis.
 3. Dalam pelaksanaan bimbingan supaya diperhatikan usul dan saran dari forum seminar proposal dan ketentuan penulisan tesis sesuai dengan Buku Pedoman Program Magister (S2) Teknik Sipil.
 4. Kepada yang bersangkutan diberikan honorarium, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.
 5. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan segera ditinjau kembali.
- KUTIPAN** : Disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dapat diketahui dan diindahkan.


 DITETAPKAN DI PEKANBARU
 PADA TANGGAL 03 November 2020
 Direktur

Prof. Dr. H. Yusri Munaf S.H., M.Hum
 NIP. 195408081987011002

Revisi : disampaikan kepada

Yth. Bapak Rektor Universitas Islam Riau
 Yth. Ketua Program Magister (S2) Teknik Sipil PPS UIR



PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PERPUSTAKAAN

Jalan K.H. Nasution No. 113 Gedung B Pascasarjana Universitas Islam Riau
Marpoan, Pekanbaru, Riau

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

Nomor: 096/A-UJR/5-PSTK/PPs/2020

Perpustakaan Program Pascasarjana Universitas Islam Riau menerangkan:

Nama : Subagio
NPM : 163121016
Program Studi : Teknik Sipil

Telah melalui proses pemeriksaan kemiripan karya ilmiah (tesis) menggunakan aplikasi *Turnitin* pada tanggal 14 September 2020 dan dinyatakan memenuhi syarat batas maksimal tingkat kemiripan tidak melebihi 30 % (tiga puluh persen).

Surat keterangan ini digunakan untuk syarat ujian tesis dan pengurusan surat keterangan bebas pustaka.

Mengetahui

Pekanbaru, 14 September 2020

Ketua Prodi. Magister Teknik Sipil

Staf Perpustakaan


Dr. Elizar, S.T., M.T.


Sumardiono, S.IP

Lampiran:

- *Turnitin Originality Report*

Turnitin Originality Report

PENGARUH INTRUSI AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON DENGAN
SUBSTITUSI SODA API by Subagio Subagio



From Prodi. Teknik Sipil (Tesis 2)

- Processed on 14-Sep-2020 11:55 +08
- ID: 1386420495
- Word Count: 18834

Similarity Index

16%

Similarity by Source

Internet Sources:

17%

Publications:

6%

Student Papers:

7%

sources:

- 1 3% match (Internet from 23-Jul-2020)
http://jamesheengsal.blogspot.com/p/blog-page_46.html?m=1
- 2 2% match (Internet from 16-May-2020)
<https://es.scribd.com/document/362960137/alve-pdf>
- 3 2% match (Internet from 07-Jan-2019)
<https://www.scribd.com/document/390372952/SNI-I-2008-pdf>
- 4 2% match (Internet from 05-Dec-2019)
<https://rumusrumus.com/natrium-hidroksida/>
- 5 1% match (Internet from 01-Aug-2019)
<https://pt.scribd.com/document/40142304/tesis>
- 6 1% match (Internet from 02-Nov-2018)
<https://edoc.site/metode-pengujian-kuat-lentur-beton-dengan-balok-uji-sederhana-yang-dibebani-terpusat-langsung-pdf-free.html>
- 7 1% match (Internet from 15-Jul-2018)
<https://media.neliti.com/media/publications/201807-kuat-tekan-beton-dan-waktu-ikat-semen-po.pdf>
- 8 1% match ()
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/409>
- 9 1% match (Internet from 08-Jul-2019)
<https://id.scribd.com/doc/209592899/32-758-OKE>
- 10 1% match (Internet from 04-Dec-2019)
<http://harwinata.blogspot.com/2019/06/>

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini 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 disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, September 2020



SUBAGIO

ABSTRAK

Penggunaan konstruksi beton belakangan ini berkembang sangat pesat dikarenakan beton memiliki sifat-sifat yang menguntungkan seperti kuat tekan yang tinggi dan pelaksanaanya mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan konstruksi. Beton banyak dipengaruhi oleh bahan pembentuknya (semen, agregat, dan air), dan bahan tambah disamping itu secara khusus beton juga dipengaruhi kondisi lingkungan. Beton juga memiliki kelemahan-kelemahan antara lain kuat lentur yang rendah, sehingga konstruksi mudah retak jika mendapatkan regangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan air laut terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton yang diberi bahan tambah soda api dengan variasi komposisi 0%, 1%, 1,5% dan 2,5% untuk lingkungan air biasa dan air laut. Mutu beton rencana $f_c' 30 \text{ Mpa}$ untuk kuat tekan dan mutu beton rencana kuat lentur $f_s 4,1 \text{ Mpa}$. Untuk mengetahui karakteristik beton dengan membandingkan kedua hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton pada air biasa dan air laut. Perendaman dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 90 hari.

Kuat tekan yang tertinggi terjadi pada perendaman air biasa pada umur 28 hari dengan komposisi soda api 0% (31,02 Mpa), dan kuat lentur beton yang tertinggi terjadi pada umur 90 hari perendaman air biasa dengan komposisi 0% soda api (4,78 Mpa). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan soda api pada air laut tidak menunjukkan adanya kenaikan kuat tekan maupun kuat lentur.

Kata-kata kunci : soda api, air laut, kuat tekan, kuat lentur,

ABSTRACT

The use of concrete construction has recently grown very rapidly because concrete has beneficial properties such as high compressive strength and easy implementation to form according to construction requirements. Concrete is much influenced by the constituent materials (cement, aggregate, and water), and the added material. Besides, it is especially also influenced by environmental conditions. Concrete also has weaknesses like low flexural strength, so that the construction is easily cracking if it gets a stretch. This study aims to determine the effect of exposure to seawater on the compressive strength and flexural strength of concrete with added material, caustic soda (NaOH) in the composition of 0%, 1%, 1.5% and 2.5% for plain water and sea water environments. Concrete quality plan $f_c' 30 \text{ Mpa}$ for compressive strength and concrete quality plan flexural strength $f_s 4.1 \text{ Mpa}$. To know the characteristics of concrete by comparing the two results test of the compressive strength and the flexural strength of concrete in plain water and sea water. Soaking was done at 7 days, 14 days, 28 days, and 90 days.

The highest compressive strength occurs in plain water immersion at the age of 28 days with a composition of caustic soda of 0% (31.02 Mpa), and the highest flexural strength of concrete occurs at 90 days of immersion in plain water with a composition of 0% caustic soda (4.78 Mpa). From the research results, it can be concluded that the use of caustic soda in seawater does not show an increase in compressive strength or flexural strength.

Key words: caustic soda, sea water, compressive strength, flexural strength,

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah SWT atas Rahmat, Nikmat dan Taufiknya, sehingga penulisan tesis yang berjudul "*Pengaruh Paparan Air Laut Terhadap Karakteristik Beton Dengan Penambahan Soda Api*" dapat selesai. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan magister teknik di Program Pascasarjana Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak dapat terselesaikan dengan baik dan lancar apabila tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Islam Riau.
2. Dr. Anas Puri, ST., MT. Guru Besar Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Islam Riau sekaligus selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahnya pada penyusunan tesis dan juga telah memberikan izin melakukan penelitian ini.
3. Dr. Elizar, ST., MT. Ketua Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Islam Riau dan sekaligus selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahnya pada penyusunan tesis ini.
4. Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT selaku Dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan untuk penyempurnaan penyusunan tesis ini.

5. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Program Pascasarjana Universitas Islam Riau, khususnya Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.
6. Teristimewa kepada Orang Tua, Istri, Anak dan Saudara penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi, dukungan, doa dan pengorbanannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
7. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan dan penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sangat menyadari bahwa didalam tesis ini masih banyak dijumpai kekurangan. Segala saran dan kritik membangun dari para penelaah sangat bermanfaat untuk penyempurnaannya.

Pekanbaru, September 2020

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Keaslian Penelitian.....	9
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Perkerasan Kaku	10
3.2 Beton.	11
3.3 Sifat Mekanik Beton	20
3.4 Material Penyusun Beton.....	21
3.5 Kategori Jenis Beton	25
3.6 Uji Slump Beton	28
3.7 Bahan Tambah	30

3.8	Soda Api.....	32
3.9	Air Laut	34
3.10	Hipotesis.	35
BAB IV METODE PENELITIAN		36
4.1	Umum.....	36
4.2	Pengumpulan Data	37
4.2.1	Data Primer	37
4.2.2	Data Skunder	38
4.3	Bahan dan Peralatan.....	39
4.4	Tahapan Penelitian.....	42
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		47
5.1	Hasil Pemeriksaan Material	47
5.2	Data Skunder Semen Portland	49
5.3	Data Sekunder Soda Api	51
5.4	Rancangan Campuran Adukan Beton	53
5.5	Hasil Pengujian Slump	53
5.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	55
5.7	Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Laut.	69
5.8	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton	72

5.9 Perbandingan Kuat lentur Beton Pada Berbagai Umur untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Laut.	85
5.10 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Pada Umur 28 Hari Untuk Perawatan Air Biasa, dan Perawatan Air Laut.	89
5.11 Komparasi Hasil Penelitian Terdahulu	92
5.12 Bentuk Keruntuhan.	94
BAB VI Kesimpulan dan saran	100
6.1 Kesimpulan.....	100
6.2 Saran.....	101
Daftar Pustaka.....	100
Lampiran .	

DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1 Kekuatan beton minimum untuk perkerasan beton (SNI,1997)
2. Tabel 3.2 Nilai perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton (PBI 1971 N.I.-2)
3. Tabel 3.3 Standarisasi untuk Agregat Halus (Spesifikasi umum, 2010)
4. Tabel 3.4 Sifat – sifat Agregat Kasar (Ukuran1-2 dan 2-3) (Spesifikasi umum, 2010)
5. Tabel 4.1. Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Penyusun Beton
6. Tabel 4.2 Populasi dan Sampel
7. Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2-3
8. Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2
9. Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Pasir Desa Pasir Ringgit
10. Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Pasir Desa Pasir Ringgit
11. Tabel 5.4 Syarat kimia utama (SNI, 2004)
12. Tabel 5.5 Syarat fisika utama (SNI, 2004)
13. Tabel 5.6 Sifat Soda Api (Augsolo, 2016)
14. Tabel 5.7 Rancangan Campuran (*Mix Desingn*) Adukan Mutu Beton f_c '30 MPa
15. Tabel 5.8. Pemeriksaan Hasil Nilai *Slump*
16. Tabel 5.9 Nilai Kuat Tekan Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa
17. Tabel 5.10 Nilai Kuat Tekan Umur 7 Hari di Lingkungan Air Laut
18. Tabel 5.11 Nilai Kuat Tekan Umur 14 Hari di Lingkungan Air Biasa
19. Tabel 5.12 Nilai Kuat Tekan Umur 14 Hari di Lingkungan Air Laut
20. Tabel 5.13 Nilai Kuat Tekan Umur 28 Hari di Lingkungan Air Biasa
21. Tabel 5.14 Nilai Kuat Tekan Umur 28 Hari di Lingkungan Air Laut
22. Tabel 5.15. Nilai Kuat Tekan Umur 90 Hari di Lingkungan Air Biasa
23. Tabel 5.16 Nilai Kuat Tekan Umur 90 Hari di Lingkungan Air Laut
24. Tabel 5.17 Nilai Perbandingan Kuat Tekan untuk berbagai Umur

25. Tabel 5.18 Nilai Kuat Lentur Umur 7 Hari untuk Lingkungan Air Biasa
26. Tabel 5.19 Nilai Kuat Lentur Umur 7 Hari untuk Lingkungan Air Laut
27. Tabel 5.20 Nilai Kuat Lentur Umur 14 Hari untuk Lingkungan Air Biasa
28. Tabel 5.21 Nilai Kuat Lentur Umur 14 Hari untuk Lingkungan Air Laut
29. Tabel 5.22 Nilai Kuat Lentur Umur 28 Hari untuk Lingkungan Air Biasa
30. Tabel 5.23 Nilai Kuat Lentur Umur 28 Hari Untuk Lingkungan Air Laut
31. Tabel 5.24 Nilai Kuat Lentur Umur 90 Hari Untuk Lingkungan Air Biasa
32. Tabel 5.25 Nilai Kuat Lentur Umur 90 Hari Untuk Lingkungan Air Laut
33. Tabel 5.26 Nilai Perbandingan Kuat Lentur Untuk Berbagai Umur
34. Tabel 5.27 Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari di lingkungan air biasa
35. Tabel 5.28 Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari di lingkungan air laut

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 3.1. Distribusi beban pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
2. Gambar 3.2. Cetakan Slump Uji Beton (Sumber : SNI, 2008)
3. Gambar 3.3. Bentuk Sifat Fisik Soda Api (Wikipedia,2020)
4. Gambar 4.1. Lokasi Penelitian (Google map,2020)
5. Gambar 4.2 Alat pengujian kuat tekan (Dokumentasi,2020)
6. Gambar 4.3 Alat pengujian kuat lentur (Dokumentasi,2020)
7. Gambar 4.4. Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian
8. Gambar 5.1: Pengujian Slump beton (Dokumentasi,2020)
9. Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Air Biasa
10. Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari Air Laut
11. Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari Air Biasa
12. Gambar 5.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari Air Laut
13. Gambar 5.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari Air Biasa
14. Gambar 5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari Air Laut
15. Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 90 Hari Air Biasa
16. Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 90 Hari Air Laut
17. Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur Untuk Lingkungan Air Biasa dan Untuk Lingkungan Air Laut.
18. Gambar 5.11 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 7 Hari air biasa
19. Gambar 5.12 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 7 Hari air laut
20. Gambar 5.13 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 14 Hari air biasa
21. Gambar 5.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 14 Hari air laut
22. Gambar 5.15 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari air biasa
23. Gambar 5.16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari air laut
24. Gambar 5.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 90 Hari air biasa
25. Gambar 5.18 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 90 Hari air laut

26. Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton Pada Berbagai Umur Untuk Lingkungan Air Biasa dan Untuk Lingkungan Air Laut.
27. Gambar 5.20 Grafik hubungan kuat tekan dan kuat lentur umur 28 hari
28. Gambar 5.21 Grafik hubungan kuat tekan dan kuat lentur umur 28 hari
29. Gambar 5.22. Pengujian kuat tekan umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 0%.
30. Gambar 5.23. Pengujian kuat tekan umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 1%.
31. Gambar 5.24. Pengujian kuat tekan umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 1,5%
32. Gambar 5.25. Pengujian kuat tekan umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 2,5%
33. Gambar 5.26. Pengujian kuat lentur umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 0%.
34. Gambar 5.27. Pengujian kuat lentur umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 1%.
35. Gambar 5.28. Pengujian kuat lentur umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 1,5 %.
36. Gambar 5.29. Pengujian kuat lentur umur 28 hari air biasa dan air laut Soda Api 2,5 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah merupakan bahan bangunan yang terbentuk dari kombinasi beberapa bahan material dan pengikat semen yang dibentuk menjadi mortar (semen, agregat halus, agregat kasar dan air), yang dapat di tambah dengan bahan *additive* lain sesuai kebutuhan untuk peningkatan mutu dan efisiensi. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah dikerjakan (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Dari sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Perkembangan sekarang ini, beton merupakan bahan yang paling umum digunakan dalam pekerjaan teknik sipil, seperti peningkatan struktur jalan yang menggunakan konstruksi beton (*Rigid pavemen*) termasuk juga pekerjaan pembangunan pada lokasi sekitar daerah pantai dan laut, seperti jembatan, dermaga, pemecah gelombang, *piers*, *jetty*, pengaman pantai dan bangunan lainnya.

Permasalahan yang dapat dilihat dalam hal ini adalah sebuah pembangunan struktur tembok penahan pantai yang berada di lokasi pantai dan bersentuhan langsung dengan air laut, sehingga dalam pelaksanaannya menemui kendala yakni gelombang pasang air laut yang terjadi sebelum beton mengeras, hal ini dapat mempengaruhi terhadap mutu beton, sehingga diperlukan bahan

additive yang dapat mempercepat proses pengerasan beton. Untuk mendukung hal tersebut diatas, penelitian dengan menggunakan bahan tambahan (soda api) perlu dilakukan guna untuk mempercepat proses pengerasan pada beton. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton yang menggunakan soda api sebagai bahan tambah dengan metode rendaman air laut.

Studi kasus, pembuatan turap penahan pantai di pulau Rupat, berawal pengecoran dipantai yang mana pekerjaan beton yang sebahagian terendam oleh air laut hilang ketika pasang datang. Menurut informasi dari masyarakat setempat cara untuk mengatasinya dan berdasarkan pengalaman yang pernah mereka lakukan adalah dengan cara menambahkan soda api ke dalam campuran beton. Setelah dilakukan, maka beton yang terkena air pasang tidak tergerus lagi atau tidak hilang terbawa air laut, untuk membuktikan kekuatan beton yang ditambah soda api dan terendam air laut tersebut, maka dalam tesis ini direkomendasikan untuk dilakukan penelitian dan pengujian di laboratorium terhadap penggunaan soda api, apakah soda api dapat mempengaruhi terhadap kekuatan mutu beton dimaksud.

Dari permasalahan, perlu dilakukan penelitian tentang ”Pengaruh Paparan Air Laut Terhadap Karakteristik Beton Dengan Penambahan Soda Api”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh air laut terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa yang diberikan tambahan soda api?

2. Berapakah komposisi pengaruh perbandingan soda api yang optimal ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dilihat dari rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui beberapa hal sebagaimana disampaikan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh air laut terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ Mpa yang diberikan tambahan soda api.
2. Mengetahui komposisi tambahan soda api untuk pengecoran beton di lingkungan air laut

1.4 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya perkembangan yang bisa ditemukan dalam permasalahan ini, maka perlu adanya batasan-batasan masalah yang jelas mengenai apa yang dibuat dan diselesaikan dalam penelitian ini. Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengkaji campuran beton mutu $f_c' = 30$ Mpa yang ditambah dengan soda api terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ Mpa pada pekerjaan yang berada di lingkungan air laut.
2. Metode yang digunakan untuk menganalisa kerusakan beton adalah metode rendaman air laut yang di ambil dari Dumai.
3. Pengaruh lama perendaman untuk lingkungan air laut.
4. Tidak mengkaji analisis reaksi kimia pada beton serta aspek biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agar dapat memberikan wawasan dan menambah ilmu pengetahuan tentang penggunaan beton dengan substitusi soda api. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi baru tentang pemanfaatan material soda api menjadi bahan alternative campuran beton yang lebih baik terutama untuk lingkungan air laut.
2. Dari sudut Pemerintah agar dapat memberikan manfaat dan masukan dalam menentukan strategi penanganan pembangunan dan peningkatan beton khususnya pengganti bahan tambah yang paling optimal baik dari segi biaya maupun kekuatan.
3. Dari sudut masyarakat agar dapat memberikan gambaran tentang jenis penanganan struktur beton yang dapat diterapkan di Provinsi Riau terutama di daerah-daerah dengan kondisi lingkungan air laut.
4. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini menggunakan literatur penulisan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan berbagai macam teori, ide, maupun pengalaman dari beberapa ahli dibidang konstruksi beton

2.1 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan erat dengan penelitian yang akan dilakukan dan belum terjawab atau terpecahkan secara memuaskan. Dalam penelitian ini disajikan beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan mengenai substitusi beton. Penelitian terdahulu yang hampir sama untuk dapat dijadikan sumber referensi dalam bab ini yakni Ravisdah,dkk (2015), Wadu (2014), Arman,dkk (2017), Basharudin (2017), Harmaini (2016) dan Zuhendri (2018).

Revisdah, dkk (2015) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Air Soda terhadap Kuat Tekan Beton. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui salah satu penyebab korosi pada tulangan beton akibat adanya reaksi karbonasi dari gas CO_2 yang membentuk asam dan tercampur ke dalam beton, yang menyebabkan pH sebagai pelindung permukaan tulangan beton turun. Sementara dampak yang ditimbulkan akibat karbonasi pada beton sendiri menurut teori tidak selalu merugikan terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba mengamati dampak dari adanya gas CO_2 yang terdapat pada air soda

(soda water) yang digunakan untuk menggantikan air campuran beton terhadap kuat tekan beton. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *study literature*, *job mix formula*, pembuatan dan pengujian beton di laboratorium dan menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan kuat tekan beton. Peningkatan terjadi hingga penggunaan air soda 8%. Kuat tekan yang didapat dengan penggunaan air soda 8% yaitu sebesar 421,993 kg/cm², mengalami peningkatan sebesar 2,134% dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Ini dikarenakan CO₂ bereaksi secara optimal dengan kapur bebas pada beton, hasil reaksi berupa kalsium karbonat yang bersifat keras dan mengurangi permeabilitas permukaan beton.

Penelitian Wadu (2014), telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Masa Perawatan (*Curing*) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perawatan (*curing*) air laut terhadap kuat tekan beton dan penyerapan (*absorpsi*) air laut pada beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini air laut sebagai *curing*, *mix design* dengan SNI 03-2834-200. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah Kuat tekan beton yang mengalami *curing* dengan air laut untuk masa *curing* 7 hari untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih tinggi 3,18%, 2,65%, dan 1,74% dari pada beton yang mengalami curing dengan air tawar, sedangkan untuk masa *curing* 14 hari kuat tekan beton yang mengalami *curing* dengan air laut untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih rendah 4,09%, 2,98%, dan 1,12% dari pada beton yang mengalami curing dengan air tawar, dan untuk masa curing 28 hari kuat tekan beton yang

mengalami curing dengan air laut untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih rendah 4,31%, 3,56%, dan 2,85% dari pada beton yang mengalami curing dengan air tawar.

