

**PENGARUH PERAWATAN AIR RAWA GAMBUT TERHADAP  
KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API**

Tesis

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai  
Derajat Magister Teknik



Oleh :

**VERRY PARDEDE**  
NPM : 1631221013

Diajukan kepada :

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

**PENGARUH PERAWATAN AIR RAWA GAMBUT TERHADAP  
KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

**VERRY PARDEDE**  
**NPM. 1631221013**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Pada tanggal 15 September 2020

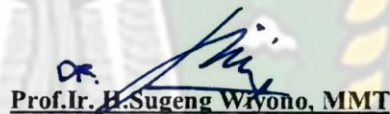
Dewan Penguji :

Pembimbing Utama,



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

Penguji,



**Prof. Ir. H. Sugeng Wryono, MMT**

Pembimbing Pendamping,



**Dr. Enzar, S.T, M.T.**

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



**Dr. Enzar, S.T, M.T.**

Ketua Program Magister Teknik Sipil  
Universitas Islam Riau

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tesis

**PENGARUH PERAWATAN AIR RAWA GAMBUT TERHADAP  
KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

VERRY PARDEDE  
NPM. 1631221013

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 Wiyono, 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 : 638/KPTS/PPS/2020

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

DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

- Angg : 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.

- Dasar : 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 : VERRY PARDEDE  
N P M : 163121013  
Program Studi : MAGISTER TEKNIK SIPIL  
Judul Proposal Tesis : PENGARUH INTRUSI AIR RAWA GAMBUT 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

: disampaikan kepada :

Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau  
Dekan Program Magister (S2) Teknik Sipil PPS UIR



PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
**PERPUSTAKAAN**

Jalan KH. Nasution No. 113 Gedung B Pascasarjana Universitas Islam Riau  
Marpoyan, Pekanbaru, Riau

**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

Nomor: 097/A-UIR/5-PSTK/PPs/2020

Perpustakaan Program Pascasarjana Universitas Islam Riau menerangkan:

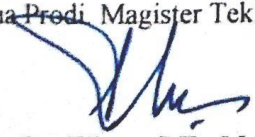
Nama : Verry Pardede  
NPM : 163122013  
Program Studi : Teknik Sipil

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

Ketua Prodi, Magister Teknik Sipil

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

Pekanbaru, 14 September 2020

Staf Perpustakaan

  
Sumardiono, S.IP

Lampiran:

- *Turnitin Originality Report*

Turnitin Originality Report

PENGARUH PERAWATAN AIR RAWA GAMBUT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API

by Verry Pardede



From Prodi. Teknik Sipil (Tesis 2)

- Processed on 14-Sep-2020 11:54 +08
- ID: 1386416576
- Word Count: 18690

Similarity Index

10%

Similarity by Source

Internet Sources:

10%

Publications:

1%

Student Papers:

5%

sources:

- 1 2% match (Internet from 03-Jun-2020)  
<https://id.123dok.com/document/zler93oq-bab-ii-landasan-teori-a-pengertian-beton-nurdi-santoso-bab-ii.html>
- 2 1% match (Internet from 04-Dec-2019)  
<https://jharwinata.blogspot.com/2019/06/>
- 3 1% match ()  
<http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/16308>
- 4 1% match (Internet from 16-May-2020)  
<https://es.scribd.com/document/362960137/alve-pdf>
- 5 1% match (Internet from 22-Jan-2020)  
<https://es.scribd.com/document/382497840/Sni-44312011-Cara-Uji-Kuat-Lentur-Beton-Normal>
- 6 1% match (Internet from 26-Jul-2019)  
<https://www.scribd.com/document/390372952/SNI-I-2008-pdf>
- 7 1% match (Internet from 23-Jul-2020)  
[http://jameshoengsal.blogspot.com/p/blog-page\\_46.html?m=1](http://jameshoengsal.blogspot.com/p/blog-page_46.html?m=1)
- 8 1% match (Internet from 01-Aug-2019)  
<https://pt.scribd.com/document/40142304/tesis>
- 9 1% match (Internet from 05-Dec-2019)  
<https://rumusrumus.com/natrium-hidroksida/>

paper text:

PENGARUH PERAWATAN AIR RAWA GAMBUT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON DENGAN SUBSTITUSI SODA API VERRY PARDEDE NPM : 1631221013 Teknik sipik 2020 ABSTRAK Diketahui

## 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, Oktober 2020



VERRY PARDEDE

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## ABSTRAK

Diketahui secara umum bahwa kekuatan beton banyak dipengaruhi oleh bahan pembentuknya (semen, agregat, dan air), dan bahan tambah disamping itu secara khusus beton juga dipengaruhi kondisi lingkungan. Kerusakan karena struktur beton pada lingkungan air rawa gambut dapat disebabkan karena kandungan kimiawi yang terdapat pada air rawa gambut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh air rawa gambut terhadap kuat tekan dan kuat tekan lentur beton yang diberikan bahan tambah soda api dan komposisi bahan tambah soda api untuk lingkungan air rawa gambut. Mutu beton pada penelitian ini dengan menggunakan kuat tekan  $f_c' 30 \text{ Mpa}$  untuk kuat lentur  $f_s 4,1 \text{ Mpa}$ . Perendaman kedalam air biasa dan air rawa gambut dilakukan untuk mengetahui karakteristik beton dengan membandingkan kedua hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton pada air biasa dan air rawa gambut. 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  $\text{Mpa}$ ), dan kuat lentur beton yang tertinggi terjadi pada umur 90 hari perendaman air biasa dengan komposisi 0% soda api (4,78  $\text{Mpa}$ ). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan soda api pada air rawa gambut tidak memberikan hasil yang optimal baik itu pada penggunaan soda api 0%,1%,1,5% dan 2,5%, justru pada kandungan soda api yang tinggi, kuat tekan dan lentur menjadi semakin rendah.

**Kata-kata kunci :** soda api, air rawa gambut, kuat tekan, kuat lentur,

## ABSTRACT

It is generally known that the strength of concrete is largely influenced by its building material (cement, aggregate, and water), and the added material in addition to that is specifically influenced by environmental conditions. Damage due to concrete structures in the peat environment is damaged by concrete.

The purpose of this study is to determine the effect of peat swamp water on compressive strength and compressive strength of concrete given the added ingredients of fire soda and the composition of the ingredients added to fire soda for the environment of peat swamp water. Concrete quality in this study is  $f_c' 30 \text{ Mpa}$  for compressive strength and  $f_s 4.5 \text{ Mpa}$  for concrete flexural strength. Immersion is done to influence concrete with peat swamp water type, for comparison concrete is also immersed with plain water. Concrete examination to be carried out is compressive strength and flexural strength. Immersion is 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  $\text{Mpa}$ ), and the highest flexural strength of concrete occurs at 90 days of immersion in plain water with a



composition of 0% lye (4.78 Mpa). From the results of the study, it can be concluded that the use of lye in peat swamp water does not provide optimal results, whether it is the use of caustic soda for 0%, 1%, 1.5% and 2.5%, precisely at high lye content, compressive strength. and the bending gets lower and lower.

**Keywords** : Natrium Hidroksida (NaOH), peat water, compressive strength, flexural strength



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## KATA PENGANTAR

Segala Puji pada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat, Nikmat dan Taufiknya, sehingga dapat diselesaikannya tesis yang berjudul “*Pengaruh perawatan Air Rawa Gambut Terhadap Karakteristik Beton dengan Substitusi Soda Api*” Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat 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 :

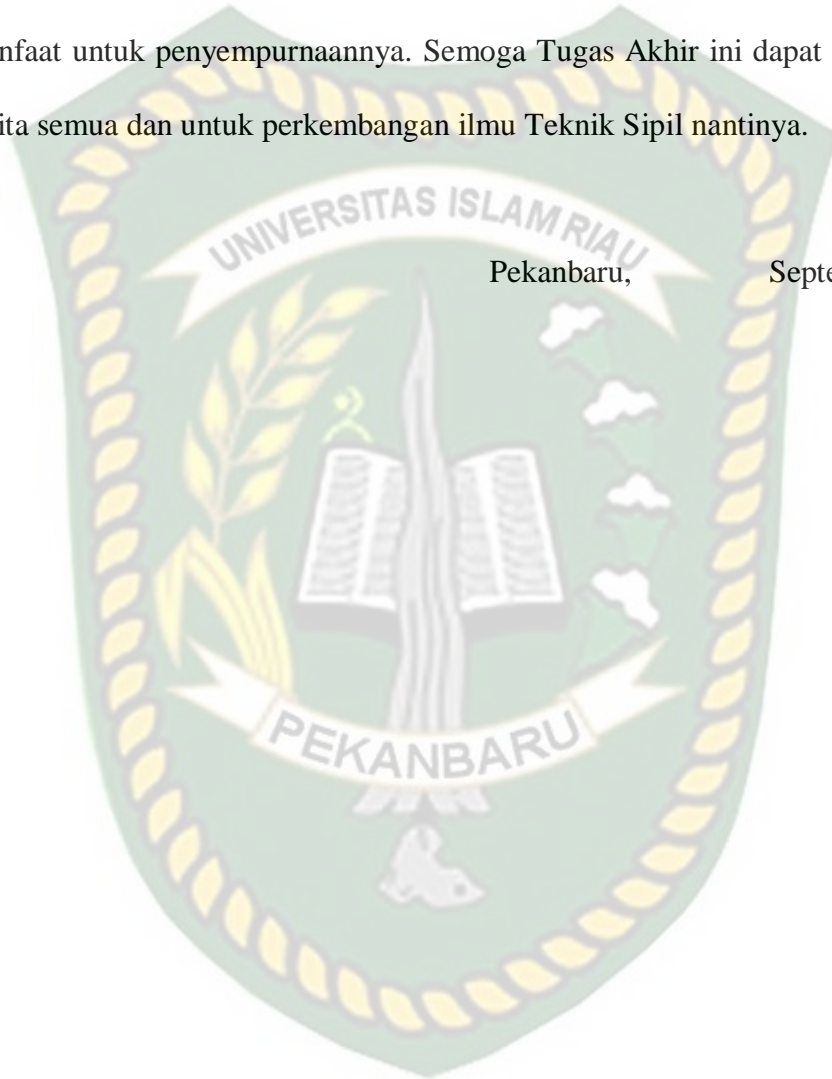
1. Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Islam Riau.
2. Dr. Anas Puri, ST., MT. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Islam Riau yang telah memberikan izin dan memberikan bimbingan serta arahnya pada penyusunan tesis ini.
3. Dr. Elizar, ST., MT. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahnya pada penyusunan tesis ini.
4. 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.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan dan penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terutama kepada Orang Tua, Istri, Anak, Ucek Hadwam Pulungan dan Saudara penulis yang selalu mendoakan,

memberikan motivasi, dukungan, doa dan pengorbanannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penulis sangat menyadari bahwa di dalam tesis ini masih banyak dijumpai kekurangan. Segala saran dan kritik membangun dari para penelaah sangat bermanfaat untuk penyempurnaannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan untuk perkembangan ilmu Teknik Sipil nantinya.

Pekanbaru,

September 2020



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR GAMBAR .....	i
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>ABSTRACT</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB 1 . 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.....	4
BAB 2 . TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Keaslian Penelitian .....	13
BAB 3 . LANDASAN TEORI.....	15
3.1 Beton.....	15
3.1.1 Pengertian Beton.....	16
3.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton.....	17
3.1.3 Beton Normal .....	18
3.1.4 Kuat Tekan Beton.....	20

3.1.5 Kuat Tekan Lentur Beton.....	21
3.1.6 Umur Beton.....	22
3.2 Sifat Mekanik Beton.....	23
3.3 Material Penyusun Beton.....	24
3.3.1 Semen.....	24
3.3.2 Agregat Halus.....	27
3.3.3 Agregat Kasar.....	28
3.3.4 Air.....	29
3.4 Kategori Jenis Beton.....	29
3.5 Uji Slump Beton.....	34
3.6 Bahan Tambah.....	36
3.7 Soda Api.....	37
3.7.1 Sifat Fisik NaOH.....	38
3.7.2 Katalis NaOH.....	39
3.8 Air Gambut.....	40
3.9 Hipotesis.....	41
<b>BAB 4 . METODE PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Umum.....	42
4.2 Lokasi Penelitian.....	42
4.3 Standar Penelitian dan Spesifikasi Material Penyusun Beton.....	43
4.3.1 Standar Pengujian SNI.....	43
4.3.2 Standar Pengujian ASTM.....	43
4.4 Pengujian Kuat Tekan.....	44
4.5 Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton.....	45

4.6 Tahapan dan Prosedur Penelitian .....	46
<b>BAB 5 . HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Hasil Pemeriksaan Material .....	53
5.1.1 Pemeriksaan Beton Pecah 2-3 .....	53
5.1.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2.....	54
5.1.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir) .....	55
5.2 Data Sekunder Semen Portland.....	56
5.3 Data Sekunder Soda Api.....	56
5.4 Rancangan Campuran Adukan Beton .....	58
5.5 Hasil Pengujian Slump .....	59
5.6 Hasil Pengujian Beton .....	61
5.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	61
5.6.2 Pengujian Kuat Lentur Beton.....	77
5.7 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton .....	93
5.7.1 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada Umur 28 Hari.....	93
5.8 Bentuk Keruntuhan Benda Uji .....	98
5.8.1 Bentuk Keruntuhan Benda Uji pada Pengujian Kuat Tekan..	98
<b>BAB 6 . KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>101</b>
6.1 Kesimpulan .....	101
6.2 Saran.....	102
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>103</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kekuatan Beton Minimum untuk Perkerasan Beton Semen (SNI 03-4431-1997) .....	19
Tabel 3.2 Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur Beton (PBI 1971 N.I.-2) .....	23
Tabel 3.3 Syarat Kimia Utama (SNI, 2004) .....	25
Tabel 3.4 Syarat Fisika Utama (SNI, 2004) .....	26
Tabel 3.5 Standarisasi untuk Agregat Halus (Spesifikasi Umum, 2010) .....	27
Tabel 3.6 Sifat - Sifat Agregat Kasar (Ukuran 1-2 dan 2-3) Spesifikasi Umum, 2010) .....	28
Tabel 3.7 Sifat Soda Api (wikipedia, 2020) .....	38
Tabel 4.1 Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Penyusun Beton .....	44
Tabel 4.2 Populasi dan Sampel .....	49
Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2-3 .....	53
Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2 .....	54
Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Pasir Desa Pasir Ringgit .....	55
Tabel 5.4 Rancangan Campuran ( <i>Mix Design</i> ) Adukan Mutu Beton F'c 30 MPa .....	58
Tabel 5.5 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa .....	62
Tabel 5.6 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut .....	63
Tabel 5.7 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari di Lingkungan Air Biasa .....	65
Tabel 5.8 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut .....	66
Tabel 5.9 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Biasa .....	68

Tabel 5.10 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	69
Tabel 5.11 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari di Lingkungan Air Biasa .....	71
Tabel 5.12 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	73
Tabel 5.13 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Umur 7,14,28 dan 90 Hari pada Perawatan Air Biasa dan Air Rawa Gambut.....	75
Tabel 5.14 Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa.....	77
Tabel 5.15 Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	79
Tabel 5.16 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Biasa.....	81
Tabel 5.17 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	82
Tabel 5.18 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari di Lingkungan Air Biasa.....	84
Tabel 5.19 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	85
Tabel 5.20 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 90 Hari di Lingkungan Air Biasa.....	88
Tabel 5.21 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 90 Hari di Lingkungan Air Rawa	
Gambut.....	89
Tabel 5.22 Perbandingan Kuat tekan lentur Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari, dan 90 Hari pada Lingkungan Air Biasa dan Air Rawa Gambut .....	91



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Cetakan Slump Uji Beton (Teknologi Beton UGM, 1995) .....	35
Gambar 3.2 Bentuk Sifat Fisik Soda Api (wikipedia, 2020) .....	37
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian.....	42
Gambar 4.2 Alat Pengujian Kuat Tekan .....	45
Gambar 4.3 Alat Pengujian Kuat Lentur.....	46
Gambar 4.4 Bagan Alir ( <i>Flow Chart</i> ) Penelitian .....	52
Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat.....	55
Gambar 5.2 Pengujian Slump.....	60
Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 7 Hari (Air Biasa) .....	62
Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 7 Hari (Air Rawa Gambut) .....	64
Gambar 5.5. Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 14 Hari (Air Biasa) .....	66
Gambar 5.6 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 14 Hari (Air Rawa Gambut) ...	67
Gambar 5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Air Biasa) .....	69
Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut).....	70
Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari (Air Biasa) .....	72
Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari (Air Rawa Gambut).....	74

Gambar 5.11. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton umur 7,14,28 dan 90 hari untuk lingkungan air biasa, 7,14,28 dan 90 hari untuk lingkungan air rawa gambut.....	76
Gambar 5.12 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari (Air Biasa) .....	78
Gambar 5.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari (Air Biasa) .....	82
Gambar 5.15 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari (Air Rawa Gambut).....	83
Gambar 5.16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Biasa) .....	85
Gambar 5.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut).....	87
Gambar 5.18 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari (Air Biasa) .....	89
Gambar 5.19 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari (Air Rawa Gambut).....	90
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7,14,28 dan 90 Hari untuk lingkungan air biasa dan lingkungan air gambut .....	92
Gambar 5.21 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Biasa) .....	94
Gambar 5.22 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut) .....	95

Gambar 5.23 Pengujian Kuat Lentur Beton..... 98

Gambar 5.24 Bentuk Sampel Beton Setelah di Uji Kuat Lentur..... 99

Gambar 5.25 Pengujian Kuat Tekan Beton..... 99



# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pembangunan sarana dan prasarana dengan menggunakan bahan beton sudah sangat umum digunakan. Beton dapat digunakan pada berbagai macam kondisi lingkungan, baik itu pada daerah sungai, laut, daratan maupun pada daerah air rawa gambut. Banyak peneliti sebelumnya yang telah menguji kondisi kekuatan beton apabila terkontaminasi dengan lingkungan sekitarnya, baik itu dengan air sungai maupun air laut. Namun, dalam hal ini yang akan diteliti lebih lanjut adalah kondisi kekuatan beton jika beton tersebut terintrusi dengan air gambut.