Penelitian lainnya Arman, dkk (2017) tentang setting tim beton dengan zat adiktif yang berjudul Studi Eksperimental Setting Time Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat Adiktif Fosroc SP 337 & Fosroc Conplast R. Tujuan penelitian adalah dengan menggunakan zat addiktif fosroc sp 337 dapat mengurangi kadar air pada campuran beton dan fosroc conplast R untuk mengurangi pemakaian semen. Metode yang digunakan adalah SK SNI T.15-1990-03 dan benda uji slinder baja dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil yang di dapat dari penelitian tersebut beton dengan adukan 30 menit dengan tambahan zat addiktif fosroc sp 337 dan fosroc conplastr 1% didapatkan kuat tekan tinggi yaitu 44,663 N/mm² pada umur 28 hari dan merupakan waktu paling baik tanpa mengurangi kadar semen.

Basharudin, (2017) telah melakukan penelitian tentang Kajian Korelasi Antara Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan dengan alat uji tekan UTM (*Universal Testing Machine*) dan *Hammer Test* pada beton mutu $f_c'=30$ MPa, $f_c'=35$ MPa dan $f_c'=40$ MPa. Penelitian menggunakan mtode eksperimental yaitu suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data yang menghubungkan kuat tekan dan kuat lentur konstanta empiris (K) dengan rumus $f_s=0,75 (f_c)^{0.5}$, didapat pada umur 28 hari untuk beton $f_c'=30$ MPa dengan menggunakan semen Padang Type OPC didapat konstanta 0,6482. Untuk $f_c'=35$ MPa, 0,7068 dan untuk $f_c'=40$ MPa konstantanya 0,7074. Dari Hasil uji

kuat lentur pada umur 28 hari untuk beton $f_c' = 30$ MPa adalah 4,21 MPa. Hasil penelitian di dapat perbandingan kuat lentur empiris dengan kuat lentur uji ternyata kuat lentur uji lebih tinggi hasilnya dibandingkan dengan kuat lentur empiris. Untuk $f_c' = 30$ MPa didapat kuat lentur empiris 4,37 MPa, untuk $f_c' = 35$ MPa lentur empiris 4,44 MPa dan untuk $f_c' = 40$ MPa lentur empirisnya 4,74 MPa. Kesimpulannya perbandingan pengujian kuat tekan beton dengan alat UTM lebih rendah hasilnya jika dibandingkan dengan hasil pengujian dengan *Hammer Test*.

Harmaini, (2016) telah melakukan penelitian tentang Study Kuat Lentur Beton Dengan Penambahan Serat Scanfibre Pada Beton Normal. Tujuan penelitian untuk mengetahui berapa besar kuat lentur optimum yang dihasilkan dari penambahan serat scanfibre 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1,0%. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu suatu percobaan secara langsung di laboratorium untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variable yang di selidiki. Hasil analisis yang dilakukan pada umur 7, 28, dan 56 hari. Nilai kuat lentur optimum beton pada umur 7, 28, dan 56 hari adalah 4,38 MPa, 4,71 MPa, 4,75 Mpa. Berdasarkan rumus $f_s = K (f_c')^{0.5}$, hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur pada umur 7, 28, dan 56 hari, maka didapat nilai konstanta rata-rata adalah 0,7345, 0,7687, dan 0,7404. Kesimpulan Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penggunaan serat Scanfibre dalam berbagai kadar tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kuat lentur beton.

Zulhendri, (2018), telah melakukan penelitian tentang Kajian Perbandingan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kakau. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapat kan

nila kuat tekan dan kuat lentur beton mutu $f_c' = 30$ MPa dengan tiga merek semen, Semen Padang, Semen Holcim dan Semen Conch. Metode yang di gunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental yang dilakukan secara langsung di laboratorium untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variable yang diselidiki. Hasil dari penelitian adalah hubungan kuat tekan dengan kuat lentur dari tiga merek semen di dapatkan nilai konstanta tidak jauh berbeda berkisar 0,75 untuk penggunaan agregat batu pecah. Konstanta tertinggi terjadi pada umur 14 hari untuk semua merek semen. Kesimpulan semen padang konsisten unggul dari semen holchim dan semen conch.

2.2 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai material substitusi beton pernah dilakukan peneliti-peneliti sebelumnya seperti yang dijelaskan di atas, diantaranya penelitian Revisdah,dkk (2015), Wadu (2014), Arman,dkk (2017), Basharudin (2017), Harmaini (2016), Zulhendri (2018). Penelitian yang mereka lakukan adalah bertujuan untuk mengganti bahan pengganti atau substitusi sebagai *additive* beton, baik yang dilakukan dengan kuat tekan maupun dengan menggunakan metode kuat tarik. Sedangkan yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah yakni penelitian ini melakukan eksperimental di laboratorium untuk mendapatkan informasi dan pengaruh lingkungan air laut terhadap beton yang ditambah soda api.

BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan dalam penulisan ini perlu di jelaskan teori-teori yang berkaitan dengan kajian beton yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi perkerasan jalan.

3.1 Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah termasuk jenis dari konstruksi jalan raya yang bahan baku terbuat dari agregat dan semen sebagai bahan pengikatnya, sehingga dapat meningkatkan kekakuan dan ketahanan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (perkerasan lentur). Selain untuk jalan raya dan jalan tol perkerasan kaku ini di kembangkan juga untuk perkerasan pada lapangan terbang (PUPR,2017).

Perkerasan kaku mulai dipergunakan di Indonesia secara lebih meluas pada tahun 1985 khususnya pada jalan-jalan di kota-kota besar yang antara lain adalah DKI Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya, Medan, Padang, Ujung pandang dan lain-lain. perkerasan kaku mempunyai kekakuan (modulus elastisitas) yang jauh lebih tinggi dari perkerasan lentur (10 kali lipat modulus elatisitas perkerasan aspal). Setiap konstruksi yang menerima beban dari atas, akan menyalurkan atau menyebarkan beban tersebut ke bawah. Dalam hal konstruksi perkerasan jalan, salah satu fungsinya adalah untuk menyalurkan dan menyebarkan beban lalu-lintas yang diterima kelapisan di bawahnya sampai ke lapisan tanah dasar (subgrade) (PUPR,2017).



Gambar 3.1. Distribusi beban pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku

Pada konstruksi perkerasan kaku, sebagai konstruksi utama adalah satu lapis beton semen mutu tinggi, dan lapis pondasi bawah hanya berfungsi sebagai konstruksi pendukung. Sedangkan pada konstruksi perkerasan lentur umumnya terdiri dari beberapa lapis (3 atau lebih) yaitu lapis permukaan (surface), lapis pondasi dan lapis pondasi bawah, yang semuanya merupakan konstruksi utama. Dari penjelasan diatas, dapat ditarik pengertian bahwa perkerasan kaku merupakan konstruksi perkerasan satu lapis (single layer), sedangkan perkerasan lentur merupakan konstruksi berlapis banyak (multi layer),(PUPR,2017).

3.2 Beton.

Beton adalah merupakan bahan utama bangunan yang terbentuk dari gabungan beberapa bahan material dan pasta semen yang dibentuk menjadi mortar (semen, agregat halus, agregat kasar dan air), yang dapat di tambah dengan bahan *additive* lain sesuai kebutuhan untuk peningkatan mutu dan efisiensi.

Pengertian dari beton itu sendiri adalah salah satu bahan gabungan dari suatu material-material yang diantaranya semen *Portland*, agregat kasar dan pasir serta air dan mempunyai sifat yang getas. Mulyono (2005), Beton di defenisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dari material pembentuknya.

Menurut Mulyono (2005), ada beberapa faktor utama yang bisa menentukan keberhasilan dalam pembentukan beton, diantaranya adalah:

1. Kualitas dari semen (PC)
2. Takaran semen dalam campuran beton
3. Kebersihan dan kekuatan agregat
4. Ikatan antara pasta, agregat dan semen
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Pemadatan dan perawatan beton.

1. Kelebihan dan kekurangan beton.

Beton terbuat dari campuran adukan semen, agregat kasar dan agregat halus yang disiapkan sedemikian rupa sesuai spesifikasi sehingga menjadi struktur beton yang keras. Dalam keadaan baru beton seperti cairan bubur, sehingga mudah untuk dibentuk sesuai dengan cetakan yang diinginkan. Beton sangat tahan terhadap serangan korosi dan tahan juga terhadap api. Kualitas, takaran, pemadatan dan perawatan serta kebersihan material sangat menentukan dalam mutu beton. Menurut Mulyono (2015), secara umum beton mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

Kelebihan beton :

- a. Beton dapat dibentuk sesuai keinginan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan, beton segar sangat mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan konstruksi. Campuran beton dalam kondisi segar tersebut dituangkan ke dalam cetakan yang telah di bentuk hingga beton mengeras dan kaku.

- b. Mampu memikul beban tekan yang berat.

Beton dalam kondisi keras setelah mencapai umur 28 hari sangat kuat untuk memikul beban yang berat, hal ini karena salah satu sifat beton adalah kuat terhadap tekanan.

- c. Tahan terhadap temperatur tinggi.

Pada umumnya beton tahan terhadap temperatur tinggi, namun beton tidak dapat menahan panas sampai dengan diatas 250°C. Akibat panas beton mengalami retak-retak, terkelupas dan kehilangan kekuatan (Tjokrodinuljo,2000)

- d. Biaya pemeliharaan rendah/kecil.

Untuk mempertahankan suatu bangunan secara utuh, maka upaya yang harus dilakukan adalah pemeliharaan dari pada bangunan tersebut. Kegiatan pemeliharaan yang memadai akan menghasilkan umur bangunan yang sesuai rencana dan biaya pemeliharaan yang murah (Supriatna,2007)

Kekurangan beton :

- a. Bentuk sulit untuk diubah setelah dibuat.

Sebagaimana disebutkan bahwa kelebihan beton dapat dibentuk sesuai keinginan konstruksi atau sesuai gambar rencana, namun sebaliknya campuran beton yang sudah dibentuk dan mengeras sangat sulit untuk di ubah, dan apabila tetap menginginkan untuk merubah bentuk, maka diperlukan pekerjaan penghancuran dan ini akan menimbulkan biaya yang mahal.

- b. Pelaksanaa pekerjaan memerlukan ketelitian yang tinggi.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton sangat diperlukan ketelitian yang sangat tinggi, karena apabila pelaksana tidak dapat membaca gambar dengan baik atau pun dalam penerapan pencampuran beton tidak mengacu pada SNI akan mengakibatkan kesalahan yang fatal.

- c. Berat

Pada umumnya setelah melalui proses pengerasan beton menjadi lebih berat, namun dalam perkembangannya sekarang ini beton telah mampu di buat dalam bentuk beton ringan dan bahan bakunya terbuat dari pasir silika, semen, kapur, air dan ditambah dengan zat *additive*.

- d. Daya pantul suara besar.

Salah satu bahan pembuatan beton adalah semen, dimana semen memiliki sifat adhesive dan kohesif yang dapat memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat, sehingga bisa menimbulkan pantulan suara yang sangat besar.

- e. Membutuhkan cetakan sebagai alat pembentuk.

Untuk membuat bentuk beton sesuai keinginan dan bersipat dekoratif, maka diperlukan cetakan beton sesuai kebutuhan dan keinginan sebelum beton dicor atau dituangkan ke tempat yang sudah di bentuk.

- f. Tidak memiliki kekuatan tarik.

Secara umum beton normal kuat terhadap tekanan, namun tidak begitu kuat terhadap tarikan. Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan beton memiliki kekuatan tarik yang relatip kecil, sehingga beton tidak mampu menghadapi daya tarik dan daya geser.

- g. Setelah dicampur beton segera mengeras.

Dalam suatu pekerjaan konstruksi, material beton yang telah dicampurkan akan segera mengeras oleh karena itu komposisi beton harus tepat sesuai dengan mutu beton yang diinginkan agar proses pengeringan atau perkerasan menjadi sempurna.

- h. Beton yang mengeras sebelum pengecoran sulit untuk di daur ulang. Beton memiliki sifat dasar yang unik, sehingga kita harus memiliki pengetahuan yang cukup terkait beton. Dalam pekerjaan beton sebaiknya dilakukan pengecoran sebelum beton mengeras, apabila tidak, maka beton tidak dapat untuk di daur ulang.

2. Beton Normal.

Berat jenis beton normal sebesar 2400 Kg/m^3 dengan kuat tekan 15 Mpa sampai 40 Mpa yang dapat menghantarkan panas. Agregat untuk penyusun beton berpengaruh terhadap mutu beton dan berat beton. Pada beton normal biasanya digunakan agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 1500 sampai 1700 kg/m^3 seperti : granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya (Mulyono, 2004).

1) Bahan Pokok Campuran

Agregat halus dan agregat kasar haruslah memenuhi ketentuan dari spesifikasi. Untuk menentukan rasio agregat kasar dan agregat halus, maka proporsi agregat halus haruslah dipertahankan semimumimum mungkin. Sekurang-kurangnya 40% agrgat dalam campuran beton terhadap berat haruslah agregat halus yang didefinisikan sebagai agregat yang lolos ayakan 4,75 mm.

Kandungan dalam agregat gabungan tidak boleh mengandung bahan yang lebih halus dari 0,075 mm sebesar 2% kecuali bahan *pozzolan*. Pemilihan agregat kasar oleh penyedia jasa boleh sampai ukuran maksimum 38 mm, sehingga campuran tersebut tidak mengalami segregasi; kelecakan yang memadai untuk instalasi yang digunakan dapat dicapai dan kerataan permukaan yang disyaratkan tetap dapat dipertahankan.

2) Kadar Bahan Pengikat untuk Perkerasan Beton Semen

Berat semen yang disertakan dalam setiap meter kubik beton yang terpadatkan untuk perkerasan beton semen tidak boleh kurang dari jumlah semen untuk keperluan pencapaian durabilitas beton dan tidak lebih dari jumlah semen yang akan mengakibatkan suhu beton yang tinggi. Berat semen adalah 320 kg jika tanpa abu terbang, 310 kg jika dengan abu terbang. Akan tetapi dalam segala apapun tidak melebihi dari 420 kg. Biasanya penyedia jasa akan memakai rancangan campuran dengan campuran sedikit yang memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan.

3) Kekuatan

Kuat tekan dan kuat lentur beton minimum menurut ketentuan pada umur 28 hari untuk perkerasan beton semen disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kekuatan beton minimum untuk perkerasan beton (SNI,1997)

Uraian	Syarat Kuat Lentur (kg/cm ² , MPa)
Beton percobaan campuran	FS 47 untuk 28 hari
Perkerasan beton semen (pengendalian produksi)	FS 45 untuk 28 hari
Metoda pengujian	SNI03-4431-1997
Ukuran benda uji	Selinder 500x150x150 mm

Berdasarkan Tabel 3.1 diatas bahwa syarat kuat tekan lentur FS 47 dan FS 45 untuk umur beton 28 hari dengan metoda pengujian SNI 03-4431-1997 kekuatan beton minimum untuk perkerasan beton adalah dengan benda uji slinder 500x150x150mm.

3. Kuat Tekan Beton.

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan beton normal antara 20 – 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh : faktor air semen (*water cement ratio* = w/c), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, *workability*, perawatan (*curing*) beton dan umur beton. Faktor air semen (*water cement ratio* = w/c) sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin kecil nilai w/c nya maka jumlah airnya sedikit yang akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar. Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi (Mulyono,2004).

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan

tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh (Teknologi Beton,2010). Kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.1).

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

$f'c$: Kuat tekan beton (MPa)

P : beban maksimum (N)

A : luas bidang tekan benda uji (mm^2)

Untuk menghitung kuat tekan beton rata - rata dengan menggunakan persamaan (3.2).

$$f'c = \frac{\sum f'c}{N} \dots\dots\dots(3.2)$$

dimana :

$f'c \text{ rata-rata}$: Kuat tekan beton rata-rata (MPa)

N : Jumlah benda uji (buah)

4. Kuat Lentur Beton.

Metode pengujian kuat lentur beton dengan balok uji sederhana yang dibebani terpusat langsung ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan uji juat lentur di laboratorium. Tujuan metode pengujian ini adalah memperoleh kuat lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur.

SNI 03-2493-1991 tentang Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di laboratorium yang berlaku untuk balok uji lentur dengan panjang balok empat kali lebar balok, tinggi balok lebih besar dari lebar balok untuk lebar balok

150 mm, semua bidang permukaan harus rata dan bebas dari cacat goresan, lubang- lubang dan lekukan-lekukan, bidang-bidang samping harus tegak lurus terhadap bidang atas dan bidang bawahnya. Kuat tekan lentur dihitung menggunakan persamaan (3.3) :

$$f_{lt} = \frac{3PL}{bd^2} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana:

- f_{lt} : kuat lentur (Mpa)
- P : beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (mm).
- L : panjang bentang di antarakedua blok tumpuan (mm).
- b : lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm).
- d : tinggi balok rata-rata padapenampang runtuh (mm).

Hasil pengujian bukan merupakan alternatif dari rancangan SNI tentang metode pengujian kuat lentur beton dengan benda uji balok sederhana yang dibebani terpusat tak langsung. Kuat lentur beton merupakan nilai maksimum dari beton biasa (tanpa ada tulangan) yang diletakkan diatas 2 tumpuan kemudian dibebani setiap 1/3 dari bentang sehingga menghasilkan lentur yang mengalihkan tegangan – tegangan tarik pada bagian bawah dan tegangan – tegangan tekan pada bagian atas balok.

5. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Basharuddin,(2017) Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton dapat di hitung dengan mendekati persamaam berikut :

$$f_s = K (f'_c)^{0.5} \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana : f_s = kuat lentur beton pada umur 28 hari (MPa)

f'_c = kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

K = konstanta, 0,7 untuk agregat alam dan 0,75 untuk agregat batu pecah

6. Umur Beton.

Seiring dengan bertambahnya umur beton, maka beton mengalami peningkatan kuat tekan. Setelah umur beton mencapai 28 hari, kuat tekan beton dianggap mencapai 100 %. Menurut SNI T-15-1991, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat semen PC type I berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton (PBI 1971 N.I.-2)

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

Tabel 3.2 adalah nilai perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton (PBI 1971 N.I.-2). Umur beton menggunakan semen portland biasa dan pada semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi terlihat pada beton yang berumur 28 hari perbandingannya sama dari kedua semen, sedangkan perbandingan pada umur 365 hari pada semen portland biasa lebih besar.

3.3 Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton merupakan kemampuan dari beton didalam memikul beban terhadap struktur bangunan. Kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang daktail, kekdayan air dan udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida serta penyusutan rendah merupakan bukti dari kinerja beton keras yang baik.

Beton adalah campuran dari semen, air, pasir, kerikil, dan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Campuran antara semen dan air membentuk pasta, pasta dan pasir secara bersama-sama membentuk mortar, dan mortar ditambah kerikil akan membentuk beton. Dari campuran tersebut didapatkan sifat-sifat mekanik beton. Sifat mekanik beton dapat di klasifikasi kan menjadi sifat jangka pendek dan sifat jangka panjang. Sifat jangka pendek yaitu Kuat Tekan, Kuat Geser dan Modulus Elastis Beton. Sedangkan sifat jangka panjang yaitu Rangkak dan Susut. Rangkak adalah penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. Susut adalah berkurangnya volume elemen beton dan ada dua macam yaitu susut plastis (susut yang terjadi beberapa jam setelah beton di tempatkan pada cetakan) dan susut pengeringan yang dikarenakan kehilangan uap air (Saifudin,2014).

3.4 Material Penyusun Beton

Umumnya material penyusun beton mutu tinggi sama dengan beton normal. Material tersebut terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambahan (*admixture*) bila diperlukan. Pada umumnya, beton mempunyai rongga udara sekitar 1-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25-40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60-75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik beton mempunyai karakteristik yang spesifiknya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

a. Semen.

Semen merupakan salah satu bahan perekat jika dicampur dengan air dapat mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi satu kesatuan yang kokoh. Pengikatan semen dapat ditentukan dari susunan kimia yang

dikandungnya. Bahan utama yang terkandung dalam semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO_2), alumunia (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah yang kecil (Rahadja, 1990).

b. *Semen (Portland)*

Fungsi dari semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat supaya menjadi suatu massa yang kokoh, padat dan kuat. Selain itu fungsi semen untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Semen yang dimaksud dalam konstruksi beton adalah bahan yang dapat mengeras jika bereaksi dengan air dan lazimnya dikenal dengan semen hidrolik (*hydraulic cement*). Salah satu jenis semen yang bias dipakai dalam pembuatan beton adalah semen *portland* (*portland cement*). Semen *portlad* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan *klinker* terutama *silica tricalcium* yang bersifat hidrolis, dengan *gips* sebagai bahan tambahannya. Secara mudahnya kandungan semen *portland* adalah kapur, silika dan alumina. Ketiga bahan dicampur dan dibakar dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Setelah itu dikeluarkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya klinker digiling halus secara mekanis sambil ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) kira-kira 24% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan untuk membentuk semen khusus (Tjokrodimuljo, 1996).

c. *Portland Type I*

Jenis semen portland type I merupakan jenis semen yang paling familiar disekitar kita karena paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan beredar di pasaran. Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal.

Kegunaan Semen Portland Type I diantaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, jembatan dan jalan raya. Karakteristik Semen Portland Type I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah (Lamudi, 2016).

d. Agregat Halus

Penelitian ini menggunakan agregat halus yang berasal dari pasir cuci dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit. Ukuran butiran (gradasi) yang dipakai untuk agregat halus di atas adalah lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm).

Pemeriksaan agregat halus yang dilakukan di dalam penelitian ini meliputi berat jenis kering, berat jenis SSD, berat jenis semu dan penyerapan air, berat volume, kadar air, kadar lumpur, dan analisa saringan, disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Standarisasi untuk Agregat Halus (Spesifikasi umum, 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
1.	Berat Jenis : - Berat Jenis Kering - Berat Jenis SSD - Berat Jenis Semu - Penyerapan Air	Min. 2,10 Min. 2,10 Min. 2,10 Maks. 5,00	%
2.	Berat Isi Lepas	Min. 1,20	(kg/m ³)

Pada tabel 3.3 adalah standarisasi untuk pemeriksaan agregat halus terhadap berat jenis Kering, berat jenis SSD dan berat jenis Semu, nilai minimumnya sesuai Spesifikasi adalah 2,1. Penyerapan air dengan nilai maksimum 5,0%, dan berat isi lepas minimal 1,2 (kg/m³).

e. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah Batu pecah (agregat kasar) yang berasal dari *Stone crusher* daerah Suban batas Jambi. Ukuran butiran (gradasi) yang dipakai untuk agregat kasar pada penelitian ini adalah lolos saringan 20 mm dan tertahan saringan No. 4 (4,75 mm). Pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi berat jenis dan serapan, berat volume, kadar air, kadar lumpur, analisa saringan yang disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Sifat – sifat Agregat Kasar (Ukuran 1-2 dan 2-3) (Spesifikasi umum, 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan
3.	Berat Jenis : - Berat Jenis Kering - Berat Jenis SSD - Berat Jenis Semu - Penyerapan Air	Min. 2,10 Min. 2,10 Min. 2,10 Maks. 2,5	%
4.	Keausan	Maks. 40	%
5.	Berat Isi Lepas	Min. 1,20	(kg/m ³)

Pada tabel 3.3 adalah standarisasi untuk pemeriksaan agregat halus terhadap berat jenis Kering, berat jenis SSD dan berat jenis Semu, nilai minimumnya sesuai Spesifikasi adalah 2,1 dan Penyerapan air dengan nilai maksimum 2,5%. Keausan dengan nilai maksimum 40% dan berat isi lepas minimal 1,2 (kg/m³).

f. Air

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Air yang digunakan harus memenuhi beberapa kriteria sebagai bahan yang layak digunakan dalam campuran beton. Apabila tidak memenuhi syarat tersebut maka sebaiknya

tidak digunakan sebab akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibuat. Persyaratan air untuk pembuatan beton yaitu; bersih, tidak mengandung lumpur dan material yang dapat merusak beton, seperti: garam-garam, senyawa asam, zat organik, minyak dan alkali (Tjokrodinuljo,1996).

3.5 Kategori Jenis Beton

Pada dasarnya beton merupakan salah satu jenis material konstruksi yang sudah tidak asing digunakan pada proyek konstruksi di Indonesia, dikarenakan kemudahan dalam proses pembuatan dan pengerjaannya serta telah terbukti handal dalam menopang beban tekan pada struktur. Beton menurut properties nya tersusun dari semen Portland (*Portland Cement*), agregat kasar (*Coarse Agregate*), agregat halus (*Fine Agregate*), Air dan beberapa modifikasi *zat admixtures* dan *addictive*. Selain memiliki kelebihan yang andal dalam menerima beban tekan beton juga memiliki kelemahan umum yaitu lemah dalam menerima gaya tarik. Oleh karena itu melihat kelemahan tersebut maka beton dibuat komposit dengan memadukan material yang kuat terhadap gaya tarik yaitu menggabungkan dengan besi tulangan yang sekarang telah dikenal luas dengan istilah “Beton Bertulang” (*Reinforced Concrete*). Beton sendiri harus memiliki sifat kemudahan dalam pelaksanaan (*Workability*) serta ketahanan/keandalan selama umur layan-nya (*Durability*). Thoengsal, (2017) Mutu beton ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Faktor Air Semen (FAS)/ *Ratio water/cement (w/c)*.
2. Perbandingan bahan-bahannya.
3. Mutu bahan-bahannya.

4. Modulus kehalusan agregat halus.
5. Ukuran maksimum agregat yang digunakan.
6. Bentuk butiran agregat (*Size Agregate*)
7. Kondisi pada saat pelaksanaan.
8. Kondisi pada saat pengerasan dan perawatan (*curing*)

Berdasarkan beratnya beton dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis (Thoengsal, 2017).

1. Beton Normal (*Normal Concrete*), yaitu beton yang memiliki berat isi berkisar (2200-2500) kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton jenis ini paling banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi dikarenakan proses pembuatannya (*Mix Designn*) yang relatif mudah untuk dikerjakan. Beton normal umumnya digunakan untuk beban yang relatif kecil dan sedang misalnya rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dll.
2. Beton Ringan (*Light Weight Concrete -LWC*), beton ringan merupakan jenis beton yang memiliki berat isi berkisar (1400-1800) kg/m³. Beton ringan banyak digunakan untuk mengurangi bobot mati dari struktur bangunan, teknologi yang sedang dikembangkan sekarang ini dalam penerapan beton ringan banyak diaplikasikan dalam pembuatan elemen-elemen struktur beton yang ringan misalnya panel dinding, plat, atap, elemen beton *precash* dan elemen struktur lain,. Beton ringan biasanya dimodifikasikan dengan beberapa material ringan seperti *sterofoam*. Beton ringan dalam proses rekayasa pembuatannya (*Mix Design*) biasanya menggunakan agregat yang ringan pengganti agregat kasar/ kerikil (*Artificial Light Weight Agregate* –

ALWA) dan abu terbang (*Fly Ash*) merupakan bahan pengisinya. Berdasarkan tingkat kekuatannya/*strength* beton ringan memiliki golongan antara lain beton ringan dengan kekuatan ringan (Beton Insulasi), kekuatan sedang dan beton ringan struktural. Penelitian terbaru beton ringan dapat mereduksi efek dari gaya lateral gempa pada struktur bangunan terutama bangunan tingkat tinggi (*Tall Building*) hal ini dikarenakan bobot massa bangunan yang berbanding lurus terhadap efek gaya lateral gempa pada pusat massa bangunan.

3. Beton Massa (*Mass Concrete*), beton massa adalah beton yang digunakan untuk aplikasi pekerjaan yang menggunakan volume beton dan luasan permukaan yang relatif besar dan menerus misalnya pekerjaan pondasi rakit/*raft pondation*, dinding tanggul, bendungan, bendung, *retaining wall* dll. Beton massa memiliki panas hidrasi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan jenis beton lainnya, penggunaan jenis beton massa digunakan untuk menghindari terjadinya peningkatan panas hidrasi beton ketika dalam proses pelaksanaan/pengecoran yang lama yang dapat mengakibatkan terjadinya retak pada struktur beton akibat perbedaan suhu bagian luar dan bagian dalam beton.
4. Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*), beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kekuatan yang relative cukup besar yaitu kuat tekan minimal $> 41,4$ Mpa SNI (2000). Beton mutu tinggi biasanya dipakai untuk elemen struktur yang memikul beban yang besar misalnya *girder jembatan*, *pier*, *poer*, *spun pile pondasi*, *sheet pile*, *rigid pavement* dan elemen struktur bangunan tingkat tinggi. Beton ini umumnya selain memiliki kuat tekan

yang tinggi juga memiliki kelemahan yaitu meningkatnya tingkat getasnya (*Brittle*), oleh karena itu biasanya beton mutu tinggi dimodifikasi dengan material serat/batang fiber untuk meningkatkan tingkat daktilitasnya. Beton mutu tinggi dalam proses pembuatannya (*Mix Design*) selalu menjaga kadar air semen (*Water/Cement Ratio*) yaitu berkisar 0,2-0,3 agar tingkat porositas dalam beton dapat berkurang, tetapi tidak menghilangkan sifat *workability* saat proses pelaksanaannya yaitu dengan menambahkan bahan *superplastisizer*.

5. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*), beton berat merupakan beton yang memiliki berat isi berkisar $> 3200 \text{ kg/m}^3$. Pada dasarnya memiliki tingkat kerapatan dan bobot massa yang padat dan berat, beton berat banyak diaplikasikan pada konstruksi khusus misalnya dinding nuklir, tanur, silo, fasilitas pengujian, penelitian atom dan fasilitas kesehatan dan yang membutuhkan struktur dengan tingkat kerapatan dan massa yang cukup kompak sehingga sulit untuk ditembus oleh paparan gas/radiasi. Beton berat pada umumnya dibuat dengan menggunakan material agregat yang berat seperti biji besi/logam atau mineral lain yang berat.

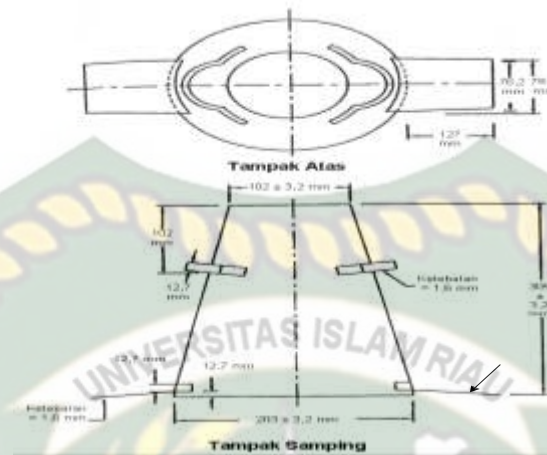
3.6 Uji Slump Beton

Tujuan dari uji slump beton adalah untuk menyiapkan langkah kerja bagi pengguna untuk menentukan slump dari beton hidrolis plastis. Cara uji ini merupakan teknik untuk memantau *homogenitas* dan *workability* adukan beton dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan satu nilai slump. Dalam kondisi laboratorium, dengan material beton yang terkendali secara ketat, nilai

slump umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Tetapi dalam pelaksanaan di lapangan harus hati-hati, karena banyak factor yang berpengaruh terhadap perubahan adukan beton pada pencapaian nilai slump yang ditentukan, sehingga hasil slump yang diperoleh di lapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan. Dapat diterapkan pada beton plastis yang memiliki ukuran maksimum agregat kasar hingga 37,5mm ($1\frac{1}{2}$ inc.). Bila ukuran agregat kasar lebih besar 37,5 mm ($1\frac{1}{2}$ inc.), metode pengujian dapat diterapkan. Beton dengan nilai slump <15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton slumpnya >230 mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini. Oleh karena itu harus ada perhatian yang seksama dalam menginterpretasikan hasil pengujian. (Mulyono, 2005).

Sebuah alat uji harus berupa cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Ketebalan dari logam tersebut tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm dan bila dibentuk dengan proses pemutaran (*spinning*), maka tidak boleh ada titik dalam cetakan yang ketebalannya lebih kecil dari 1,15 mm. Bagian permukaan dasar dan bagian atas permukaan kerucut harus terbuka dan sejajar satu dengan yang lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.2. Bagian dalam dari cetakan relatif harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh diatas plat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga

harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump, (SNI, 2008).



Gambar 3.2. Cetakan Slump Uji Beton (Sumber : SNI, 2008)

Gambar 3.2 Cetakan Slump Uji Beton menunjukkan bahwa kerucut bagian atas dan bawah terbuka, tinggi kerucut 305 mm, dengan diameter permukaan atas 102 mm dan diameter permukaan bawah 203 mm dengan ketebalan plat 1,5 mm. Toleransi nilai *slump* yang secara relatif diijinkan terhadap slump untuk campuran beton manapun haruslah lebih kurang 13 mm.

3.7 Bahan Tambah

Bahan campuran tambahan (*admixtures*) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan ke dalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat - sifat beton atau pasta semen agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau ekonomis untuk tujuan lain seperti menghemat energy (Nawy, 1996).

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan

bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah, (Khedanta, 2012).

1. Pengertian Bahan Tambah

Suatu bahan tambah pada umumnya dimasukkan kedalam campuran beton dengan jumlah sedikit, sehingga tingkat kontrolnya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Oleh sebab itu, kontrol terhadap bahan tambah perlu dilakukan dengan tujuan untuk menunjukkan bahwa pemberian bahan tambah pada beton tidak menimbulkan efek samping seperti kenaikan penyusutan kering, pengurangan elastisitas (Murdock dan Brook, 1991).

2. Bahan Tambah Mineral Pembantu (*Additive*)

Bahan mineral pembantu saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan. Bahan tambah mineral pembantu yakni *pozzollan*, *fly Ash*, *slag* dan *silica fum.*, yang antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi atau menambah kelecakan beton segar. Cara pemakaiannya juga berbeda - beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau sebagai tambahan pada campuran untuk mengurangi pemakaian agregat. Pembuatan beton dengan menggunakan bahan tambah akan memberikan kualitas beton yang baik apabila pemilihan kualitas bahannya baik, komposisi campurannya sesuai dan metode pelaksanaan pengecoran, pemeliharaan serta perawatannya yang baik. Mulyono (2005).

3.8 Soda Api

NaOH adalah Natrium hidroksida, atau dikenal juga sebagai soda kaustik, sejenis basa logam kaustik. Larutan Natrium hidroksida akan membentuk alkalin yang kuat bila dilarutkan dalam air. Penggunaan natrium hidroksida banyak digunakan di berbagai macam bidang industri, pada umumnya digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubuk kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen serta banyak digunakan juga dalam laboratorium kimia.



Gambar 3.3. Bentuk Sifat Fisik Soda Api (Wikipedia,2020)

Gambar 3.3 menunjukkan bentuk sifat fisik soda api yang berwarna putih bersih, padat dalam bentuk serpihan, butiran atau pun larutan jenuh 50%. Bersifat lembab, mudah cair jika terkena air secara spontan dengan titik leleh pada suhu 318°C dan titik didih dengan suhu 1390°C (Setiabudi, 2016).

Soda api sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas saat dilarutkan, karena pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara eksotermis. Soda api juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil dari pada kelarutan Kalium Hidroksida. Kalium hidroksida tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas (wikipedia, 2019).

1. Sifat Fisik NaOH

Natrium hidroksida dengan rumus kimia **NaOH** biasa dikenal sebagai *soda kaustik*, *soda api*, ataupun *sodium hidroksida*, ialah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida bisa terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat saat dilarutkan ke dalam air.

Natrium hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan dipakai sebagai basa dalam proses produksi *bubur kayu* maupun *kertas*, *tekstil*, *sabun*, *air minum* dan *deterjen*. Natrium hidroksida ialah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia (Murjana, 2020). Sifat Fisik NaOH sebagai berikut :

1. Berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50% .
2. Bersifat lembab cair dan secara spontan
3. Titik leleh 318°C
4. Titik didih 1390°C
5. Padatan berwarna putih

2. Katalis NaOH

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi-reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri (lihat pula katalisis). Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi atau pun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi.

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (substrat) untuk sementara terserap, (Wikipedia,2020).

3.9 Air Laut

Air laut mengandung 3,6 – 4% garam dan 75% dari garam tersebut adalah NaCl, 10% $MgCl_2$, dan 10% lainnya adalah garam sulfat (magnesium sulfat, gypsum, dan kalium sulfat), jadi kandungan garam dari air laut didominasi oleh garam – garam klorida. Sebenarnya NaCl tidak bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ maupun dengan hasil hidrasi lainnya, namun adanya ion klorida dapat menimbulkan daerah *anode* dan *katode* yang dapat menyebabkan aktivitas *elektrolisis* yang menyebabkan korosi (Pulungan, 2012).

Garam-garam Sodium bila berkombinasi dengan agregat alkali yang reaktif dalam kandungan air laut dapat menjadi unsur yang berbahaya. Karena air laut tidak boleh dipakai untuk beton yang diketahui mempunyai potensi agregat alkali reaktif dan kadar alkalinnya rendah. Garam-garam seperti Kalsium Klorida dan Magnesium Klorida akan bereaksi secara kimiawi dengan semen sehingga mengurangi *settingtime*, kekuatan dini meningkat tetapi untuk kekuatan akhirnya menurun dan konsentrasi sulfat pada air laut juga bias menyebabkan kerusakan pada pasta. Selain reaksi kimia, kristalisasi garam dalam rongga beton dapat mengakibatkan kehancuran akibat tekanan kristalisasi. Karena kristalisasi

terjadi pada titik penguapan air, bentuk serangan terjadi didalam beton diatas permukaan air. Garam naik didalam beton dengan aksi kapiler, jadi serangan terjadi hanya jika air dapat terserap dalam beton (Nugraha,2007).

Dalam kasus korosi yang diakibatkan oleh penetrasi klorida, pada umumnya ada tahap – tahap kerusakan yang terjadi pada beton. Tahap – tahap ini dimulai dengan beton mulai retak dan karat mulai terlihat di permukaan (Pulungan, 2012).

3.10 Hipotesis.

Hipotesis dari penelitian ini adalah dengan adanya pengaruh paparan air laut terhadap mutu beton setelah penambahan soda api pada campuran beton rencana f_c 30 Mpa akan dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur serta mutu beton.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Agar penelitian yang dilakukan dapat berlangsung secara baik dan benar, maka perlu menentukan langkah-langkah antara lain meliputi mengenai lokasi penelitian, bahan/material yang digunakan, alat yang dipakai, tahapan pelaksanaan penelitian, pembuatan sampel uji dan jadwal pelaksanaan penelitian.

Rancangan beton harus mempunyai kemudahan dalam pelaksanaan dan memiliki kekuatan cukup tinggi. Kuat tekan yang direncanakan sesuai dengan keinginan agar dapat mengurangi tekanan lateral, tahan terhadap perubahan karakteristik propertis akibat proses kimiawi maupun fisik dan memiliki daya dukung kekuatan selama masa konstruksi pelaksanaannya.

Lokasi penelitian terletak di Jalan Lintas Timur Desa Talang Jerinjing – Kabupaten Indragiri Hulu di laboratorium PT. Inti indokomp yang bergerak di bidang jasa konstruksi.



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian (Google map,2020)

4.2 Pengumpulan Data

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar terlebih dahulu yang harus diperhatikan adalah sumber data, baik data primer maupun data skunder. Data primer adalah berupa data yang dikumpulkan secara langsung dari objek penelitian. Sedangkan data skunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian.

Pengumpulan data penelitian tidak boleh dilakukan secara sembarangan. Terdapat langkah pengumpulan data dan teknik pengumpulan data yang harus diikuti. Tujuan dari langkah pengumpulan data dan teknik pengumpulan data ini adalah demi mendapatkan data yang valid, sehingga hasil dan kesimpulan penelitian pun tidak akan diragukan kebenarannya.

Proses pengumpulan data ditentukan oleh variabel-variabel yang ada dalam hipotesis. Pengumpulan data dilakukan terhadap sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Data adalah sesuatu yang belum memiliki arti bagi penerimanya dan masih membutuhkan adanya suatu pengolahan (Wikipedia,2020)

4.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang mencerminkan kebenaran berdasarkan dengan apa yang dilihat dari penelitian. Data primer dalam penelitian ini berupa ;

1. Data hasil pengujian Abrasi Agregat Kasar
2. Data Berat Jenis dan Penyerapan
3. Data hasil gradasi material
4. Data Desain Mix Formula

Semua jenis data tersebut diatas di sajikan dalam bentuk lampiran.

4.2.2 Data Skunder

Data skunder dari penelitian ini adalah buku-buku teori dan sumber referensi, yang dapat dijadikan panduan dalam pelaksanaan penelitian, diantaranya teori standar pengujian SNI dan teori standar pengujian ASTM

1. Standar Pengujian SNI

Pengujian material penyusun beton perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari meterial penyusun beton yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan standart pengujian SNI untuk agregat kasar dan agregat halus.

1. Metode pengujian agregat kasar dengan SNI (2008)
2. Metode pengujian agregat halus dengan SNI (2008)
3. Metode pengujian keusan agregat dengan SNI (2008)
4. Metode pengujian berat jenis dengan SNI (2008)
5. Metode pengujian berat isi volume dengan SNI (2008)
6. Metode pengujian semen porlant dengan SNI (2008)
7. Metode pengujian slump dengan SNI (2008)
8. Metode perawatan beton dengan SNI (2011)
9. Metode kuat tekan dengan SNI (2011)
10. Metode kuat tekan lentur dengan SNI (2011)
11. Spesifikasi umum Dirjend. Bina Marga (2010).

2. Standar Pengujian ASTM

Pengujian material penyusun beton perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari meterial penyusun beton yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan ASTM untuk pengujian agregat halus dan agregat kasar.