Daerah Sumatera dan Kalimantan merupakan daerah yang banyak ditemui air rawa gambut. Pada air rawa gambut tersebut, bahan konstruksi beton dapat mengalami deformasi atau perubahan yang besar, selain itu kestabilan juga lebih rendah baik itu selama dan sesudah proses pembangunan. Oleh sebab itu, pembangunan dengan menggunakan bahan beton pada air rawa gambut perlu diteliti lebih mendalam. Sehingga, setelah dilakukan penelitian ini dapat diidentifikasi seberapa besar potensi kerusakan dan seberapa besar kekuatan beton jika beton direndam dengan menggunakan air rawa gambut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wibowo dan Suyatno (1998) air rawa gambut berwarna cokelat tua sampai kehitaman ( $124-850 \text{ PtCo}$ ), memiliki kadar organik yang tinggi ( $138-1560 \text{ mg/lit KmnO4}$ ), dan bersifat asam ( $\text{pH } 3,7 - 5,3$ ). Selain itu air rawa gambut memiliki karakteristik yang bervariasi dari lokasi kelokasi. Dengan adanya kondisi lingkungan yang demikian maka diambil metode penelitian dengan cara merendam beton yang sudah ditambah dengan soda api

kedalam air rawa gambut, dengan harapan soda api yang mengandung karbondioksia ( $CO_2$ ) dapat meningkatkan mutu beton dan menghilangkan pengaruh intrusi dari air rawa gambut tersebut.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai kuat tekan beton menggunakan air soda sebagai substitusi semen oleh Revisdah, dkk (2015). Penelitian tersebut mengkaji pengaruh substitusi air soda (*soda water*) yang digunakan untuk menggantikan air campuran beton terhadap kuat tekan beton. Hasil yang diperoleh dari penelitian Revisdah, dkk (2015) tersebut memberikan nilai positif pada pengujian beton diumur 28 hari dengan kadar air soda sebesar 8%. Selain penelitian yang dilakukan oleh Revisdah, dkk (2015) ada pengalaman yang menguatkan penulis untuk melakukan penelitian ini yaitu pada saat penulis melakukan pengecoran beton pada daerah air rawa gambut, beton yang telah ditambah air soda mengalami pengeringan yang lebih cepat. Namun, tidak diketahui bagaimana pengaruh air rawa gambut terhadap karakteristik beton yang telah disubstitusi dengan air soda api tersebut. Untuk itu perlu dilakukan eksperimental di laboratorium agar dapat mengetahui pengaruh lingkungan air rawa gambut terhadap substitusi soda api. Sehingga diketahui berapa kuat tekan beton dan kuat lentur beton yang diberikan bahan tambah soda api tersebut serta komposisi bahan tambah soda api untuk lingkungan air rawa gambut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh air rawa gambut terhadap karakteristik beton yang diberikan bahan tambah soda api?

2. Berapakah komposisi penggunaan soda api optimal agar beton cepat mengeras?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dengan adanya rumusan masalah tersebut diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa hal sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh air gambut terhadap kuat tekan dan kuat tekan lentur beton yang diberikan bahan tambah soda api.
2. Mengetahui komposisi bahan tambah soda api untuk lingkungan air gambut.

### **1.4 Batasan Masalah**

Banyaknya permasalahan yang dapat ditemukan dalam penelitian ini akan membuat penelitian ini menjadi berkembang, untuk itu perlu adanya batasan – batasan masalah yang jelas mengenai apa yang akan diteliti dalam penelitian ini. Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Air rendaman diambil dari daerah Rengat (Inhu).
2. Metode yang digunakan untuk menganalisa kerusakan beton adalah metode rendaman air gambut dan sebagai pembanding dengan rendaman air biasa.
3. Pengaruh lama perendaman untuk lingkungan air gambut
4. Pengaruh suhu air rendaman untuk lingkungan air gambut
5. Tidak mengkaji pengaruh siklus terendam dan tidak terendam untuk lingkungan air gambut
6. Tidak mengkaji aspek biaya terkait variasi kadar soda api pada beton
7. Tidak mengkaji reaksi kimia pada beton

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah :

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 alternatif campuran beton yang lebih baik terutama untuk lingkungan air gambut.
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 gambut.
4. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan selanjutnya yang berkaitan dengan teknologi beton yang akan selalu berkembang setiap waktu.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini terdapat beberapa literatur yang berasal dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, teori, ide, pengalaman dari beberapa ahli khususnya dalam bidang konstruksi beton dijadikan referensi sebagai penguat dalam penulisan penelitian ini.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Selama ini sudah banyak penelitian yang mengangkat permasalahan tentang beton, baik itu dalam meningkatkan mutu beton dengan menambahkan berbagai macam zat tambahan kedalam campuran beton ataupun penelitian tentang perawatan beton yang direndam kedalam jenis air yang bervariasi seperti air laut, air kelapa dan air biasa. Karena penelitian sebelumnya berhubungan erat dengan penulisan tesis ini dan maka diambil beberapa referensi untuk menguatkan hasil penelitian ini. Adapun hasil penelitian tersebut akan diringkas menjadi beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pulungan, (2012) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Intrusi Air laut, Gambut, Air Kelapa, dan Air Biasa Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kekuatan beton yang dipengaruhi kondisi lingkungan. Struktur beton yang bersentuhan dengan air gambut dan air kelapa berpotensi menimbulkan kerusakan. Untuk pengaruh air kelapa terjadi pada bangunan gedung pasar terutama di blok gedung tempat penjualan kelapa. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *study literature*, *job mix formula*, pembuatan, perendaman 3 jenis air yaitu air gambut, air kelapa, dan untuk pembanding beton juga direndam dengan air



biasa dan pengujian beton di laboratorium serta menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah perendaman dilakukan pada umur 28, 90 dan 150 hari. Kuat tekan tertinggi terjadi pada perendaman dengan air biasa dimana hasilnya 28.2, 37, 40.5 MPa pada umur 28, 90, 150 hari secara berurutan. Sebaliknya, kuat tekan terendah terjadi pada perendaman dengan air kelapa. Nilai absorpsi, porositas dan rembesan berkorelasi dengan tren kuat tekan dimana nilai terendah dari absorpsi, porositas dan permeabilitas terjadi pada kuat tekan tertinggi.

2. 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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/cm<sup>2</sup>,

mengalami peningkatan sebesar 2,134% dibandingkan dengan kuat tekan beton normal. Ini dikarenakan CO<sub>2</sub> bereaksi secara optimal dengan kapur bebas pada beton, hasil reaksi berupa kalsium karbonat yang bersifat keras dan mengurangi permeabilitas permukaan beton.

3. Meidiani, dkk (2017), telah melakukan penelitian tentang penggunaan asam pada kuat tekan beton dengan judul Penggunaan Variasi PH Air (ASAM) Pada Kuat Tekan Beton Normal FC' 25 MPa. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan variasi PH air terhadap mutu atau kualitas beton akankah terjadi penurunan atau sebaliknya, PH yang digunakan adalah PH 4,5 dan 6 yang termasuk PH asam. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian di Laboratorium dan Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang dengan menggunakan air variasi PH 4,5 dan 6 dibandingkan dengan air PH 7. Kesimpulan penelitian adalah dengan penggunaan variasi pH air menghasilkan penurunan terhadap nilai kuat tekan. Kuat tekan beton normal pH air 7 yaitu 25.96 Mpa sedangkan kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi pH air 4 yaitu 20.32 MPa turun 21.71%. Kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi pH air 5 yaitu 20.87 MPa turun 19.58%, dan kuat tekan yang dihasilkan pada penggunaan variasi pH air 6 yaitu 22.01 MPa turun 15.21%.
4. Zardi, dkk (2016), telah melakukan penelitian tentang penambahan sika viscocrete-10 dengan judul Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh persentase penambahan sika viscocrete-10 terhadap kuat tekan beton. Penelitian menggunakan metode *American Concrete*

*Institute* (ACI). Benda uji yang digunakan adalah beton silinder standar berdiameter 150mm dan tinggi 300 mm yang diuji setelah berumur 14 hari. Jumlah benda uji untuk semua perlakuan adalah 25 dengan 5 benda uji pada masing-masing perlakuan. Kesimpulan yang di dapat adalah kuat tekan rata - rata campuran beton normal sebesar 295,43kg/cm<sup>2</sup> untuk beton dengan penambahan Sika Viscocrete-10 sebanyak 0,5% sebesar 376,50 kg/cm<sup>2</sup> Sika Viscocrete-10 sebanyak 1% sebesar 452,94 kg/cm<sup>2</sup> Sika Viscocrete-10 sebanyak 1,5% sebesar 501,63 kg/cm<sup>2</sup> dan Sika Viscocrete-10 sebanyak 1,8% sebesar 515,78 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan beton semakin besar seiring dengan bertambahnya persentase Sika Viscocrete-10.

5. Maricar, dkk (2013), telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan Plastiment-VZ sebesar 0,20 %, 0,40 % dan 0,60 % dapat memperlambat waktu pengikatan semen. Metode yang di gunakan adalah SK SNI T.15-1990-03 dan benda uji silinder baja dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah adukan pada pasta semen (tanpa Plastiment-VZ) memerlukan waktu ikatan awal selama 86,86 menit sedangkan pada pasta semen yang ditambahkan Plastiment-VZ sebesar 0,20% memerlukan waktu ikatan awal selama 553,52 menit, untuk persentase 0,40%=919 menit dan untuk persentase 0,60%=1.231,35 menit. Dengan diperlambatnya waktu ikatan awal secara otomatis memperlambat pula waktu ikatan akhir. Dengan demikian beton yang ditambahkan Plastiment-VZ sebesar 0,20 % sampai 0,60 % waktu

pengerasannya lebih lama jika dibandingkan dengan waktu pengerasan pada beton normal.

6. Armeyn, dkk (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan batu kapur padat sebagai agregat halus pada kuat tekan beton normal. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh persentase batu kapur padat pengganti agregat halus pada campuran beton terhadap kuat tekan beton. Metode yang di gunakan adalah *study literature*, *job mix formula*, pembuatan dan pengujian beton normal dan beton dengan variasi penambahan batu kapur padat di laboratorium serta menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan yang di dapat dari hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh batu kapur padat sebagai penambah agregat halus terhadap kekuatan tekan beton normal ( $f_c'25\text{MPa}$ ). Penmbahan batu kapur padat sebagai agregat halus dapat mengurangi nilai kuat tekan beton, pesentase nilai kuat tekan beton dengan batu kapur padat 5%,10% dan 15% pada umur 7 hari berturut – turut sebesar  $202,16\text{ kg/cm}^2$ ,  $143,25\text{ kg/cm}^2$  dan  $118,06\text{ kg/cm}^2$  terhadap kuat tekan beton normal  $187,53\text{ kg/cm}^2$ , sedangkan pada umur 28 hari berturut-turut sebesar  $241,36\text{ kg/cm}^2$ ,  $197,03\text{ kg/cm}^2$ , dan  $219,30\text{ kg/cm}^2$  terhadap kuat tekan beton normal  $226,84\text{ kg/cm}^2$ .
7. Jeremia, dkk (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan gabungan batu kapur dan kapur padam pada campuran beton k-300. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh persentase penambahan gabungan batu kapur dan kapur padam pada campuran beton k-300 terhadap kuat tekan beton. Metode yang di gunakan adalah *study literature*, *job mix formula*, pembuatan dan pengujian beton normal dan beton

dengan variasi penambahan gabungan batu kapur dan kapur padam pada campuran beton k-300 di laboratorium serta menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan yang di dapat dari hasil penelitian adalah dimana salah satu bahan pengikat alternatif adalah batu kapur dan kapur padam. Kedua bahan tersebut memiliki struktur kimia yang hampir sama, yaitu Ca (Kalsium) yang memiliki manfaat sebagai perekat hidrolis. Adukan beton dengan penambahan gabungan batu kapur dan kapur padam sebagai bahan aditif dibuat dengan tiga variasi, yaitu 10% (5% batu kapur, 5% kapur padam), 20% (10% batu kapur, 10% kapur padam), dan 30% (15% batu kapur, 15% kapur padam). Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan variasi 10%, 20%, dan 30% meningkatkan kuat tekan sebesar 32, 8%, 11, 96%, dan 24,21% dari beton normal.

8. Akhmadi, (2009), melakukan penelitian tentang beton mutu tinggi menggunakan slag besi sebagai agregat halus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh slag besi sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Metode yang di gunakan adalah *study literature, job mix formula*, pembuatan dan pengujian beton normal dan beton dengan variasi penambahan slag besi di laboratorium serta menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan yang di dapat dari hasil dari penelitian tersebut pada substitusi slag sebagai agregat halus 0%, 20%, 40% ,60%, 80%, 100% kuat tekan beton terus mengalami kenaikan, hingga nilai tertinggi pada substitusi slag 60%, dengan nilai kuat tekan 671,573 kg/cm<sup>2</sup>, meningkat 9,2 % dari substitusi slag 0%, sedangkan pada substitusi slag 80% dan 100% kuat tekan mengalami penurunan. Penurunan dipengaruhi kondisi gradasi agregat

halus pada substitusi 80% dan 100% terdapat pada zona III (agak kasar) sehingga keadaan agregat yang kasar dapat menimbulkan pori-pori pada beton, yang dapat menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.

9. Tarisa, (2016), telah melakukan penelitian tentang durabilitas beton bubuk kulit kerang di lingkungan air gambut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kuat tekan beton, perubahan densitas beton, dan *workability* dengan bahan tambah bubuk kulit kerang dipengaruhi kondisi lingkungan air gambut. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *study literature*, *job mix formula*, pembuatan, perendaman beton dengan jenis air yaitu air gambut, dan untuk pembandingan beton juga direndam dengan air biasa dan pengujian beton di laboratorium dan menganalisa hasil data di laboratorium. Kesimpulan yang di dapat adalah beton dengan uji kuat tekan beton OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan beton dengan 4% serbuk kulit kerang mengalami peningkatan seiring pertambahan umur. Beton OPC (*Ordinary Portland Cement*) memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari pada beton dengan serbuk kulit kerang. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, bahwa kuat tekan beton kulit kerang lebih rendah dari pada beton normal.
10. 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 metode 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.

11. 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.

12. Zuhendri, (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 mendapatkan nilai kuat tekan dan kuat lentur beton mutu  $f_c' = 30$  MPa dengan tiga merek semen, Semen Padang, Semen Holcim dan Semen Conch. Metode yang digunakan 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, yaitu pada penelitian Pulungan, (2012), Revisdah, dkk (2015), Meidiani, dkk (2017), Zardi, dkk (2016), Maricar, dkk (2013), Armeyn, dkk (2016), Jeremia, dkk (2016), Akhmadi, (2009), dan Tarisa, (2016). 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 yang dilakukan



sebelumnya adalah pada penelitian ini penulis akan melakukan eksperimental di laboratorium untuk mendapatkan kuat tekan beton yang dipengaruhi oleh lingkungan air gambut terhadap beton substitusi soda api. Menambahkan air soda api dengan kadar tertentu kedalam campuran beton tentunya akan memberikan dampak yang berbeda terhadap kuat tekan beton apalagi jika beton tersebut direndam kedalam air rawa gambut. Beton yang telah disubstitusi dengan soda api dan direndam kedalam air rawa gambut akan diuji kekuatannya pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 90 hari. Dari pengujian diatas akan diperoleh perubahan kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur tertentu dan dengan kadar air soda api tertentu pula. Sehingga pada akhirnya penelitian ini dapat menyimpulkan bagaimana karakteristik beton yang perawatannya menggunakan air rawa gambut dengan menggunakan substitusi air soda api optimum.

## BAB 3. LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan dalam kajian ini perlu di jelaskan teori-teori secara menyeluruh yang berkaitan dengan kajian tentang teknologi beton.

### 3.1 Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan beberapa material seperti semen, agregat kasar dan agregat halus beserta air. Beton dapat ditambah dengan bahan *additive* lain sesuai dengan kebutuhan untuk meningkatkan mutu dan efisiensi.

Pada umumnya beton mengandung 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, sifat dan karakteristik dari masing – masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari lebih mendalam (Mulyono, 2005)

Beton dapat dipengaruhi oleh bahan penyusun beton itu sendiri, sehingga perlu diketahui karakteristik bahan dasar, cara pembuatan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan), faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimal agregat , dan umur beton (Tjokrodinuljo, 1996)

Dalam dunia konstruksi beton merupakan elemen yang sangat penting, material yang satu ini sangat mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Beton memiliki kekuatan yang mumpuni, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaannya bisa dibilang sangat murah. Karena itu pemilihan konstruksi dengan menggunakan beton sangat banyak digunakan.

### 3.1.1 Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan bangunan komposit gabungan dari suatu material – material diantaranya semen *Portland*, agregat (kasar dan halus) serta air. Beton merupakan material yang bersifat getas. Beton memiliki kemampuan untuk menahan kuat tekan, dan memiliki kelemahan terhadap kuat lentur. Mulyono (2005), mengatakan bahwa beton didefinisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dari material pembentuknya.

Pada saat material pembentuk beton seperti semen, agregat kasar dan agregat halus beserta air dicampur, maka akan mengering dan membentuk material seperti batu. Sebenarnya material tersebut tidak menjadi pada karena air yang menguap, melainkan karena semen berhidrasi merekatkan komponen material lainnya secara bersama – sama. Dalam keadaan tertentu beton dapat ditambahkan dengan zat *additive*. Berbagai macam zat *additive* yang disubstitusikan kedalam beton biasanya memiliki peranan yang berbeda – beda, ada yang berfungsi sebagai penguat mutu beton, ada yang memperlambat dan mempercepat proses pengeringan beton, ada juga yang berfungsi membuat beton menjadi lebih ringan.

Dalam perkembangan ilmu teknologi bahan bangunan banyak ditemukan beton dengan modifikasi yang bermacam – macam baik itu beton ringan, beton berkekuatan tinggi, beton berkekuatan sangat tinggi, beton semprot (*shotcrete*), beton *fiber*, beton yang bisa memperbaiki diri sendiri (*self compacted concrete*) dan sebagainya. Penemuan – penemuan ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan penggunaan beton semakin meningkat. Menurut wikipedia (2020), bahan bangunan yang paling banyak digunakan didunia adalah beton.

Ada beberapa faktor yang bisa menentukan keberhasilan dalam pembentukan beton, diantaranya adalah :

1. Kualitas Semen (PC)
2. Proporsi semen dalam campuran beton
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Ikatan / adesi antara pasta, semen dan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan – bahan pembentuk beton
6. Pematatan beton dan perawatan

### **3.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton**

Beton dalam keadaan mengeras akan terlihat seperti batu dengan kekuatan tinggi, tapi dalam keadaan segar, beton seperti bubur sehingga mudah dibentuk sesuai dengan keinginan. Beton sangat tahan terhadap api begitu juga terhadap serangan korosi, sehingga secara umum kelebihan dan kekurangan beton dapat disimpulkan pada poin – poin berikut ini (teknologi beton UGM, 1995) :

1. Kelebihan Beton
  - a. Beton dapat dibentuk sesuai dengan keinginan
  - b. Beton dapat memikul beban tekan yang berat
  - c. Beton dapat bertahan pada temperatur tinggi
  - d. Beton dapat dipelihara dengan menggunakan biaya yang relatif murah
2. Kekurangan Beton
  - a. Beton yang sudah dibentuk sulit untuk dirubah
  - b. Pada pelaksanaan pekerjaan beton dibutuhkan ketelitian yang tinggi
  - c. Beton memiliki berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan material baja
  - d. Daya pantul suara yang dihasilkan beton cukup besar

- e. Untuk membentuk beton dibutuhkan cetakan
- f. Beton lemah terhadap kuat tarik
- g. Jika material beton telah dicampur, beton akan cepat mengeras
- h. Beton yang telah mengeras sebelum pengecoran tidak bisa didaur ulang

### 3.1.3 Beton Normal

Berdasarkan SNI 03-2834-2000 beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m<sup>3</sup> menggunakan agregat alam yang dipecah. 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<sup>3</sup> seperti : granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya (Mulyono, 2005).