Tabel 4.1. Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Penyusun Beton

No.	Bahan Penelitian	Standar Terpakai
1.	Semen	Spesifikasi Pabrik
2.	Agregat Kasar : Standar Pengujian Spesifikasi :	SNI 1970 : 2008, standar penelitian untuk pengujian berat jenis dan penyerapan. SNI : 2008, standar penelitian untuk pengujian keausan. ASTM C-136, standar penelitian untuk analisis ayakan. Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 2
3.	Agregat Halus : Standar Pengujian Spesifikasi :	ASTM C-40, standar penelitian untuk pengujian kandungan zat organik. ASTM C-117, standar penelitian untuk pengujian agregat yang lolos saringan no.200 dengan pencucian (tes kandungan lumpur). SNI 1969 : 2008, standar penelitian untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar. SNI 03 – 4804 - 1998, standar penelitian untuk berat isi lepas. ASTM C-136, standar penelitian untuk analisis saringan. Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 2
4.	Soda Api	Hasil pembelian di toko bahan Bangunan

4.3 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; Semen *Portland* Tipe I Jenis *Portlad Cemen Composite* (PCC) produksi PT Semen Padang. Pasir (agregat halus), yaitu pasir cuci yang berasal dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit. Batu pecah (agregat kasar) yang berasal dari *Stone crusher* Suban batas Jambi. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari sumur bor di lokasi

laboratorium PT. Inti Indokomp, dan Soda api dari pembelian di tempat penjualan bahan bangunan.

Peralatan yang akan digunakan diantaranya; Satu set saringan (*sieve*) standar ASTM beserta alat penggetar (*sieve shaker*), Oven lengkap dengan pengatur suhu, Gelas ukur, Timbangan tripple beam dengan ketelitian 0,1 gram, Timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram, Conical mould untuk mengukur keadaan SSD agregat halus, Mesin Los Angeles dan peralatan pelengkap lainnya.

Dari sampel penelitian yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui mutu beton dengan cara sebagai berikut :

1. Pengujian Kuat Tekan

Pada prinsipnya struktur beton pada bangunan sipil harus mampu menahan gaya yang bekerja seperti tekan dan lentur yang diakibatkan oleh energi dari luar seperti angin dan gempa pada bangunan gedung, tekanan air dan gempa pada bangunan air dan sebagainya. Struktur beton harus aman terhadap gaya-gaya tersebut. Untuk itu maka struktur beton harus memenuhi syarat tertentu agar bangunan tidak mengalami kegagalan, tetap stabil dan aman. Pengujian kuat tekan berdasarkan pada SNI 03-1974-1990. Pengambilan data pengujian Kuat Tekan sebagai berikut:

1. Benda Uji beton yang telah direndam dikeringkan sehari sebelum pengujian, kemudian ditimbang agar diketahui berat beton.
2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Kuat tekan beton.
3. Catat kuat tekan beton tersebut .
4. Pengujian tersebut dilakukan untuk umur beton 7,14,28 hari dan 90 hari.



Gambar 4.2 alat pengujian kuat tekan (Dokumentasi,2020)

2. Pengujian Kuat Lentur

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai dengan yang disyaratkan pada beton, perlu dilakukan pengujian laboratorium baik untuk agregat, adukan beton maupun beton pada umur tertentu. Agar struktur beton aman terhadap gaya lentur yang bekerja, beton harus mempunyai kuat lentur tertentu sesuai dengan yang disyaratkan.

Untuk mengetahui kuat lentur beton perlu dilakukan pengujian kuat lentur di laboratorium, sehingga perlu adanya pedoman yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan. Persiapan pengujian harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. mesin uji dan blok tumpuan disiapkan sehingga jarak sesuai dengan bentang di antara kedua blok tumpuan adalah 450 mm dengan toleransi 9 mm;
2. balok uji diletakan simetris atas kedua blok tumpuan dengan kedua sisi samping bidang bekas cetakan sebagai bidang atas dan bidang bawah;
3. blok beban diletakan tepat di tengah-tengah antara kedua blok tumpuan pada posisi sejajar;

4. blok beban diturunkan perlahan-lahan sampai menempel pada bidang atas balok, dan memberikan beban sebesar 3 % sampai 6 % beban maksimum yang diperkirakan dapat dicapai;
5. celah-celah antara permukaan balok uji dengan permukaan blok beban dan blok-blok tumpuan diamati dan diukur dengan alat peraba, bila terdapat celah yang lebih besar dari 0,38 mm maka pada bagian tersebut balok uji harus digerinda atau diratakan dengan cara diberi kaping;
6. celah yang besarnya antara 0,10 mm sampai 0,38 dapat dihilangkan dengan digerinda, diberi kaping, atau dipasang pita kulit sepanjang bidang permukaan blok;
7. tidak boleh dilakukan penggerindaan ke arah memanjang blok uji.



Gambar 4.3 alat pengujian kuat lentur (Dokumentasi,2020)

4.4 Tahapan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa tahap penelitian mulai dari pemilihan material beton, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, analisis data dan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian.

Penelitian ini harus dilaksanakan dalam sistematika dan urutan yang jelas dan teratur sehingga nantinya diperoleh hasil yang memuaskan dan dapat

dipertanggungjawabkan. Oleh sebab itu, pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Persiapan

Pada tahap persiapan ini semua material dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian perlu dipersiapkan sebaik mungkin agar pelaksanaan penelitian berjalan dengan lancar. Penggunaan material harus disesuaikan dengan ketentuan, standart atau spesifikasi yang berlaku pada saat ini. Untuk mendukung penelitian ini yang harus diperhatikan adalah.

- a. Penyiapan bahan, material dan persiapan peralatan yang dipakai.
- b. Pengujian material dan bahan.
- c. Perencanaan campuran beton (mix design).
- d. Pengujian slump, pembuatan sample selinder dan balok beton.
- e. Pelaksanaan perawatan beton.
- f. Pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur beton.
- g. Pengolahan hasil data pengujian .

2. Pengujian Material

Pengujian bahan dilaksanakan terhadap seluruh bahan yang digunakan untuk mengetahui apakah material yang akan dipakai memenuhi spesifikasi, sifat kekrasannya dan penyerapannya. Metode pengujian bahan menggunakan standart metode pengujian batu pecah dengan SNI 1969:2008, metode pengujian pasir dengan SNI 1970:2008, metode pengujian keausan agregat dengan SNI 2417:2008, metode pengujian berat jenis batu pecah dengan SNI 1969:1990, pengujian berat jenis pasir dengan SNI 1970:1990, pengujian berat isi volume dengan SNI 1973:2008 dan spesifikasi umum (rev-3, 2010).

3. Pembuatan *Mix Desain* Beton

Tahap rancangan komposisi beton (*Mix Design*) dan pencampuran beton, berpedoman pada tata cara pembuatan rencana komposisi campuran beton normal SNI 2834:2000. Penyiapan tempat cetakan untuk sampel selinder dan balok beton, kemudian menuangkan beton yang masih segar dan yang telah diaduk kedalam cetakan silinder dan cetakan balok serta dipadatkan.

4. Pembuatan Sampel dan *Test Slump*

Pembuatan sampel uji untuk pengujian kuat tekan dalam bentuk silinder berjumlah 64 (enam puluh empat) sampel, untuk pengujian kuat lentur sebanyak 64 (enam puluh empat) sampel dengan persentase penambahan soda api sebesar 0%, 1%, 1,5% dan 2,5%. Untuk pengujian karakteristik dan lentur, lama rendaman adalah 7,14,28 dan 90 hari menggunakan air biasa dan air laut dengan mutu beton rencana $f_c' = 30$ Mpa. Populasi sampel di sajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Populasi dan Sampel

Variasi soda api (%)	Jenis Pengujian Bahan dari rendaman air laut dan air biasa							
	Kuat Tekan				Kuat Lentur			
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari
0	4	4	4	4	4	4	4	4
1	4	4	4	4	4	4	4	4
1,5	4	4	4	4	4	4	4	4
2,5	4	4	4	4	4	4	4	4
Jumlah	16	16	16	16	16	16	16	16
Total	128							

Kerucut *Abrams* digunakan sebagai pengujian *slump*, untuk mengetahui tingkat *workability* adukan beton (kemudahan dalam pengerjaan atau tingkat

kekentalan beton) dari adukan beton yang ada, nilai slump beton harus sesuai perencanaan yang telah ditetapkan.

5. Perawatan Sampel

Pemeliharaan sampel beton bertujuan agar permukaan beton segar tetap lembab sampai umur beton yang ditentukan sudah cukup keras. Metode perawatan beton dilakukan dengan SNI 2493:2011 yaitu :

- a. Menyimpan beton segar pada ruangan yang lembab.
- b. Merendam beton segar dalam bak air hingga beton tenggelam semua.
- c. Menutupi seluruh permukaan beton segar dengan karung yang dibasahi.
- d. Setiap 6 jam sekali menyirami seluruh permukaan beton segar.

Perawatan sampel dilakukan dengan media perendaman air biasa dan air laut dengan masa perendaman mencapai umur 7,14,28 dan 90 hari.

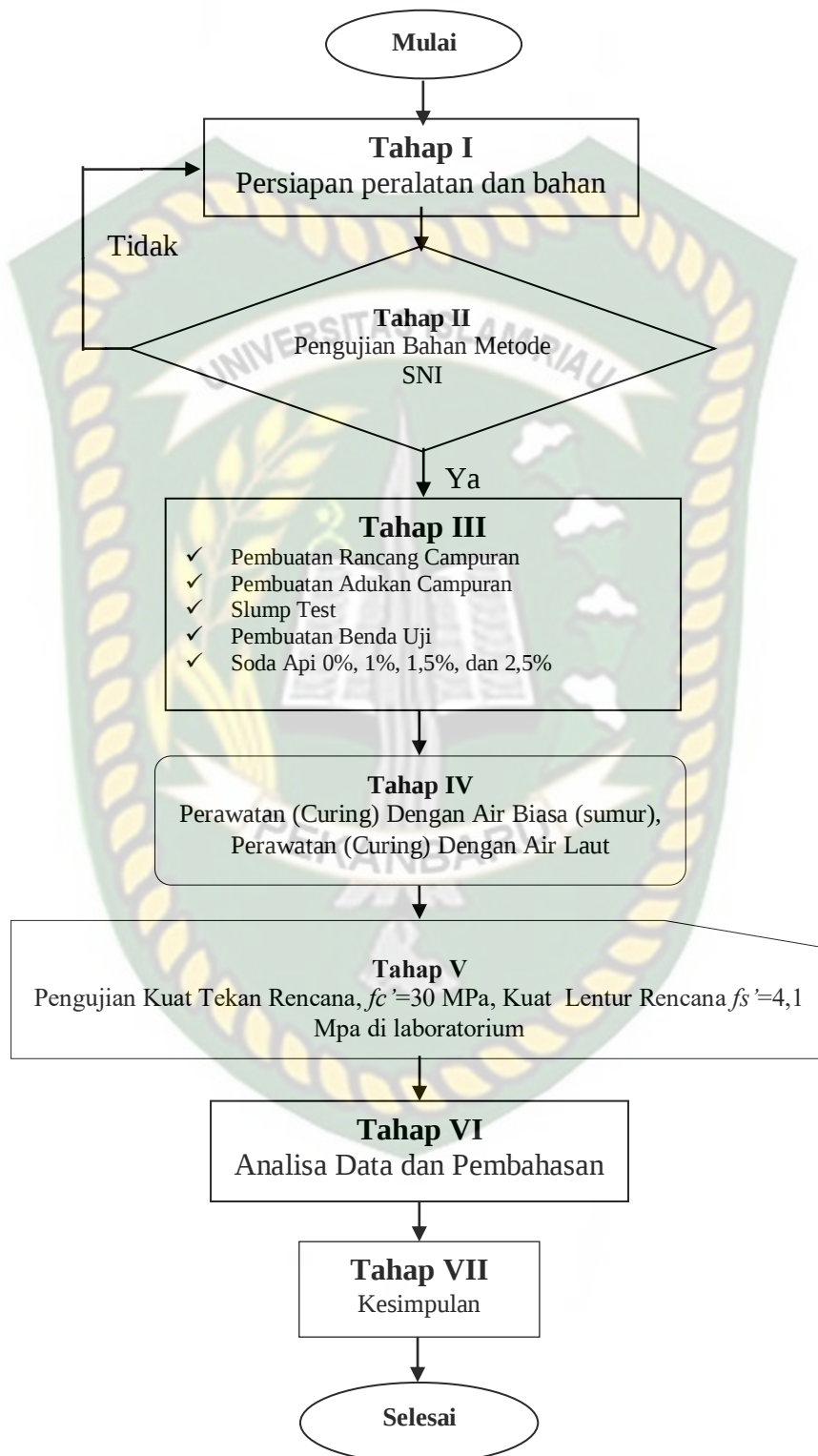
6. Pembahasan dan Menganalisa Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian beton dibahas dan dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Pembahasan kuat tekan dan kuat lentur akan diuraikan sesuai dengan umur beton dan persentase penambahan soda api pada setiap benda uji dan menganalisa perbedaan hasil pengujian yang didapat, diuraikan dalam tabel serta digambarkan dalam grafik.

7. Kesimpulan

Data yang telah dibahas dan dianalisis dibuatkan kesimpulan yang berkaitan dengan tujuan serta rencana penelitian, serta perlu diberikan saran terhadap penggunaan soda api sebagai bahan tambahan pada campuran beton dari hasil penelitian ini.

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan material dilaksanakan sesuai dengan ketentuan yang ditentukan dalam penggunaan material untuk kuat tekan rencana, $f_c' = 30$ MPa dan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Material- material yang harus diperiksa untuk agregat kasar dan agregat halus perlu diuji seperti keausan (*abrasi*), berat jenis kering, berat jenis SSD, berat jenis semu, penyerapan dan berat isi lepas.

1. Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2-3

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik Batu Pecah 2-3 yang dihasilkan dari produksi *Stone crusher* PT. Inti Indokomp disajikan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2-3

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis : - Berat Jenis Kering - Berat Jenis SSD - Berat Jenis Semu - Penyerapan		2,690 2,702 2,724 0,475	Min. 2,10 Min. 2,10 Min. 2,10 Maks. 2,5	Memenuhi Memenuhi Memenuhi Memenuhi
2.	Keausan	%	24,75	Maks. 40	Memenuhi
3.	Berat Isi Lepas	(kg/m ³)	1,437	Min. 1,20	Memenuhi

Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa agregat kasar (batu pecah 2-3) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai keausan (*abrasi*) 24,75 %. Nilai keausan (*abrasi*) ini memenuhi persyaratan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan menyimpulkan penyerapan batu pecah 2-3 yang bersumber

dari *quarry* Suban Batas Jambi adalah 0,475%, dapat memenuhi persyaratan nilai maksimum penyerapan yaitu 2,5 %. Nilai berat isi lepas batu pecah 2-3 adalah 1,437 kg/m³, ini memenuhi persyaratan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m³, Sehingga batu pecah 2-3 dapat digunakan dalam penelitian ini.

2. Hasil pemeriksaan Batu Pecah 1-2

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik Batu Pecah 1-2 yang dihasilkan dari produksi *Stone crusher* PT. Inti Indokomp disajikan pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis :				
	- Berat Jenis Kering		2,635	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD		2,666	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu		2,720	Min. 2,10	Memenuhi
	- Penyerapan	%	1,185	Maks. 2,5	Memenuhi
2.	Keausan	%	24,75	Maks. 40	Memenuhi
3.	Berat Isi Lepas	(kg/m ³)	1,377	Min. 1,20	Memenuhi

Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa agregat kasar (batu pecah 1-2) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai keausan (*abrasi*) 24,75 %. Nilai keausan (*abrasi*) ini memenuhi persyaratan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan menyimpulkan bahwa penyerapan batu pecah 1-2 yang bersumber dari *quarry* Suban Batas Jambi adalah 1,185 %, dapat memenuhi persyaratan nilai maksimum penyerapan yaitu 2,5 %. Nilai berat isi lepas batu pecah 1-2 adalah 1,377 kg/m³, ini memenuhi persyaratan nilai minimal isi lepas adalah 1,20 kg/m³, Sehingga batu pecah 1-2 dapat digunakan dalam penelitian ini.

3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik pasir yang bersumber dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit disajikan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Pasir Desa Pasir Ringgit

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis :				
	- Berat Jenis Kering		2,305	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD		2,391	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu		2,365	Min. 2,10	Memenuhi
	- Penyerapan	%	1,103	Maks. 5,00	Memenuhi
2.	Berat Isi Lepas	(kg/m ³)	1,262	Min. 1,20	Memenuhi

Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa Pasir yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai berat isi lepas 1,262 kg/m³. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m³. Hasil pemeriksaan menyimpulkan penyerapan pasir Sungai Indragiri adalah 1,103% dapat memenuhi persyaratan nilai maksimum penyerapan yaitu 5% , Sehingga agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan dalam penelitian ini.

5.2 Data Skunder Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar didalam batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode, campuran semen dan air baik yang dikeraskan atau tidak dikeraskan SNI (2004).

Semen type I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain. Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan sebagaimana disajikan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Syarat kimia utama (SNI, 2004)

No.	Uraian	Jenis semen Portland Type I	Satuan
1.	MgO, maksimum	6,0	%
2.	SO ₃ , maksimum		%
	Jika C ₃ A ≤ 8,0	3,0	%
	Jika C ₃ A > 8,0	3,5	%
3.	Hilang pijar, maksimum	5,0	%
4.	Bagian tak larut, maksimum	3,0	%
5.	Alkali, sebagai (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), maksimum	0,60	%

Tabel 5.4 menunjukkan persyaratan dan spesifikasi kimia utama yang diperlukan oleh konstruksi bangunan adalah bahwa semen hidrolis yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan sebagaimana tertera pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Syarat fisika utama (SNI, 2004)

No.	Uraian	Jenis semen Portland Type I
1.	Kehalusan: Uji permeabilitas udara, m ² /kg Dengan alat : Turbidimeter, min Blaine, min	160 280
2.	Kekekalan : Pemuaian dengan autoclave, maks %	0,80
3.	Kuat tekan: Umur 1 hari, kg/cm ² , minimum Umur 3 hari, kg/cm ² , minimum Umur 7 hari, kg/cm ² , minimum Umur 28 hari, kg/cm ² , minimum	- 125 200 280
4.	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat:	

No.	Uraian	Jenis semen PortlandType I
	Gillmore	
	- Awal, menit, minimal	60
	- Akhir, menit, maksimum Vicat	600
	- Awal, menit, minimal	45
	- Akhir, menit, maksimum	375

Tabel 5.5 menunjukkan persyaratan fisika utama yang diperlukan oleh konstruksi bangunan adalah bahwa semen hidrolis yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan kimia.

5.3 Data Sekunder Soda Api

Fungsi soda api lainnya adalah sebagai pembersih untuk menghancurkan noda yang susah dihilangkan, biasanya digunakan untuk permukaan lantai yang kotor, dinding kamar mandi yang berjamur, dan saluran pipa yang tersumbat. Penggunaan soda api harus hati-hati, sebab jika terlalu berlebihan dapat menimbulkan kerusakan. Sifat soda api yang keras ini juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk melunturkan cat motor atau mobil sebelum pengaplikasian cat yang baru.

Natrium hidroksida dengan rumus kimia NaOH biasa dikenal sebagai soda kaustik, soda api, ataupun *sodium hidroksida*, ialah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida bisa terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat saat dilarutkan ke dalam air. Natrium hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan dipakai sebagai basa dalam proses produksi *bubur kayu* maupun *kertas, tekstil, sabun, air minum* dan *deterjen*. Natrium hidroksida ialah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia (Angga Murjana, 2019). Natrium hidroksida murni memiliki bentuk putih padat dan tersedia dalam

bentuk serpihan, pelet, butiran ataupun larutan jenuh 50% yang biasa disebut *larutan Sorensen*. Bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas. Soda api sangat larut dalam air dan melepaskan panas ketika dilarutkan, dikarenakan pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara *eksotermis*. Natrium hidroksida juga larut ke dalam etanol dan metanol, meskipun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. Soda api tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non polar lainnya. Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan bekas noda kuning pada kain dan kertas. Sifat soda api di sajikan pada table 5.6.

Tabel 5.6 Sifat Soda Api (Augsolo, 2016)

SIFAT	
jenis	Senyawa Ion
Bentuk	Kristal dan bubuk bewarna putih dan tidak berbau
Densitas	2,13 gr/cm
Memiliki titik Leleh	318 C
Memiliki titik Didih	1388 C
Kelarutan Dalam Air	Suhu 0 C, 418 gr/L. Suhu 20 C, 1150 gr/L
Mr (Massa Molekul Relatif)	40
Larut dengan	Air, ethanol, methanol, larutan Ammonia dan eter
Bahaya	Bersifat Corrosif
(pkb) Tingkat Kebasaan	0,2 (Rank 4)
Rivalitas Asam	HCl

Soda api memiliki efek *negative* pada tubuh manusia. Manfaat soda api sebagai bahan untuk pengelupas cat dan pembersihan saluran pembuangan, maka secara mekanisme soda api dalam menyelesaikan problem dengan cara melebur ke dalam objek oleh karena sifatnya yang keras. Dalam dunia medis, soda api memang dikenal sebagai unsure yang bersifat melarutkan jaringan lemak. Karenanya, saat bersentuhan langsung dengan soda api, kulit akan terasa panas.

5.4 Rancangan Campuran Adukan Beton

Berdasarkan perhitungan rancangan campuran (*Mix Desingn*) adukan mutu beton $f_c'30$ MPa untuk 1 m^3 beton dengan faktos air semen (fas) 0,45, dibutuhkan komposisi material sebagaimana yang disajikan pada table 5.7.

Tabel 5.7 Rancangan Campuran (*Mix Desingn*) Adukan Mutu Beton $f_c'30$ MPa

No.	Komposisi	Satuan	Berat	Persentase
1.	Semen	Kg	460,00	19,53
2.	Air	Kg	207,00	8,79
3.	Batu pecah 2-3	Kg	612,03	25,99
4.	Batu pecah 1-2	Kg	612,03	25,99
5.	Pasir	Kg	464,10	19,71
T o t a l		Kg	2.355,15	100,00

Pada Tabel 5.7 dapat dilihat bahwa penggunaan semen sebanyak 460 Kg atau 9 zak semen. Penggunaan air setempat yaitu air sumur bor lebih kurang 207 Kg (data pada lampiran 1). Dari rancangan diatas akan dilakukan penambahan soda api pada campuran beton dengan persentase 0%, 1%, 1,5% dan 2,5 % terhadap berat semen yang dipergunakan.

5.5 Hasil Pengujian Slump

Pengujian nilai *slump* beton adalah untuk mengetahui kekentalan beton dan sifat *workability* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Data lapangan yang ekstensif mengizinkan suatu pernyataan berkenaan dengan ketelitian beberapa teknisi dari metode pengujian ini.

- a. Rentang pengujian, 38 hingga 70 mm.
- b. Jumlah total contoh, 4.
- c. Deviasi standar kemampuan pengulangan (1S), 8 mm.

- d. Batas kemampuan pengulangan 95% (D2S), 21 mm.

Pada pengujian ini akan dapat di ketahui nilai slump. Beton yang kental akan menunjukkan nilai *slump* yang rendah, beton yang encer nilai *slump* nya akan lebih tinggi. Hasil pengukuran nilai *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8. Pemeriksaan Hasil Nilai *Slump*

Nilai Rata-rata Slump Test (mm) untuk Campuran Beton $f_c'30$ MPa			
Beton Normal 0%	Penambahan Soda Api 1%	Penambahan Soda Api 1,5%	Penambahan Soda Api 2,5%
68	65	60	59

Dari Tabel 5.8 dapat dijelaskan bahwa dari hasil *slump*nya yaitu 59 mm untuk yang terendah dan untuk yang tertinggi 68 mm. Untuk *slump* rencana adalah 50-75 mm. Dari hasil pengujian menunjukan dengan penambahan soda api nilai *slump* cenderung membuat beton bertambah kental/ keras.



Gambar 5.1: Pengujian Slump beton (Dokumentasi, 2020)

5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian beton sesuai dengan sample rentang waktu yang direncanakan untuk 7,14,28 dan 90 hari rendaman dengan menggunakan air biasa, dan 7,14,28 dan 29 hari rendaman dengan menggunakan air laut dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa.

Hasil pengujian akan menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton yang di tambah soda api 0%, 1%, 1,5% dan 2,5 %. Kuat tekan beton tergantung pada sifat – sifat bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan – bahannya, cara pengadukan, cara pemadatan serta cara perawatan beton. Nilai kuat tekan beton lebih besar dari pada nilai kuat tarik. Oleh karena itu sifat beton seperti kuat tekan ini lah yang paling mempengaruhi mutu beton sebagai bahan konstruksi.

1. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air biasa umur 7 hari.

Pengujian dilakukan pada umur 7 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan beton. Persentase umur beton terhadap beton normal dan persentase penurunan mutu beton yang terjadi terhadap rendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.9. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana =

$$\left[\frac{29,44}{30} \times 100 \right] - 100 = -1,87$$

Tabel 5.9 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	29,44	100,00	-1,87
2	1,00	27,23	92,49	-9,23
3	1,50	25,98	88,25	-13,40
4	2,50	22,87	77,68	-23,77

Pada Tabel 5.9 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 7 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Penurunan nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton juga terjadi pada penambahan soda api 0% sebesar 1,87%, penambahan soda api 1% mengalami penurunan 9,23%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 13,40% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan 23,77%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Pada gambar 5.2 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 7 hari rendaman di lingkungan air biasa secara umum mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 29,44 MPa dan kuat tekan beton terendah 22,87 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat tekan beton.

2. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air laut umur 7 hari.

Pengujian dilakukan pada umur 7 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan beton, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.10. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

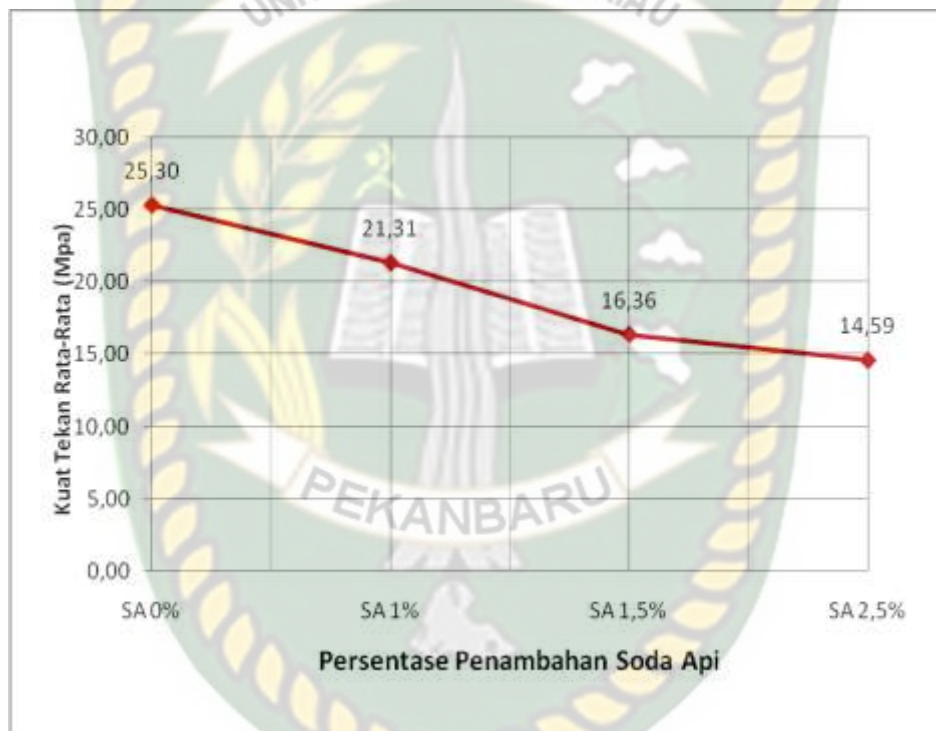
$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{25,30}{30} \times 100 \right] - 100 = -15,67$$

Tabel 5.10 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	25,30	100,00	-15,67
2	1,00	21,31	84,23	-28,97
3	1,50	16,36	64,66	-45,47
4	2,50	14,59	57,67	-51,37

Pada Tabel 5.10 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 7 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Penurunan

nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton juga terjadi pada penambahan soda api 0% sebesar 15,67%, penambahan soda api 1% mengalami penurunan 28,97%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 45,47% dan penambahan soda api 2,5% menunjukan penurunan 51,37%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Pada gambar 5.3 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 7 hari rendaman di lingkungan air laut secara umum mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 25,30 MPa dan kuat tekan beton terendah 14,59 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat tekan beton.

- Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air biasa umur 14 hari.

Pengujian dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.11. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

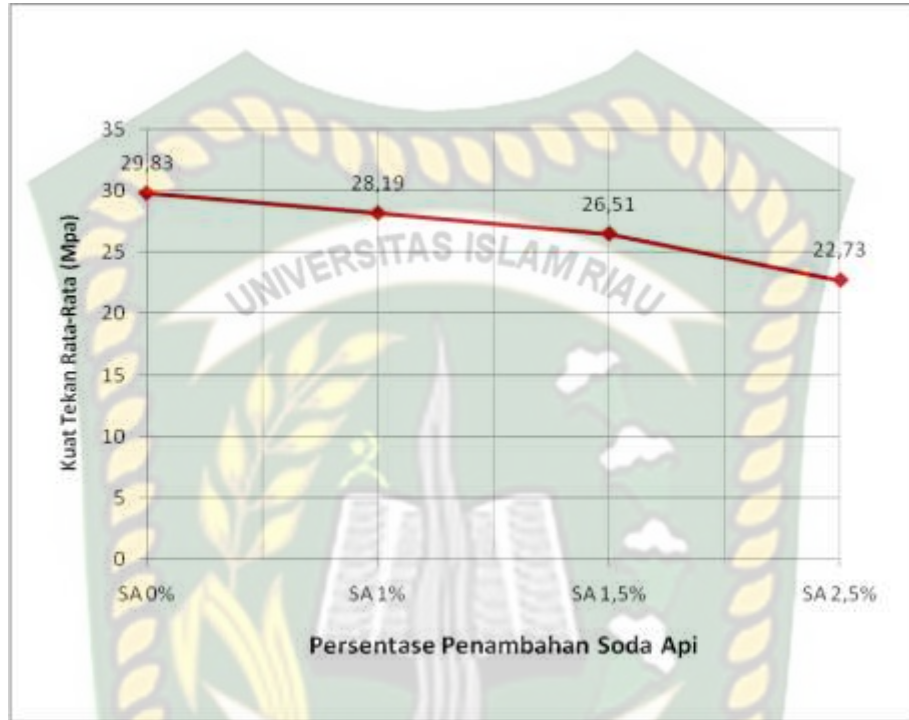
$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{29,83}{30} \times 100 \right] - 100 = -0,57$$

Tabel 5.11 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari di Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	29,83	100,00	-0,57
2	1,00	28,19	94,50	-6,03
3	1,50	26,51	88,87	-11,63
4	2,50	22,73	76,20	-24,23

Pada Tabel 5.11 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 14 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Penurunan nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton juga terjadi pada penambahan soda api 0% sebesar 0,57%, penambahan soda api 1% mengalami penurunan 6,03%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan

11,63% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan 24,23%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Pada gambar 5.4 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 14 hari rendaman di lingkungan air biasa secara umum mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 29,83 MPa dan kuat tekan beton terendah 22,73 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat tekan beton.

4. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air laut umur 14 hari.

Pengujian dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.12.

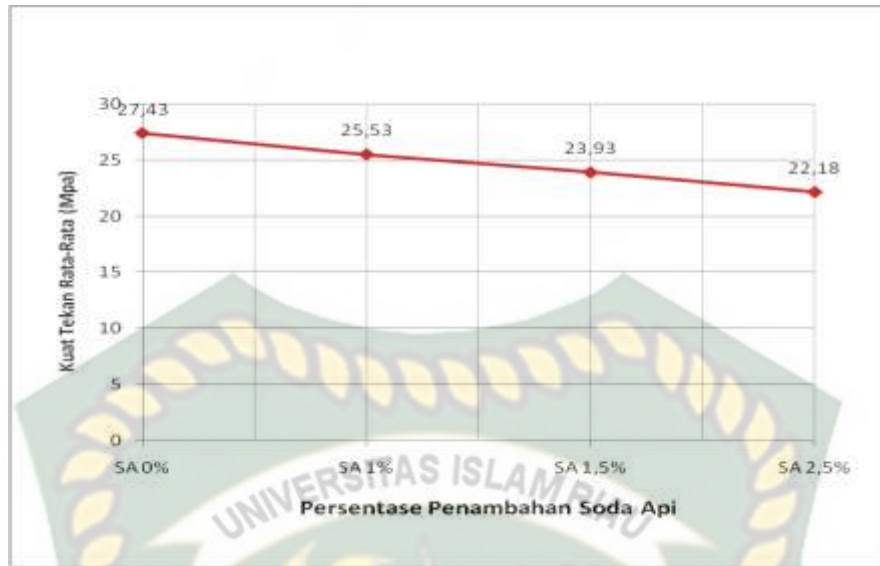
Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{27,43}{30} \times 100 \right] - 100 = -8,57$$

Tabel 5.12 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari di Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	27,43	100,00	-8,57
2	1,00	25,53	93,07	-14,90
3	1,50	23,93	87,24	-20,23
4	2,50	22,18	80,86	-26,07

Pada Tabel 5.12 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 14 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Penurunan nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton juga terjadi pada penambahan soda api 0% sebesar 8,57%, penambahan soda api 1% mengalami penurunan 14,90%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 20,23% dan penambahan soda api 2,5% menunjukan penurunan 26,07%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Pada gambar 5.5 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 14 hari rendaman di lingkungan air laut secara umum mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 27,43 MPa dan kuat tekan beton terendah 22,18 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat tekan beton.

5. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air biasa umur 28 hari

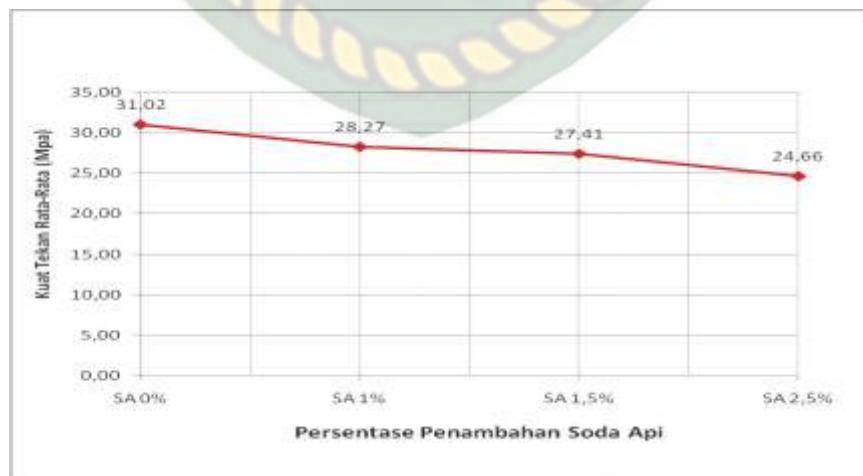
Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.13. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{31,02}{30} \times 100 \right] - 100 = 3,40$$

Tabel 5.13 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	31,02	100,00	3,40
2	1,00	28,27	91,13	-5,77
3	1,50	27,41	88,36	-8,63
4	2,50	24,66	79,50	-17,80

Pada Tabel 5.13 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 28 hari tidak terjadi penurunan kuat tekan beton, justru mengalami peningkatan. Penurunan nilai kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan 5,77%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 8,63% dan penambahan soda api 2,5% menunjukan penurunan 17,80%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Pada gambar 5.6 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari rendaman di lingkungan air biasa secara umum mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 31,02 MPa dan kuat tekan beton terendah 24,67 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

6. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air laut umur 28 hari

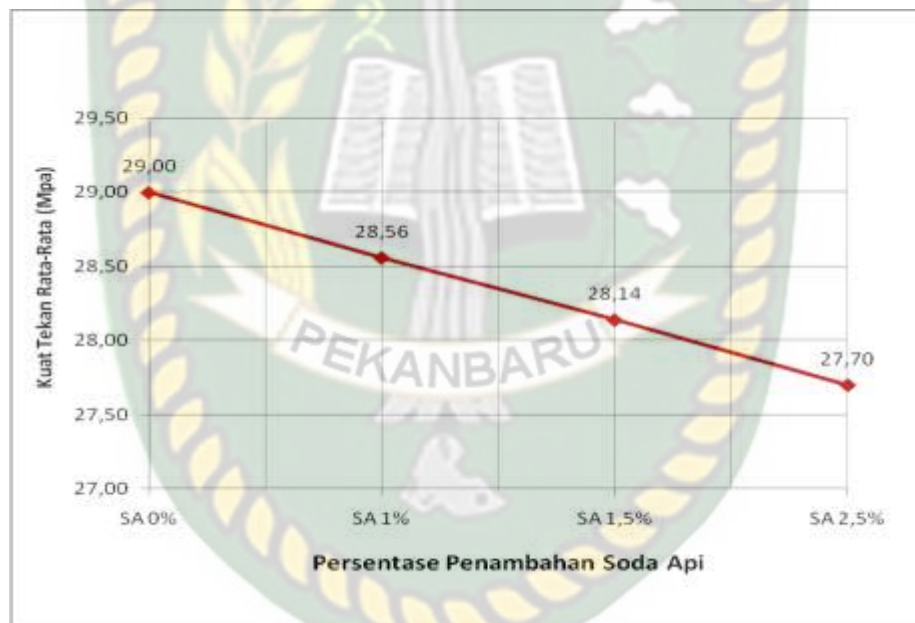
Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.14. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{29,00}{30} \times 100 \right] - 100 = -3,33$$

Tabel 5.14 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	29,00	100,00	-3,33
2	1,00	28,56	98,48	-4,80
3	1,50	28,14	97,03	-6,20
4	2,50	27,70	95,52	-7,67

Pada Tabel 5.14 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 28 hari secara umum terjadi penurunan. Penurunan nilai kuat tekan beton tersebut sesuai dengan variasi persentase penambahan soda api, begitu juga dengan beton normal. Persentase penurunan mutu beton normal mengalami penurunan 3,33%, sementara mutu beton dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan 4,80%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 6,20% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan 7,67%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api untuk di lingkungan air laut. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 29,00 MPa dan kuat tekan terendah 27,70 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

7. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air biasa umur 90 hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.15. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana} = \left[\frac{30,64}{30} \times 100 \right] - 100 = 2,13$$

Tabel 5.15. Nilai Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari di lingkungan air biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	30,64	100,00	2,13
2	1,00	30,05	98,07	0,17
3	1,50	25,97	84,76	-13,43
4	2,50	23,43	76,47	-21,90

Pada Tabel 5.15 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 90 hari untuk beton normal dan beton yang ditambahkan soda api 1% tidak terjadi penurunan nilai kuat tekan, penurunan kuat tekan beton terjadi pada sampel yang di tambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan. Persentase penurunan mutu beton terjadi pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 13,43%, dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan 21,90%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari

Melihat Grafik gambar 5.8 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 90 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Grafik menunjukkan kuat tekan beton tertinggi 30,64 MPa, dan kuat tekan beton terendah 23,43 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

8. Kuat tekan beton perawatan di lingkungan air laut umur 90 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat tekan, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan rendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.15. Penurunan mutu beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

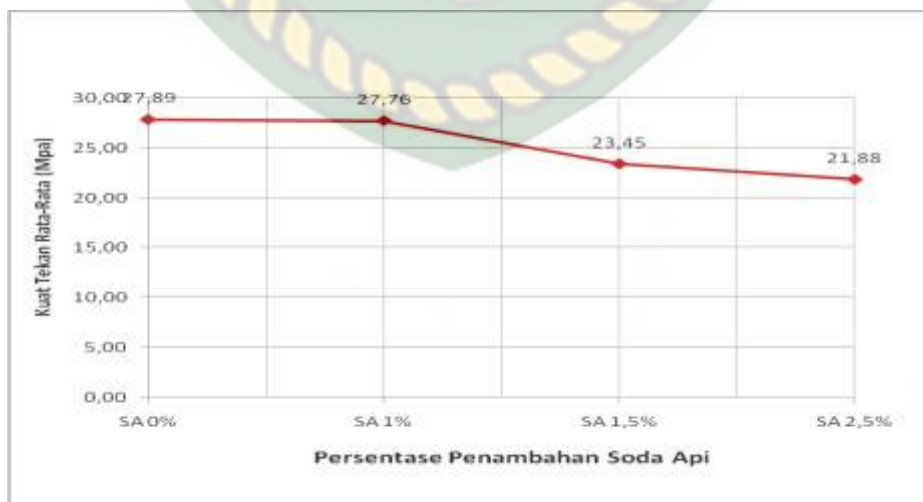
Selisih persentase penurunan terhadap kuat tekan rencana

$$\left[\frac{27,89}{30} \times 100\% \right] - 100 = -7,03\%$$

Tabel 5.16 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari di lingkungan air laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	27,89	100,00	-7,03
2	1,00	27,76	99,57	-7,47
3	1,50	23,45	84,08	-21,83
4	2,50	21,88	78,45	-27,07

Pada Tabel 5.15 ini menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton $f_c' = 30$ Mpa pada umur 90 hari terjadi penurunan nilai kuat tekan beton sesuai dengan variasi persentase penambahan soda api begitu juga dengan beton normal. Persentase penurunan mutu beton secara umum terjadi penurunan. Beton normal mengalami penurunan mutu beton 7,03%, sementara mutu beton dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan 7,43%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 21,83% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan 27,07%, jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.5



Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 90 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat tekan beton tertinggi 27,89 MPa, dan kuat tekan beton terendah 21,88 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton.

5.7 Perbandingan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Laut.

Untuk melihat hasil perbandingan kuat tekan beton pada umur 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air biasa dan 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air laut, maka hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi penambahan soda api di bandingkan dengan kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan di sajikan dalam bentuk grafik. Nilai perbandingan dari hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan soda api dapat dilihat tabel 5.17.

Tabel 5.17 Nilai perbandingan Kuat Tekan Beton Untuk Berbagai Umur.