#### 1. Bahan Pokok Campuran

Agregat kasar dan halus harus sesuai dengan ketentuan dari spesifikasi. Untuk menentukan rasio agregat kasar dan agregat halus, proporsi agregat halus harus dipertahankan seminimum mungkin. Akan tetapi, sekurang-kurangnya 40% agregat dalam campuran beton terhadap berat haruslah agregat halus yang didefinisikan sebagai agregat yang lolos ayakan 4,75 mm.

Agregat gabungan tidak boleh mengandung bahan yang lebih halus dari 0,075 mm sebesar 2% kecuali bahan *pozzolan*. Penyedia jasa boleh memilih agregat kasar sampai ukuran maksimum 38 mm. 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 yaitu 320 kg jika tanpa abu terbang dan 310 kg jika dengan abu terbang sebanyak dari 30 sampai 49 kg/m<sup>3</sup> dan 300 kg jika dengan abu terbang sebanyak dari 50 sampai 70 kg/m<sup>3</sup> tetapi dalam segala apapun tidak lebih dari 420 kg. Penyedia Jasa akan menggunakan rancangan campuran dengan campuran terkurus yang memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan.

## 3. Kekuatan

Ketentuan minimum untuk kuat tekan dan kuat tekan lentur pada umur 28 hari untuk Perkerasan Beton Semen diberikan dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kekuatan Beton Minimum untuk Perkerasan Beton Semen (SNI 03-4431-1997)

Uraian	Syarat Kuat tekan lentur (kg/cm <sup>2</sup> , MPa)
Beton Percobaan Campuran	FS 47 untuk 28 hari
Perkerasan Beton Semen (pengendalian produksi)	FS 45 untuk 28 hari
Metoda Pengujian	SNI 03-4431-1997
Ukuran Benda Uji	Selinder 500x150x150 mm

Tabel 3.1 menunjukkan syarat kuat lentur berdasarkan SNI 03-4431-1997 menunjukkan kekuatan minimum, dapat dilihat bahwa untuk beton percobaan campuran memiliki kekuatan beton sebesar Fs 47 umur 28 hari. Untuk pekerjaan

beton perkerasan beton semen (pengendalian produksi) syarat kuat lentur beton sebesar  $F_s$  45 umur 28 hari.

### 3.1.4 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 besaran 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, 2005).

Jenis campuran beton akan berpengaruh terhadap 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 menurun. Selain itu, bisa disebabkan karena kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh (Teknologi Beton UGM, 1995).

Kuat tekan beton bisa 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<sup>2</sup>)

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

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

dimana :

$f'c \text{ rata – rata}$  = Kuat tekan beton rata – rata (MPa)

$N$  = Jumlah benda uji (buah)

### 3.1.5 Kuat Tekan Lentur Beton

Metode pengujian kuat tekan 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) :

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

dimana :

$f_{lt}$  = kuat lentur (MPa)

$P$  = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (mm)

$L$  = panjang bentang di antara kedua balok tumpuan (mm)

$b$  = lebar balok rata – rata pada penampang runtuh (mm)

$d$  = tinggi balok rata – rata pada penampang 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.

### 3.1.6 Umur Beton

Kuat tekan umur beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100% setelah beton berumur 28 hari. Menurut SNI T-15-1991, perkembangan kekuatan beton

dengan bahan pengikat PC type 1 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 merupakan nilai perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton (PBI 1971 N.I.-2). Pada umur beton menggunakan semen portland biasa dan pada semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi terlihat pada umur 28 hari. Perbandingan dari kedua semen sama sedangkan pada umur 365 hari perbandingan beton pada semen portland biasa lebih besar.

### 3.2 Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton keras merupakan kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Bahan dasar beton, yaitu pasta semen dan agregat, merupakan bahan yang mempunyai sifat tegangan-regangan yang linear dan getas dalam menahan gaya tekanan (Mulyono, 2005).

Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang lebih daktail, kedap air dan

udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang.

### 3.3 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% ((Mulyono, 2005). Untuk mendapatkan kekuatan yang baik beton mempunyai karakteristik yang spesifiknya terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut :

#### 3.3.1 Semen

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO<sub>2</sub>), alumunia (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), ferro oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil (Rahadja, 1990).

##### 3.3.1.1 Semen (*Portland*)

Semen berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar menjadi suatu massa yang kompak, padat dan kuat. Selain itu semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga diantara butir anagregat. Semen yang dimaksud dalam konstruksi beton adalah bahan yang mengeras jika bereaksi dengan air dan lazim dikenal dengan semen hidraulik (*hydraulic cement*). Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton adalah semen *Portland* (*portland cement*).

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan *klinker* terutama terdiri dari atas *silica tricalcium* yang bersifat hidrolis, dengan *gips* sebagai bahan tambahannya. Semen *portland* diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran dari *calcareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya kandungan semen *portland* adalah kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan tadi dicampur dan dibakar dengan suhu  $1550^{\circ}\text{C}$  dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya klinker digiling halus secara mekanis sambil ditambahkan gips atau kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) kira - kira 24% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan untuk membentuk semen khusus (Tjokrodinuljo, 1996).

Tabel 3.3 Syarat Kimia Utama (SNI, 2004)

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

Pada tabel 3.3 syarat kimia utama (SNI, 2004) pada semen portland type I kandungan kimia MgO maksimum adalah 6%, SO<sub>3</sub> yang jika C<sub>3</sub>A  $\leq 8,0$  3% sedangkan C<sub>3</sub>A  $> 8,0$  adalah 3,5%, dari komposisi ini lah kenapa semen ini

disebut semen hidrolis dimana kandungan campuran kimia semen bereaksi dengan air.

Tabel 3.4 Syarat Fisika Utama (SNI, 2004)

No.	Uraian	Jenis semen Portland Type I
1.	Kehalusan: Uji permeabilitas udara, m <sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> , minimum Umur 3 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum Umur 7 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum Umur 28 hari, kg/cm <sup>2</sup> , minimum	- 125 200 280
4.	Waktu pengikatan (metode alternatif) dengan alat: Gillmore - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum Vicat - Awal, menit, minimal - Akhir, menit, maksimum	60 600 45 375

Tabel 3.4 syarat fisik utama untuk jenis portland type I terlihat pada umur 3 hari kuat tekan yang diisyaratkan adalah minimum 125 kg/cm<sup>2</sup>, umur 7 hari kuat tekan yang di isyaratkan adalah minimum 200 kg/cm<sup>2</sup>, umur 28 hari kuat tekan yang diisyaratkan adalah minimum 280 kg/cm<sup>2</sup>. Jadi pada kuat tekan dimana semakin tinggi umur maka kuat tekan semakin besar.

### 3.3.1.2 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).

Bahan baku semen portland dibentuk dari oksida-oksida utama yaitu : Kapur (CaO), Silika (SiO<sub>2</sub>), Alumina ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Bahan baku untuk memperoleh oksida-oksida (Mulyono, 2003).

1. Batu kapur kalsium (CaCO<sub>3</sub>), setelah mengalami proses pembakaran menghasilkan kapur oksida (CaO).
2. Tanah liat yang mengandung oksida Silika (SiO<sub>2</sub>), Alumina ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).
3. Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan SiO<sub>2</sub>.
4. Pasir besi untuk menambah kekurangan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 3.3.2 Agregat Halus

Agregat halus pada penelitian ini berasal dari Pasir cuci yang berasal 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 dan serapan, berat volume, kadar air, kadar lumpur, dan analisa saringan, disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Standarisasi untuk Agregat Halus (Spesifikasi Umum, 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan

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 <sup>3</sup> )

Pada tabel 3.5 adalah ketentuan yang harus dipenuhi dalam campuran beton untuk pemeriksaan agregat halus dimana jenis pemeriksaan adalah berat jenis yang terdiri dari berat jenis kering dengan nilai minimum 2,1, berat jenis SSD dengan nilai minimum 2,1, berat jenis semu dengan nilai minimum 2,1, penyerapan air dengan nilai maksimum 5,0%, dan pemeriksaan berat isi lepas dengan nilai minimal 1,2 (kg/m<sup>3</sup>).

### 3.3.3 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 3.6 Sifat - Sifat Agregat Kasar (Ukuran 1-2 dan 2-3) 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. 2,5	%
2.	Keausan	Maks. 40	%
3.	Berat Isi Lepas	Min. 1,20	(kg/m <sup>3</sup> )

Pada tabel 3.6 Sifat – sifat Agregat Kasar ( Ukuran 1-2 dan 2-3) adalah ketentuan yang harus dipenuhi dalam campuran beton untuk pemeriksaan agregat kasar dimana jenis pemeriksaan adalah berat jenis yang terdiri dari berat jenis kering dengan nilai minimum 2,1, berat jenis SSD dengan nilai minimum 2,1, berat jenis semu dengan nilai minimum 2,1, penyerapan air dengan nilai maksimum 2,5 %, keausan dengan nilai maksimum 40% dan pemeriksaan berat isi lepas dengan nilai minimal 1,2 (kg/m<sup>3</sup>).

#### 3.3.4 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 untuk pembuatan beton yaitu; bersih, tidak mengandung lumpur dan material yang dapat merusak beton, seperti: garam-garam, senyawa asam, zat organik, minyak dan alkali Tjokrodimuljo (1996).

#### 3.4 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*). Kekuatan beton sendiri ditentukan oleh beberapa faktor James 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>. 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 *precast* 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 bahan pengisi berupa abu terbang (*Fly Ash*). Beton ringan juga memiliki golongan berdasarkan tingkat kekuatannya/*strength* antara lain beton ringan dengan kekuatan ringan (Beton Insulasi), kekuatan sedang dan beton ringan struktural. Dalam 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 merupakan 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/pegecoran yang lama yang dapat mengakibatkan terjadinya retak pada struktur beton akibat perbedaan suhu bagian luar dan bagian dalam beton. Adapun metode yang biasa digunakan dalam mengurangi efek panas hidrasi beton massa yaitu dengan menggunakan air es atau dengan menambah es pada campuran beton, menggunakan pipa air/ aliran air (*Cooling pipe*) dalam beton dan dengan menggunakan pelapis insulasi pada permukaan beton agar pelepasan panas dapat terjadi secara perlahan-lahan sehingga suhu dalam beton dapat terjaga. Dalam penerapannya beton massa biasanya menggunakan proporsi semen yang relatif lebih sedikit dikarenakan sifat semen yang cenderung melepaskan panas serta menggunakan agregat kasar dengan ukuran yang relatif besar tetapi sesuai dengan standar yang diijinkan.

4. Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*), beton mutu tinggi merupakan betonyang memiliki kekuatan yang relatif cukup besar yaitu kuat tekan minimal  $> 41,4$  Mpa SNI (2000). Beton mutu tinggi biasanya digunakan 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 mutu tinggi umumnya selain memiliki kuat tekan yang tinggi juga memiliki kelemahan yaitu meningkatnya tingkat getasnya (*Brittle*), oleh karena itu bisanya beton mutu tinggi dimodifikasi dengan material serat/batang fiber untuk meningkatkan

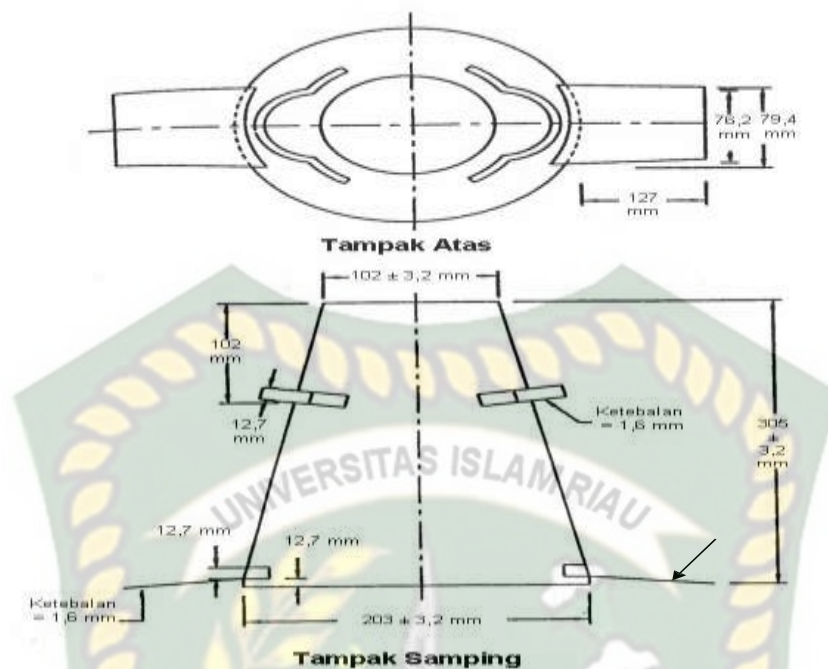
tingkat daktilitasnya. Beton mutu tinggi dalam proses pembuatannya (*Mix Design*) selalu menjaga kadar air semen (*Water/Cement Ratio*) yaitu berkisar 0,2-0,3 agar tingkat porositas dalam beton dapat berkurang, tetapi tidak menghilangkan sifat *workability* saat proses pelaksanaannya yaitu dengan penambahan bahan *superplastisizer*. Teknologi beton mutu tinggi terus diteliti dan dikembangkan, sebagai contoh perubahan beton mutu tinggi menjadi beton berkinerja tinggi (*Ultra High Performance Concrete - UHPC*) dengan kuat tekan dapat mencapai  $f_c' = 240$  Mpa dan kini sedang dikembangkan beton reaktif yang dikenal dengan istilah (*Reactive Powder Concrete- RPC*) dengan menggunakan material reaktif berukuran mikro nano seperti *silica* dan *Quartz*. Dengan penggunaan beton mutu tinggi dimensi beton dapat direduksi sehingga secara otomatis dapat mengurangi bobot massa struktur bangunan. Dalam beberapa percobaan, beton mutu tinggi cenderung mengurangi penggunaan ukuran agregat kasar yang besar tetapi lebih dititik beratkan pada tingkat kehalusan, kekerasan dari agregat yang digunakan.

5. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*), beton berat merupakan beton yang memiliki berat isi berkisar  $> 3200$  kg/m<sup>3</sup>. Beton berat 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 material lain yang berat.

### 3.5 Uji Slump Beton

Uji slump beton ini bertujuan untuk menyediakan langkah kerja bagi pengguna untuk menentukan slump dari beton semen hidrolis plastis. Cara uji ini merupakan suatu teknik untuk memantau *homogenitas* dan *workability* adukan beton segar 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 dilapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan. Dapat diterapkan pada beton plastis yang memiliki ukuran maksimum agregat kasar hingga 37,5mm (1½ inc.). Bila ukuran agregat kasar lebih besar dari 37,5 mm (1½ inc.), metode pengujian dapat diterapkan bila digunakan dalam fraksi yang lolos saringan 37,5 mm (1½ inc), dengan agregat yang ukurannya lebih besar untuk dibuang/disingkirkan (SNI, 2008). Beton dengan nilai slump <15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton yang slumpnya >230mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini. Oleh karena itu harus ada perhatian yang seksama dalam menginterpretasikan hasil pengujian.



Gambar 3.1 Cetakan Slump Uji Beton (Teknologi Beton UGM, 1995)

Alat uji harus berupa sebuah cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Ketebalan 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. Cetakan harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas 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 3.11. Bagian dalam dari cetakan relative harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh diatas pelat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga

harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump. SNI (2008). Toleransi nilai slump yang secara relatif diijinkan terhadap slump untuk campuran beton manapun haruslah lebih kurang 13 mm.\

### 3.6 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).

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 L.J. Murdock dan K.M.Brook, (1991).

Bahan mineral pembantu saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, 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 baik.

### 3.7 Soda Api

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Natrium Hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.



Gambar 3.2 Bentuk Sifat Fisik Soda Api (wikipedia, 2020)

Gambar 3.2 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).

Penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton, dengan menggunakan bahan pengganti *additive* pada beton pada pekerjaan struktur beton yang seefisien mungkin yaitu dengan cara mencampur beton dengan soda api atau natrium hidroksida sehingga pemakaian natrium hidroksida pada beton diharapkan dapat berpengaruh maksimal pada campuran beton.

### 3.7.1 Sifat Fisik NaOH

Sifat fisik adalah segala aspek dari suatu objek atau zat dimana zatnya adalah soda api, yang dapat diukur atau dipersepsikan tanpa mengubah identitasnya.

Tabel 3.7 Sifat Soda Api (wikipedia, 2020)

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

Tabel 3.7 dapat dilihat pada sifat unsur yang ada pada soda api dimana bentuk dari soda api itu adalah kristal dan bubuk berwarna putih dan tidak berbau dan merupakan senyawai ion, soda api juga bisa larut dalam air dimana mempunyai nilai kelarutan dalam air, selain itu soda api juga mempunyai sifat basa dan asam bisa dilihat pada tabel mempunyai nilai kebasaaan.

### 3.7.2 Katalis NaOH

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju 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 menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. 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.

Ikatan dalam substrat – substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah sehingga akhirnya terlepas.

### 3.8 Air Gambut

Gambut adalah suatu hasil dari pelapukan material tumbuhan yang membusuk dibawah permukaan tanah. Proses pelapukan akan menghasilkan zat asam, jadi air gambut di sini merupakan media instrusi yang bersifat asam. Semen portland dan semen campuran mempunyai ketahanan yang rendah terhadap asam.

Hampir semua asam melarutkan semen yang sudah mengeras dengan mengubahnya menjadi garam yang mudah larut, yang kemudian akan tersapu atau terkikis keluar. Jika beton dihadapkan pada asam nitrat atau hidroklorik atau sulfurik maka akan terbentuk kalsium klorida, kalsium sulfat atau nitrat, aluminium dan besi, yang semuanya mudah larut dalam air. Batas toleransi keasaman adalah sampai nilai pH 5,5-6. Asam bisa terkandung di dalam air yang secara alamiah memang mengandung asam, seperti air gambutgambut. Kebanyakan serangan asam pada beton oleh air karena aktivitas karbondioksida di dalam air (Nugraha, 2007).