No	Pesebtase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton (Mpa)								% Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton							
		Air Biasa				Air Laut				Air Biasa				Air Laut			
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari
1	0.00	29,44	29,83	31,02	30,64	25,30	27,43	29,00	27,89	98,133	99,433	103,4	102,13	84,333	91,43	96,67	92,97
2	1.00	27,23	28,19	28,27	30,05	21,31	25,53	28,56	27,76	90,767	93,967	94,233	100,17	71,033	85,10	95,20	92,53
3	1.50	25,98	26,51	27,41	25,97	16,36	23,93	28,14	23,45	86,6	88,367	91,367	86,567	54,533	79,77	93,80	78,17
4	2.50	22,87	22,73	24,66	23,43	14,59	22,18	27,70	21,88	76,233	75,767	82,20	78,10	48,633	73,93	92,33	72,93

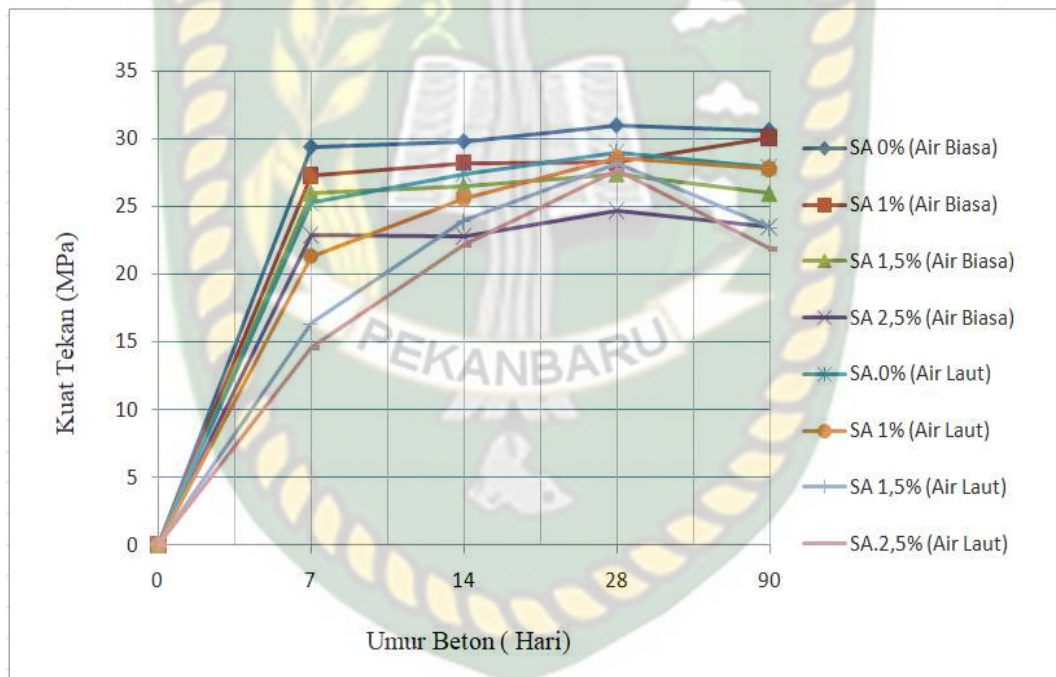
Berdasarkan data pada Tabel 5.17 diatas terlihat bahwa beton normal 0% pada umur 7 hari untuk lingkungan air biasa kuat tekan beton 29,44 MPa, umur 14 hari 29,83 MPa, umur 28 hari 31,02 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton

30,64 MPa. Hal ini menunjukkan tidak terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Beton normal 0% pada umur 7 hari untuk lingkungan air laut kuat tekan beton 25,30 MPa, umur 14 hari 27,43 MPa, umur 28 hari 29,00 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 27,89 MPa. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat tekan beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 1% dari hasil pengujian pada umur 7 hari pada lingkungan air biasa kuat tekan beton 27,23 MPa, umur 14 hari 28,19 MPa, umur 28 hari 28,27 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 30,05 MPa, hal ini menunjukkan terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Untuk di lingkungan air laut beton dengan penambahan soda api 1% pada umur 7 hari nilai kuat tekannya 21,31 MPa, umur 14 hari 25,53 MPa, umur 28 hari 28,56 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 27,76 MPa, hal yang sama menunjukkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 1,5 % dari hasil pengujian pada umur 7 hari pada lingkungan air biasa kuat tekan beton 25,98 MPa, umur 14 hari 26,51 MPa, umur 28 hari 27,41 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 25,97 MPa, hal ini menunjukkan terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Untuk di lingkungan air laut beton dengan penambahan soda api 1,5% pada umur 7 hari nilai kuat tekannya 16,36 MPa, umur 14 hari 23,93 MPa, umur 28 hari 28,14 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 23,45 MPa, hal yang sama menunjukkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 2,5 % dari hasil pengujian pada umur 7 hari pada lingkungan air biasa kuat tekan beton 22,87 MPa, umur 14 hari 22,73 MPa, umur 28 hari 24,66 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 23,43 MPa, hal ini menunjukkan terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Untuk di lingkungan air laut beton dengan penambahan soda api 2,5% pada umur 7 hari nilai kuat tekannya 14,59 MPa, umur 14 hari 22,18 MPa, umur 28 hari 27,70 MPa dan pada umur 90 hari kuat tekan beton 21,88 MPa, hal yang sama menunjukkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Pada Berbagai Umur Untuk Lingkungan Air Biasa dan Untuk Lingkungan Air Laut.

Grafik pada Gambar 5.10 menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton pada umur 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air biasa, 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air laut akibat penambahan soda api dan pengaruh

paparan air laut terhadap sampel. Hasil dari grafik di atas untuk air laut dimana kuat tekan menurun selama umur perendaman. Hal ini dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen yaitu C_3A (*trikalsium aluminat*) rentan terhadap serangan sulfat dan ion klorida yang ada pada air laut. Hal ini menyebabkan beton pada lingkungan air laut akan mengalami penurunan kuat tekan. $CaCl_2$ dan $CaSO_4$ mudah terlarut dalam air sehingga keluar dari beton dan menyebabkan beton keropos dan akhirnya kuat tekan beton menjadi turun.

5.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai kuat lentur beton yang digunakan untuk keperluan berbagai perencanaan struktur. Pengujian kuat lentur beton sesuai dengan sample rentang waktu yang direncanakan untuk 7,14,28 dan 90 hari rendaman dengan menggunakan air biasa, dan 7,14,28 dan 29 hari rendaman dengan menggunakan air laut dengan nilai kuat lentur rencana adalah $f_s' = 4,1$ MPa.

1. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air biasa umur 7 hari

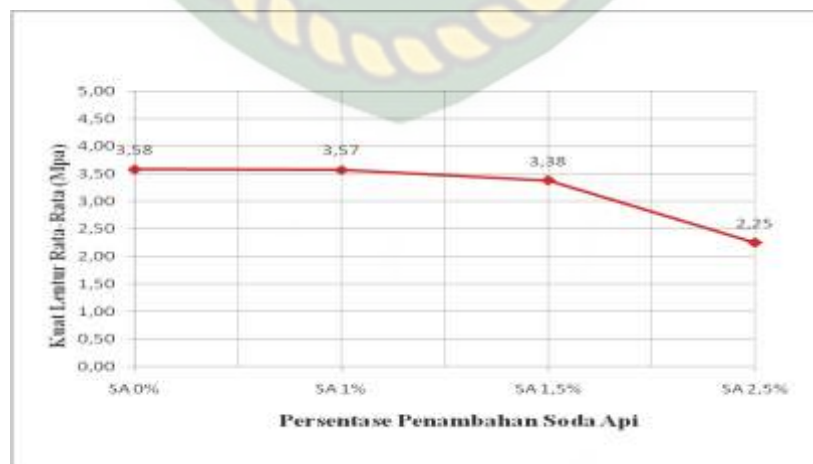
Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 7 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase umur beton terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.18. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 &\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \\
 &\left[\frac{3,58}{4,1} \times 100 \right] - 100 = -12,68 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 5.18 Nilai Kuat lentur Beton Umur 7 Hari untuk Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	3,58	100,00	-12,68
2	1,00	3,57	99,72	-12,93
3	1,50	3,38	94,41	-17,56
4	2,50	2,25	62,85	-45,12

Pada Tabel 5.18 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 7 hari terjadi penurunan, sementara kuat lentur beton pada sampel yang ditambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan juga terjadi penurunan. Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton normal 12,68%, beton yang ditambahkan soda api 1% terjadi penurunan 12,93%, beton yang ditambahkan soda api 1,5% terjadi penurunan 17,56% dan beton dengan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 45,12%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 7 Hari

Pada Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 7 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 3,58 MPa, dan kuat lentur beton terendah 2,25 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

2. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air laut umur 7 hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 7 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.19. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

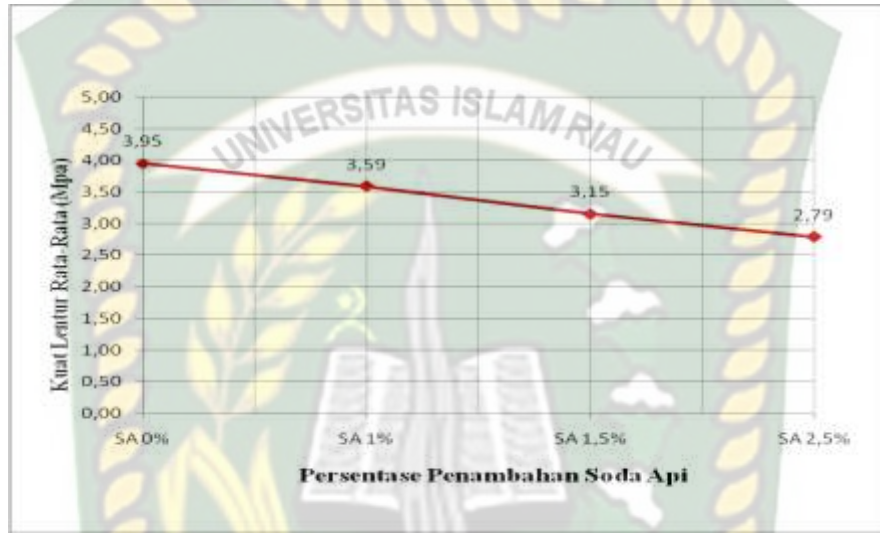
$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,55}{4,1} \times 100 \right] - 100 = 10,97 \%$$

Tabel 5.19 Nilai Kuat lentur Beton Umur 7 Hari untuk Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	3,95	100,00	-3,66
2	1,00	3,59	90,89	-12,44
3	1,50	3,15	79,75	-23,17
4	2,50	2,79	70,63	-31,95

Pada Tabel 5.19 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 7 hari mengalami penurunan, kuat lentur beton pada sampel yang ditambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase terjadi penurunan mutu.

Mutu beton pada 0% terjadi penurunan 3,66%, sampel yang ditambahkan soda api 1% terjadi penurunan 12,44%, pada sampel penambahan soda api 1,5% terjadi penurunan 23,17% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 31,95%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 7 Hari

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 7 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 3,95 MPa, dan kuat lentur beton terendah 2,79 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

3. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air biasa umur 14 hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air biasa dapat dilihat

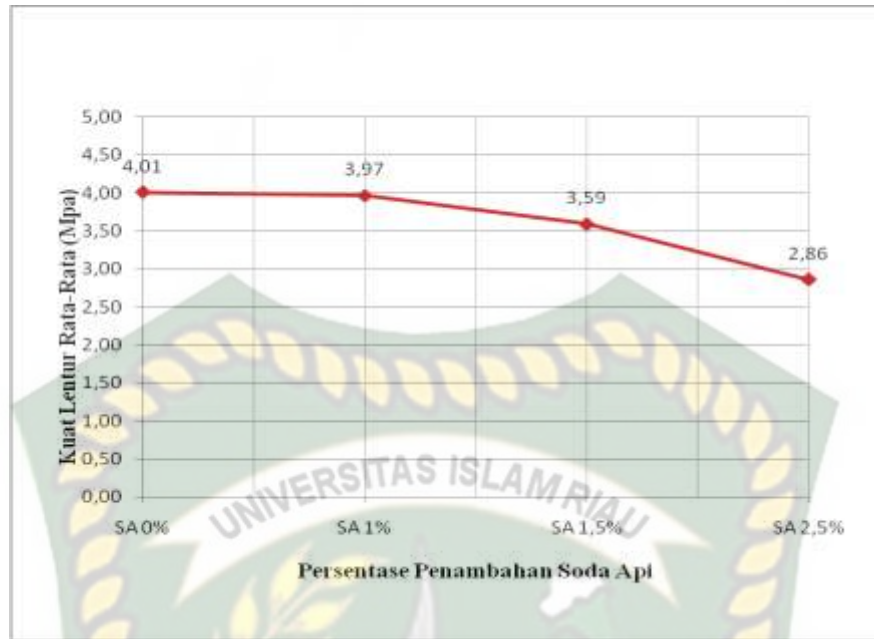
pada Tabel 5.20. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,01}{4,1} \times 100 \right] - 100 = -2,20 \%$$

Tabel 5.20 Nilai Kuat lentur Beton Umur 14 Hari untuk Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,01	100,00	-2,20
2	1,00	3,97	99,00	-3,17
3	1,50	3,59	89,53	-12,44
4	2,50	2,86	71,32	-30,24

Pada Tabel 5.20 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 14 hari tidak terjadi penurunan, sementara kuat lentur beton pada sampel yang ditambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan terjadi penurunan. Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton normal 2,20%, sampel beton dan yang ditambahkan soda api 1% terjadi penurunan 3,17%, pada sampel penambahan soda api 1,5% terjadi penurunan 12,44% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 30,24%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 14 Hari

Pada Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 14 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,01 MPa, dan kuat lentur beton terendah 2,86 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

4. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air laut umur 14 hari

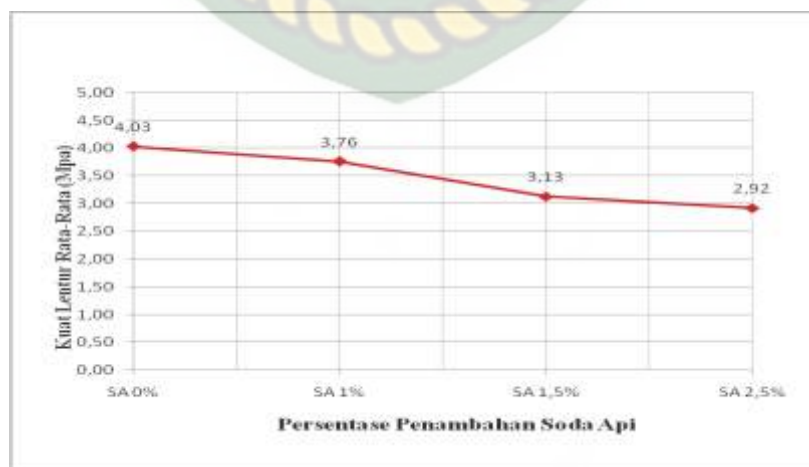
Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.21. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,03}{4,1} \times 100 \right] - 100 = -1,71 \%$$

Tabel 5.21 Nilai Kuat lentur Beton Umur 14 Hari untuk Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,03	100,00	-1,71
2	1,00	3,76	93,30	-8,29
3	1,50	3,13	77,67	-23,66
4	2,50	2,92	72,46	-28,78

Pada Tabel 5.21 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 14 hari tidak terjadi penurunan, sementara kuat lentur beton pada sampel yang ditambahkan soda api sesuai dengan variasi persentase penambahan terjadi penurunan. Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton normal 1,71%, sampel beton dan yang ditambahkan soda api 1% terjadi penurunan 8,29%, pada sampel penambahan soda api 1,5% terjadi penurunan 23,66% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 28,78%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.14.



Gambar 5.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 14 Hari

Pada Gambar 5.14 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 14 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,03 MPa, dan kuat lentur beton terendah 2,92 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya penurunan terhadap kuat lentur beton.

5. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air biasa umur 28 hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.22. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

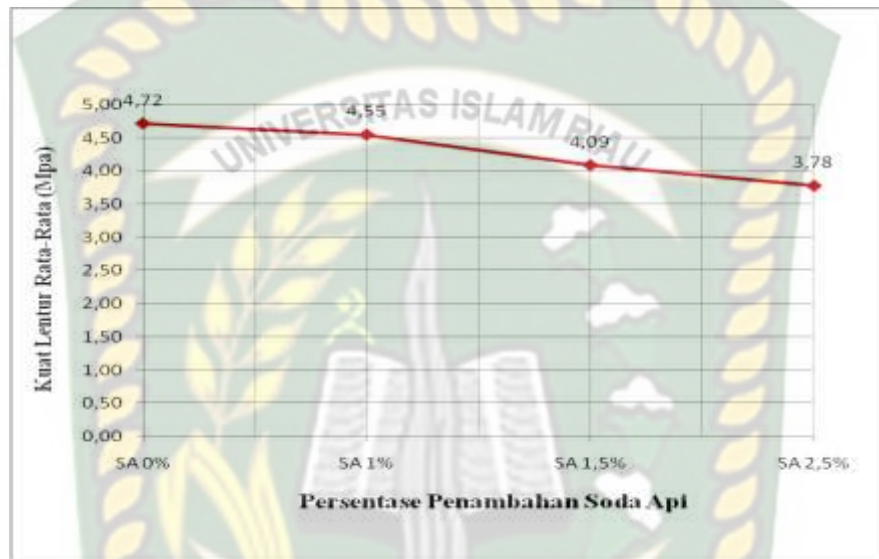
$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,72}{4,1} \times 100 \right] - 100 = 15,12 \%$$

Tabel 5.22 Nilai Kuat lentur Beton Umur 28 Hari untuk Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,72	100,00	15,12
2	1,00	4,55	96,40	10,98
3	1,50	4,09	86,65	-0,24
4	2,50	3,78	80,08	-7,80

Pada Tabel 5.22 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton yang di tambahkan soda api 1% pada umur 28 hari tidak terjadi penurunan, sementara penurunan kuat lentur beton terjadi pada sampel yang

ditambahkan soda api 1,5% dan 2,5% . Penurunan mutu beton juga terjadi pada sampel beton yang ditambahkan soda api 1,5% terjadi penurunan 0,24% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 7,80%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.15.



Gambar 5.15 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 28 Hari

Pada Gambar 5.15 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 14 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,72 MPa, dan kuat lentur beton terendah 3,78 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

6. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air laut umur 28 hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari untuk di lingkungan air laut. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air laut

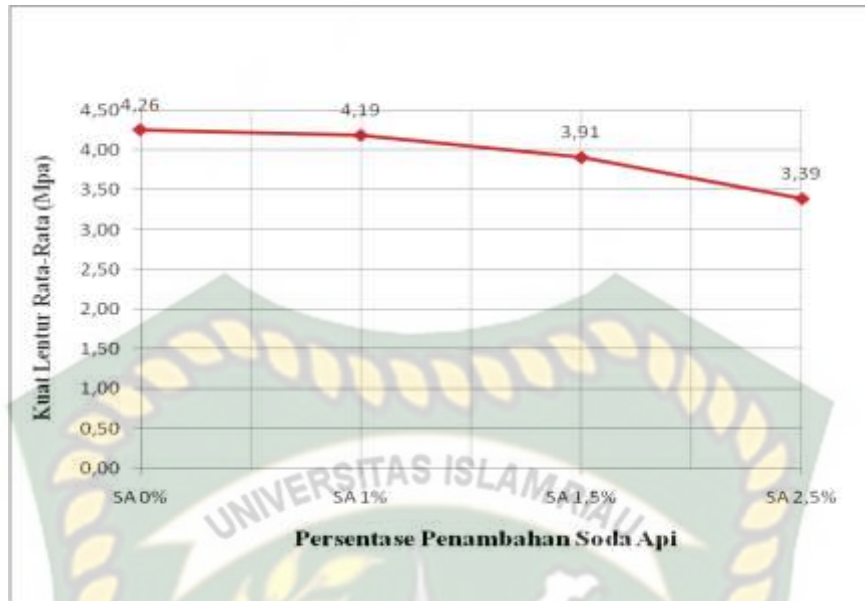
dapat dilihat pada Tabel 5.23. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,26}{4,1} \times 100 \right] - 100 = 3,90 \%$$

Tabel 5.23 Nilai Kuat lentur Beton Umur 28 Hari Untuk Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,26	100,00	3,90
2	1,00	4,19	98,36	2,20
3	1,50	3,91	91,78	-4,63
4	2,50	3,39	79,58	-17,32

Pada Tabel 5.23 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton yang di tambah soda api 1% pada umur 28 hari tidak terjadi penurunan, sementara penurunan kuat lentur beton terjadi pada sampel yang ditambahkan soda api 1,5% dan 2,5% . Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton yang ditambahkan soda api 1,5% terjadi penurunan 4,63% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 17,32%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.16.



Gambar 5.16 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 28 Hari

Grafik pada Gambar 5.16 menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 28 mengalami penurunan akibat penambahan soda api 1,5% dan 2,5%. Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,26 MPa, dan kuat lentur beton terendah 3,39 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

7. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air biasa umur 90 hari.