Asam oksalat, asam tartrat dan asam flourida menghasilkan garam yang tidak larut ini, dalam praktek diterapkan pada penggunaan beton yang kedap air. Ketahanan pada serangan kimia dapat ditingkatkan denganmemberi kesempatan kepadanya untuk mengering terlebih dulu sebelum terekspos. Suatu lapisan tipis dari kalsium karbonat kemudian terbentuk yang mengurangi permeabilitas dari lapisan permukaan.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dapat juga diikat dengan memakai sodium silikat (*diluted water glass*).

Air gambut merupakan merupakan salah satu contoh air yang terasa asam, karena memiliki pH kurang dari 7. Perairan dengan nilai  $\text{pH} = 7$  adalah netral,  $\text{pH} < 7$  dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan  $\text{pH} > 7$  dikatakan

kondisi perairan bersifat basa. Nilai pH mempengaruhi pertumbuhan tanaman air dan hewan air, sehingga sering dijadikan sebagai indikator untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidupnya. Adanya karbonat, bikarbonat, dan hidroksida akan menaikkan kebasahan air, sementara adanya asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan (Effendi, 2003).

### 3.9 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perawatan air rawa gambut terhadap mutu beton setelah penambahan soda api pada campuran beton f'c 30 MPa. Dalam penelitian ini hasil yang akan diperoleh adalah nilai kuat lentur dan kuat tekan pada benda uji beton yang telah direndam kedalam air rawa gambut pada umur 7hari, 14 hari, 28 hari dan 90 hari.

## BAB 4. METODE PENELITIAN

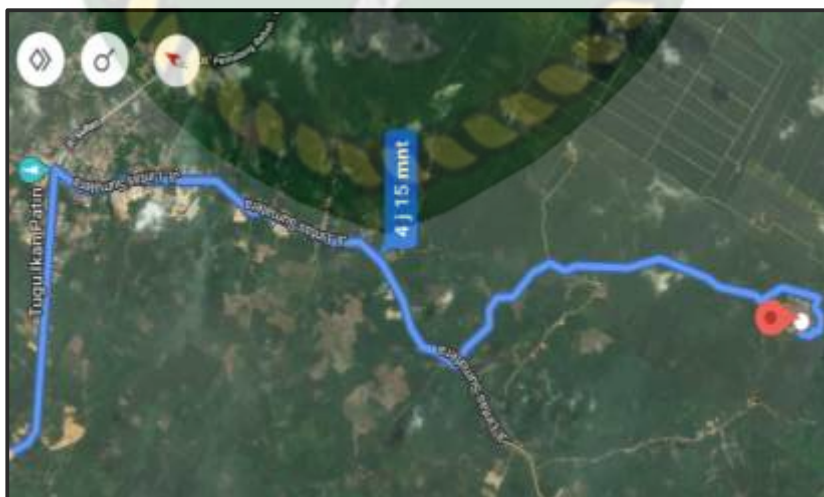
### 4.1 Umum

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.

### 4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada laboratorium PT. Nagamas Mitra Usaha yang



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian

terletak di Jalan Lintas Timur Desa Talang Jerinjing – Kabupaten Indragiri Hulu

### **4.3 Standar Penelitian dan Spesifikasi Material Penyusun Beton**

Standar penelitian dan Spesifikasi material penyusun beton dalam penelitian ini mengacu kepada Standar pengujian SNI dan Standar pengujian ASTM.

#### **4.3.1 Standar Pengujian SNI**

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

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 portland 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)

#### **4.3.2 Standar Pengujian ASTM**

Pengujian material penyusun beton perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari material 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

#### 4.4 Pengujian Kuat Tekan

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 28 hari dan 90 hari.



Gambar 4.2 Alat Pengujian Kuat Tekan

#### 4.5 Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton

Pada pengujian kuat tekan lentur beton ada beberapa persiapan pengujian yang harus dipenuhi sebagai berikut :

1. Mesin uji dan blok-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

#### 4.6 Tahapan dan Prosedur 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.

Sebagai penelitian ilmiah, maka 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.

##### a. Bahan penelitian

Bahan-bahan yang diperlu dipersiapkan untuk pembuatan benda uji beton adalah :

- 1) Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I produksi PT Semen Padang.
- 2) Pasir (agregat halus) yang digunakan yaitu Pasir cuci yang berasal dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit.
- 3) Batu pecah (agregat kasar) yang digunakan berasal dari *Stone crusher* Suban batas Jambi.
- 4) Air. Dalam penelitian ini air yang digunakan adalah air yang berasal dari sumur bor di lokasi *laboratorium* PT. Nagamas Mitra Usaha.
- 5) Soda api dari pembelian di toko bahan bangunan.
- 6) Media intrusi air gambut diambil di lokasi Kota Dumai dengan tanki air secukupnya untuk perendaman sampel slinder dan balok beton.

##### b. Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji material beton silinder pada penelitian ini adalah :

- 1) Satu set saringan (*sieve*) standar ASTM beserta alat penggetar (*sieve shaker*).
- 2) Oven lengkap dengan pengatur suhu.
- 3) Gelas ukur.
- 4) Timbangan tripple beam dengan ketelitian 0,1 gram.
- 5) Timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram.
- 6) Conical mould untuk mengukur keadaan SSD agregat halus.
- 7) Mesin Los Angeles dan bola baja untuk pengujian abrasi agregat kasar.
- 8) Panci kecil untuk wadah air
- 9) Mixer untuk mencampur
- 10) Kerucut Abrams untuk pengujian slump.
- 11) Satu set alat uji kuat tekan beton.
- 12) 6 buah mould silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm..
- 13) Peralatan penunjang seperti kaos tangan, masker, kunci pas dan obeng.

## 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 keusan 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 (revisi-3) 2010.

### 3. Pembuatan *Mix Desain* Beton

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

### 4. Pembuatan Sampel dan *Test Slump*

Pembuatan sampel uji yang dipakai untuk uji kuat tekan dalam bentuk silinder dengan jumlah 32 (tiga puluh dua) sampel dan dalam bentuk balok beton untuk pengujian kuat lentur sebanyak 32 (tiga puluh dua) sampel dengan persentase penambahan soda api sebesar 0%, 1%, 1,5% dan 2,5% untuk pengujian karakteristik dan lentur beton dengan waktu rendaman 28 hari dan 90 hari dengan mutu beton  $f_c' 30$  Mpa. Populasi sampel di sajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Populasi dan Sampel

Variasi soda api (%)	Jenis Pengujian Bahan dari rendaman air gambut dan air biasa			
	Kuat Tekan	Kuat Tekan	Uji Lentur	Uji Lentur
	28 Hari	90 Hari	28 Hari	90 Hari
0	4	4	4	4
1	4	4	4	4
1,5	4	4	4	4
2,5	4	4	4	4
Jumlah	16	16	16	16
Total	64			

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 dalam penelitian ini di lakukan dengan media perendaman air biasa dan air gambut dengan masa perendaman mencapai umur 7, 14, 28 dan 90 hari.

#### 6. Pembahasan dan Menganalisa Data

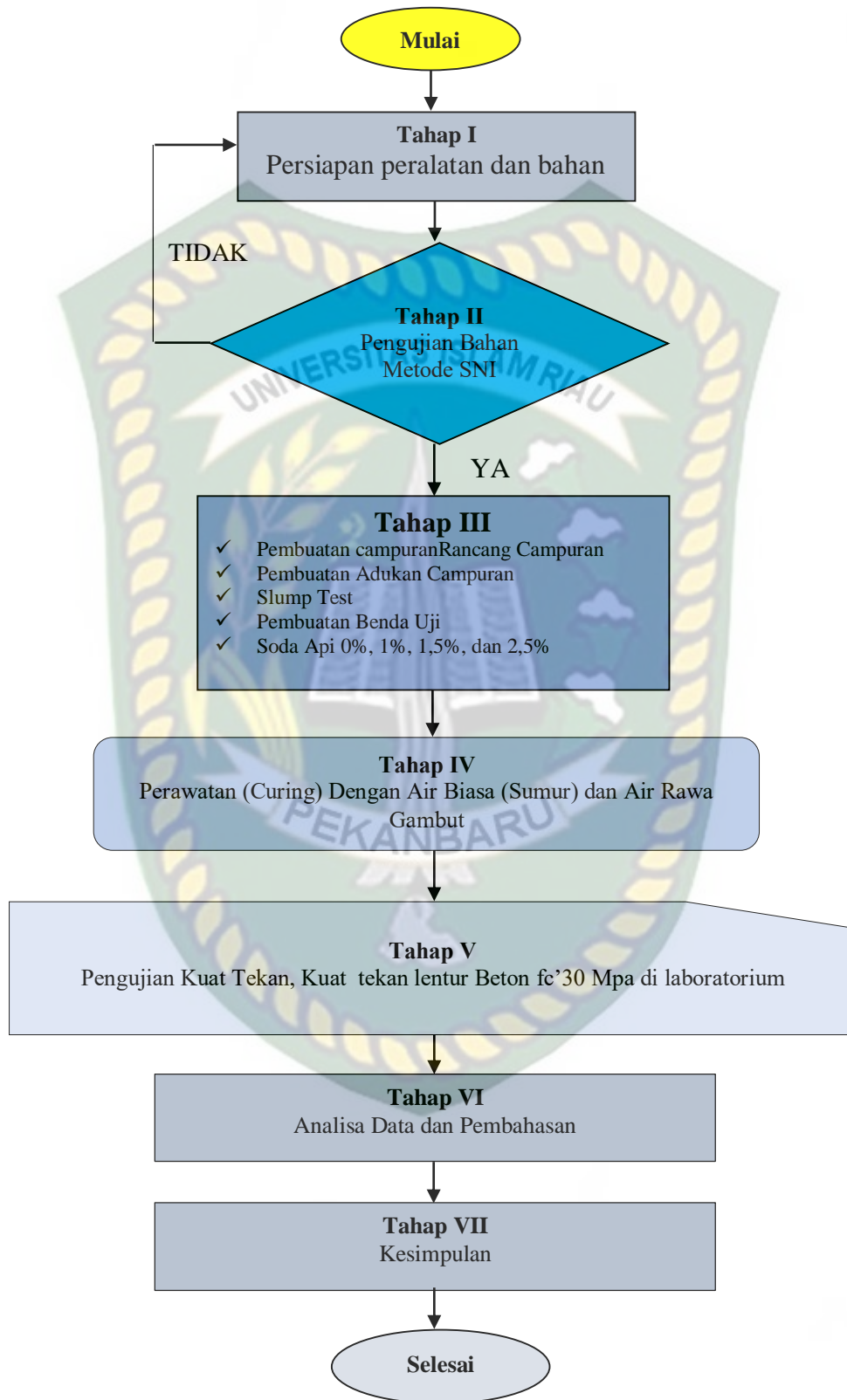
Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian beton dibahas dan dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton. Pembahasan kuat tekan akan diuraikan sesuai dengan umur beton dan persentase penambahan soda api pada setiap benda uji dan menganalisa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

#### 7. Kesimpulan

Data yang telah dibahas dan dianalisis dari hasil pengujian dibuat kesimpulan yang berkaitan dengan tujuan serta rencana penelitian. Dari hasil pengujian tersebut perlu diberi saran terhadap penggunaan soda api sebagai bahan tambahan terhadap campuran beton dan fungsinya dari hasil penelitian.



Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) Gambar 4.1.



Gambar 4.4 Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian

## BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Hasil Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan material dilaksanakan sesuai dengan ketentuan yang ditentukan dalam penggunaan material untuk mutu beton  $f_c' 30$  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.

#### 5.1.1 Pemeriksaan Beton 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 <sup>3</sup> )	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/m<sup>3</sup>, ini memenuhi persyaratan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m<sup>3</sup>. Jadi dari hasil pemeriksaan material yang sudah memenuhi bisa dipakai untuk pencampuran beton dengan mutu beton  $f_c'30$  Mpa.

### 5.1.2 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 <sup>3</sup> )	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/m<sup>3</sup>, ini memenuhi persyaratan nilai minimal isi lepas adalah 1,20 kg/m<sup>3</sup>. Jadi dari hasil pemeriksaan material yang sudah memnuhi bisa dipakai untuk pencampuran beton dengan mutu beton fe'30 Mpa.

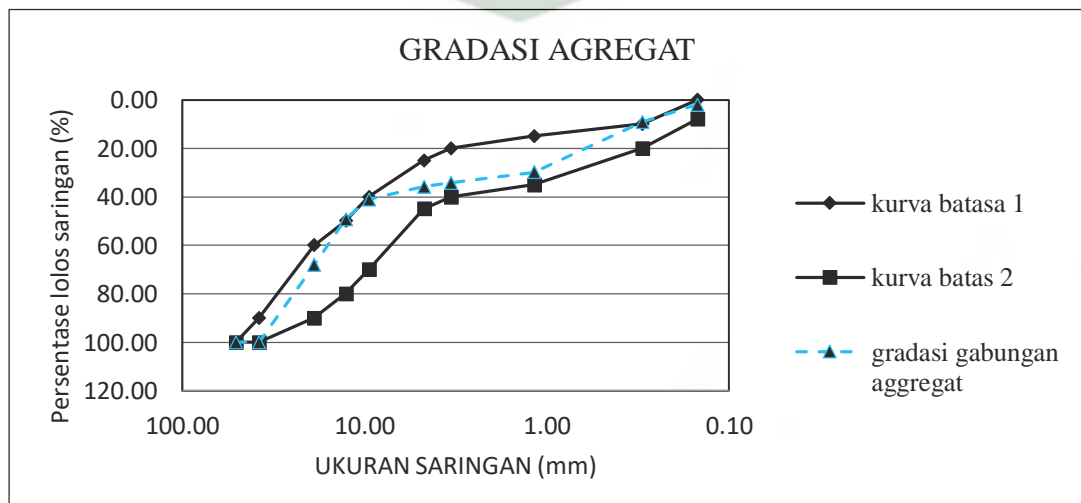
### 5.1.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

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 <sup>3</sup> )	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/m<sup>3</sup>. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pemeriksaan menyimpulkan penyerapan pasir Sungai Indragiri adalah 1,103% dapat memenuhi persyaratan nilai maksimum penyerapan yaitu 5%.



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat

Dapat dilihat pada gambar 5.1 grafik gradasi agregat dimana setelah analisa saringan dilakukan dengan menggunakan no saringan sesuai dengan spesifikasi maka bisa kita dapatkan persentase yang lolos saringan kemudian dimasukan kedalam grafik sehingga dapat kita lihat kondisi gradasi agregat berada diantara kurva batas 1 dan kurva batas 2. Jadi pada nilai gradasi yang akan dipakai memenuhi untuk dapat kemudian menentukan berapa jumlah agregat yang akan dipakai untuk mutu beton  $f_c' 30$  Mpa.

### 5.2 Data Sekunder Semen Portland

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen type yaitu semen Portland Pozzolan Cement (PPC) merek Semen Padang untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain. Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan seperti yang sudah dijelaskan pada landasan teori.

### 5.3 Data Sekunder Soda Api

Fungsi soda api lainnya adalah sebagai pembersih yang kuat membersihkan noda. Soda api biasanya dicampurkan dengan air dan dibasuh kan pada permukaan lantai yang kotor, dinding kamar mandi yang berjamur, dan permukaan lain yang diselimuti noda yang susah dihilangkan. Namun kadar penggunaannya harus berhati -hati, sebab jika terlalu berlebihan akan merusak permukaan. 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. 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 dari pada 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.

Namun dibalik manfaat tersebut, soda api memiliki efek negative pada tubuh. Soda api memang cukup keras pemanfaatannya sebagai bahan untuk mengelupas cat serta memperbaiki saluran. Mekanisme soda api dalam menyelesaikan problem tersebut dengan cara melebur cat dan kotoran 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. Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium

Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia (Murjana, 2019).

#### 5.4 Rancangan Campuran Adukan Beton

Berdasarkan perhitungan rancangan campuran (Mix Design) adukan mutu beton  $f'_{c30}$  MPa untuk 1 m<sup>3</sup> beton dibutuhkan komposisi material sebagaimana yang disajikan pada table 5.7.

Tabel 5.4 Rancangan Campuran (*Mix Design*) 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
<b>T o t a l</b>		<b>Kg</b>	<b>2.355,15</b>	<b>100,00</b>

Dapat dilihat pada tabel 5.4 Rancangan Campuran (Mix Design) Adukan Mutu Beton  $f'_{c30}$  MPa dimana komposisi yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan air sebelum dilakukan pencampuran telah dilakukan pemeriksaan material. Untuk berat semen adalah 460 Kg/m<sup>3</sup>, untuk air beratnya adalah 207 Kg/m<sup>3</sup>, batu pecah 2-3 berat nya adalah 612,03 Kg/m<sup>3</sup>, batu pecah 1-2

beratnya adalah 612,03 Kg/m<sup>3</sup>, dan untuk berat pasir adalah 464,10 Kg/m<sup>3</sup>. Total berat keseluruhan dari campuran semua material adalah 2.355,15 Kg/m<sup>3</sup>.

Penggunaan soda api pada campuran beton dengan persentase 0 %, 1 %, 1,5 % dan 2,5 % terhadap berat semen yang dipergunakan dalam campuran beton dengan mutu beton dengan racangan  $f_c' 30$  Mpa.

### **5.5 Hasil Pengujian Slump**

Satu contoh campuran beton segar dimasukkan ke dalam sebuah cetakan yang memiliki bentuk kerucut terpancung dan dipadatkan dengan batang penusuk. Cetakan diangkat dan beton dibiarkan sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton. Jarak antara posisi permukaan semula dan posisi setelah penurunan pada pusat permukaan atas beton diukur dan dilaporkan sebagai nilai slump beton. Cetakan harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas 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. Bagian dalam dari cetakan relatif harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh di atas pelat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump. Tidak perlu pengujian antar laboratorium yang dilaksanakan dalam metode pengujian ini, karena tidak mungkin mendapatkan beton yang setara pada tempat yang berbeda-beda, bebas dari kesalahan kecuali berdasarkan pengujian nilai slump. Data lapangan yang

ekstensif mengizinkan suatu pernyataan berkenaan dengan ketelitian beberapa teknisi dari metode pengujian ini.

1. Rentang pengujian, 38 hingga 70 mm.
2. Jumlah total contoh, 23.
3. Deviasi standar kemampuan pengulangan (1S), 8 mm.
4. Batas kemampuan pengulangan 95 persen (D2S), 21 mm.



Gambar 5.2 Pengujian Slump

Pada gambar 5.2 telah dilakukan pengujian slump, hasil dari dua pengujian yang dilaksanakan secara benar oleh teknisi-teknisi yang berbeda dalam laboratorium yang sama pada material yang sama tidak boleh lebih dari 21 mm. Karena keterbatasan rentang nilai slump dalam beton yang digunakan dalam pengujian ini, harus hati-hati dalam menerapkan nilai - nilai ketelitian ini. Untuk nilai slump rencana pada campuran beton  $f_c'30$  Mpa pada penelitian ini adalah 6,5 cm.

## 5.6 Hasil Pengujian Beton

Pengujian beton sesuai dengan sampel rentang waktu yang direncanakan untuk 7,14,28,dan 90 hari rendaman dengan menggunakan air biasa, begitu juga dengan menggunakan air rawa gambut sampel pengujian beton adalah diumur 7,14,28 dan 90 hari.

Hasil pengujian akan menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton dari masing- masing rendaman yaitu rendaman air rawa gambut, rendaman air biasa dan dan kuat lentur beton dari masing- masing rendaman yaitu rendaman air rawa gambut, rendaman air biasa yang di tambah soda api 0%, 1%, 1,5% dan 2,5 %.

### 5.6.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

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 terkait dengan beton normal. Oleh karena itu sifat beton seperti kuat tekan ini lah yang paling mempengaruhi mutu beton sebagai bahan konstruksi.

#### 5.6.1.1 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 7 hari dengan kuat tekan  $f'c$  30 MPa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

##### 1. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Biasa Umur 7 Hari

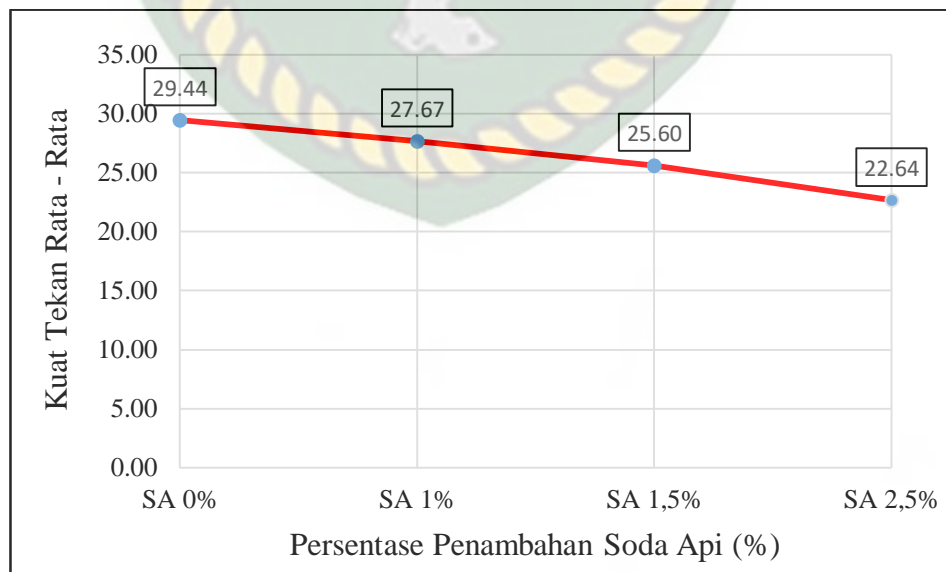
Dari hasil pengujian di laboratorium kuat tekan beton yang direndam pada air biasa dengan umur 7 hari dapat dilihat pada tabel berikut :



Tabel 5.5 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
1	0	29.44	100.00
2	1	27.67	93.99
3	1.5	25.60	86.96
4	2.5	22.64	76.90

Pada tabel 5.5 ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada kondisi normal atau 0 % lebih kuat dibandingkan dengan penambahan soda api 1 %, 1,5 % dan 2,5 %. Pada kondisi beton dengan penambahan soda api sebesar 1% terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 6,34 %, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 13,04 % dan pada kondisi penambahan soda api sebesar 2,5% mengalami penurunan sebesar 23,1 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 7 Hari (Air Biasa)

Pada gambar 5.3 terlihat bahwa trend grafik yang semakin menurun dengan penambahan persentase soda api pada perawatan air biasa.

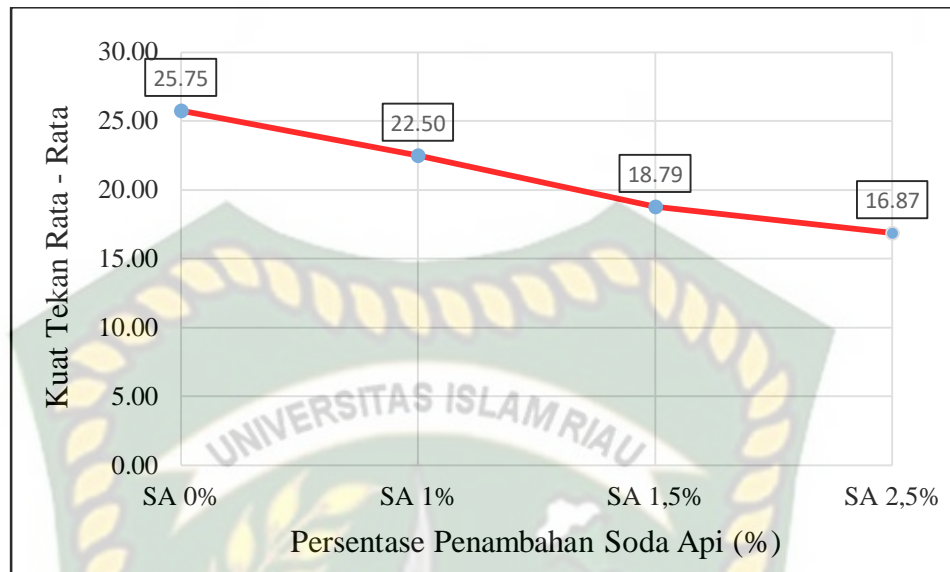
## 2. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Rawa Gambut Umur 7 Hari

Dari hasil pengujian di laboratorium kuat tekan beton yang direndam pada air rawa gambut dengan umur 7 hari dapat dilihat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	25.75	100.00
2	1	22.50	87.38
3	1.5	18.79	72.97
4	2.5	16.87	65.51

Pada tabel 5.6 ini menunjukkan kuat tekan beton pada umur 7 hari menurun jika beton dirawat dengan menggunakan air rawa gambut. Beton dengan kandungan soda api 0% memiliki kuat tekan 25,75 MPa. Beton dengan penambahan soda api sebesar 1% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 12,62%, pada penambahan soda api 1,5% terjadi penurunan sebesar 27,03%, sedangkan pada penambahan soda api 2,5% penurunan sebesar 34,49%. Penurunan kuat tekan beton terlihat sangat signifikan, terutama pada kandungan soda api yang banyak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini :



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 7 Hari (Air Rawa Gambut)

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan menambahkan soda api yang direndam kedalam air rawa gambut mengalami penurunan yang signifikan.

#### 5.6.1.2 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 14 hari dengan kuat tekan  $f'_c$  30 MPa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

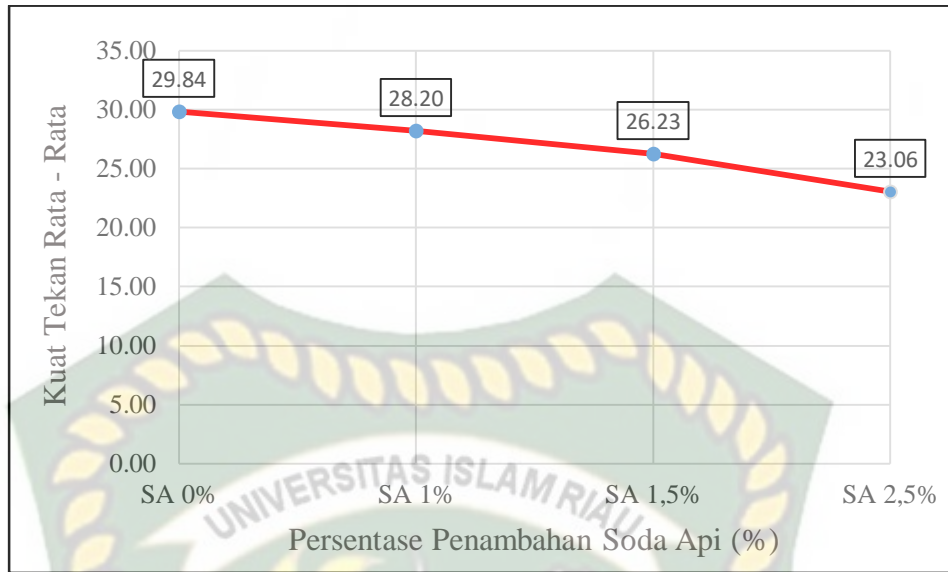
##### 1. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Biasa Umur 14 Hari

Untuk kuat tekan beton pada umur 14 hari yang direndam dengan menggunakan air biasa dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.7 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
1	0	29.84	100.00
2	1	28.20	94.50
3	1.5	26.23	87.90
4	2.5	23.06	77.28

Pada tabel diatas diperlihatkan bahwa beton normal pada umur 14 hari yang direndam dengan menggunakan air biasa memiliki kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan umur 7 hari. Pada kadar soda api 0% kuat tekan beton menjadi 29,84 MPa. Sedangkan dengan penambahan soda api sebesar 1% mutu beton menurun dari pada beton normal sebesar 5,5%, pada kadar soda api 1,5% mutu beton menurun sebesar 12,10%, dan pada kadar 2,5% penambahan soda api mutu betonnya menurun sebesar 22,72%. Gambar berikut ini menjelaskan bagaimana kondisi beton diusia 14 hari dengan perawatan air biasa.



Gambar 5.5. Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 14 Hari (Air Biasa)

Pada gambar diatas terlihat bahwa kuat tekan beton pada umur 14 hari yang direndam kedalam air biasa mengalami peningkatan.

## 2. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Rawa Gambut Umur 14 Hari

Untuk kuat tekan beton pada umur 14 hari yang direndam dengan menggunakan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

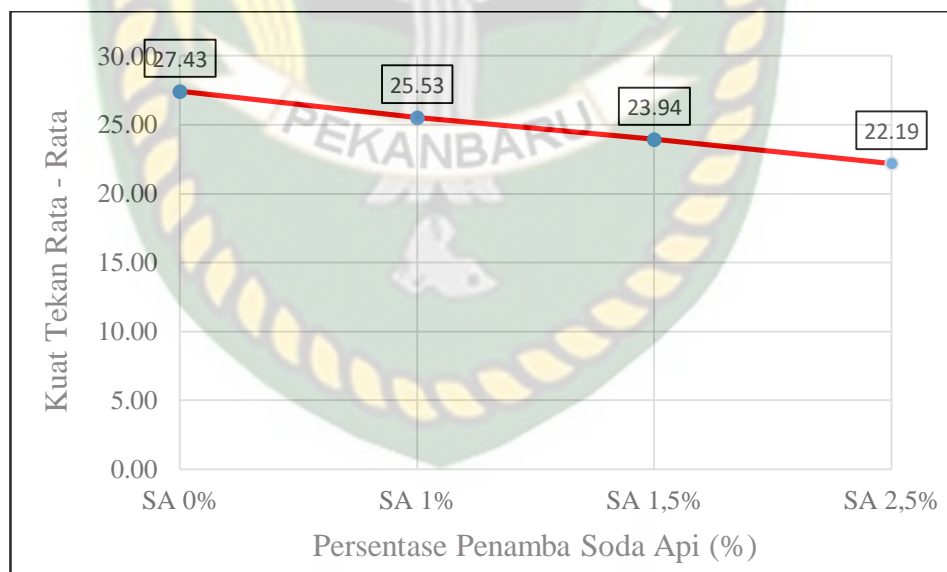
Tabel 5.8 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	27.43	100.00
2	1	25.53	93.07
3	1.5	23.94	87.28
4	2.5	22.19	80.90

Beton yang direndam dengan menggunakan air rawa gambut mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan dengan beton yang direndam dengan air biasa dengan umur beton yang sama yaitu 14 hari.

Pada tabel 5.8 penambahan soda api sebesar 1% nilai selisih kuat tekan beton adalah 6.93%, pada penambahan soda api 1,5% nilai kuat tekan beton adalah 12.72%, sedangkan pada penambahan soda api sebesar 2,5% kuat tekan beton adalah 19.10%. Dapat terlihat bahwa penambahan soda api pada beton yang direndam dengan menggunakan air rawa gambut belum memberikan kuat tekan yang baik pada umur 14 hari.

Gambar berikut memperlihatkan grafik penurunan kuat tekan beton yang ditambah dengan soda api dan direndam kedalam air rawa gambut pada umur 14 hari :



Gambar 5.6 Grafik Hasil Pengujian Beton Umur 14 Hari (Air Rawa Gambut)

### 5.6.1.3 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan kuat tekan  $f'_c$  30 MPa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

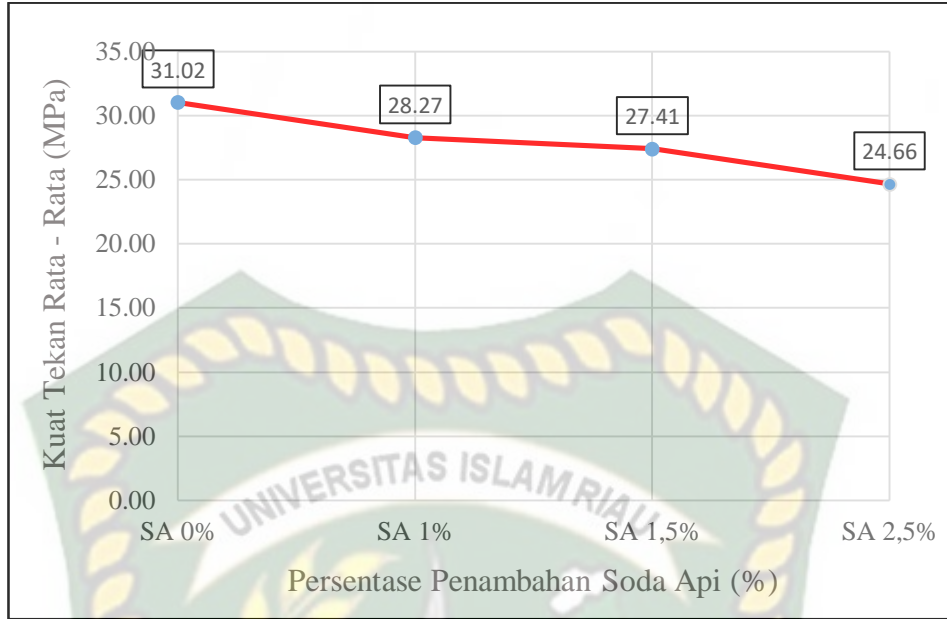
#### 1. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Biasa Umur 28 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan kuat tekan rencana  $f'_c$  30 Mpa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 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
1	0	31.02	100.00
2	1	28.27	91.13
3	1.5	27.41	88.36
4	2.5	24.66	79.54

Pada Tabel 5.9 ini menunjukkan kuat tekan beton normal, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 8,87%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 11,64% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 20,47%. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Air Biasa)

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat pada trend grafik yang semakin menurun dengan bertambah persentase soda api kuat tekan beton mengalami penurunan. Pada penambahan soda api 1% kuat tekan sudah tidak sesuai dengan kuat tekan beton rencana yaitu  $f_c'$  30 Mpa.

## 2. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Rawa Gambut Umur 28 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.10.

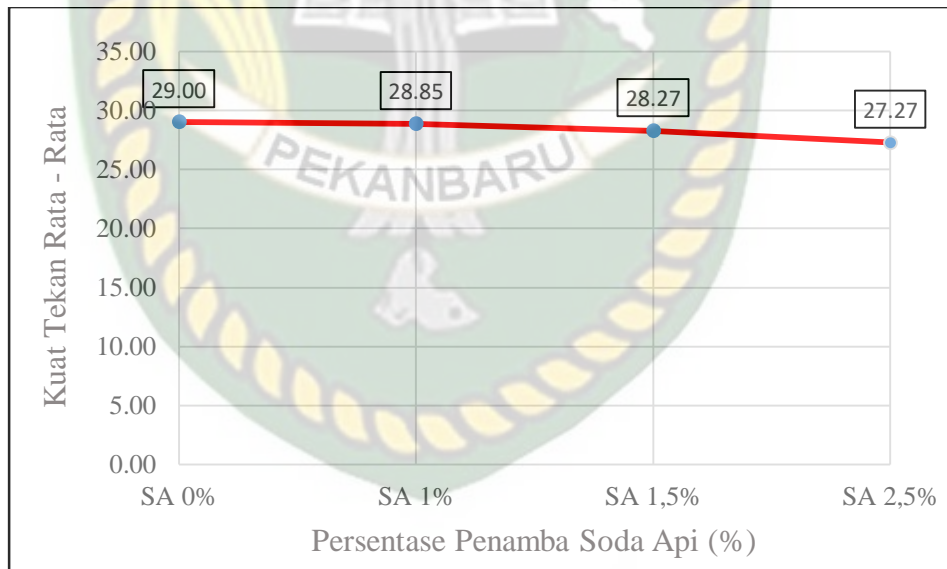
Tabel 5.10 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	29.00	100.00



No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
2	1	28.85	99.48
3	1.5	28.27	97.48
4	2.5	27.27	94.03

Pada Tabel 5.10 ini menunjukkan pada beton normal kuat tekan beton, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan sebesar 0,52%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 2,52% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 5,97%. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut)

Berdasarkan Gambar 5.8 dapat dilihat trend yang sama dengan grafik sebelum nya dimana makin bertambah soda api maka kuat tekan beton

mengalami penurunan. Pada penambahan soda api sebesar 1% kuat tekan beton sudah tidak sesuai dengan kuat beton rencana yaitu  $f_c' 30$  MPa.

Pada penambahan soda api juga tidak berpengaruh pada beton yang memakai rendaman air rawa gambut terbukti kondisi pada soda api dengan 0% soda api kondisi beton mengalami penurunan kuat tekan sudah tidak sesuai dengan beton rencana yaitu  $f_c' 30$  MPa.