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 90 hari. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% di dapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air biasa dapat dilihat pada Tabel 5.24. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana

$$\left[\frac{4,78}{4,1} \times 100 \right] - 100 = 16,59 \%$$

Tabel 5.24 Nilai Kuat lentur Beton Umur 90 Hari Untuk Lingkungan Air Biasa

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,78	100,00	16,59
2	1,00	4,10	85,77	0,00
3	1,50	4,07	85,15	-0,73
4	2,50	3,87	80,96	-5,61

Pada Tabel 5.24 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton yang di tambah soda api 1% pada umur 28 hari tidak terjadi penurunan, sementara penurunan kuat lentur beton terjadi pada sampel yang ditambahkan soda api 1,5% dan 2,5% . Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton yang ditambahkan soda api 1,5% terjadi penurunan 0,73% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 5,61%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1 \text{ MPa}$. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 90 Hari

Grafik pada Gambar 5.17 menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 90 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api 1,5% dan 2,5%.

Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,78 MPa, dan kuat lentur beton terendah 3,87 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

8. Kuat lentur beton perawatan di lingkungan air laut umur 90 hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 90 hari untuk di lingkungan air laut. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dan beton dengan penambahan soda api 1%,1,5% dan 2,5% didapat nilai rata-rata kuat lentur, persentase terhadap beton normal dan penurunan mutu beton yang terjadi dengan perendaman air laut dapat dilihat pada Tabel 5.25. Penurunan mutu beton terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dapat dihitung seperti berikut :

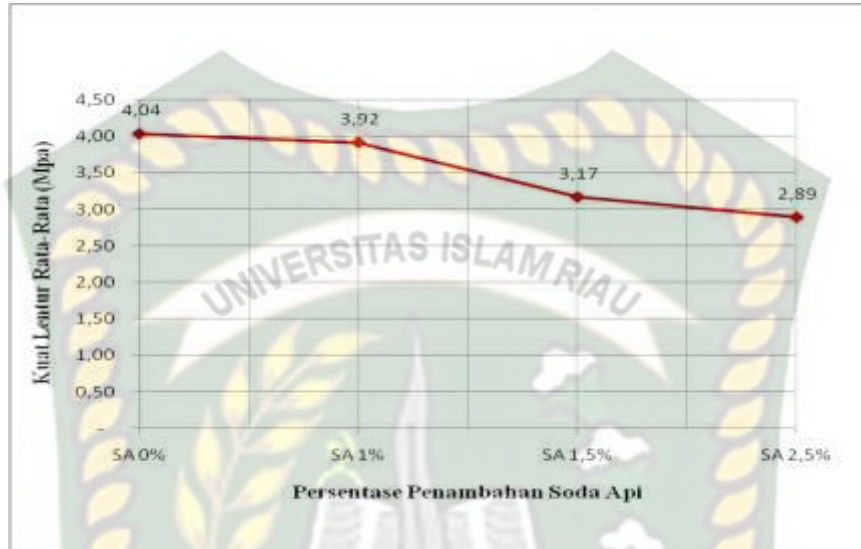
$$\text{Selisih persentase penurunan terhadap kuat lentur rencana} = \left[\frac{4,04}{4,1} \times 100 \right] - 100 = -1,46 \%$$

Tabel 5.25 Nilai Kuat lentur Beton Umur 90 Hari Untuk Lingkungan Air Laut

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata Rata		
		(Mpa)	% Terhadap Beton Normal	Penurunan Terhadap Mutu Beton Rencana (%)
1	0,00	4,04	100,00	-1,46
2	1,00	3,92	97,03	-4,39
3	1,50	3,17	78,47	-22,68
4	2,50	2,89	71,53	-29,51

Pada Tabel 5.25 ini menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton pada umur 90 hari secara umum terjadi penurunan nilai kuat lentur sesuai dengan variasi persentase penambahan soda api. Penurunan mutu beton terjadi pada sampel beton yang ditambahkan soda api 1% terjadi penurunan 4,39%,

penambahan soda api 1,5% terjadi penurunan 22,68% dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan 29,51%, jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.18.



Gambar 5.18 Grafik Hasil Pengujian Kuat lentur Beton Umur 90 Hari

Grafik pada Gambar 5.18 menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 90 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api. Nilai kuat lentur beton tertinggi 4,04 MPa, dan kuat lentur beton terendah 2,89 MPa. Melihat grafik diatas terlihat jelas adanya terjadi penurunan terhadap kuat lentur beton.

5.9 Perbandingan Kuat lentur Beton Pada Berbagai Umur untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Laut.

Untuk melihat hasil perbandingan kuat lentur beton pada umur 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air biasa dan 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air laut, maka hasil pengujian yang telah dilakukan dengan variasi penambahan soda api di bandingkan dengan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dan di sajikan dalam bentuk grafik. Data hasil pengujian kuat lentur beton normal dengan penambahan soda api dapat dilihat tabel 5.26.

Tabel 5.26 Perbandingan Kuat lentur Beton Untuk Berbagai Umur.

No	Persebtase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton (Mpa)								% Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton							
		Air Biasa				Air Laut				Air Biasa				Air Laut			
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	90 Hari
1	0,00	3,58	4,01	4,72	4,78	3,95	4,03	4,26	4,04	87,32	97,8	115,1	116,59	96,34	98,29	103,90	98,54
2	1,00	3,57	3,97	4,55	4,10	3,59	3,76	4,19	3,92	87,07	96,83	111	100,00	87,56	91,71	102,20	95,61
3	1,50	3,38	3,59	4,09	4,07	3,15	3,13	3,91	3,17	82,44	87,56	99,76	99,27	76,83	76,34	95,37	77,32
4	2,50	2,25	2,86	3,78	3,87	2,79	2,92	3,39	2,89	54,88	69,76	92,2	94,39	68,05	71,22	82,68	70,49

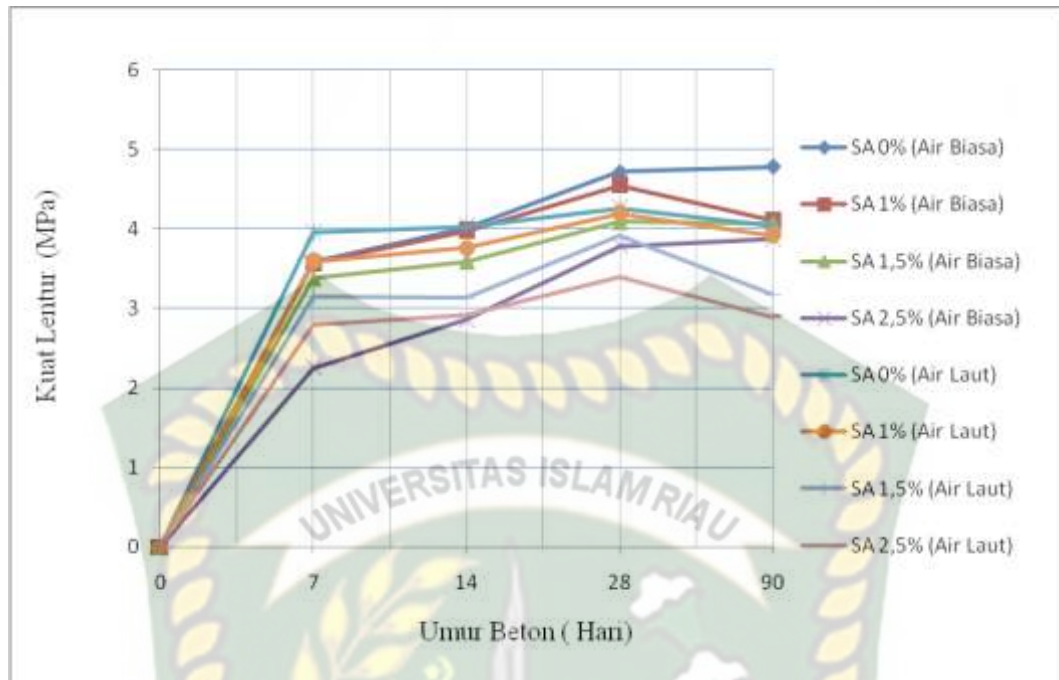
Berdasarkan data pada Tabel 5.26 diatas terlihat bahwa beton normal pada umur 7 hari untuk perawatan di lingkungan air biasa kuat lentur beton 3,58 MPa, umur 14 hari 4,01 Mpa, 28 hari 4,72 MPa dan pada umur 90 hari nilai kuat lentur betonnya 4,78 MPa, hal ini menunjukkan adanya peningkatan. Beton normal pada umur 7 hari untuk perawatan di lingkungan air laut nilai kuat lenturnya 3,95 MPa, umur 14 hari 4,03 MPa, umur 28 hari 4,26 MPa dan pada umur 90 hari nilai kuat lentur betonnya 4,04 MPa. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat lentur beton yang relatif tidak signifikan terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 1% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air biasa nilai kuat lenturnya 3,57 MPa, umur 14 hari 3,97 MPa, umur 28 hari 4,55 MPa dan pada umur 90 hari nilai kuat lentur betonnya 4,07 MPa, hal ini menunjukkan adanya penurunan yang tidak terlalu signifikan. Beton dengan penambahan soda api 1% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air laut kuat lentur betonnya 3,15 MPa, umur 14 hari 3,76 MPa, umur 28 hari 3,91 MPa dan

pada umur 90 hari kuat lentur betonnya 3,17 MPa. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat lentur beton yang signifikan terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 1,5% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air biasa nilai kuat lenturnya 3,38 MPa, umur 14 hari 3,59 MPa, umur 28 hari 4,09 MPa dan pada umur 90 hari nilai kuat lentur betonnya 4,10 MPa, hal ini menunjukkan tidak adanya penurunan. Beton dengan penambahan soda api 1% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air laut kuat lentur betonnya 3,59 MPa, umur 14 hari 3,34 MPa, umur 28 hari 4,19 MPa dan pada umur 90 hari kuat lentur betonnya 3,92 MPa. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat lentur beton yang signifikan terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa.

Beton dengan penambahan soda api 2,5% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air biasa nilai kuat lenturnya 2,25 MPa, umur 14 hari 2,45 MPa, umur 28 hari 3,78 MPa dan pada umur 90 hari nilai kuat lentur betonnya 3,87 MPa, hal ini menunjukkan adanya penurunan yang signifikan. Beton dengan penambahan soda api 1% pada umur 7 hari untuk di lingkungan air laut kuat lentur betonnya 2,79 MPa, umur 14 hari 2,92 MPa, umur 28 hari 3,39 MPa dan pada umur 90 hari kuat lentur betonnya 2,89 MPa. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai kuat lentur beton yang signifikan terhadap kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa.



Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Kuat lentur Beton Pada Berbagai Umur Untuk Lingkungan Air Biasa dan Untuk Lingkungan Air Laut.

Grafik pada Gambar 5.11 menunjukkan perbandingan kuat lentur beton pada umur 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air biasa, 7,14,28 dan 90 hari untuk di lingkungan air laut mengalami penurunan akibat penambahan soda api.

Hasil dari grafik di atas untuk air laut dimana kuat lentur beton untuk beton normal tidak mengalami penurunan selama umur perendaman. Kuat lentur beton yang ditambah soda api dengan variasi pemanbahan mengalami penurunan selama umur perendaman. Hal ini dikarenakan senyawa yang terkandung dalam semen yaitu C_3A (*trikalsium aluminat*) rentan terhadap serangan sulfat dan ion klorida yang ada pada air laut. Hal ini dapat menyebabkan beton pada lingkungan air laut mengalami penurunan kuat lentur. $CaCl_2$ dan $CaSO_4$ mudah terlarut dalam air sehingga keluar dari beton dan menyebabkan beton keropos dan akhirnya kuat lentur beton menjadi turun. Hal ini juga sama terjadi pada kuat tekan beton.

5.10 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Pada Umur 28 Hari Untuk Perawatan Air Biasa, dan Perawatan Air Laut.

Hasil nilai pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton pada sampel umur 28 hari di jadikan penentuan nilai konstanta (k), nilai korelasi dengan mengacu pada persamaan 3.4 yang mana umur beton f_s dan f_c adalah 28 hari. Kuat tekan beton akan di plot sebagai sumbu X, dan kuat lentur akan di plot sebagai sumbu Y, lalu akan dicari nilai koefisien korelasi (Konstanta) yang merupakan pendekatan dari hubungan kuat tekan beton dan kuat lentur pada perawatan air biasa.

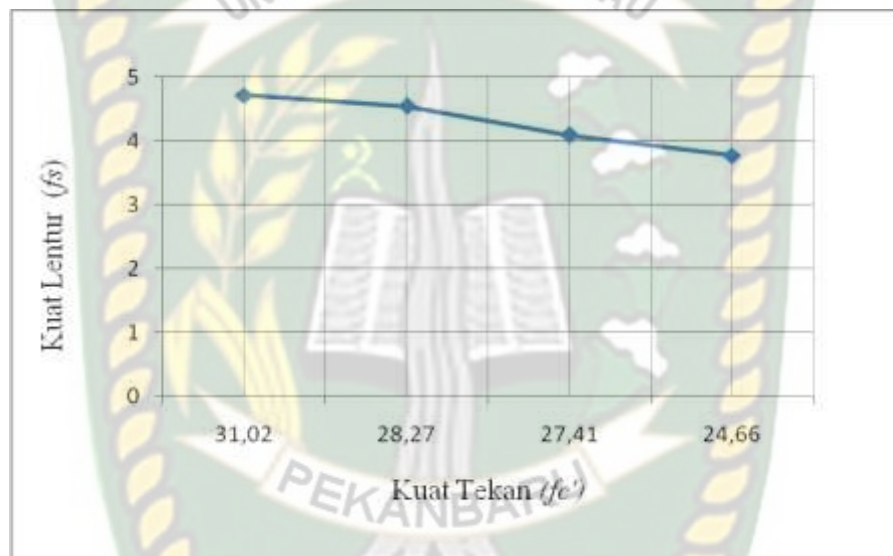
1. Hubungan kuat tekan dan kuat lentur perawatan air biasa umur 28 hari

Hubungan kuat tekan dan kuat lentur dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.4 $f_s = K\sqrt{(f_c)^{0,5}}$. Korelasi tersebut dapat menghitung nilai konstanta antara kuat tekan dan kuat lentur untuk umur 28 hari pada perawatan air biasa dapat dilihat pada Tabel. 5.27 berikut.

Tabel 5.27 Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan (f_c) (MPa)	Kuat Lentur (f_s) (MPa)	$K = \frac{f_s}{\sqrt{f_c}}$
1.	0,0%	31,02	4,72	0,847
2.	1,0%	28,27	4,55	0,856
3.	1,5%	27,41	4,09	0,781
4.	2,5%	24,66	3,78	0,761
Nilai Konstanta rata - rata				0,811

Pada Tabel 5.27 hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton diatas , didapat nilai konstanta untuk beton normal adalah 0,847, beton yang ditambah soda api 1% adalah 0,856, soda api 1,5% adalah 0,781 dan beton dengan penambahan soda api 2,5% adalah 0,761. Nilai konstanta rata – rata adalah 0,811, hasil ini lebih besar 8,133% jika dibanding dengan nilai konstanta yang sudah ada untuk beton yang menggunakan agregat batu pecah adalah 0,75. Secara grafik dapat dilihat pada gambar. 5.20.



Gambar 5.20 Grafik hubungan kuat tekan dan kuat lentur Beton umur 28 hari

Pada Gambar 5.20 menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton dengan penambahan soda api sesuai dengan variasi penambahan 0%,1%,1,5% dan 2,5% secara grafik menunjukkan menurun, akan tetapi nilai konstanta (k) rata – rata cenderung naik.

2. Hubungan kuat tekan dan kuat lentur perawatan air laut umur 28 hari

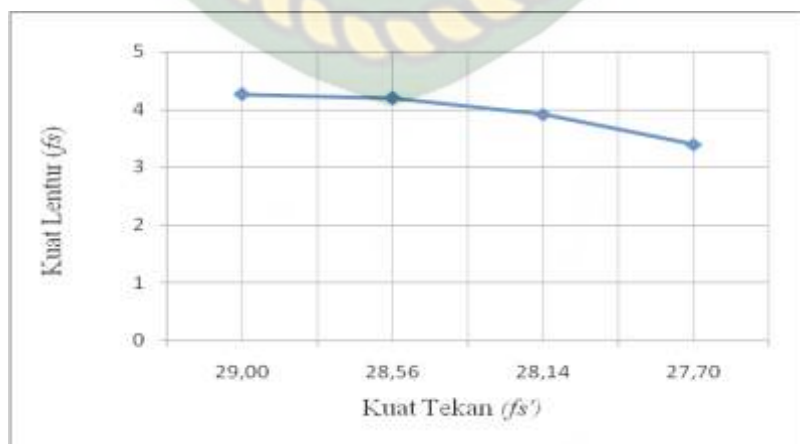
Hubungan kuat tekan dan kuat lentur dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.4 $f_s = K\sqrt{(f_c)0,5}$. Korelasi tersebut dapat menghitung nilai konstanta

antara kuat tekan dan kuat lentur untuk umur 28 hari pada perawatan air laut dapat dilihat pada Tabel. 5.28 berikut.

Tabel 5.28 Hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan (f_c) (MPa)	Kuat Lentur (f_s) (MPa)	$k = \frac{f_s}{\sqrt{f_c}}$
1.	0,0%	29,00	4,26	0,791
2.	1,0%	28,56	4,19	0,784
3.	1,5%	28,14	3,91	0,737
4.	2,5%	27,70	3,39	0,644
Nilai Konstanta rata - rata				0,739

Pada Tabel 5.28 hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton diatas , didapat nilai konstanta untuk beton normal adalah 0,791, beton yang ditambah soda api 1% adalah 0,784, soda api 1,5% adalah 0,737 dan beton dengan penambahan soda api 2,5% adalah 0,644. Nilai konstanta rata – rata didapat adalah 0,739, hasil ini lebih kecil 1,466% jika dibanding dengan nilai konstanta yang sudah ada untuk beton yang menggunakan agregat batu pecah adalah 0,75. Secara grafik dapat dilihat pada gambar. 5.21.



Gambar 5.21 Grafik hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton umur 28 hari

Grafik pada Gambar 5.21 menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton akibat penambahan soda api sesuai dengan variasi penambahan 0%,1%,1,5% dan 2,5% nilai konstatnta (k) menurun.

5.11 Komparasi Hasil Penelitian Terdahulu

Beton mempunyai empat senyawa penting C2S, C3S, C3A dan C4AF. Dimana C2S ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), C3S ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) mengandung silikat, C3A ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) dan C4AF ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Pengaruh genangan air gambut/air laut dapat menurunkan nilai kuat tekan dan kuat lentur, kuat tekan pada berbagai umur perawatan air laut menurun -8,08% dan kuat lentur pada perawatan dengan air laut -3,908 (Sugeng ,webinar 13/07/2020).

Beton normal tanpa soda api yang direndam dengan air biasa memiliki senyawa kimia $2(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_3\text{A} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Air biasa memiliki kandungan pH yang normal. Oleh karena itu air biasa tidak berdampak buruk terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Sedangkan beton normal yang terpapar air laut mengalami penguraian pada kandungan senyawa $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ menjadi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Kalsium hidroksida) membentuk *ettringite* yang menjadikan berkorosinya pada beton. Hal ini disebabkan karena air laut memiliki kadar asam (Sugeng ,webinar 13/07/2020).

Pada saat beton ditambahkan soda api memiliki senyawa kimia $\text{CaOSiO}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, memiliki kandungan sodium metasilikat ($\text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_3$). Metasilikat adalah senyawa kimia yang memiliki sifat pengikat seperti semen atau terjadinya geopolimer (Davidovits;1994). Pada saat beton di tambahkan soda api maka terjadi percepatan pengerasan beton dikarenakan metasilikat ($\text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_3$) membentuk struktur amorf pada beton yaitu

bentuk struktur molekul yang tidak beraturan. Semakin banyak amorf maka beton semakin cepat mengeras, tetapi semakin banyak amorf juga berdampak buruk terhadap daya dukung beton. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bertambahnya soda api pada beton akan mengakibatkan beton cepat mengeras tetapi mengurangi daya dukung

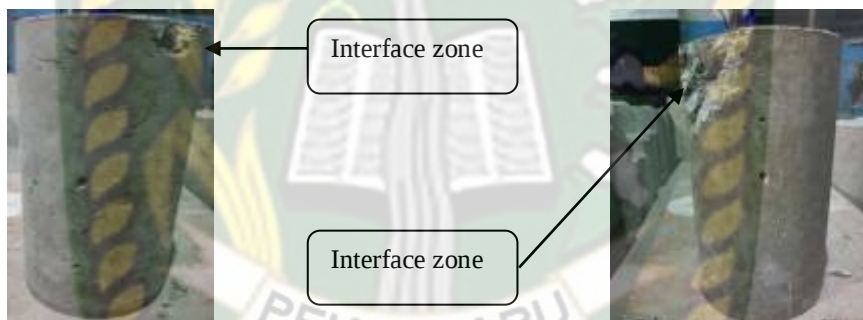
Permukaan air laut Indonesia memiliki pH yang bervariasi antara 6.0 – 8.5. Pengasaman air laut dapat mengganggu proses pengapuran *Halimeda sp*, khususnya pada pH air laut < 6 . Selain itu pengasaman air laut tidak mengganggu pertumbuhan *Halimeda sp* (Rukminasari,dkk, 2014). *Halimeda sp* merupakan jenis makroalga yang mengandung kadar kalsium, dimana dalam siklus hidupnya terdapat proses pengapuran yang mampu menenggelamkan CO_2 dalam perairan (Soemarwoto,2001). pH, menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer, dan mewakili konsentrasi hydrogen dan ionnya. pH merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya (Hasrianti,2009). Disamping itu air laut juga mengandung Asam Karbonat (H_2CO_3) yang dapat melaurutkan metasilikat (Na_2SiO_3), sehingga hal yang sama air laut dapat mengurangi daya dukung beton. Pengaruh kimia air laut terhadap beton terutama disebabkan oleh serangan Magnesium Sulfat (MgSO_4) yang diperburuk oleh kandungan Clorida didalamnya, saat pertama kali mengalami serangan sulfat, kekuatan tekan beton akan naik lalu berangsur-angsur kehilangan kekuatan. Bagian beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak membentuk lapisan seperti lumpur. Serangan di mulai sejak beton siap bereaksi dengan Calsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang muncul pada semen. (Wedhanto,2017).