#### 5.6.1.4 Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari dengan kuat tekan  $f_c' 30$  MPa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

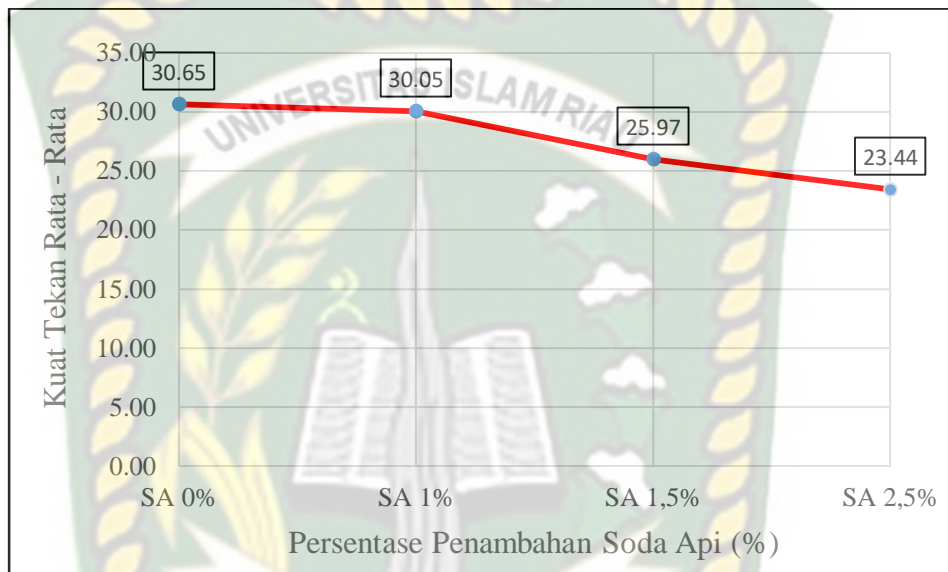
##### 1. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Biasa Umur 90 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari untuk kuat tekan rencana  $f_c' 30$  Mpa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.11 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
1	0	30.65	100.00
2	1	30.05	98.04
3	1.5	25.97	84.73
4	2.5	23.44	76.48

Pada tabel 5.11 ini pada beton normal kuat tekan beton, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 1,96%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 15,27% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 23,52%. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari (Air Biasa)

Melihat Grafik gambar 5.9 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton pada umur 90 hari dengan rendaman air biasa mengalami penurunan akibat penambahan soda api 1,5% trend grafik mengalami penurunan dan beton sudah tidak sesuai dengan beton rencana yaitu  $f_c' 30$  MPa.

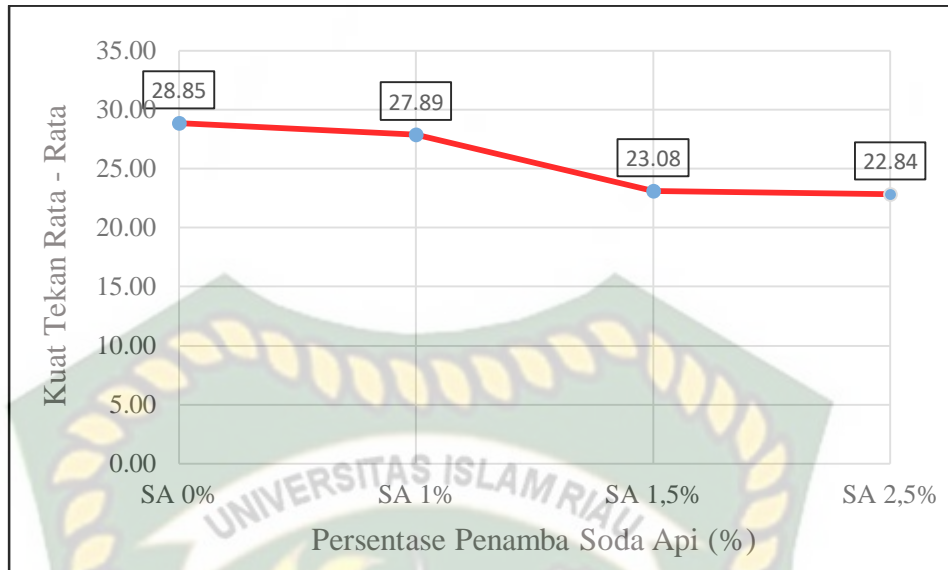
## 2. Kuat Tekan Beton Perawatan di Lingkungan Air Rawa Gambut Umur 90 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari untuk lingkungan air gambut untuk kuat tekan rencana  $f_c'$  30 Mpa. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Nilai Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	28.85	100.00
2	1	27.89	96.67
3	1.5	23.08	80.00
4	2.5	22.84	79.17

Pada tabel 5.12 ini menunjukkan kuat tekan beton normal untuk lingkungan air gambut mengalami penurunan, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% terjadi penurunan kuat tekan sebesar 3,33%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 20,00% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 20,83%. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 90 Hari (Air Rawa Gambut)

Pada gambar 5.10 dapat dilihat trend pada grafik yang menunjukkan semakin besar penambahan persentase soda api maka kuat tekan semakin turun, dengan penambahan 1% soda api beton memiliki kuat tekan yang tidak sesuai dengan beton rencana yaitu  $fc' 30$  Mpa. Terlihat juga rendaman air rawa gambut yang mempengaruhi beton dimana pada persentase soda api 0% terlihat kuat tekan tidak sesuai dengan beton rencana  $fc' 30$  Mpa.

#### 5.6.1.5 Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 28 Hari untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Gambut

Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 90 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan soda api untuk lingkungan air biasa dan air gambut dapat dilihat tabel 5.13.

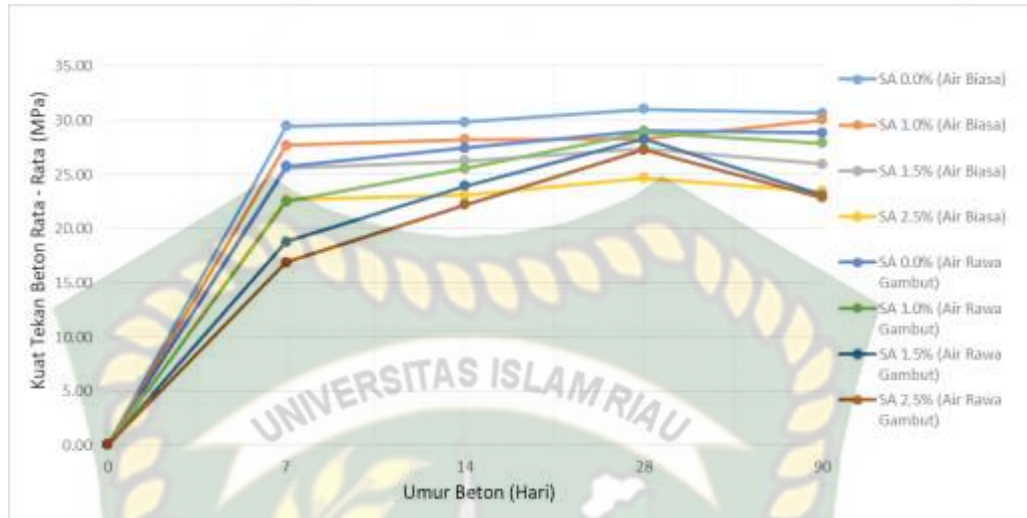
Tabel 5.13 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Umur 7,14,28 dan 90 Hari pada Perawatan Air Biasa dan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton (Mpa)								% Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton							
		Air Biasa				Air Rawa Gambut				Air Biasa				Air Rawa Gambut			
		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	29.84	31.02	30.65	25.75	27.43	29.00	28.85	98.13	99.47	103.40	102.17	85.83	91.43	96.67	96.17
2	1.00	27.67	28.20	28.27	30.05	22.50	25.53	28.85	27.89	92.23	94.00	94.23	100.17	75.00	85.10	96.17	92.97
3	1.50	25.60	26.23	27.41	25.97	18.79	23.94	28.27	23.08	85.33	87.43	91.37	86.57	62.63	79.80	94.23	76.93
4	2.50	22.64	23.06	24.66	23.44	16.87	22.19	27.27	22.84	75.47	76.87	82.20	78.13	56.23	73.97	90.90	76.13

Berdasarkan data pada tabel 5.13 diatas terlihat bahwa beton normal (0%) pada umur 7, 14, 28, dan 90 hari untuk lingkungan air biasa memiliki kuat tekan yang sesuai dengan beton rencana yaitu  $f_c'$  30 Mpa, sedangkan pada kondisi rendaman air rawa gambut kuat tekan beton tidak sesuai dengan beton rencana. Selain itu adanya unsur soda api dalam beton dengan kadar yang lebih banyak dapat menurunkan mutu beton baik itu direndam dengan air biasa maupun dengan air rawa gambut.

Beton dengan penambahan soda api sebanyak 1% yang direndam dengan air biasa selama 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 27,67%, pada umur 14 hari sebesar 28,20%, pada umur 28 hari 28,27% dan pada umur 90 hari sebesar 30.05%. Terjadi peningkatan mutu beton jika direndam dalam air biasa pada usia 90 hari. Sementara pada rendaman air rawa gambut mutu beton tidak sesuai dengan mutu rencana yaitu 30 MPa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan soda api pada beton yang direndam dengan air rawa gambut tidak dapat memberikan hasil yang optimal. Begitu juga dengan kadar 1,5% dan 2,5% soda api. Karena pada tabel tersebut terlihat jelas penurunan mutu beton yang cukup signifikan terhadap kadar soda api pada beton yang dirawat dengan menggunakan air rawa gambut.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini :



Gambar 5.11. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton umur 7,14,28 dan 90 hari untuk lingkungan air biasa, 7,14,28 dan 90 hari untuk lingkungan air rawa gambut.

Pada gambar 5.11 terlihat bahwa trend grafik yang menunjukkan hasil maksimum adalah dengan nilai kuat tekan dengan beton normal dengan 0% soda api dan pada rendaman air biasa, sedangkan terlihat grafik dengan soda api 1% mengalami penurunan kuat tekan beton, semakin tinggi penambahan soda api maka beton mengalami penurunan kuat tekan beton. Hal ini disebabkan beton mengalami fase peningkatan yang disebabkan faktor hidrasi semen yang dominan pada saat umur 7, 14, 28 menuju ke 90 hari, setelah 90 hari perawatan beton mengalami penurunan, kemungkinan karena faktor asam organik yang dominan sehingga terjadi penurunan kuat tekan beton. Jadi penambahan soda api pada beton tidak disarankan untuk beton dengan mutu  $f_c' 30$  Mpa, dan pada mutu beton ini dengan kondisi lingkungan air rawa gambut juga tidak disarankan karena dapat merusak beton.

## 5.6.2 Pengujian Kuat Lentur Beton

Kuat tekan 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 atas balok. Hasil pengujian kuat tekan lentur beton sesuai dengan sample dan rentang waktu yang direncanakan untuk 7, 14, 28 dan 90 hari untuk di lingkungan air biasa, 7, 14, 28 dan 90 hari untuk di lingkungan air gambut.

### 5.6.2.1 Kuat Tekan Lentur Beton Umur 7

Pengujian dilakukan pada umur 7 hari dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa. Data hasil pengujian kuat lentur beton baik itu beton normal atau dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

#### 1. Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 7 hari untuk lingkungan air biasa. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada tabel berikut ini :

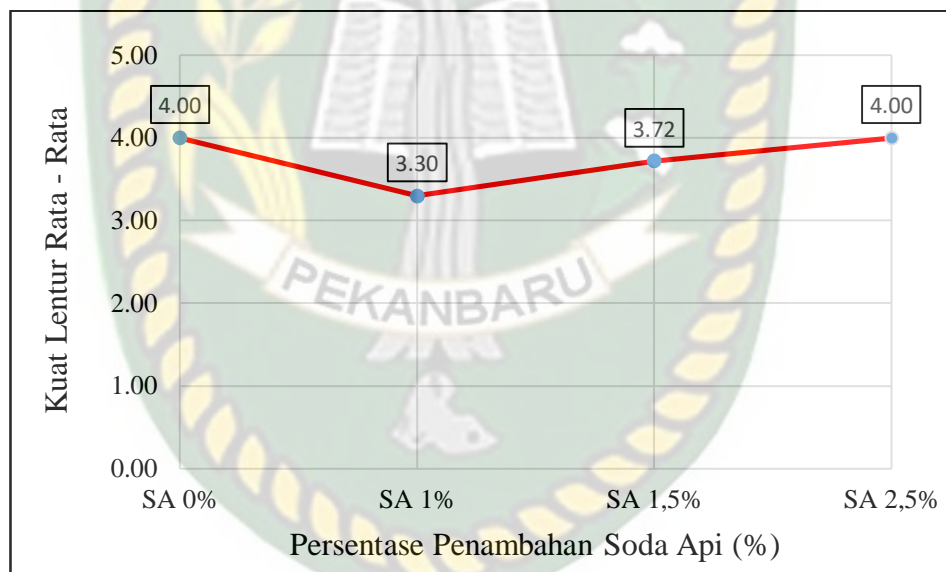
Tabel 5.14 Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Biasa

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.00	100.00
2	1	3.30	82.50
3	1.5	3.72	93.00



No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
4	2.5	4.00	100

Pada Tabel 5.14 ini dapat dilihat pada beton normal kuat tekan lentur adalah sebesar 4,00 dimana kuat lentur hampir sama dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa, terlihat semakin bertambah soda api kuat lentur beton masih sama dengan kuat lentur rencana. Grafik dibawah ini merupakan grafik untuk umur 7 hari pada lingkungan air biasa :



Gambar 5.12 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari (Air Biasa)

Grafik pada Gambar 5.12 menunjukkan bahwa kuat tekan lentur beton mengalami naik turun terlihat pada trend grafik dimana dengan penambahan soda api dengan persentase yang semakin naik maka kuat lentur masih di angka kuat lentur rencana.

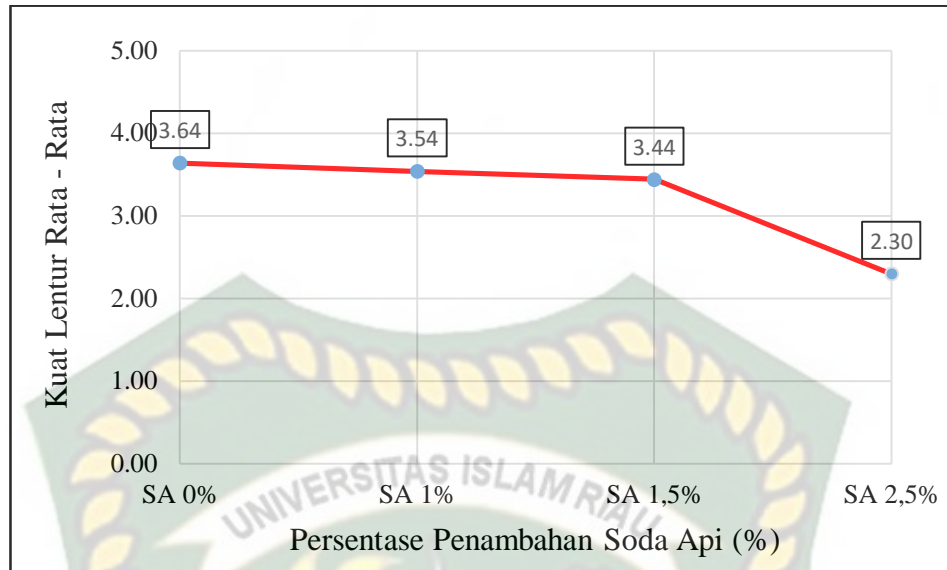
## 2. Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari untuk Lingkungan Air Gambut

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 7 hari untuk lingkungan air rawa gambut. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.15 Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	3.64	100.00
2	1	3.54	97.25
3	1.5	3.44	94.51
4	2.5	2.30	63.19

Pada tabel 5.15 menunjukkan beton normal perawatan air gambut dengan kuat tekan lentur beton 3.64 MPa dengan persentase 100%, dengan penambahan soda api 1 % kuat tekan lentur beton mengalami penurunan menjadi 3,54 MPa dengan persentase 2,75%, dengan penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan menjadi 3,44 MPa dengan persentase 5,49%, namun pada penambahan soda api 2,5% kuat lentur beton semakin menurun menjadi 2,30 MPa. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut ini :



Gambar 5.13 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari (Air Rawa Gambut)

Grafik pada gambar 5.13 menunjukkan bahwa penurunan kuat lentur terjadi dengan seiringnya penambahan soda api.

#### 5.6.2.2 Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 14 hari dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa. Data hasil pengujian kuat lentur beton baik itu beton normal atau dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

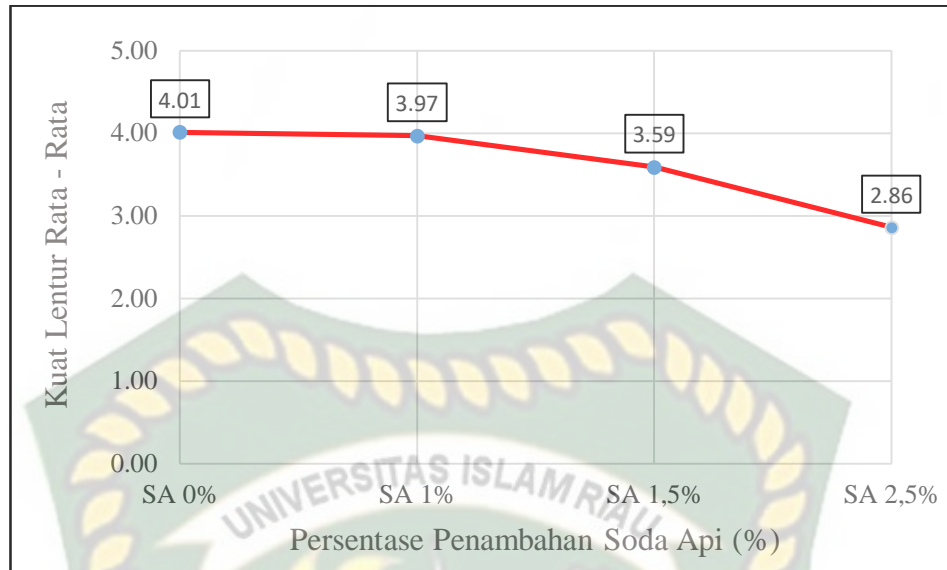
##### 1. Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Biasa

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 14 hari untuk lingkungan air biasa. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.16 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Biasa

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.01	100.00
2	1	3.96	99.00
3	1.5	3.59	89.53
4	2.5	2.86	71.32

Pada tabel 5.16 kondisi kuat lentur beton umur 14 hari yang direndam dengan air biasa semakin meningkat dibanding umur 7 hari. Pada beton normal dengan tambahan soda api 0% kuat lentur beton adalah 4,01%. Pada saat soda api ditambahkan kedalam beton dengan kadar 1%, 1,5%, dan 2,5% nilai kuat lentur beton menurun. Dalam artian kandungan soda api yang lebih banyak dalam beton dapat menurunkan kuat lentur beton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat trend grafik untuk umur beton 14 hari yang ditambah soda api pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari (Air Biasa)

Pada gambar 5.14 terlihat jelas bahwa penambahan soda api pada beton yang dirawat pada air biasa sangat berpengaruh terhadap nilai kuat lentur beton.

## 2. Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

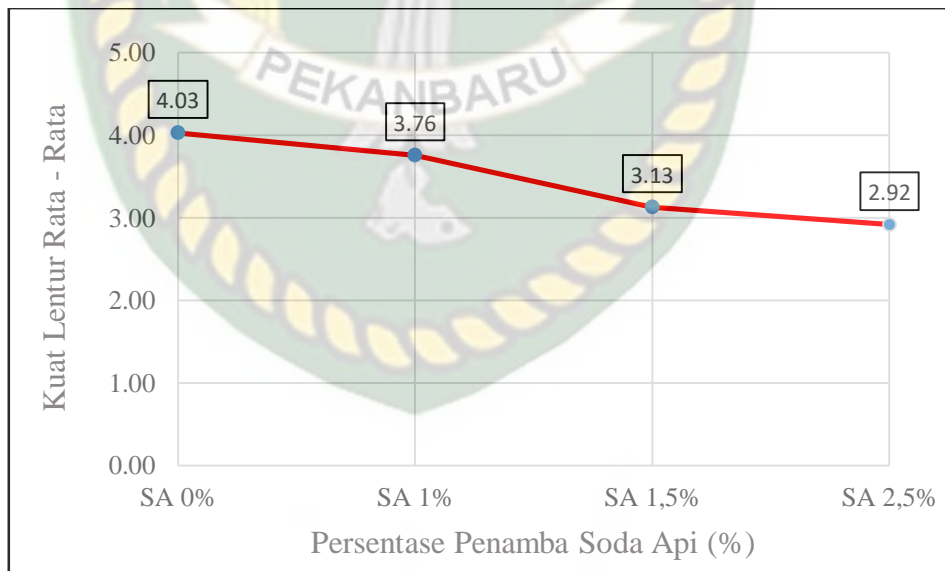
Nilai pengujian kuat lentur yang dilakukan pada beton yang direndam dengan menggunakan air rawa gambut selama 14 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.17 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 14 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.03	100.00
2	1	3.76	93.30

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
3	1.5	3.13	77.67
4	2.5	2.92	72.46

Pada tabel 5.17 beton normal yang direndam kedalam air rawa gambut selama 14 hari memiliki nilai kuat lentur yang lebih baik dibandingkan dengan beton dengan tambahan soda api. Pada kadar soda api 1% kuat lentur beton menurun sebesar 6,70%, pada kadar soda api 1,5% kuat lentur beton semakin menurun sebesar 22,33%, begitu juga dengan kadar soda api 2,5% kuat lentur beton menurun sebesar 27,54%. Jika digambarkan secara grafik maka akan memperlihatkan trend grafik seperti gambar berikut ini :



Gambar 5.15 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari (Air Rawa Gambut)

Pada gambar 5.15 jelas terlihat bahwa penambahan soda api tidak memberikan hasil yang bagus untuk kuat lentur beton yang direndam kedalam air rawa gambut usia 14 hari.

### 5.6.2.3 Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa. Data hasil pengujian kuat lentur beton baik itu beton normal atau dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

#### 1. Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari di Lingkungan Air Biasa

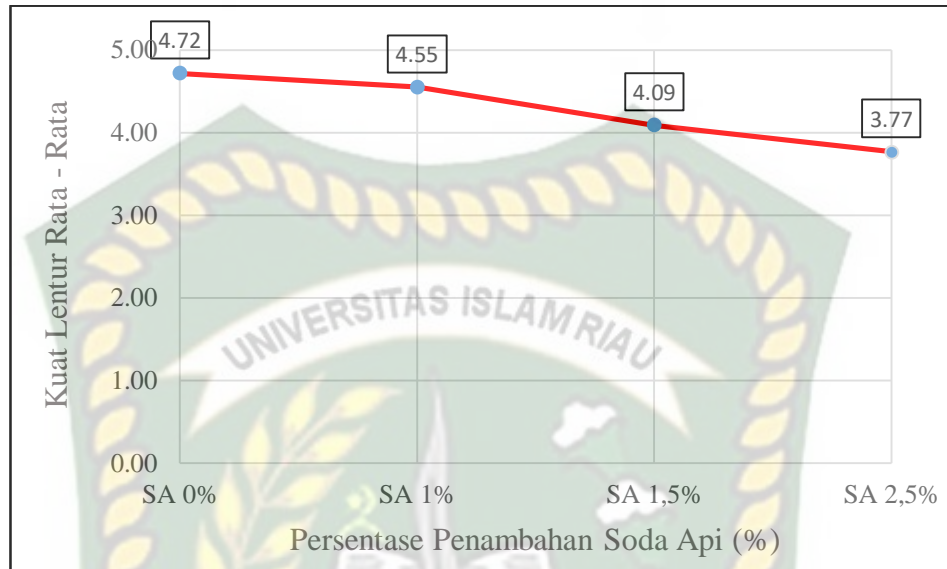
Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari pada lingkungan air biasa. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari di Lingkungan Air Biasa

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.72	100.00
2	1	4.55	96.40
3	1.5	4.09	86.65
4	2.5	3.77	79.87

Pada Tabel 5.11 ini dapat dilihat pada beton normal kuat tekan lentur pada persentase soda api 1,5% nilai kuat lentur beton mengalami penurunan dimana kuat lentur beton tidak sesuai dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1

MPa, terlihat semakin tinggi penambahan soda api maka kuat lentur beton semakin rendah, grafik dapat dilihat pada gambar 5.16



Gambar 5.16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Biasa)

Grafik pada Gambar 5.16 menunjukkan bahwa kuat tekan lentur beton mengalami penurunan terlihat pada trend grafik dimana dengan penambahan soda api dengan persentase yang semakin naik maka kuat lentur beton semakin rendah, pada soda api 1,5% kuat lentur sudah tidak sesuai dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa.

## 2. Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

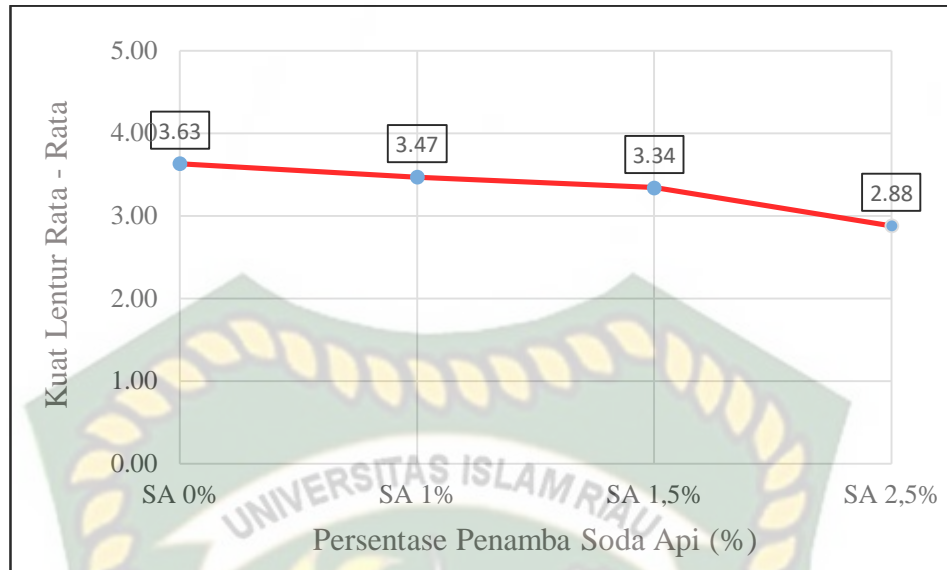
Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari pada lingkungan air rawa gambut. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada Tabel

Tabel 5.19 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 28 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut



No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	3.63	100.00
2	1	3.47	95.59
3	1.5	3.34	92.01
4	2.5	2.88	79.34

Pada tabel 5.19 menunjukkan beton normal perawatan air gambut dengan kuat lentur beton 3,63 MPa dengan persentase 100%, dengan penambahan soda api 1 % kuat tekan lentur beton mengalami penurunan 3,47 MPa dengan persentase 95,59%, dengan penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 3,34 MPa dengan persentase 92,01% dan penambahan soda api 2,5% juga mengalami penurunan 2,88 MPa dengan persentase 79,34% terhadap beton normal. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5.17 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut)

Grafik pada gambar 5.17 menunjukkan trend grafik menurun ini terlihat pada persentase soda api 0% sudah tidak sesuai lagi dengan kuat lentur beton rencana yaitu 4,1 Mpa. Pada kondisi ini terlihat pengaruh yang ditimbulkan oleh penetrasi air rawa gambut yang meyerang beton dimana pengaruhnya melemahkan kuat lentur beton. Sangat tidak dianjurkan memakai beton normal dengan mutu  $f_c' 30 \text{ Mpa}$  pada kondisi lingkungan air rawa gambut.

#### 5.6.2.4 Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 90 hari dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa. Data hasil pengujian kuat lentur beton baik itu beton normal atau dengan penambahan soda api pada rendaman air biasa dan air rawa gambut dapat dilihat pada tabel dan grafik pada poin – poin berikut ini :

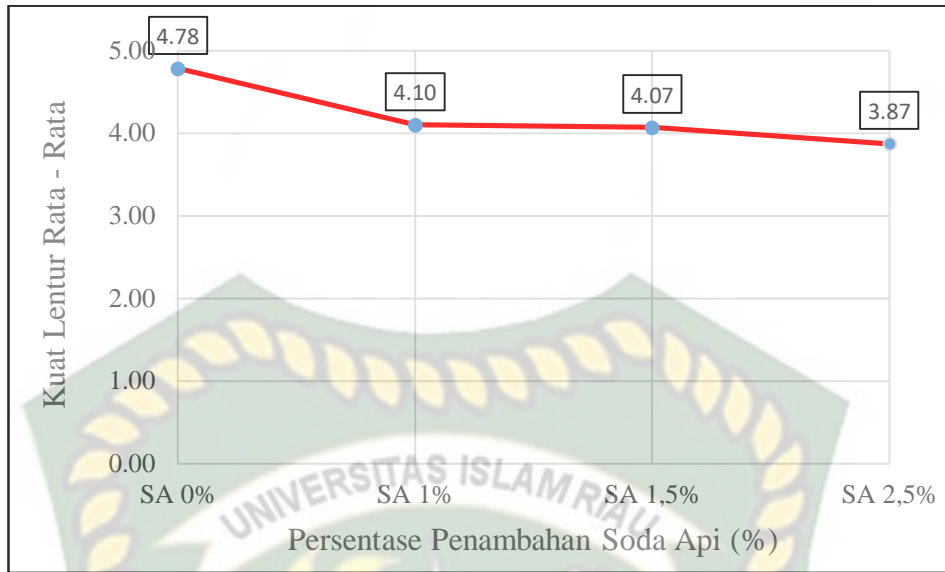
## 1. Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari di Lingkungan Air Biasa

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 90 hari untuk lingkungan air biasa. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada tabel

Tabel 5.20 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 90 Hari di Lingkungan Air Biasa

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.78	100.00
2	1	4.10	85.77
3	1.5	4.07	85.15
4	2.5	3.87	80.96

Pada tabel 5.20 menunjukkan beton normal dengan kuat lentur mencapai 4,78 MPa, lebih besar dibandingkan dengan kuat lentur rencana yang hanya 4,1 MPa. Namun dengan adanya pengaruh soda api yang ditambahkan kedalam beton dengan kadar 1%, 1,5% dan 2,5% kuat lentur beton berangsur menurun sesuai dengan besarnya kadar soda api yang ditambahkan. Trend grafik bisa dilihat dengan jelas pada gambar berikut ini :



Gambar 5.18 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari (Air Biasa)

Grafik pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa kuat tekan lentur beton pada umur 90 hari mengalami penurunan akibat penambahan soda api terhadap beton normal. Untuk persentase soda api 1,5 % nilai kuat lentur beton sudah tidak sesuai lagi dengan kuat lentur rencana yaitu 4,1 MPa.

## 2. Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

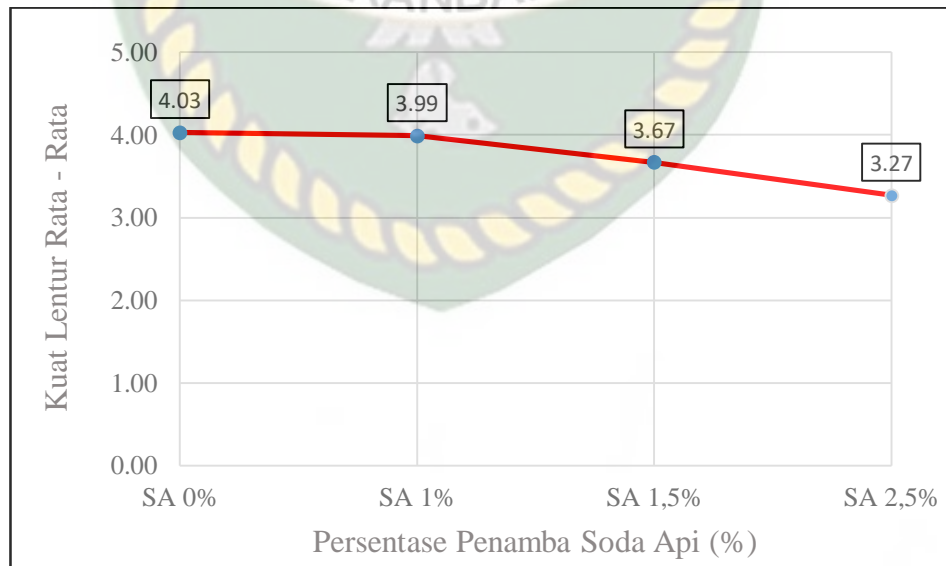
Pengujian kuat tekan lentur dilakukan pada umur 90 hari untuk lingkungan air gambut. Data hasil pengujian kuat tekan lentur pada beton normal dapat dilihat pada tabel

Tabel 5.21 Nilai Kuat Lentur Beton Usia 90 Hari di Lingkungan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
1	0	4.03	100.00

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata - Rata	
		(MPa)	% Terhadap Beton Normal
2	1	3.99	99.01
3	1.5	3.67	91.07
4	2.5	3.27	81.14

Pada tabel 5.21 dapat dilihat beton normal untuk lingkungan air gambut dengan kuat tekan lentur beton 4,03 MPa dengan persentase soda api 0% terlihat pengaruh penetrasi air rawa gambut dan penambahan soda api yang semakin tinggi nilai kuat lentur beton semakin rendah. Pengaruh soda api tidak bisa meningkatkan kekuatan beton pada kondisi lingkungan air rawa gambut dimana diharapkan dengan adanya penambahan soda api beton dapat bertahan pada penetrasi air rawa gambut.



Gambar 5.19 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 90 Hari (Air Rawa Gambut)

Grafik pada gambar 5.19 menunjukkan trend penurunan nilai kuat lentur beton yang sangat tinggi, dengan penambahan soda api 0% sudah tidak sesuai lagi dengan kuat lentur beton rencana yaitu 4,1 MPa. Kondisi ini merupakan bentuk pengaruh penetrasi air rawa gambut yang menyerang beton dan dapat dilihat juga penambahan soda api 1% nilai kuat lentur beton terjadi penurunan dimana semakin tinggi penambahan soda api nilai kuat lentur semakin rendah.

#### 5.6.2.5 Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7, 14, 28 dan 90 Hari untuk Lingkungan Air Biasa dan Lingkungan Air Rawa Gambut

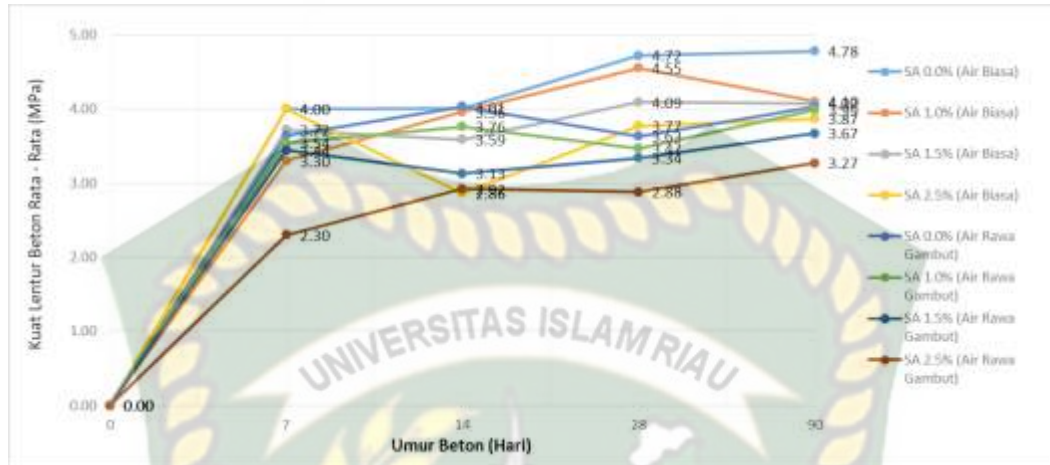
Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, 28 dan 90 hari untuk lingkungan air biasa, begitu juga untuk lingkungan air gambut. Data hasil pengujian kuat tekan lentur beton normal dengan penambahan soda api dapat dilihat tabel

Tabel 5.22 Perbandingan Kuat tekan lentur Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari, dan 90 Hari pada Lingkungan Air Biasa dan Air Rawa Gambut

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton (Mpa)								% Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton							
		Air Biasa				Air Rawa Gambut				Air Biasa				Air Rawa Gambut			
		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	4.00	4.01	4.72	4.78	3.64	4.03	3.63	4.03	97.56	97.80	115.12	116.59	88.78	98.29	88.54	98.29
2	1.00	3.30	3.96	4.55	4.10	3.54	3.76	3.47	3.99	80.49	96.59	110.98	100.00	86.34	91.71	84.63	97.32
3	1.50	3.72	3.59	4.09	4.07	3.44	3.13	3.34	3.67	90.73	87.56	99.76	99.27	83.90	76.34	81.46	89.51
4	2.50	4.00	2.86	3.77	3.87	2.30	2.92	2.88	3.27	97.56	69.76	91.95	94.39	56.10	71.22	70.24	79.76

Pada tabel 5.22 terlihat bahwa kuat lentur beton normal pada rendaman air biasa semakin bertambah umur beton semakin bertambah nilai kuat lentur betonnya. Sementara setelah ditambah dengan soda api kuat lentur berkurang, namun tetap meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton. Sedangkan pada air rawa gambut beton normal dan beton dengan tambahan soda api

mengalami penurunan nilai kuat lentur. Agar lebih mudah dipahami maka dapat dilihat trend grafik kuat lentur beton pada gambar berikut ini :



Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7,14,28 dan 90 Hari untuk lingkungan air biasa dan lingkungan air gambut

Grafik pada gambar 5.12 menunjukkan perbandingan kuat tekan lentur beton pada umur 28 hari, 90 hari untuk lingkungan air biasa, 28 hari dan 90 hari untuk lingkungan air gambut mengalami penurunan akibat penambahan soda api dan lingkungan air gambut dimana sifat asam dari air gambut mempengaruhi kuat tekan lentur beton. Pada beton normal 0% soda api pada grafik menunjukkan kuat tekan lentur 4,72 MPa pada umur 90 hari untuk lingkungan air biasa, pada umur 90 hari untuk lingkungan air gambut kuat tekan lentur terjadi penurunan 4,03 Mpa, dengan penambahan soda api 1% kuat tekan lentur menurun menjadi 4,10 MPa untuk lingkungan air biasa, pada umur 90 hari untuk lingkungan air gambut terjadi penurunan dengan kuat tekan lentur 3,99 Mpa, penambahan soda api 1,5% kuat tekan lentur 3,67 MPa, dan penambahan soda api 2,5% kuat tekan lentur 3,27 MPa pada umur 90 hari untuk lingkungan air gambut, melihat grafik diatas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton akibat penambahan soda 0% 1%, 1,5 % dan 2,5 % pada rendaman air gambut. Penurunan ini terjadi karena

sifat semen yang mulai berhenti berhidrolisis dengan air sehingga sifat asam dari air mempengaruhi beton dan membuat kuat tekan lentur beton menurun.

### 5.7 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton pada sampel umur 7,14,28 dan 90 hari dapat diperoleh nilai korelasi dengan mengacu pada persamaan 3.4 Kuat tekan beton akan diplot sebagai sumbu Y, dan kuat lentur beton akan diplot sebagai sumbu X. Kemudian akan dicari nilai koefisien korelasi (konstanta) yang merupakan pendekatan dari hubungan kuat tekan dan kuat lentur pada perawatan air biasa begitu pula pada perawatan dengan air rawa gambut.

#### 5.7.1 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada Umur 28 Hari

Dari persamaan 3.4 untuk perawatan beton pada umur 28 hari di lingkungan air biasa dapat dilihat pada tabel

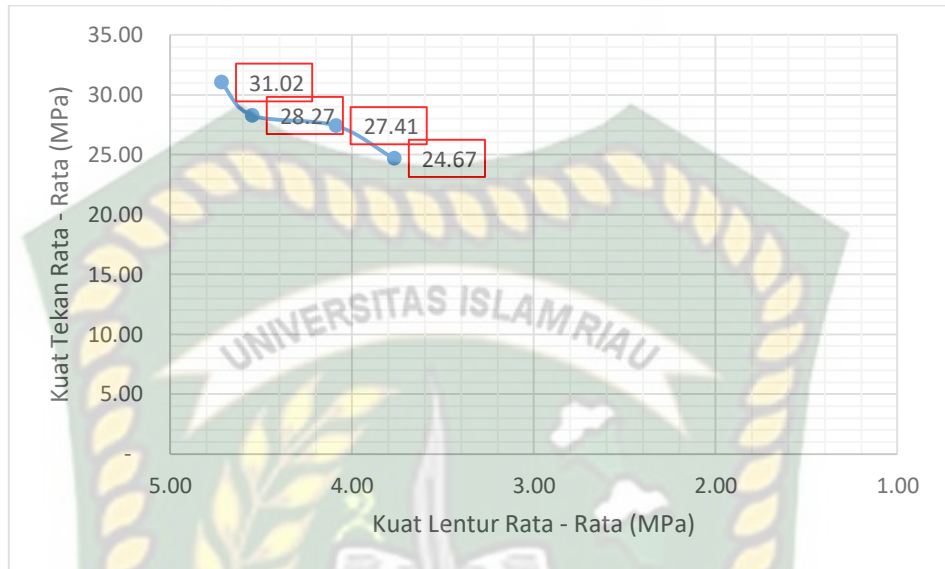
Tabel 5.23 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Biasa)

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	3.77	0.761
Nilai Konstanta rata - rata				0.811

Pada Tabel 5.23 hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton diatas, didapat nilai konstanta untuk beton normal adalah 0,81 , beton yang ditambah soda api 1% adalah 0,86, beton penambahan soda api 1,5% adalah 0,78 dan beton dengan penambahan soda api 2,5% adalah 0,76. Nilai konstanta rata – rata adalah 0,81, hasil ini lebih kecil 8% jika dibanding



dengan nilai konstanta yang sudah ada untuk beton yang menggunakan agregat batu pecah adalah 0,75. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5.21 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Biasa)

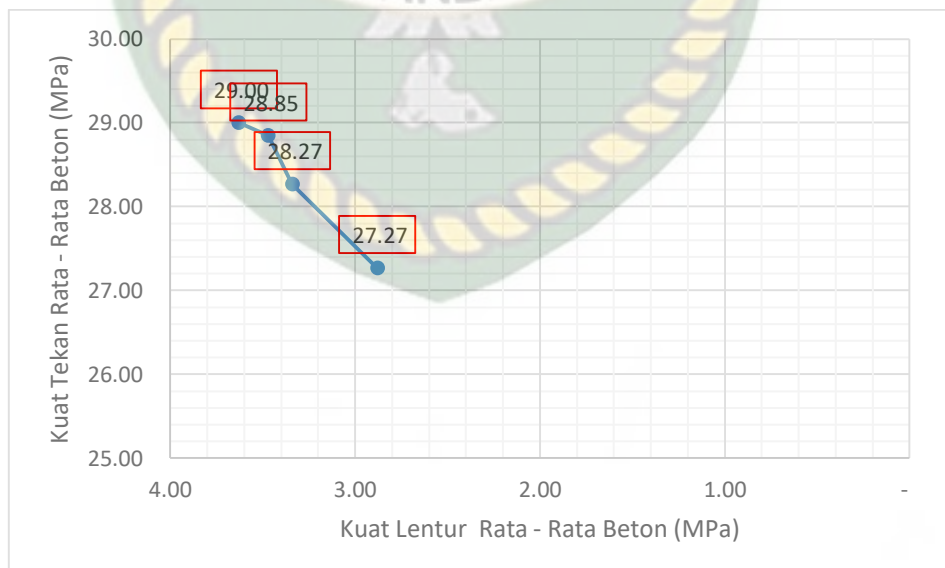
Pada gambar 5.12 menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton akibat penambahan soda api sesuai dengan variasi penambahan nilai konstanta (k) cenderung menurun.

Pada air rawa gambut hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5.24 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut)

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	$\kappa = \frac{f_s}{\sqrt{f_c}}$
1.	0.0%	29.00	3.63	0.791
2.	1.0%	28.85	3.47	0.784
3.	1.5%	28.27	3.34	0.737
4.	2.5%	27.27	2.88	0.644
Nilai Konstanta rata - rata				0.739

Pada tabel 5.24 hubungan kuat tekan dan kuat lentur pada air rawa gambut menurun pada umur 28 hari. Beton dengan tambahan soda api 1% memiliki nilai koefisien 0,67. Pada beton penambahan soda api 1,5% memiliki nilai koefisien 0,65. Sedangkan pada beton penambahan soda api 2,5% memiliki nilai koefisien 0,55. Nilai rata – rata koefisien hubungan kuat tekan dan kuat lentur adalah 0,62. Agar lebih mudah dipahami hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini :



Gambar 5.22 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari (Air Rawa Gambut)

## 5.8 Tinjauan Terhadap Sifat Kimia dalam Material Penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton yang ditambah dengan menggunakan soda api dan dirawat dengan menggunakan air rawa gambut pada umur 7, 14, 28 dan 90 hari tidak terlihat adanya percepatan pengerasan beton. Oleh karena itu penulis mencoba mengamati dari senyawa kimia yang terdapat pada beton, soda api dan air rawa gambut.

Menurut Prof. Dr. Ir. Sugeng Wiyono, MMT pada Webinar 13 yang berjudul Pengendalian Mutu Perkerasan Jalan Beton 2020 (seri 2) beton mempunyai 4 senyawa penting yaitu :  $C_2S$ ,  $C_3S$ ,  $C_3A$ ,  $C_4AF$ . Selain itu dalam materi perkuliahan Material Anorganik yang diampu oleh bapak Prof. Dr. rer. Nat. Nuryono, M.S. Universitas Gadjah Mada pada materi kuliah magister kimia, kurikulum 2017 senyawa yang kompleks pada semen diatas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ) atau  $2CaO.SiO_2$
2. Trikalsium Silikat ( $C_3S$ ) atau  $3CaO.SiO_2$  (mengandung silikat)
3. Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3CaO, Al_2O_3$
4. Tetrakalsium Aluminoforit ( $C_4AF$ ) atau  $4CaO.Al_2O_3, Fe_2, O_3$

Soda Api (NaOH) merupakan natrium hidroksida terbentuk dari oksida basa, natrium oksida yang dilarutkan kedalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan kedalam air ([id.m.wikipedia.org](http://id.m.wikipedia.org)). Untuk lebih jelasnya akan diuraikan pada pembahasan berikut ini :

### 5.8.1 Senyawa Beton Normal Tanpa Soda Api (NaOH)

Beton normal tanpa soda api yang direndam dengan air biasa memiliki senyawa kimia  $2(3CaO.SiO_2) + 6 H_2O \rightarrow 3CaO. 2SiO_2.H_2O + 3Ca(OH)_2$ . 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 rawa gambut mengalami penguraian pada kandungan senyawa  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$  membentuk ettringite yang menjadi sumber korosi pada beton. Kandungan  $\text{Ca}^{2+}$  merupakan kandungan kimia yang larut pada air asam. Seperti yang kita ketahui air rawa gambut memiliki pH 3-5.

### 5.8.2 Senyawa Beton dengan Tambahan Soda Api (NaOH)

Beton yang telah ditambahkan soda api memiliki senyawa kimia  $\text{CaOSiO}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , memiliki kandungan sodium metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Metasilikat adalah senyawa kimia yang memiliki sifat pengikat seperti semen atau terjadinya reaksi geopolimer (Davidovits ; 1994). Pada saat beton ditambahkan soda api maka terjadi percepatan pengerasan beton hal itu dikarenakan metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) tersebut membentuk struktur Amorf pada beton. Seperti yang kita ketahui amorf adalah bentuk struktur molekul yang tidak beraturan. Semakin besar amorf maka beton akan semakin cepat mengeras. Tetapi, banyaknya kandungan 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 beton.

Seperti yang kita ketahui air rawa gambut memiliki pH 3-5 dimana kadar asam pada air rawa gambut sangat kuat. Kandungan senyawa yang terdapat pada air rawa gambut dapat melarutkan metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang juga mengakibatkan daya dukung beton semakin berkurang. Dengan demikian

penggunaan soda api pada beton yang dirawat dengan air rawa gambut akan mengurangi nilai kuat tekan beton dan kuat lentur beton.

## 5.9 Bentuk Keruntuhan Benda Uji

Bentuk keruntuhan dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap kuat tekan benda uji beton selinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan hasil pengujian kuat lentur benda uji beton balok ukuran 15 cm x 15 cm dengan panjang 60 cm dengan umur sampel 28 hari.

### 5.9.1 Bentuk Keruntuhan Benda Uji pada Pengujian Kuat Tekan

Bentuk keruntuhan pada pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada gambar beriku ini :



Gambar 5.23 Pengujian Kuat Lentur Beton



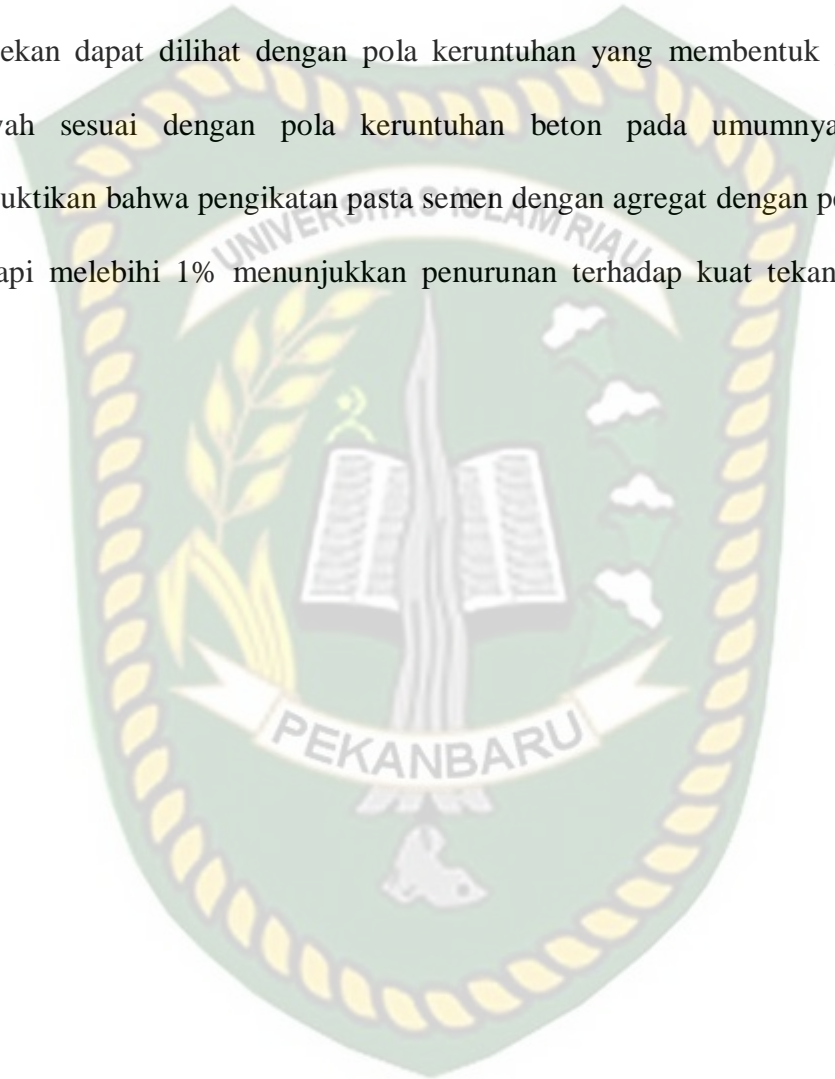
Gambar 5.24 Bentuk Sampel Beton Setelah di Uji Kuat Lentur

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil patahan pengujian kuat lentur, sebagian besar patahan terjadi secara diagonal. Pengujian kuat lentur dengan penambahan soda api terlihat sangat getas dan mutunya menurun, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api melebihi 1% menunjukkan penurunan terhadap kuat lentur dan mutu beton.



Gambar 5.25 Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari gambar 5.25 diatas dapat dilihat bahwa keruntuhan beton mulai terjadi pada pengujian kuat tekan adalah 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 dapat dilihat dengan pola keruntuhan yang membentuk garis bujur kebawah sesuai dengan pola keruntuhan beton pada umumnya. Hal ini membuktikan bahwa pengikatan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api melebihi 1% menunjukkan penurunan terhadap kuat tekan dan mutu beton.



## BAB 6. 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 dengan perbandingan soda api dan perendaman untuk lingkungan yang berbeda yaitu air biasa, dan air gambut terhadap hasil uji kuat tekan dan uji lentur beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan soda api yang pada beton dan dirawat dengan menggunakan air rawa gambut tidak menunjukkan adanya perubahan kuat tekan rencana  $f_c' = 30$  MPa dan kuat lentur rencana  $f_s' = 4,1$  MPa, karena salah satu senyawa kimia yang terkandung dalam air rawa gambut dapat melarutkan metasilikat ( $Na_2SiO_3$ ) yang juga mengakibatkan daya dukung beton semakin berkurang.
2. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa beton yang ditambahkan soda api dengan kadar 1% lebih baik dijadikan sebagai penggunaan kadar soda api optimum, karena nilai kuat tekan dan kuat lentur beton mengalami kenaikan seiring dengan pertambahan umur beton.



3. 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 natrium metasilikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang membentuk struktur amorf pada beton yang tidak beraturan. Semakin banyak amorf maka beton semakin cepat mengeras, tetapi semakin banyak amorf juga berdampak buruk terhadap daya dukung beton dan mutu beton.

## 6.2 Saran

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

1. Bagi masyarakat yang ingin menjadikan penambahan soda api sebagai bahan untuk menaikkan mutu beton sangat tidak dianjurkan karena dengan penambahan soda api mutu beton semakin rendah dan pada kondisi lingkungan air rawa gambut tidak dianjurkan menggunakan beton dengan mutu beton  $f_c' 30 \text{ Mpa}$ .
2. Rekomendasi penelitian selanjutnya pada umur perendaman beton perlu ditambah lagi, agar beton secara visual lebih terlihat detail, perlu dilakukan kajian pada analisa UVV mengenai reaksi kimia yang terdapat dalam campuran beton dan spektrum reaksi kimia yang didapat dari hasil scan, dan perlu dilakukan modifikasi campuran beton yang kedap air karena pengaruh intrusi air gambut terhadap beton normal terlihat pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. 2009. *beton mutu tinggi menggunakan slag besi sebagai agregat halus*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wiyono, Sugeng. 2020. Webinar 13. *pengendalian mutu dan permasalahannya pada pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan beton (seri 2)*, Universitas Islam Riau
- American Standart Test Materials (ASTM), 1994. *Anual Books of ASTM Standart*. Philadelphia :ASTM
- Armeyn dan Gusrianto. 2016. *pengaruh penambahan batu kapur padat sebagai agregat halus pada kuat tekan beton normal*, Institut Teknologi Padang, Padang.
- Handayani. 2007. *Timbunan Badan Jalan Dengan Bahan Timbunan Ringan*. Laporan Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan 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 Sains dan Teknologi, Binus University, Jakarta Barat.
- 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 padam pada campuran beton k-300*. Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta Pusat.
- Maricar, Tatong. 2013. *Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton*, Universitas Tadulako, Palu
- Meidiani, Rajela. 2017. *Penggunaan Variasi PH Air (ASAM) Pada Kuat Tekan Beton Normal FC' 25 Mpa*, Institut Teknologi Padang, Padang
- 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
- Tarisa, Olivia, dan Kamaldi. 2016. *durabilitas beton bubuk kulit kerang di lingkungan air gambut*. Universitas Riau, Pekanbaru
- Tjokrodimuljo, K., dan Kardiyono. 1988. *Sifat-Sifat Bahan Teknik*. Proyek Peningkatan Pengembangan Perguruan Tinggi, PAU Ilmu Teknik, UGM. Jogjakarta.
- Tjokrodimuljo, K. 1995. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Zardi dan Rahmati. 2016. *Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Abulyatama, Aceh
- 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
- Nana, Fikri, dan Lintang. *Karakterisasi Komponen Aktif Pozzolan untuk Pengembangan Portland Pozzolan Cement (PPC)*, Surabaya.
- Aditya dan Arie. *Pengaruh Variasi NaOH terhadap Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing pada Kondisi Rasio Abu Terbang Terhadap Aktivator 4 : 1*. Universitas Negeri Surabaya.