5.12 Bentuk Keruntuhan.

Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji selinder diameter 15 cm x tinggi 30 cm dan pengujian kuat lentur dengan benda uji balok benton ukuran 15 cm x 15 cm dengan panjang 60 cm untuk umur sample 28 hari dengan rendaman air biasa dan rendaman air laut dapat diketahui *interface zona* .

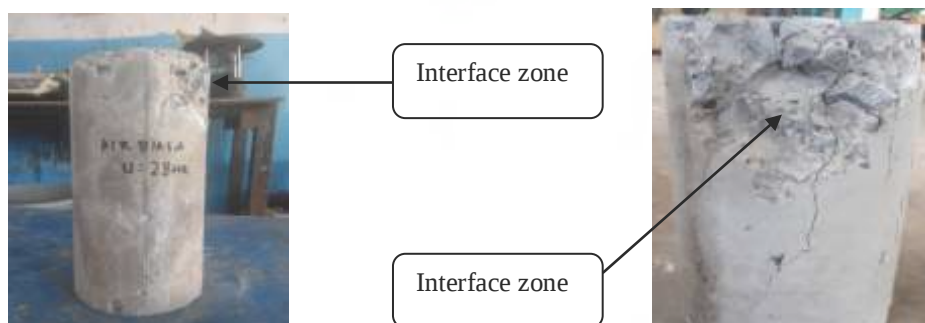
1. Bentuk keruntuhan benda uji slinder

Interface Zona dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan benda uji slinder diameter 15 x tinggi 30 cm pada umur 28 hari rendaman air biasa dan rendaman air laut seperti gambar 5.22.



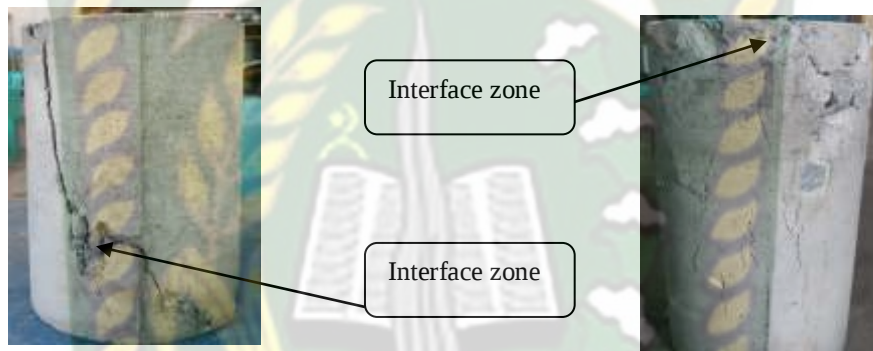
Gambar 5.22. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari
Air Biasa dan Air Laut Soda Api 0%. (Sumber Dok. 2020)

Dari gambar 5.22 dapat dilihat bahwa keruntuhan beton pada benda uji beton normal untuk perawatan air biasa keruntuhannya lebih kecil dari pada sampel yang dirawat dengan air laut.



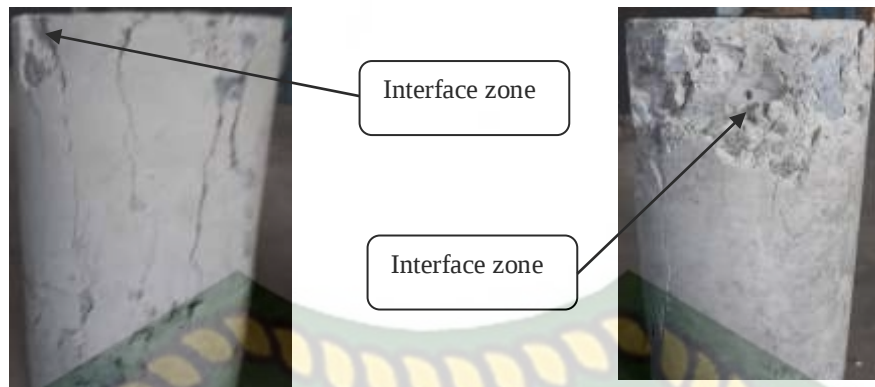
Gambar 5.23. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari
Air Biasa dan Air Laut Soda Api 1%. (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.23 dapat dilihat bahwa keruntuhan beton terjadi pada bidang kontak bagian atas antara pasta semen dengan agregat, dimana secara mekanis keruntuhan akibat penambahan soda api 1% pada perawatan air biasa sedikit lebih kecil dari redaman air laut, juga dilihat pola keruntuhannya dengan rendaman air laut retakan yang ada terlihat lebih kasar. Ini menunjukkan penurunan terhadap kuat tekan dan mutu beton.



Gambar 5.24. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari
Air Biasa dan Air Laut Soda Api 1,5% (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.24 dapat dilihat bahwa keruntuhan beton mulai terjadi pada pengujian kuat tekan adalah pada bidang kontak bagian atas antara pasta semen dengan agregat, Secara mekanis keruntuhan akibat kuat tekan dapat dilihat dengan pola keruntuhan yang membentuk garis bujur kebawah sesuai dengan pola keruntuhan beton pada umumnya untuk rendaman air biasa, sebaliknya sampel dengan rendaman air laut justru lebih terlihat banyak retakan dan runtuh. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api melebihi 1,5% menunjukkan penurunan terhadap kuat tekan dan mutu beton.

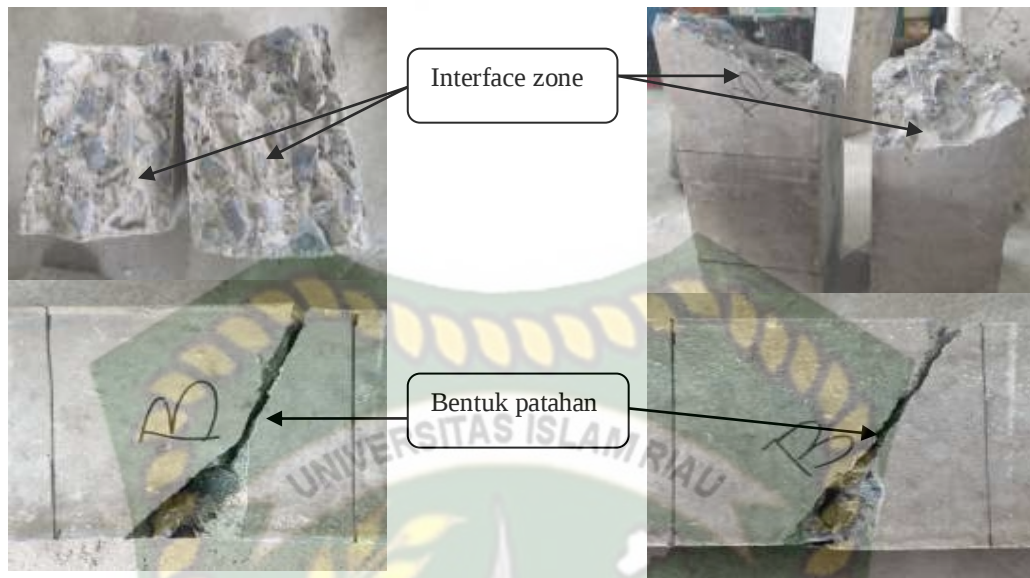


Gambar 5.25. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari Air Biasa dan Air Laut Soda Api 2,5% (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.25. dapat dilihat bahwa keruntuhan beton pada pengujian kuat tekan pada bidang kontak bagian atas antara pasta semen dengan agregat, dimana pengikatan yang tidak sempurna bukan karena pecahnya angrgat pada saat pengujian. Secara mekanis keruntuhan akibat kuat tekan menimbulkan banyak retakan pada sampel rendaman air biasa, sementara sampel dengan rendaman air laut justru keruntuhannya lebih besar. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api 2,5% menunjukkan kerapuhan dan penurunan lebih besar terhadap kuat tekan dan mutu beton.

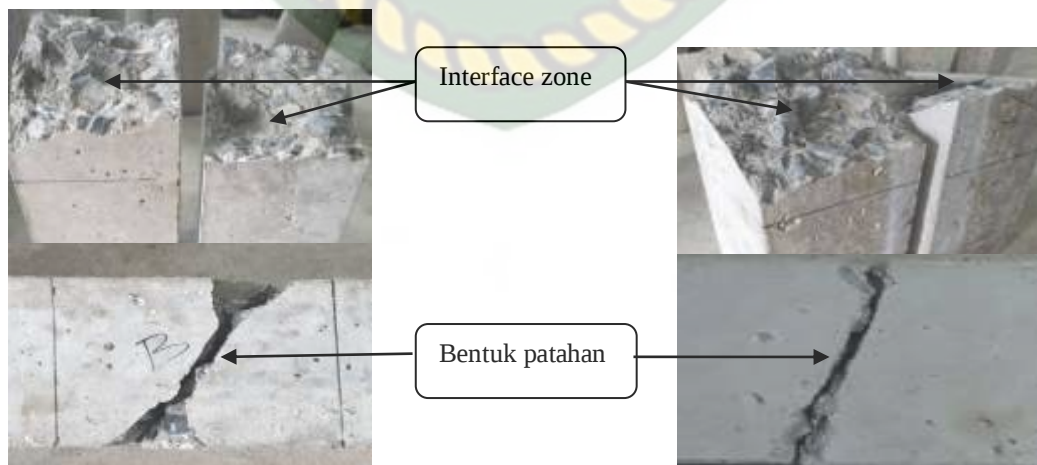
2. Bentuk keruntuhan benda uji balok

Dari hasil pengujian kuat lentur benda uji beton balok ukuran 15 cm x 15 cm dengan panjang 60 cm dengan umur sampel 28 hari rendaman air biasa dan rendaman air laut dapat dilihat pada gambar 5.26.



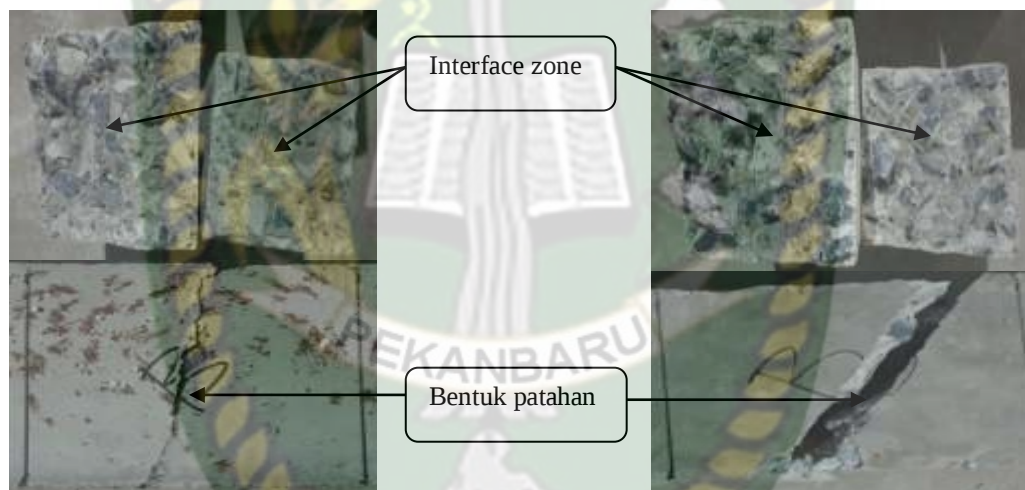
Gambar 5.26. Pengujian kuat lentur beton umur 28 hari Air Biasa dan Air Laut Soda Api 0%. (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.26 dapat dilihat hasil patahan pengujian kuat lentur pada beton normal baik sampel dengan rendaman air biasa maupun air laut, patahan terjadi pada permukaan secara diagonal pada bidang bagian tengah pada umumnya. Hasil patahan didapati pada balok di dominasi oleh pasta semen dan batu pecah. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat masih dalam kondisi baik.



Gambar 5.27. Pengujian kuat lentur beton umur 28 hari Air Biasa dan Air Laut Soda Api 1%. (Sumber Dok.2020)

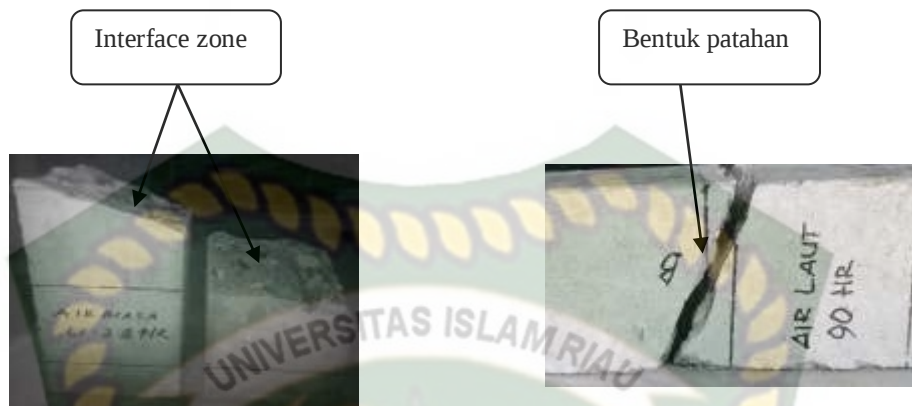
Dari gambar 5.27 dapat dilihat hasil patahan pengujian kuat lentur pada beton dengan penambahan soda api 1% baik sampel dengan rendaman air biasa maupun air laut, patahan terjadi pada permukaan secara diagonal pada bidang bagian tengah pada umumnya. Hasil patahan didapati pada balok di dominasi oleh pasta semen, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api 1% menunjukkan adanya penurunan terhadap kuat lentur dan mutu beton.



Gambar 5.28. Pengujian kuat lentur beton umur 28 hari
Air Biasa dan Air Laut Soda Api 1,5 %. (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.28 dapat dilihat pada beton dengan penambahan soda api 1,5% baik sampel dengan rendaman air biasa maupun air laut, patahan terjadi pada permukaan secara diagonal pada bidang bagian tengah pada umumnya. Dengan penambahan soda api terlihat sangat getas, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan

agregat dengan penambahan soda api 1,5% menunjukkan adanya penurunan terhadap kuat lentur dan mutu beton.



Gambar 5.29. Pengujian kuat lentur beton umur 28 hari
Air Biasa dan Air Laut Soda Api 2,5 %. (Sumber Dok.2020)

Dari gambar 5.29 dapat dilihat hasil patahan pengujian kuat lentur, sebagian besar patahan terjadi pada permukaan secara diagonal lebih sedikit keluar dari bidang tengah. Pengujian kuat lentur dengan penambahan soda api terlihat sangat getas dan didapati patahan pada balok di dominasi oleh pasta semen, sementara untuk batu pecah lebih kecil patahannya sehingga mutu beton menurun, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api melebihi 2,5% menunjukkan penurunan lebih besar terhadap kuat lentur dan mutu beton.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup dari tesis ini akan disajikan kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya. Kemudian, akan disampaikan pula saran yang didasarkan pada hasil kesimpulan. Saran dalam hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti selanjutnya dan beberapa pihak sebagai masukan atau dasar dalam pengambilan keputusan dalam penelitian ataupun pelaksanaan.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap perilaku beton $f_c' = 30$ Mpa yang ditambah dengan soda api dan dibandingkan dengan masa perendaman untuk lingkungan yang berbeda yaitu air biasa dan air laut terhadap hasil uji kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan uji kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan soda api pada beton dan dirawat dengan air laut tidak menunjukkan adanya kenaikan terhadap kuat tekan rencana $f_c' = 30$ MPa dan kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ MPa dikarenakan salah satu senyawa kimia yang terkandung dalam air laut yaitu Asam Karbonat (H_2CO_3) dapat melaurutkan Sodium metasilikat (Na_2SiO_3) yang ada di dalam beton, sehingga dapat membuat daya dukung beton semangkin berkurang.
2. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan maksimal didapat pada beton umur 28 hari yang dirawat di lingkungan air biasa dengan kuat tekan 31,02 MPa, sedangkan beton dengan penambahan soda api sesuai variasi

diketahui nilai uji kuat tekan cendrung menurun jika dibandingkan dengan kuat tekan rencana $f_c' = 30$ Mpa. Semakin besar persentase penambahan soda api pada beton, maka semakin kecil nilai kuat tekannya.

3. Dari hasil pengujian kuat lentur umur 28 hari yang dirawat di lingkungan air biasa diketahui nilai kuat lentur 4,72 MPa, penambahan soda api 1% kuat lentur di dapat 4,55 MPa, masih diatas kuat lentur rencana $f_s' = 4,1$ Mpa, sementara untuk soda api 1,5% dan 2,5% menunjukkan penurunan, begitu juga dengan beton yang dirawat di lingkungan air laut tidak menunjukkan kenaikan kuat lenturnya.
4. Penggunaan soda api dengan komposisi 1%, 1,5 % dan 2,5 % tidak dapat digunakan untuk pekerjaan beton, karena beton ditambah soda api memiliki senyawa kimia sodium metasilikat (Na_2SiO_3) yang membentuk struktur amorf pada beton yang tidak beraturan. Semakin banyak amorf maka beton semakin cepat mengeras, tetapi semangkin banyak amorf juga berdampak buruk terhadap daya dukung beton dan mutu beton.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan penelitian ini di laboratorium dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Untuk pekerjaan struktur beton sangat disarankan melakukan perawatan beton dengan air biasa dan tidak menggunakan air laut agar mutu material beton terjaga sesuai dengan yang ditentukan.
2. Perlu dilakukan pengujian ekstraksi beton untuk mengetahui unsur kimia beton yang telah mengeras.

3. Perlu penelitian lebih lanjut, spesifik dan representatif tentang penggunaan soda api pada beton, sehingga bisa mengubah sifat - sifat beton atau pasta semen agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu serta dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur.



DAFTAR PUSTAKA

- American Standart Test Materials (ASTM), 1994. *Anual Books of ASTM Standart*. Philadelphia :ASTM
- Arman. 2017. *Studi Eskperimental Setting Time Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat Adiktif Fosroc Sp 337 & Fosroc Conplast R*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
- Amy Wadu. 2014. *Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi Beton*. Universitas Nusa Cendana. Nusa Tenggara Timur
- Anonim 2017, *Konsep dasar konstruksi perkerasan kaku*, Kementrian PU, Jakarta
- Anggi Suryani 2018, *Korelasi Kuat Lentur Betond Dengan Kuat Tekan Beton, Volume 18 No.2*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Basharuddin, 2017. *Kajian Korelasi Antara Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru
- Harmaini. 2016. *Study Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Penambahan Serat Scanfibre Pada Beton Normal*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru
- Handayani.2007. *Timbunan Badan Jalan Dengan Bahan Timbunan Ringan*. Laporan Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalandan Jembatan. Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum.
- Hidayat, Suhendra. 2011. *Aplikasi Geofom Sebagai Material Timbunan Di Atas Tanah Lunak*, ComTech Vol.2 No. 1 Juni 2011: 106-116, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sainsdan Teknologi, Binus University, Jakarta Barat.
- Hasrianti, dkk. 2009. *Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo*, Prosiding Seminar Nasional Vol.02 No. 1 ISSN 2443-1109, Universitas Cokroaminoto Palopo, Sulawesi Selatan.
- Irdhiani.2008. *Pemanfaatan Beton Styrofoam Ringan Sebagai Pengganti Tanah Urug Pada Raft Footing Untuk Meningkatkan Jumlah Beban Di Atas Tanah Lunak*. Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 1, Pebruari 2008: 1 – 8.

- Jeremia dan Gunaran. 2016. *Pengaruh penambahan gabungan batu kapur dan kapur pada campuran beton k-300*. Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta Pusat.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI
- Murdock, L. J, dan Brook, K. M. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, G E. 1990. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pulungan, 2012. *Pengaruh Intrusi Air Laut, Air Kelapa, Air Gambut, dan Air Biasa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*, Universitas Riau, Pekanbaru
- Revisdah dan Mira Setiawati, 2015. *Pengaruh Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat
- Revisdah dan Mira Setiawati, 2015. *Pengaruh Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat
- Rukminsari,dkk, 2014. *Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan Halimeda SP*, Jurnal Kelautan dan Perikanan, Vol.4, April 2014.
- Tjokrodinuljo, K. 1995. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Wiyono. 2020. *Pengendalian Mutu dan Permasalahannya Pada Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Jalan Beton (2)*, GB Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Wedhanto. 2017. *Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton Yang Terbuat Dari Berbagai Merek Semen Yang Ada Di Kota Malang*, Jurnal Bangunan Vol.22 No.2 , Oktober 2017.
- Zulhendri. 2018. *Kajian Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru