

**PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTRISTIK  
BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN**

**Tesis**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Mencapai  
Derajat Magister Teknik



Oleh :

**Effendi Khaidir Siregar**  
NPM : 163121014

Diajukan Kepada :

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTRISTIK  
BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN

Yang di persiapkan dan disusun oleh :

Effendi Khaidir Siregar

NPM. 163121014/IAU

Program Studi : Teknik Sipil  
Bidang Kajian Utama : Geoteknik dan Jalan Raya

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal, 21 April 2020

Dan dinyatakan LULUS

Dewan Penguji :

Ketua Penguji



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

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II



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



Ir. Harnedi Matzir, M.T., Ph.D.



Mengetahui :

Direktur

Program Pascasarjana Universitas Islam Riau

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

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTRISTIK  
BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN

Yang di persiapkan dan disusun oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Effendi Khaidir Siregar

NPM. 163121014

Telah disetujui oleh :

Pembimbing Utama :

Tanda Tangan

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

Tanggal : 18.-05.-2020

Pembimbing Pendamping :

Tanda Tangan

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

Tanggal : 18.-05.-2020

Mengetahui :



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

Ketua Program Magister Teknik Sipil  
Universitar Islam Riau

Turnitin Originality Report

PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTRISTIK BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN

by Effendi Khaidir Siregar



From Prodi. Teknik Sipil (Tesis 2)

- Processed on 08-Apr-2020 13:48 +08
- ID: 1292552972
- Word Count: 15365

Similarity Index

15%

Similarity by Source

Internet Sources:

16%

Publications:

3%

Student Papers:

7%

sources:

- 1 2% match (Internet from 12-May-2019)  
<https://adoc.tips/kuat-tekan-dan-kuat-lentur-beton-dengan-bahan-tambah-fly-ash.html>
- 2 1% match (Internet from 01-Apr-2020)  
<https://www.scribd.com/document/390372952/SNI-L-2008-pdf>
- 3 1% match (Internet from 08-Jul-2018)  
<https://media.neliti.com/media/publications/152674-ID-pengaruh-bahan-tambah-plastiment-vz-terh.pdf>
- 4 1% match (Internet from 10-Mar-2020)  
<https://es.scribd.com/document/370851322/manual-desain-perkerasan-jalan-2017-pdf>
- 5 1% match (Internet from 23-Feb-2020)  
<https://docplayer.info/50419711-Pengaruh-penambahan-gabungan-batu-kapur-dan-kapur-padam-pada-campuran-beton-k-300.html>
- 6 1% match (Internet from 01-May-2019)  
[http://jamesthoengsal.blogspot.com/p/blog-page\\_46.html](http://jamesthoengsal.blogspot.com/p/blog-page_46.html)
- 7 1% match (Internet from 18-Jan-2019)  
<http://alipanca5.blogspot.com/2012/07/adsorbansi-alkohol-dengan-semen.html>
- 8 1% match (Internet from 24-Dec-2018)  
<https://eprints.uny.ac.id/61775/1/Laporan%20Tugas%20Akhir.pdf>
- 9 1% match (Internet from 03-Sep-2019)  
<http://handromarsellius.blogspot.com/2017/01/pengujian-konsistensi-normal-semen.html>
- 10 1% match (Internet from 02-Aug-2018)  
<http://e-journal.uaij.ac.id/9215/6/5TS14112.pdf>



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: 374/A-UJR/5-PSTK/PPs/2020

Perpustakaan Program Pascasarjana Universitas Islam Riau menerangkan:

Nama : Effendi Khaidir Siregar  
NPM : 163121074  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah melalui proses pemeriksaan kemiripan karya ilmiah (tesis) menggunakan aplikasi *Turnitin* pada tanggal 8 April 2020 dan dinyatakan memenuhi syarat batas maksimal tingkat kemiripan tidak melebihi 30 % (tiga puluh persen).

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

Mengetahui

Pekanbaru, 9 April 2020

Ketua Prodi. Magister Teknik Sipil

Staf Perpustakaan

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

  
Sumardiono, S.IP

Lampiran:

- *Turnitin Originality Report*



**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**PROGRAM PASCASARJANA**

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Pekanbaru 28284 Riau  
Telp. (+62) (761) 674717 - 7047726 Fax. (+62) (761) 674717

NOMOR **138** /KPTS/PPS/2020  
**TENTANG PENUNJUKAN PEMBIMBING PENULISAN TESIS MAHASISWA**  
**PROGRAM MAGISTER (S2) TEKNIK SIPIL PPS UIR**

DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

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.

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**

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 Kepala	Pembimbing II

Untuk Penulisan Tesis Mahasiswa :

Nama : **EFFENDI KHAIDIR SIREGAR**  
N P M : **163121014**  
Program Studi : **MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
Judul Proposal Tesis : **PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTERISTIK BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN**

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 : 21 April 2020



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

Ditujukan kepada :

Lektor Universitas Islam Riau di Pekanbaru  
Program Magister (S2) Teknik Sipil PPS UIR di Pekanbaru

## 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 di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 21 April 2020



**EFFENDI KHAIDIR SIREGAR**  
NPM. 163121014

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, dengan segala Puji dan Syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, Karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang telah memberikan kesempatan, kesehatan, kemampuan dan keterampilan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini mulai dari proposal, penelitian, pembahasan dan analisisnya. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk tercapainya penyelesaian pendidikan pada Program Studi Magister (S2) Teknik Sipil dengan Konsentrasi Bidang Geoteknik di Universitas Islam Riau Pekanbaru.

Tesis ini berjudul **“Pengaruh Soda Api Terhadap Karakteristik Beton Struktural Pada Pekerjaan Jalan”** Tesis ini membahas tentang kuat tekan dan kuat lentur beton  $f_c' 30$  MPa dengan penambahan soda api sebagai bahan untuk mempercepat pengerasan beton dilapangan. Dengan harapan hasil penelitian ini dapat memberikan penjelasan tentang pengaruh atau akibat terhadap mutu beton setelah penambahan soda api.

Terima kasih Saya sampaikan yang setulus - tulusnya kepada :

1. Bapak Dr. Anas Puri, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Riau yang juga selaku pembimbing pertama atas semua arahan, masukan dan koreksinya kepada penulis dalam penyelesaian Tesis ini.
2. Ibu Dr. Elizar, S.T., M.T., Selaku pembimbing kedua atas semua arahan, masukan dan koreksinya, dalam penyelesaian Tesis ini.

3. Semua unsur pimpinan dan staf pada program Studi Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Riau, atas seluruh bantuan dan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Kedua Orang Tua Ku, Istri (Puji Lestari) dan Anak Ku (Cindy Rhapita Sari), yang terus memeberikan dukungan dan menyemangati sehingga tesis ini dapat di selesaikan dengan baik.
5. Ibu Miswarti, S.T., M.T., Nur, Faiz dan semua staf Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau serta Pimpinan dan staf Laboratorium AMP PT. Inti Indokomp Desa Talang Jerinjing yang telah banyak membantu dalam pengujian - pengujian untuk penelitian ini.

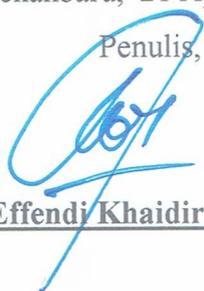
Mudah - mudahan Allah SWT dapat memberikan keridhoan-Nya kepada kita semua dan dapat membalas segala budi baik kita semua.

Harapan saya, tesis ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi kepada para peneliti lanjutan, sehingga diperoleh hasil yang dapat dijadikan rekomendasi pada pengaruh penambahan soda api sebagai bahan pengeras beton terhadap mutu beton kuat tekan dan kuat lentur di Indonesia.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan penulisan laporan ini. Semoga tesis ini dapat memberikan kontribusi yang berarti, baik informasi maupun wawasan bagi pembaca.

Pekanbaru, 21 April 2020

Penulis,

  
Effendi Khaidir Siregar

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
ABSTRAK .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Keaslian Penelitian .....	9
<b>3. LANDASAN TEORI</b> .....	<b>10</b>
3.1 Perkerasan Kaku .....	10
3.2 Metode Perancangan Tebal Perkerasan Kaku yang digunakan	11

3.3	Kategori Jenis Beton.....	16
3.4	Bahan Campuran Beton.....	18
3.4.1	Semen .....	18
3.4.2	<i>Portland</i> Type I.....	19
3.4.3	Agregat Kasar.....	20
3.4.4	Agregat Halus.....	20
3.4.5	Air.....	21
3.5	Bahan Tambah.....	21
3.5.1	Pengertian Bahan Tambah.....	21
3.6	Soda Api .....	22
3.7	Uji Slump Beton .....	22
3.8	Sifat Mekanik Beton .....	24
3.8.1	Semen Pasta .....	24
3.8.2	Semen Portland Pozolan .....	25
3.8.3	Pozolan .....	25
3.8.4	Kuat Tekan Beton .....	26
3.8.5	Kuat Lentur Beton .....	27
3.9	Hipotesis .....	28
<b>4.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
4.1	Umum .....	29
4.2	Lokasi Penelitian .....	29
4.3	Tahapan Penelitian .....	29
4.4	Spesifikasi dan Standar Penelitian Material Penyusun Beton	36

4.5	Prosedur Pengujian.....	36
4.5.1	Perosedur Pengujian Kuat Tekan .....	36
4.5.2	Perosedur Pengujian Kuat Lentur .....	37
<b>5.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
5.1	Hasil Pemeriksaan Material .....	39
5.1.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Ukuran 2-3 cm) .....	39
5.1.2	Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 1-2 cm) .....	40
5.1.3	Hasil Pemeriksaan Pasir .....	41
5.2	Data Skunder Semen Portland .....	41
5.2.1	Susunan Kimia Semen .....	42
5.2.2	Sifat-Sifat Semen Portland .....	42
5.2.3	Semen Type I .....	43
5.3	Data Skunder Soda Api .....	43
5.4	Rancangan Campuran Adukan Beton .....	45
5.5	Hasil dan Analisa Nilai Slump .....	46
5.6	Hasil Pengujian Beton .....	47
5.6.1	Kuat Tekan Beton .....	47
5.6.2	Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	47
5.6.3	Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	50
5.6.4	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	52
5.6.5	Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari .....	54
5.6.6	Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 56 hari .....	56

5.7	Pengujian Kuat Lentur Beton .....	59
5.7.1	Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari .....	60
5.7.2	Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari .....	61
5.7.3	Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari .....	63
5.7.4	Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari .....	65
5.7.5	Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7, 14, 28 dan 56 hari	67
5.8	Pengaruh Penambahan Soda Api dalam Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton .....	70
5.8.1	Hubungan Antara Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton ..	71
5.8.2	Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 7 Hari .....	71
5.8.3	Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 14 Hari .....	72
5.8.4	Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 28 Hari .....	72
5.8.5	Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 56 Hari .....	73
5.9	Bentuk Keruntuhan Benda Uji .....	74
5.9.1	Bentuk Keruntuhan Benda Uji pada Pengujian Kuat Tekan ....	74
5.9.2	Bentuk Keruntuhan Benda Uji pada Pengujian Kuat Lentur ....	76
<b>6.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>80</b>
6.1	Kesimpulan .....	80
6.2	Saran .....	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



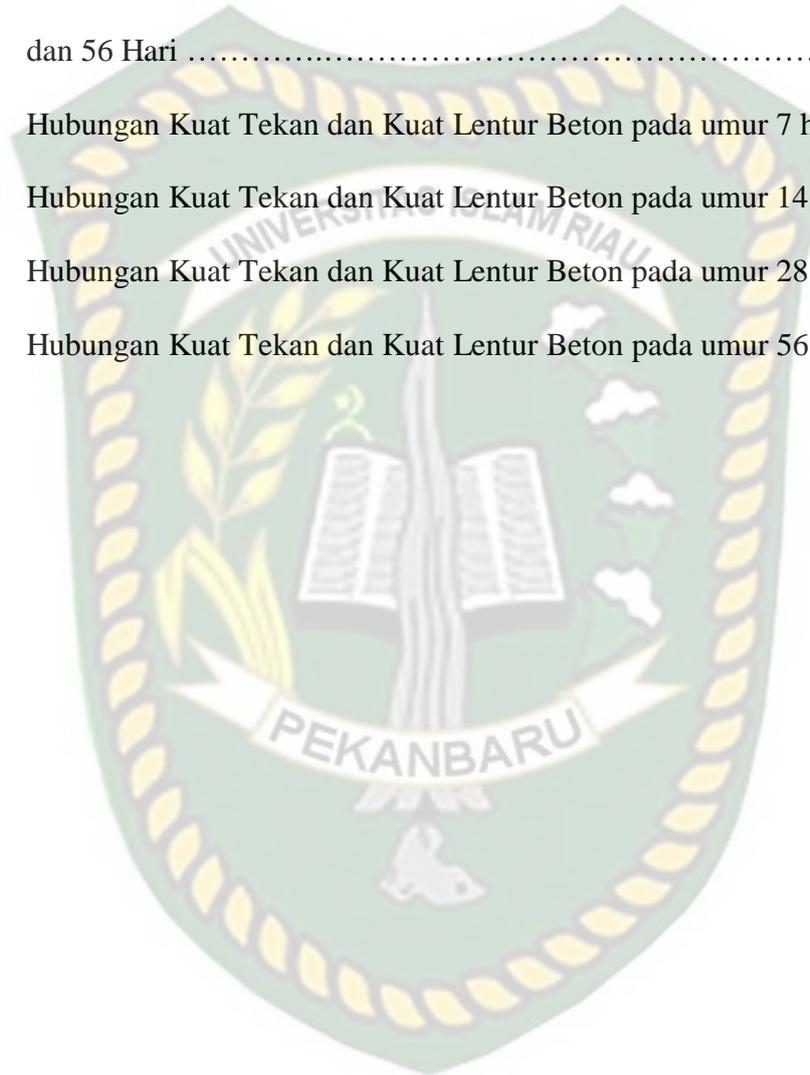
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1	Faktor Keamanan Beban ..... 14
3.2	Persyaratan desain perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji ( <i>dowel</i> ) serta bahu beton ( <i>tied shoulder</i> ), dengan atau tanpa tulangan distribusi retak ..... 15
3.3	Sifat – sifat Agregat Kasar ( Ukuran 1-2 dan 2-3) ..... 20
3.4	Standarisasi untuk Agregat Halus ..... 20
5.1	Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 2-3 cm) ..... 39
5.2	Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 1-2 cm) ..... 40
5.3	Hasil Pemeriksaan Pasir ..... 41
5.4	Senyawa Semen Portland Type I ..... 43
5.5	Senyawa Soda Api ..... 44
5.6	Rancangan Campuran ( <i>Mix Design</i> ) Adukan Mutu Beton $f_c'30$ MPa ..... 46
5.7	Pemeriksaan Hasil Nilai <i>Slump</i> ..... 46
5.8	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari ..... 48
5.9	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari ..... 50
5.10	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari ..... 52
5.11	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari ..... 54
5.12	Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari, dan 56 Hari ..... 56
5.13	Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari ..... 60

5.14	Nilai Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari .....	62
5.15	Nilai Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari .....	63
5.16	Nilai Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari .....	65
5.17	Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari, dan 56 Hari .....	67
5.18	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada umur 7 hari .	71
5.19	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada umur 14 hari	72
5.20	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari	73
5.21	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton pada umur 56 hari	73



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Bentuk Sifat Fisik Soda Api .....	22
3.2 Cetakan Slump Uji Beton (SNI-2008) .....	24
4.1 Bagan Alir ( <i>Flow Chart</i> ) Penelitian .....	35
4.2 Alat Penguji Kuat Tekan Beton .....	37
4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	37
4.4 Pengujian Kuat Lentur Beton .....	38
5.1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	49
5.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	51
5.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	53
5.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari .....	55
5.5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 56 Hari .....	58
5.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari .....	61
5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari .....	62
5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari .....	64
5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari .....	66
5.10 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 56 Hari .....	69
5.11 Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari (beton normal) setelah pengujian kuat tekan .....	74

5.12	Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 1,0 % setelah pengujian kuat tekan .....	75
5.13	Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 1,5 % setelah pengujian kuat tekan .....	75
5.14	Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 2,5 % setelah pengujian kuat tekan .....	76
5.15	Patahan benda uji balok beton umur 56 hari (beton normal) setelah pengujian kuat lentur .....	77
5.16	Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 1,0 % setelah pengujian kuat lentur .....	77
5.17	Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 1,5 % setelah pengujian kuat lentur .....	78
5.18	Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 1,5 % setelah pengujian kuat lentur .....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :

1. Test Abrasi/ Keausan (Batu Pecah Ukuran 2-3 dan 1-2)
2. Analisa Saringan (Material Pasir)
3. Analisa Saringan (Batu Pecah Ukuran 1-2)
4. Analisa Saringan (Batu Pecah Ukuran 2-3)
5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan (Material Pasir)
6. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan (Batu Pecah Ukuran 1-2)
7. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan (Batu Pecah Ukuran 2-3)
8. Analisa Saringan Agregat Kasar dan Hasil Gradasi Gabungan
9. Gradasi Gabungan Campuran Beton
10. Ringkasan Pengujian Beton  $f_c'$  30 MPa
11. Perencanaan Campuran Mutu Beton  $f_c'$  30 MPa (Job Mix Formula  $1m^3$ )
12. JMF  $f_c'$  30 MPa untuk 3 bh sampel selinder (beton normal)
13. JMF  $f_c'$  30 MPa untuk 3 bh sampel selinder (penambahan Soda Api 1%)
14. JMF  $f_c'$  30 MPa untuk 3 bh sampel selinder (penambahan Soda Api 1,5%)
15. JMF  $f_c'$  30 MPa untuk 3 bh sampel selinder (penambahan Soda Api 2,5%)
16. Ringkasan Hasil Pengujian Beton  $f_s$  4,5 MPa
17. Perencanaan Campuran Mutu Beton  $f_s$  4,5 MPa (Job Mix Formula  $1m^3$ )
18. JMF  $f_s$  4,5 MPa untuk 3 bh sampel balok (beton normal)
19. JMF  $f_s$  4,5 MPa untuk 3 bh sampel balok (penambahan Soda Api 1%)
20. JMF  $f_s$  4,5 MPa untuk 3 bh sampel balok (penambahan Soda Api 1,5%)
21. JMF  $f_s$  4,5 MPa untuk 3 bh sampel balok (penambahan Soda Api 2,5%)

22. Ringkasan Hasil Pengujian Beton  $f_s$  4,5 MPa
23. Gambar Pengujian Material
24. Faktor Koreksi Umur Beton
25. Daftar Sampel Beton  $f_c'$  30 MPa, Tanggal Cetak dan Pengujian Selinder
26. Gambar Pengujian Slump Beton
27. Pengujian Kuat Tekan Umur 7 hari dan Data Pengujian
28. Pengujian Kuat Tekan Umur 14 hari dan Data Pengujian
29. Pengujian Kuat Tekan Umur 28 hari dan Data Pengujian
30. Pengujian Kuat Tekan Umur 56 hari dan Data Pengujian
31. Gambar Keruntuan Beton pada Sampel Selinder
32. Daftar Sampel Beton  $f_s$  4,5 MPa, Tanggal Cetak dan Pengujian Balok  
Beton 15x15x60 cm
33. Pengujian Kuat Lentur Umur 7 hari dan Data Pengujian
34. Pengujian Kuat Lentur Umur 14 hari dan Data Pengujian
35. Pengujian Kuat Lentur Umur 28 hari dan Data Pengujian
36. Pengujian Kuat Lentur Umur 56 hari dan Data Pengujian
37. Gambar Jenis Keruntuan Beton pada Sampel Balok Beton

# PENGARUH SODA API TERHADAP KARAKTRISTIK BETON STRUKTURAL PADA PEKERJAAN JALAN

## ABSTRAK

Pada penelitian ini menggunakan penambahan soda api untuk mempercepat pengerasan beton  $f_c' 30$  MPa. Terinspirasi dari masyarakat yang bermukim disekitar pantai Pulau Rupa Kabupaten Bengkalis dimana pada saat pengecoran beton menambahkan soda api sebagai *additive* untuk mempercepat pengerasan beton, agar tidak tergerus dan keropos oleh air laut pada saat pasang dan surut.

Penelitian ini dilaksanakan dengan empat spesimen, dimana setiap spesimen masing - masing membuat 3 buah sampel selinder ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm pengujian kuat tekan dan sampel balok beton dengan ukuran tinggi 15 cm, lebar 15 cm dan panjang 60 cm untuk pengujian kuat lentur. Variasi penambahan soda api untuk kedua jenis sampel adalah 1%, 1,5% dan 2,5% dengan umur pengujian beton 7, 14, 28 dan 56 hari yang dibandingkan terhadap beton normal baik kuat tekan maupun kuat lentur.

Dari penelitian di dapat hasil kuat tekan beton normal 29,44 MPa umur 7 hari, 29,84 MPa 14 hari, 30,10 MPa 28 hari, 30,68 MPa 56 hari setelah penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% untuk umur 7, 14, 28 dan 56 hari, hanya satu benda uji saja yang memenuhi kekuatan tekan beton yaitu penambahan soda api 1% dengan kuat tekan 30,59 MPa di umur 56 hari. Pada pengujian kuat lentur beton normal umur 7 hari 3,64 MPa, 14 hari 4,01 MPa, 28 hari 4,56 MPa, 56 hari 4,71 MPa, setelah penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% dari umur 7, 14, 28 dan 56 hari tidak ada sampel balok beton yang dapat memenuhi kuat lentur yang diharapkan. Hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan pada umur rendaman 7, 14, 28 dan 56 hari, maka di hasilkan nilai konstanta rata-rata adalah 0,62, 0,68, 0,76 dan 0,80. Pengaruh penambahan soda api untuk mempercepat pengerasan beton berdampak buruk terhadap kuat lentur dan kuat tekan beton.

Kata Kunci: beton  $f_c' 30$  MPa; soda api; kuat tekan; kuat lentur

## ABSTRACT

*In this study using the addition of caustic soda to accelerate the hardening of concrete  $f_c' 30$  Mpa. Inspired by the people who live around the coast of Rupert Island, Bengkalis Regency where when casting concrete add soda fire as an additive to accelerate the hardening of the concrete, so it is not eroded and porous by sea water at high tide and low tide.*

*This research was carried out with four specimens, where each specimen each made 3 cylindrical samples with a diameter of 15 cm with a height of 30 cm in a compressive strength test and a concrete beam sample with a height of 15 cm, a width of 15 cm and a length of 60 cm for testing the flexural strength. The variation of the addition of caustic soda for both types of samples is 1%, 1.5% and 2.5% with the age of concrete testing 7, 14, 28 and 56 days compared to normal concrete both compressive strength and flexural strength.*

*From the research in the concrete compressive strength results obtained normal 29.44 MPa age 7 days, 29.84 MPa 14 days, 30.10 MPa 28 days, 30.68 MPa 56 days after the addition of soda soda 1%, 1.5% and 2, 5% for ages 7, 14, 28 and 56 days, only one specimen fulfilled the compressive strength of concrete, namely the addition of 1% soda soda with a compressive strength of 30.59 MPa at 56 days. In the test of normal flexural strength of 7 days 3.64 MPa, 14 days 4.01 MPa, 28 days 4.56 MPa, 56 days 4.71 MPa, after the addition of caustic soda 1%, 1.5% and 2.5 % of the ages 7, 14, 28 and 56 days there are no concrete beam samples that can meet the expected flexural strength. The relationship between flexural strength and compressive strength on the immersion age of 7, 14, 28 and 56 days, then the resulting constant values are 0.62, 0.68, 0.76 and 0.80. The effect of adding caustic soda to speed up hardening of concrete has a negative impact on the flexural strength and compressive strength of concrete.*

**Keywords:** *concrete  $f_c' 30$  MPa; caustic soda; compressive strength; flexural strength*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton adalah susunan dari beberapa jenis material yang terbentuk menjadi campuran mortar (campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air), yang dapat ditambahkan suatu bahan *additive* tertentu sesuai kebutuhan untuk mencapai kinerja (*performance*) yang diinginkan. Karena kondisi bahan campurannya yang sebagian besar bersifat alami sehingga tidak homogen, maka beton merupakan suatu material yang bersifat heterogen secara internal yang paling banyak digunakan dalam pembangunan dari dulu hingga saat ini karena beton sangat mudah dibentuknya dan pelaksanaannya terutama untuk pekerjaan struktur jalan khususnya pada perkerasan kaku (*rigid pavement*). Pada saat ini banyak pelaksanaan pekerjaan peningkatan struktur jalan menggunakan beton (*rigid pavement*) di daerah - daerah kondisi badan jalan yang baik atau bukan daerah rawa.

Permasalahan yang dapat dilihat dalam hal ini adalah penggunaan *rigid pavement* pada lokasi yang dapat di genangi oleh air pasang surut atau pada daerah rawa sangat mempengaruhi terhadap mutu beton. Dalam pelaksanaan akan menemui kendala terhadap beton, karena di genangi oleh air pasang surut sebelum beton mengeras, maka perlu ada bahan tambahan untuk mempercepat pengerasan beton dengan harga yang ekonomis. Untuk mendukung hal tersebut diatas, maka pada penelitian ini akan ditambah bahan kimia (soda api) yang bertujuan untuk mempercepat pengerasan pada beton  $f_c'30$  Mpa. Berdasar hal tersebut, maka

penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur beton dengan menggunakan soda api sebagai bahan tambahan.

Berdasarkan informasi yang didapat tentang pelaksanaan pekerjaan beton tembok pengaman pantai pada lokasi pasang surut di Pulau Rupa Kabupaten Bengkalis. Pengecoran pertama dilaksanakan sebagaimana biasanya pengecoran di daerah daratan, sehingga tanpa diduga air pasang naik sampai 75 % dari tinggi tembok tersebut terendam air laut. Pada saat diperiksa setelah air surut sebagian besar beton mengalami pengeroposan akibat pengaruh air laut tersebut. Pada saat itu masyarakat yang bermukim disekitar lokasi tersebut mengatakan bahwa mereka melakukan pengecoran beton harus menggunakan soda api sebagai campuran tambahan untuk mempercepat pengerasan dan mengawetkan beton dari pengaruh air laut tersebut. Untuk pelaksanaan pengecoran tembok pengaman pantai selanjutnya campuran beton menambahkan soda api dan pekerjaan ini dapat dilaksanakan dengan hasil yang sesuai harapan.

Dari permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Soda Api Terhadap Karakteristik Beton Struktural pada Pekerjaan Jalan".

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang dan permasalahan yang disebutkan di atas, maka dapat dirumuskan dengan 4 masalah seperti di bawah ini :

1. Apakah dengan penggunaan soda api sebagai bahan tambah dapat digunakan sebagai campuran mutu beton  $f_c'30$  MPa terhadap kuat tekan.

2. Bagaimana pengaruh soda api sebagai bahan tambah untuk mutu beton  $f_c'30$  MPa pada pekerjaan *rigid pavement* terhadap kuat lentur.
3. Berapa variasi persentase untuk penggunaan soda api sebagai bahan tambah yang dapat digunakan untuk campuran mutu beton  $f_c'30$  Mpa.
4. Bagaimana pengaruh penambahan soda api terhadap nilai konstanta antara hubungan kuat lentur dan kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilaksanakan adalah untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan soda api sebagai bahan tambah untuk campuran mutu beton  $f_c'30$  MPa terhadap kuat tekan.
2. Untuk mengetahui pengaruh soda api sebagai bahan tambah untuk mutu beton  $f_c'30$  MPa pada pekerjaan *rigid pavement* terhadap kuat lentur.
3. Untuk mengetahui variasi persentase untuk penggunaan soda api sebagai bahan tambah yang dapat digunakan untuk campuran mutu beton  $f_c'30$  Mpa.
4. Untuk mengetahui pengaruh penambahan soda api terhadap nilai konstanta antara hubungan kuat lentur dan kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari.

### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi untuk dapat dilaksanakan seakurat mungkin dan tidak melenceng dari tujuan penelitian.

Lingkup penelitian ini dibatasi pada :

1. Hanya mengkaji campuran beton dengan mutu  $f_c'30$  MPa terhadap kuat tekan

dan kuat lentur pada pekerjaan jalan.

2. Tidak mengkaji kandungan dalam soda api.
3. Mengkaji variasi persentase untuk penggunaan soda api sebagai bahan tambah yang dapat digunakan untuk campuran mutu beton  $f_c$ '30Mpa.
4. Mengkaji pengaruh penambahan soda api terhadap nilai konstanta antara hubungan kuat lentur dan kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari.

Dalam penelitian ini tidak mengkaji tentang hal - hal berikut ini :

1. Tidak mengkaji terkait dengan aspek lingkungan.
2. Tidak mengkaji tentang kimia yang terkandung dalam air yang digunakan untuk merendaman sampel beton.
3. Tidak mengkaji bahan kimia yang terkandung dalam soda api dan reaksi kimia yang terjadi pada saat pencampuran dengan beton.
4. Tidak mengkaji akan tentang biaya yang dibutuhkan selama penelitian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

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

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk rencana penelitian akan dilakukan pada Tesis ini, dahulu dan sebelumnya telah ada dilakukan penelitian - penelitian yang hampir sama antara lain :

Revisdah dan Setiawati (2016), telah melakukan penelitian tentang (Pengaruh Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton). Tujuan 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 itu sendiri. Metode yang digunakan adalah (1) Study Literatur, (2) JMF, (3) Pembuatan dan *Test* beton di Laboratorium, (4) Analisis data hasil uji. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan karakteristik dengan penggunaan air soda 8% yaitu sebesar 421,993 kg/cm<sup>2</sup>, meningkat sebesar 2,134% dibandingkan dengan kuat tekan beton biasa.

Rahmawati dan Azman (2016), telah melakukan penelitian tentang (Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan kuat tekan campuran beton normal dengan kuat tekan beton menggunakan *sika viscocrete*10. Metode yang digunakan adalah studi literatur, dilanjutkan dengan persiapan

peralatan dan pengadaan material, pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat, penggambaran gradasi agregat campuran. Selanjutnya perencanaan komposisi beton (*concrete mix design*), pengecoran beton, pengujian beton segar, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, lalu dilanjutkan dengan pengujian beton (kuat tekan) 14 hari, serta pengolahan data. Hasil penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa Kuat tekan rata-rata campuran beton normal sebesar 295,43 kg/cm<sup>2</sup>, beton *Sika Viscocrete*10 0,5% sebesar 376,50 kg/cm<sup>2</sup>, beton *Sika Viscocrete*10 1% sebesar 452,94 kg/cm<sup>2</sup>, *Sika Viscocrete*10 1,5% sebesar 501,63 kg/cm<sup>2</sup> dan beton *Sika Viscocrete*10 1,8% sebesar 515,78 kg/cm<sup>2</sup> dan pengujian kuat tekan beton menggunakan *Sika Viscocrete*10 1,8% menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dari pada *Sika Viscocrete*10 1,5%; 1%; 0,5%. Perlakuan tersebut merupakan kondisi ideal yang maksimum untuk diaplikasikan.

Maricar, Tatong dan Hasan (2013), telah melakukan penelitian tentang (Pengaruh Penambahan *Plastiment-VZ* Terhadap Sifat Beton). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh penambahan *Plastiment-VZ* dan beton normal terhadap kuat tekan dan pemeriksaan waktu pengikatan (*setting time*). Metode yang digunakan adalah : 1. Persiapan bahan dan alat, 2. Pemeriksaan material, 3. Pembuatan rancangan komposisi beton normal dan bahan tambah *plastiment-VZ*, 4. Pemeriksaan slump, 5. Pembuatan sampel, 6. Pengujian benda uji dan 7. Hasil dan analisis. Hasil penelitian menunjukkan penambahan *Plastiment-VZ* sebesar 0,60% dari jumlah semen yang digunakan, dapat menunda pencapaian kekuatan tekan beton pada umur 1 - 7 hari yaitu sebesar 29,54% dari beton normal. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan beton normal sebesar 18,212 MPa pada umur

7 hari, beton yang ditambahkan *Plastiment-VZ* sebesar 0,60% diperoleh kuat tekan sebesar 12,833 MPa di umur 7 hari. Pada umur 14 hari sebesar 24,251 MPa dan umur 28 hari 32,083 MPa. Penambahan *Plastiment-VZ* sebesar 0,20%, 040% dan 0,60% tidak memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton umur 28 hari dengan masing - masing sebesar 29,948 MPa, 30,951 MPa dan 32,083 Mpa. Dimana kuat tekan tersebut tidak mencapai nilai kuat tekan rata - rata yang ditargetkan, yaitu  $f'_{cr} = 37$  MPa. Dan dari pemeriksaan *setting time* pasta semen dengan penambahan *Plastiment-VZ* sebesar 0,20%, 0,40% dan 0,60% dapat memperlambat waktu pengikatan semen. Pada pasta semen tanpa *Plastiment-VZ* membutuhkan waktu ikatan awal selama 86,86 menit (1,45 jam) sedangkan pasta semen yang ditambahkan *Plastiment-VZ* sebesar 0,20% memerlukan waktu ikatan awal selama 553,52 menit (9,32 jam), untuk persentase 0,40% selama 919 menit (15,32 jam) dan untuk persentase 0,60% dengan waktu 1.231,35 menit (3,86 jam). Dengan diperlambatnya waktu ikatan awal secara otomatis memperlambat waktu pengikatan akhir. Dengan ditambahkan *Plastiment-VZ* sebesar 0,20% sampai 0,60% waktu pengerasannya lebih lama jika dibandingkan dengan waktu pengerasan pada beton biasa.

Armeyn dan Gusrianto (2016), telah melakukan penelitian tentang (Pengaruh Penambahan Batu Kapur Padat Sebagai Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton Normal). Tujuan dari penelitian adalah untuk dapat mengetahui pengaruh dari batu kapur padat sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton yang diharapkan beton yang memiliki mutu baik dengan tidak mengurangi nilai kekuatan pada mutu beton. Metode yang digunakan adalah : (1) Ekperiment

penambahan batu kapur padat terhadap kuat tekan beton. Bahan tambah batu kapur padat divariasikan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, (2) Pemeriksaan gradasi, pengecekan kotoran material, penyaringan no. 200, pengujian berat isi, berat jenis dan penyerapan agregat, (3) Pembuatan benda uji berbentuk kubus ukuran 150 x 150 x 150 mm sebanyak 3 (tiga) sampel tiap variasi yang berbeda untuk setiap jenis campuran, (4) Pengujian benda uji dan (5) Analisis dan pembahasan. Dari hasil penelitian dapat dilihat adanya pengaruh batu kapur padat sebagai penambah material halus terhadap kekuatan tekan beton  $f_c'25$  MPa. Dengan ditambah batu kapur padat sebagai agregat halus dapat mengurangi nilai kuat tekan beton, persentase nilai kuat tekan dengan batu kapur padat 5%, 10% dan 15% pada umur 7 hari sebesar 202,16 kg/cm<sup>2</sup>, 143,25 kg/cm<sup>2</sup> dan 118,06 kg/cm<sup>2</sup> terhadap beton normal 87,53 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada umur 28 hari berturut - turut sebesar 241,36 kg/cm<sup>2</sup>, 197,03 kg/cm<sup>2</sup>, dan 219,30 kg/cm<sup>2</sup> terhadap beton normal 226,84 kg/cm<sup>2</sup>.

Darren, Gunaran, Hendry, Elly dan Budirahardjo (2016), telah melakukan penelitian tentang (Pengaruh Penambahan Gabungan Batu Kapur dan Kapur Padam Pada Campuran Beton K-300). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui variasi tunggal yang mempengaruhi hasil kuat tekan adalah dengan penambahan kadar zat aditif dari batu kapur dan kapur padam. Metode yang digunakan adalah rancangan (*mix design*) dengan SNI 03-2834-1993 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Kuat tekan rencana pada penelitian ini adalah  $f_c' 33,40$  MPa dengan faktor air semen rencana adalah 0,56. Nilai *slump* sebesar  $10 \pm 2$  cm dengan ukuran maksimum batu pecah

adalah 20 mm. Berat isi beton adalah 2.387,5 kg/m<sup>3</sup>. Selanjutnya adalah pembuatan benda uji dengan tiga buah variasi kadar zat aditif campuran batu kapur dan kapur padam, yaitu sebesar 10%, 20%, dan 30% dari berat semen. Pencampuran batu kapur dan kapur padam dilakukan bersamaan dengan agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Pada kadar 10% menaikkan kuat tekan paling tinggi sebesar 32,8% sedangkan pada kadar 20% dan 30% menaikkan kuat tekan sebesar 11,96% dan 24,21%.

## 2.2 Keaslian Penelitian

Penelitian yang berkaitan dengan pengaruh bahan tambah terhadap karakteristik atau kuat tekan beton, pernah juga dilakukan oleh beberapa orang termasuk penelitian - penelitian terdahulu yang telah dijelaskan sebelumnya yakni penelitian oleh Revisdah dan Setiawati (2016), Rahmawati dan Azman (2016), Maricar, Tatong dan Hasan (2013), Armeyn dan Gusrianto (2016) dan Hajatni Hasan (2013), dan Darren, Gunaran, Hendry, Elly dan Budirahardjo (2016). Perbedaan dengan penelitian - penelitian yang tersebut di atas yaitu :

1. Penelitian ini mengkaji tentang kuat tekan dan kuat lentur akibat pengaruh penambahan soda api sebagai alternatif bahan tambah untuk mutu beton  $f_c$ '30 MPa pekerjaan *rigid pavement*.
2. Material atau batu pecah yang digunakan berasal dari ex quarry Suban Batas Jambi.
3. Pasir yang digunakan berasal dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

Landasan teori yang dipergunakan dalam kajian ini, perlu dikemukakan tentang teori - teori yang berkaitan dengan kajian beton yang digunakan untuk pekerjaan perkerasan jalan.

#### 3.1 Perkerasan Kaku

Jalan raya adalah prasarana transportasi untuk melayani lalu lintas kendaraan baik bermotor maupun *non* bermotor dengan beban lalu lintas mulai dari yang ringan hingga yang berat. Konstruksi perkerasan jalan terdiri atas tiga jenis, yaitu perkerasan lentur dengan konstruksi aspal sebagai lapis perkerasannya, perkerasan kaku dengan struktur beton, dimana semen sebagai bahan pengikatnya yang jalannya biasa juga disebut jalan *rigid* dan perkerasan komposit dengan menggunakan beton sebagai struktur dan aspal sebagai lapisan atasnya (Barnabas, 2005)

Pada dasarnya teknik jalan raya, pelat beton atau perkerasan kaku dibangun langsung di atas tanah dasar dengan tanpa memperhatikan jenis tanah dasar dan kondisi saluran air. Dengan bertambahnya jumlah lalu lintas, maka perlu diperhatikan jenis tanah dasar yang sangat berperan penting terhadap pelaksanaan perkerasan, terutama untuk menghindari terjadinya pengaruh *pumping* pada perkerasan. *Pumping* adalah proses keluarnya air dan butiran - butiran halus dari pondasi bawah melalui sambungan beton atau pada bagian pinggir beton, akibat lendutan atau gerakan vertikal pada plat beton karena beban yang melintas di atasnya, setelah itu akan adanya air bebas yang

terakumulasi di bawah plat beton (Suryawan, 2005). Untuk mengatasi *pumping* adalah faktor yang sangat penting untuk diperhatikan dengan perancangan konstruksi yang baik. Klasifikasi untuk lapis perkerasan beton dapat dilaksanakan dengan 2 tipe (Suryawan, 2005).

1. Penggunaan tulangan *dowel* dan *tie bar* untuk perkerasan beton. Pengendalian retak pada beton dapat digunakan wire mesh, penggunaannya independent terhadap adanya tulangan *dowel*.
2. Penggunaan persentase besi yang cukup banyak pada perkerasan beton bertulang menerus dengan tidak ada siar kecuali untuk keperluan pelaksanaan konstruksi diperlukan beberapa siar murni.

Penghitungan nilai tegangan dapat dilakukan dengan teori untuk beban statis. Untuk perencanaan jalan, nilai tegangan dapat di-modifikasi dengan cara perhitungan repetisi beban lalu lintas. Beton harus dapat bertahan terhadap perubahan yang berulang sebanyak repetisi beban, sehingga dapat bertahan dengan besaran beban yang berulang (Suryawan, 2005).

### **3.2 Metode Perancangan Tebal Perkerasan Kaku yang Digunakan**

Pembahasa mengenai parameter lalu lintas yang digunakan untuk perancangan tebal konstruksi dengan menggunakan metode Bina Marga.

#### **1. Umur Rancangan**

Umur rancangan yang dibutuhkan untuk perencanaan tebal perkerasan. Umur rancana adalah waktu dimana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan *reservasi* atau kemampuan umur rencana (Hardiyatmo, 2015).

## 2. Analisa Volume Kendaraan

Batasan dalam analisis struktur perkerasan adalah volume kendaraan yang diperlukan untuk menghitung beban kendaraan rencana yang dipikul oleh struktur selama umur rencana. Beban dihitung dari volume kendaraan pada tahun survei yang diproyeksikan ke depan selama umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume kendaraan sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun (Dirjent Bina Marga, 2017).

Elemen utama beban kendaraan dalam perencanaan adalah :

1. Beban gandar kendaraan berusaha.
2. Beban yang dinyatakan dalam sumbu standar adalah volume lalu lintas.

Dasar analisis volume lalu lintas diperoleh dari hasil survei :

- a. Survei lalu lintas harus dilaksanakan dengan durasi minimal 7x24 jam. Pelaksanaan survei secara manual atau menggunakan peralatan dengan metode pendekatan yang sama.
- b. Hasil - hasil survei kendaraan terdahulu.
- c. Perkiraan nilai untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

Menganalisis volume lalu lintas, penentuan volume kendaraan pada jam sibuk, lalu lintas harian dan rata - rata tahunan (LHRT) yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Nilai LHRT berpedoman pada data survei volume kendaraan dengan mempertimbangkan faktor k.

## 3. Data lalu lintas

Kepastian data lalu lintas perlu untuk menghasilkan perencanaan tebal perkerasan yang efektif. Data harus harus meliputi semua jenis kendaraan usaha.

#### 4. Jenis Kendaraan

Metode klasifikasi kendaraan berdasarkan Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas. Kendaraan tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan adalah kendaraan penumpang beban gandar, kendaraan ringan dan Kendaraan bermotor yang cukup kecil. Yang perlu diperhitungkan dalam analisis hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih.

#### 5. Faktor Perkembangan Lalu Lintas

Faktor perkembangan lalu lintas dengan pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

#### 6. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana adalah merupakan ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan truk dan bus yang besar. Kumulatif beban gandar standar (ESA) adalah beban kendaraan pada lajur rencana dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL).

#### 7. Faktor Ekuivalen Beban

Rencana perkerasan, beban kendaraan dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana selama umur rencana.

## 8. Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Berpedoman pada perencanaan perkerasan kaku, beban lalu lintas rencana didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dan bukan pada nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survey jembatan timbang di sekitar ruas jalan tersebut.

## 9. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif merupakan jumlah semua beban sumbu lalu lintas rencana pada lajur rencana sepanjang umur rencana yang ditetapkan. (Dirjend Bina Marga, 2017)

## 10. Faktor Keamanan Beban

Penentuan beban desain diperoleh dengan mengalikan beban sumbu dengan faktor keamanan beban. Faktor keamanan beban seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen.

**Tabel 3.1** Faktor Keamanan Beban

No.	Pengguna	Nilai (FKB)
1	Jalan bebas hambatan utama dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi	1,2
2	Jalan bebas hambatan dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton, Pd-T-14(2003)

## 11. Penentuan Nilai CBR

Untuk perencanaan jalan daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rendaman 4 hari dengan kepadatan standar kering maksimum 95%. Untuk mendapatkan nilai CBR yang sebenarnya harus dilakukan pengujian daya

dukung. Di Indonesia tanah dasar yang lazim ditemui mempunyai nilai CBR sekitar 4% bahkan dapat serendah 2% berdasarkan kriteria - kriteria pada pada tersebut (Dirjend Bina Marga, 2017).

*CBR* yang umum digunakan di Indonesia dengan besaran 6% untuk lapis tanah dasar yang mengacu pada spesifikasi departemen pekerjaan umum edisi 2005. Yang nilai *CBR* 4% dan 5% tanah dasarnya dapat digunakan setelah melalui analisis geoteknik. Dalam perencanaan tebal perkerasan nilai *CBR* yang kurang dari 6% dapat digunakan, tetapi akan mempengaruhi penambahan tebal perkerasan atau perlu penanganan khusus untuk lapisan tanah dasar (Suryawan, 2009)

#### 12. Penentuan Tebal Plat Beton Minimum

Metode perencanaan perkerasan kaku mengacu pada ketentuan Pd T-14-2003 perencanaan tebal perkerasan jalan beton semen. Berdasarkan spektrum beban menurut Pd T-14-2003 beban sumbu adalah untuk kondisi beban yang terkendali (Dirjend Bina Marga, 2017).

**Tabel : 3.2** Persyaratan rencana perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji dengan atau tanpa tulangan distribusi retak.

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
<i>Dowel</i> dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	29	30
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase	150				

Sumber : Dirjend Bina Marga (2017).

Penerapan kelompok sumbu kendaraan niaga dengan beban yang aktual harus diterapkan oleh perencana (Dirjend Bina Marga, 2017).

Perkerasan *rigid* yang kaku dan memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal yang paling penting diketahui adalah kapasitas struktur yang akan memikul beban, maka faktor yang perlu diperhatikan dalam mendesain perkerasan kaku adalah kekuatan dan mutu beton itu sendiri, daya dukung tanah dasar atau pondasi berpengaruh kecil terhadap kemampuan struktural perkerasannya. Kuat tekan dan kuat lentur merupakan tolak ukur fisik yang perlu diperhatikan dan dalam mendesain perkerasan kaku tidak boleh diabaikan.

### **3.3 Kategori Jenis Beton**

Pada umumnya beton merupakan jenis material konstruksi yang sudah banyak digunakan pada konstruksi di Indonesia, karena dalam proses pembuatan telah terbukti handal dalam memikul beban tekan pada struktur. Selain memiliki kelebihan yang handal dalam memikul beban tekan, beton juga memiliki kelemahan dalam menerima gaya tarik. Beton memiliki sifat kemudahan dalam pelaksanaan, ketahanan, keandalan selama umur layannya. Kekuatan beton sendiri ditentukan oleh beberapa faktor (Thoengsal, 2017).

Mutu beton dapat ditentukan dari beberapa faktor diantaranya :

1. Faktor Air Semen.
2. Komposisi bahan - bahannya yang digunakan.
3. Kualitas materialnya.

4. Modulus kehalusan pasir.
5. Ukuran terbesar agregat yang dipakai.
6. Bidang pecah agregat.
7. Kondisi suhu pada saat pencampuran.
8. Kondisi pada saat pencetakan dan perawatan sampel.

Klasifikasikan beton dapat dibagi dalam beberapa jenis berdasarkan beratnya (Thoengsal, 2017).

1. Beton Normal adalah beton yang memiliki berat isi berkisar (2200 - 2500) kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan batu pecah. Beton ini pada umumnya dipakai untuk keperluan dengan beban yang relatif kecil seperti rumah tinggal, ruko, kantor, gedung sekolah dan lainnya.
2. Beton Ringan merupakan jenis beton yang berat isi antara (1400-1800) kg/m<sup>3</sup>. Beton ringan biasanya dikombinasikan dengan jenis material ringan seperti *sterofom*. Beton ringan juga memiliki bagian berdasarkan kekuatannya antara lain beton ringan dengan kekuatan ringan, kekuatan sedang dan beton ringan struktural.
3. Beton Massa merupakan beton yang aplikasi pekerjaan dengan menggunakan volume beton dan luasan permukaan yang relatif besar dan menerus misalnya pekerjaan pondasi rakit, plantaran, dinding tanggul, bendungan, bendung, dan *retaining wall*.
4. Beton Mutu Tinggi adalah beton yang memiliki kekuatan yang relatif cukup tinggi dengan kuat tekan minimal > 41,4 Mpa. Beton ini biasanya digunakan untuk elemen struktur yang menahan beban yang besar seperti *girder*

*jembatan, pier, poer, spun pile pondasi, sheet pile, rigid pavement* dan elemen struktur gedung tingkat tinggi.

5. Beton Berat suatu beton yang memiliki berat isi  $> 3200 \text{ kg/m}^3$ . Beton berat ini pada dasarnya memiliki bobot massa, tingkat kerapatan yang padat dan berat, banyak diaplikasikan pada bangunan khusus seperti dinding nuklir, tanur, silo, fasilitas pengujian, penelitian atom dan fasilitas penyehatan yang membutuhkan tingkat kerapatan massa yang cukup kompak sehingga sulit untuk ditembus oleh paparan gas ataupun radiasi. Material yang dipakai untuk beton berat menggunakan material agregat seperti biji besi, logam atau sejenis material yang berat pula.

### **3.4 Bahan Campuran Beton**

Dalam membuat komposisi campuran beton pada perencanaan beton dibutuhkan standar yang biasanya kita gunakan adalah SNI dalam melakukan *trial mix design* untuk campuran beton. Kualitas beton bias didapat dengan pemilihan material yang baik, perhitungan komposisi yang tepat, cara pelaksanaan dan perawatan sampel yang baik. Untuk pembuatan beton yang baik, material – materialnya harus melalui tahapan pengujian sesuai standar di Indonesia yang sudah baku, sehingga material yang digunakan dapat memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan (Thoengsal, 2017).

#### **3.4.1 Semen**

Semen berfungsi sebagai perekat butiran - butiran agregat setelah diaduk dengan air, sehingga menjadi suatu massa yang kompak, padat dan kuat. Selain itu semen juga dapat mengisi mengisi pori - pori diantara butiran agregat pada beton. Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan

dengan menghaluskan *klinker* terutama terdiri dari atas *silikat calsium* yang bersifat *hidrolis*, dengan *gips* sebagai bahan tambahannya. Biasanya lalu klinker dihaluskan 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 (Tjokrodimuljo, 1996).

### 3.4.2 Portland Type I

*Portland* type I merupakan jenis semen yang banyak digunakan disekitar kita karena beredar luas di pasaran dan mudah didapatkan. Kegunaan Semen *Portland* Type I diantaranya jenis bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, jembatan dan jalan raya. Untuk lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah semen *Portland* Type I ini sangat cocok digunakan (Tjokrodimulyo, 1994).

Bahan baku untuk memperoleh oksida – oksida. Pengujian semen type I dapat dilakukan dengan metode pengujian semen *portand* dengan SNI 2049: 2000.

1. Batu kapur kalsium ( $\text{CaCO}_3$ ), setelah mengalami proses pembakaran menghasilkan kapur oksida ( $\text{CaO}$ ).
2. Tanah liat yang mengandung oksida Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).
3. Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan  $\text{SiO}_2$ .
4. Pasir besi untuk menambah kekurangan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

### 3.4.3 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan material granular, krikil dan batu pecah sebagai komponen untuk membentuk suatu beton yang kuat dan padat.

**Tabel 3.3** Sifat - sifat Agregat Kasar ( Ukuran 1-2 dan 2-3)

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

Sumber : Spesifikasi umum revisi-3 (2010)

Metode pengujian agregat kasar dengan SNI 1969:2008, metode pengujian keausan agregat dengan SNI 2417:2008, metode pengujian berat jenis agregat kasar dengan SNI 1969:1990, metode pengujian berat isi volume dengan SNI 1973 : 2008 dan spesifikasi umum (revisi-3) 2010.

### 3.4.4 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang berupa pasir alam atau berupa abu batu yang dihasilkan dari mesin pemecah batu dengan ukuran butir paling besar 4,95 mm. (Neville, 1997).

**Tabel 3.4** Standarisasi untuk Agregat Halus

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

Sumber : Spesifikasi umum revisi-3 (2010)

Metode pengujian dengan SNI 1970:2008 untuk agregat halus, metode pemeriksaan berat jenis dengan SNI 1970:1990, pengujian berat isi volume dengan SNI 1973:2008 dan spesifikasi umum (revisi-3) 2010.

#### **3.4.5 Air**

Air sebagai bahan pencampur yang dapat bereaksi dengan semen dalam pengaduk akan menjadi pasta pengikat agregat yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton dan untuk mempermudah pekerjaan. Persyaratan air dapat digunakan untuk beton yaitu : bersih, tidak mengandung lumpur dan material yang dapat merusak beton, seperti : garam, senyawa asam, zat organik, minyak dan alkali (Tjokrodinuljo, 1996).

#### **3.5 Bahan Tambah**

Bahan tambahan adalah bahan yang yang ditambahkan ke dalam adukan beton sebelum beton dituangkan kedalam cetakan yang direncanakan. Fungsi dari bahan tambah adalah untuk mengubah sifat - sifat beton atau pasta semen agar dapat mempercepat pengerasan untuk suatu pekerjaan tertentu yang lebih ekonomis untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawy, 1996).

##### **3.5.1 Pengertian Bahan Tambah**

Bahan tambah pada umumnya dicampurkan ke dalam adukan beton dengan jumlah lebih sedikit dari semen, sehingga tingkat pengendaliannya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Pengendalian terhadap bahan tambah perlu dilakukan dengan tujuan untuk dapat melihat bahwa dengan pemberian bahan tambah pada beton tidak menimbulkan dampak buruk seperti kenaikan penyusutan kering, pengurangan mutu beton (Brook, 1991).

### 3.6 Soda Api

Soda api atau *natrium hidroksida* (NaOH), dikenal juga dengan soda *kaustik* merupakan sejenis basa logam kaustik. Ketika dilarutkan ke dalam air *Natrium hidroksida* membentuk larutan alkalin yang kuat. *Natrium Hidroksida* banyak digunakan di bidang industri, proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Umumnya dipergunakan di laboratorium kimia sebagai pembersih adalah *natrium hidroksida* (Lukman, 2019).



Gambar 3.1. Bentuk Sifat Fisik Soda Api

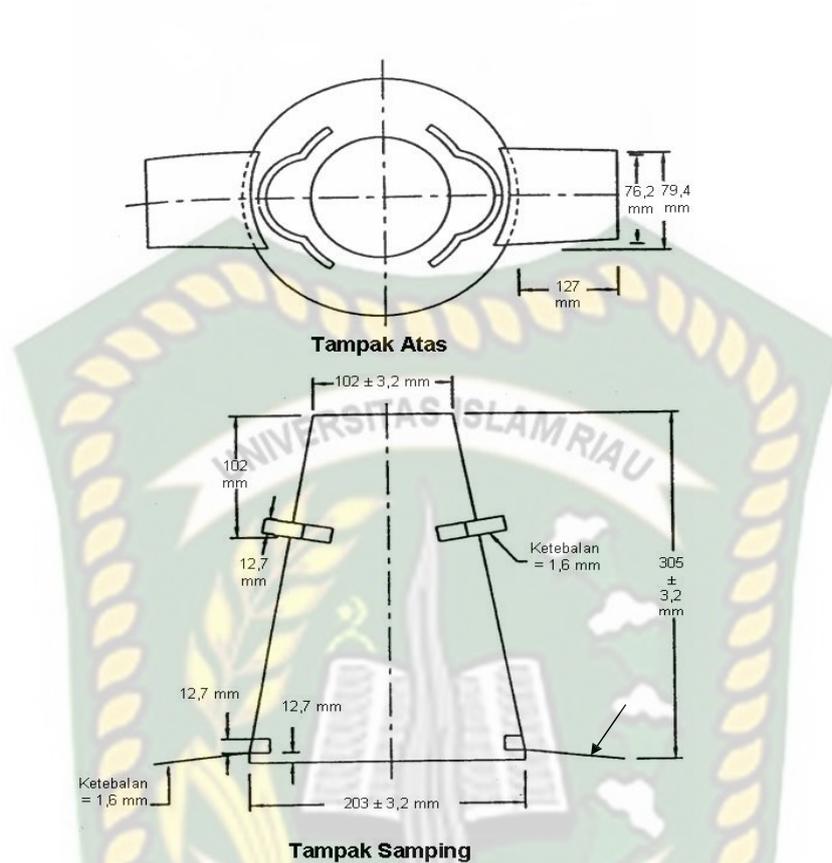
Gambar menunjukkan bentuk sifat fisik soda api yang berwarna putih bersih, padat dalam bentuk serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Bersifat lembab, mudah cair jika terkena air secara spontan dengan titik leleh pada suhu 318°C dan titik didih dengan suhu 1390°C (Setiabudi, 2016).

### 3.7 Uji Slump Beton

Uji slump untuk adukan beton merupakan langkah kerja untuk menentukan slump dari beton semen hidrolis plastis. Cara uji ini merupakan suatu teknik untuk memantau adukan beton segar dengan kekentalan tertentu yang

disebut dengan nilai slump. Dalam pelaksanaan di lapangan kita harus berhati-hati, karena banyak hal yang berpengaruh terjadinya perubahan nilai slump, sehingga hasil slump yang diperoleh di lapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan.

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 3.2. 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. (SNI.1972:2008)



Gambar 3.2. Cetakan Slump Uji Beton (SNI-2008)

### 3.8 Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton keras merupakan kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang lebih daktail, kededapan air dan udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang.

#### 3.8.1 Semen Pasta

Konsistensi Normal Semen adalah suatu kondisi pasta semen dalam keadaan standar basah yang airnya merata dari ujung satu hingga ke ujung lainnya. Maksud dari konsistensi normal semen itu sendiri untuk menentukan

waktu mulainya pengikatan semen mulai dari dicampurnya semen dengan air. Dan juga menentukan kadar air yang sesuai dalam semen Portland dalam waktu yang ditentukan. Karena jumlah air tersebut nantinya akan mempengaruhi workability pasta semen itu sendiri. Teori percobaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan pada penyiapan pasta semen untuk pengujian. Le Chatelier adalah yang pertama mengobservasi dan menemukan bahwa hidrasi dari semen secara kimiawi menghasilkan produk yang sama dengan hidrasi dari masing-masing senyawa. Hidrasi semen adalah reaksi yang terjadi antara komponen-komponen atau senyawa - senyawa semen dengan air menghasilkan senyawa hidrat. Reaksi semen tersebut akan menghasilkan panas yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas atau mutu beton (Marsellius, 2017).

### **3.8.2 Semen Portland Pozolan**

Suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama - sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6% sampai dengan 40% massa semen portland pozolan.

### **3.8.3 Pozolan**

Bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan

kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen.

#### **3.8.4 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah kekuatan beton maksimum pada saat ditekan yang dapat menopang beban beton dengan per satuan luas. Kuat tekan beton normal adalah antara 20 - 40 MPa. Yang mempengaruhi kuat tekan beton diantaranya faktor air semen, sifat dan jenis mterial, komposisi campuran, pelaksanaan pengadukan, perawatan dan umur beton. Untuk menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi dengan komposisi besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum.

Yang mempengaruhi kuat tekan beton dapat disebabkan komposisi campuran beton dengan jumlah pasta semen harus cukup, agar dapat melumuri seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi pori diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang rencanakan. Untuk mendapatkan beton dengan kekuatan seperti yang diharapkan, maka beton yang baru perlu dilakukan perawatan agar proses hidrasi beton dapat berlangsung dengan baik. Pada proses hidrasi beton dibutuhkan kondisi suhu dengan kelembaban tertentu dan terhindar dari paparan sinar matahari supaya terhindar dari retak - retak pada permukaan yang akan menyebabkan turunnya kekuatan beton.

Kekuatan dan keawetan adalah sifat beton yang tak terlepas dari sifat - sifat bahan dasar kita gunakan, jumlah perbandingan materialnya, cara

pencampurannya, maupun cara penuangan adukan beton, pemadatan dan perawatan selama waktu pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996).

Kuat tekan beton mengalami peningkatan sesuai dengan lamanya umur beton. Pada umur 28 hari kuat tekan beton dianggap mencapai 100%. Peningkatan kekuatan beton dengan bahan pengikat semen type 1 sesuai dengan umur beton dapat disajikan dalam bentuk tabel (SNI 1974:2011)

Kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.1).

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

dimana :

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

$P$  : beban maksimum (N)

$A$  : luas bidang tekan benda uji ( $\text{mm}^2$ )

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

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

dimana :

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

$N$  : Jumlah benda uji (buah)

### 3.8.5 Kuat Lentur Beton

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

Menurut (SNI 2493:2011) adalah metode pembuatan dan perawatan sampel beton di laboratorium untuk balok beton uji lentur dengan panjang balok 600 mm, tinggi balok 150 mm dan untuk lebar balok 150 mm, semua bidang permukaan harus rata dan bebas dari retak, goresan, lubang, lekukan, bidang samping harus rata, tegak lurus terhadap bidang bawah dan bidang atasnya.

Kuat 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 blok tumpuan (mm).

$b$  : lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm).

$d$  : tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm).

Hasil pengujian adalah merupakan rancangan tentang metode pengujian kuat lentur beton dengan benda uji balok beton sederhana yang dibebani terpusat secara langsung.

### 3.9 HIPOTESIS

Hipotesis penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui pengaruh mutu beton setelah penambahan soda api pada campuran beton  $f_c$ '30 MPa terhadap kuat tekan dan kuat

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Umum**

Tesis ini menggunakan metode penelitian yang meliputi antara lain : lokasi, penggunaan bahan dan alat, tahapan pelaksanaan penelitian, cara eksperimen dan pembiayaan. Pelaksanaan penelitian bahan dan pembuatan sampel dilakukan di laboratorium PT. Inti Indokomp.

#### **4.2. Lokasi Penelitian**

Perlu ditentukan lokasi studi dan pengambilan bahan yang dibutuhkan untuk campuran beton. Lokasi studi dilaksanakan di :

1. Laboratorium AMP. PT. Inti Indokomp
2. Jalan Lintas Timur Desa Talang Jerinjing Kec. Rengat Barat Kab. Indragiri Hulu Provinsi Riau.

#### **4.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan pelaksanaan studi ini dilakukan dengan tahapan diawali dari pengambilan material, pengujian seluruh bahan yang akan digunakan, menghitung proporsi material atau *desain mix formula* sesuai dengan mutu beton  $f_c' 30$  MPa, cetak sampel selinder dan balok, masa perawatan benda uji dengan waktu 7, 14, 28 dan 56 hari perendaman, pengujian semua sampel, analisis semua data hasil pengujian dan membuat kesimpulan serta saran. Hasil penelitian ilmiah ini harus dilaksanakan berurutan, teratur dan jelas, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggung jawabkan. Dan untuk itu pelaksanaan penelitian dilaksanakan dengan tahapan - tahapan :

## 1. Persiapan

Pada tahap persiapan ini semua material dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian perlu dipersiapkan sebaik mungkin, agar penelitian dapat berjalan dengan baik sesuai tahapan.

### a. Bahan dan Peralatan

Dalam hal peneliti harus mempersiapkan kebutuhan material dengan matang sesuai kebutuhan. Penggunaan material harus disesuaikan dengan ketentuan, standart atau spesifikasi yang berlaku pada saat ini. Begitu juga dalam penggunaan peralatan kerja dan laboratorium beton yang harus disiapkan untuk mendukung penelitian ini.

1. Penyiapan bahan dan material
2. Persiapan seluruh peralatan yang dipakai dalam pengujian.
3. Pengujian material dan bahan.
4. Perencanaan campuran beton (mix design).
5. Pelaksanaan pembuatan sample selinder dan balok beton.
6. Pengujian slump.
7. Pelaksanaan perawatan beton.
8. Pengujian kuat tekan beton.
9. Pengujian kuat lentur pada balok beton.
10. Pengolahan hasil data pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton.

### b. Bahan yang digunakan

Bahan dan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang dipakai adalah semen *Portland* tipe I produksi Semen Padang.
2. Pasir (agregat halus) yang digunakan yaitu pasir dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit.
3. Batu pecah (agregat kasar) dari ex quarry Suban Batas Jambi.
4. Air tanah dari sumur bor Laboratorium PT. Inti Indokomp.

5. Soda api dari pembelian toko bangunan di Pematang Reba.

c. Peralatan yang Digunakan

Dalam penelitian penggunaan peralatan adalah alat - alat yang berada di Laboratorium PT. Inti Indokomp.

1. Alat penguji kuat tekan beton.
2. Alat penguji kuat lentur beton.
3. Conical mould untuk mengukur keadaan SSD agregat halus.
4. Gelas ukur untuk cek kadar lumpur.
5. Mixer elektrik untuk mengaduk campuran beton.
6. Pengujian *abrasi* agregat kasar (Mesin *Los Angeles* dan bola baja).
7. Pengujian slump (Kerucut Abrams).
8. Panci kecil untuk tempat air
9. Satu set saringan dan alat penggetar standar SNI 1969:2008.
10. Timbangan tripple beam dengan ketelitian 0,10 gram.
11. Timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram.
12. Oven dan pengatur suhu.
13. Mould silinder untuk sampel pengujian kuat tekan yang berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 12 buah.
14. Mould balok beton 12 buah untuk sampel uji kuat lentur dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.
15. Alat pendukung yang dibutuhkan seperti helm, kunci - kunci, obeng, tang, sarung tangan, masker, dan alat bantu lainnya.

## 2. Pengujian Material

Pengujian bahan dilaksanakan terhadap seluruh bahan yang digunakan untuk campuran beton. Pengujian bahan dilaksanakan 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 dalam penelitian ini berpedoman pada tata cara pembuatan rencana komposisi campuran beton normal SNI 2834:2000. Pembuatan campuran dilakukan dengan mixer listrik. Cara pembuatan adukan dimulai dari penyiapan material, peralatan dan perhitungan komposisi beton (*Mix Design*). Penggunaan bahan tambah akan diberikan sesuai proporsi pengujian yang akan dilakukan. Penyiapan tempat cetakan untuk sampel selinder dan balok beton dan menuangkan beton yang telah memenuhi persyatan adukan beton serta di tojok - tojok dengan besi agar beto dapat padat dalam cetakan.

## 4. Pembuatan Sampel dan *Test Slump*

Pembuatan sampel uji yang dipakai untuk uji kuat tekan dalam bentuk silinder dengan jumlah 48 (empat puluh delapan) buah dan dalam bentuk balok

beton untuk pengujian kuat lentur sebanyak 48 (empat puluh delapan) sampel dengan persentase penambahan soda api sebesar 0%, 1%, 1,5% dan 2,5% untuk pengujian karakteristik dan lentur beton dengan waktu rendaman 7 hari, 14 hari, 28 hari dan 56 hari dengan mutu beton  $f_c' 30$  Mpa.

Kerucut *Abrams* digunakan sebagai pengujian *slump*, 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. Untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan baik, maka kelembaban beton harus tetap dijaga. Metode perawatan beton dengan SNI 2493:2011 dapat dipergunakan dengan :

- 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.

#### 6. Tahan Pengujian Tekan dan Lentur Beton

Pengujian tekan dilakukan dengan benda uji silinder yang berukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm dan untuk pengujian lentur pada benda uji balok beton dengan lebar 15 cm, tinggi 15 cm, panjang 60 cm. Pengujian kuat lentur dilaksanakan dengan metode SNI 1974:2011 dengan peralatan yang telah di

kaliberasi agar pada saat pengujian dilaksanakan tidak terjadi kekeliruan terhadap hasil pengujian dapat lebih baik dan akurat. Setiap hasil pengujian harus di catat tanggal pengujian, umur beton, persentase penambahan soda api dan jumlah sampel yang telah di uji data dapat dianalisa dari hasil pengujian tersebut.

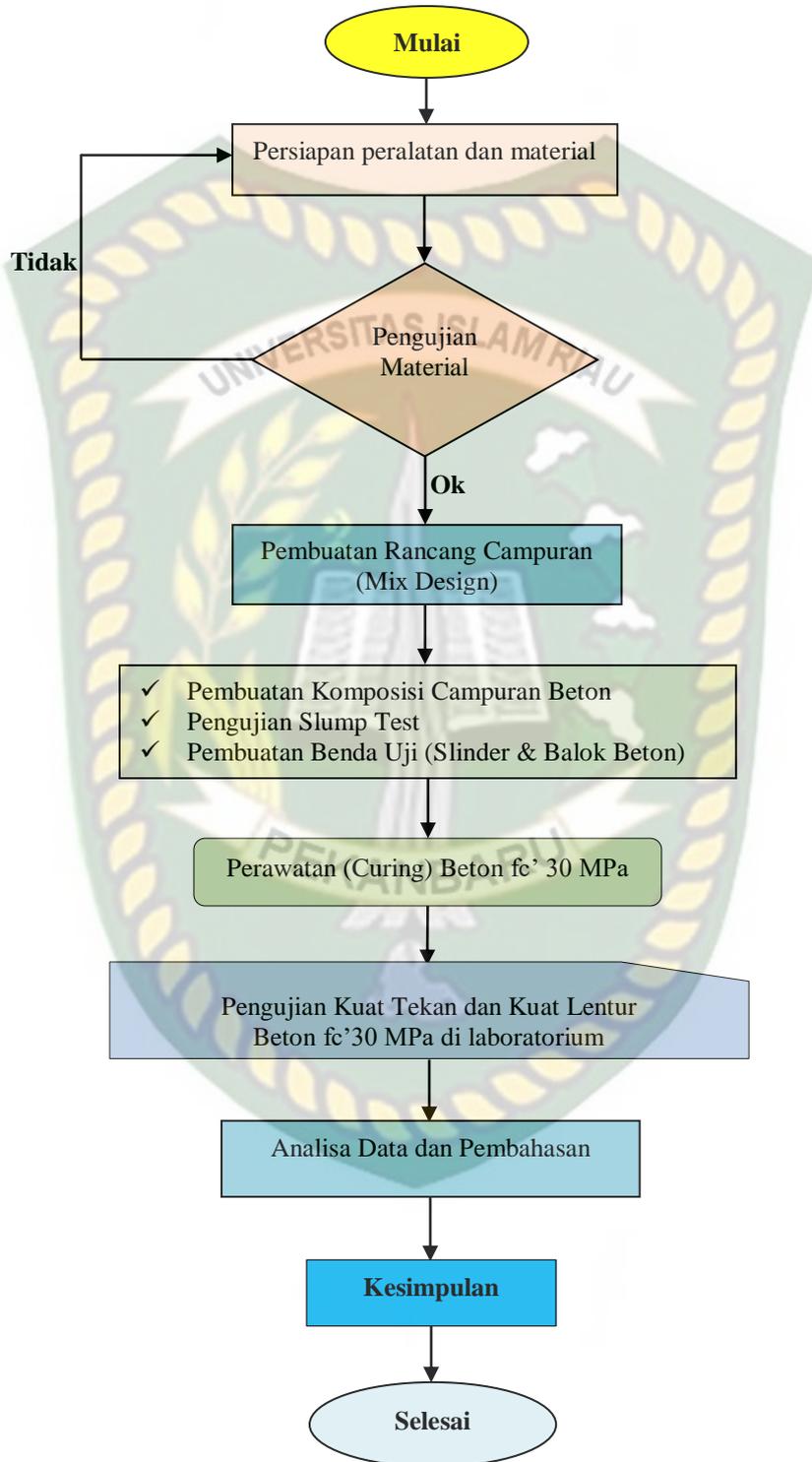
#### 7. Pembahasan dan Menganalisa Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian beton dibahas dan dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan terhadap tekan beton dan lentur serta hubungan lentur dan tekan antara variabel - variabel terhadap nilai konstanta yang telah dianalisa dan diteliti dalam penelitian ini. 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 uraikan dalam tabel serta digambarkan pada grafik. Untuk kuat lentur hasil dari pengujian yang tuangkan dalam tabel berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang digambarkan dalam bentuk grafik agar terlihat perbedaan kuat lentur dari persentase penambahan soda api serta umur rencana.

#### 8. Kesimpulan

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

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



Gambar 4.1. Flow Chart Penelitian

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

Pemeriksaan bahan dan material perlu dilaksanakan untuk mengetahui sifat dan kekerasan material yang digunakan untuk penyusun beton. Pengujian dilakukan dengan standart metode pengujian SNI dan spesifikasi umum (revisi-3) 2010 untuk pasir dan batu pecah.

#### **4.5 Prosedur Pengujian**

Cara analisis yang diterapkan pada pemeriksaan kuat tekan beton pada penelitian ini berdasarkan pada jumlah sample selinder yang berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan umur beton dan persentase penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% yang akan dibandingkan dengan beton normal. Untuk pengujian kuat lentur beton pada penelitian ini menetapkan jumlah sample balok yang berukuran tinggi 150 mm, lebar 150 mm dan panjang 600 mm, yang dibandingkan terhadap beton normal antara umur beton dan persentase penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5%.

##### **4.5.1 Perosedur Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian tekan berdasarkan metode kuat tekan dengan SNI 1974:2011. Pengambilan data untuk pengujian tekan beton adalah :

1. Benda Uji beton yang telah direndam dikeringkan sehari sebelum pengujian.
2. Kemudian ditimbang agar diketahui berat beton.
3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat kuat tekan.
4. Catat hasil uji kuat tekan tersebut.
5. Pengujian tersebut dilakukan untuk umur beton 7, 14, 28, dan 56 hari kalender.



**Gambar 4.2.** Alat Penguji Kuat Tekan Beton



**Gambar 4.3.** Pengujian Kuat Tekan Beton

#### **4.5.2 Perosedur Pengujian Kuat Lentur**

Pelaksanaan pengujian dengan standar metode kuat lentur dengan SNI 4431:2011 dengan pengambilan data pengujian lentur sebagai berikut :

1. Balok beton yang telah direndam dikeringkan sehari sebelum pengujian.
2. Ditimbang agar diketahui berat beton.
3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Kuat lentur beton.
4. Benda uji yang telah selesai ditest, dapat dilakukan penurunan plat perletakan benda uji atau menaikkan alat pembebanannya.
5. Mengukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah paling sedikit untuk tiga tempat dan ambil nilai rata - rata hasil ukur.

6. Dengan persamaan diatas kita dapat mrnghitung kuat lentur sesuai dengan hasil pengujian.
7. Pengujian tersebut dilakukan untuk umur beton 7, 14, 28, dan 56 hari kalender.



**Gambar 4.4.** Pengukuran Sisi Lintang Patah Balok Beton

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan material dilaksanakan sesuai dengan ketentuan yang ditentukan dalam penggunaan material untuk mutu beton  $f'c30$  MPa. Material - material yang harus diperiksa untuk batu pecah dan pasir perlu diuji seperti keausan (*abrasi*), berat jenis kering, berat jenis SSD, berat jenis semu, penyerapan dan berat isi lepas untuk material yang akan digunakan.

##### 5.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Ukuran 2-3 cm)

Hasil pemeriksaan terhadap agregat kasar (ukuran 2-3 cm) yang dihasilkan dari produksi Stone Crusher PT. Inti Indokomp seperti pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 2-3 cm)

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

Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa agregat kasar (ukuran 2-3 cm) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai keausan (*abrasi*) 24,75 %. Nilai keausan (*abrasi*) ini memenuhi persyaratan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan penyerapan agregat kasar (ukuran 2-3 cm) yang bersumber dari ex 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>. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.1.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 1-2 cm)

Hasil pemeriksaan terhadap agregat kasar (ukuran 1-2 cm) yang dihasilkan dari produksi Stone Crusher PT. Inti Indokomp seperti Tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Hasil Pemeriksaan Batu Pecah (Ukuran 1-2 cm)

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis :				
	- Berat Jenis Kering	(gr/cc)	2,635	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	(gr/cc)	2,666	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	(gr/cc)	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 (ukuran 1-2 cm) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai keausan (abrasi) 24,75%. Nilai keausan (abrasi) ini memenuhi persyaratan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan penyerapan batu pecah 1-2 yang bersumber dari ex 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>. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan nilai minimal isi lepas adalah 1,20 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.1.3 Hasil Pemeriksaan Pasir

Hasil pemeriksaan terhadap pasir yang bersumber dari Sungai Indragiri Desa Pasir Ringgit seperti Tabel 5.3.

**Tabel 5.3** Hasil Pemeriksaan Pasir

No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis :				
	- Berat Jenis Kering	(gr/cc)	2,305	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	(gr/cc)	2,391	Min. 2,10	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	(gr/cc)	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 5.2 dapat dilihat bahwa agregat halus pasir yang dipergunakan dalam study 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 penyerapan pasir Sungai Indragiri adalah 1,103% dapat memenuhi persyaratan nilai maksimum penyerapan yaitu 5%.

### 5.2 Data Sekunder Semen *Portland*

Bahan pengikat beton yang banyak dipergunakan untuk pembangunan fisik di konstruksi sipil adalah semen. Semen merupakan suatu bahan pengikat yang dapat mengeras jika bereaksi dengan air dan menghasilkan produk yang tahan dengan air (Subakti, 1995). Pada saat semen *portland* dicampur dengan air, maka *konstituen* senyawa kimia akan menjalankan rangkaian reaksi kimia yang menyebabkannya dapat mengeras. Terjadinya reaksi kimia dengan melibatkan penambahan air ke senyawa kimia dasar, reaksi kimia dengan air ini disebut "*hidrasi*". Reaksi - reaksi ini terjadi pada salah satu waktu yang berbeda. Bersama

– sama dengan hasil reaksi ini dapat menentukan cara semen portland mengeras dan memperoleh kekuatan pada beton (Tjokrodimulyo, 1994).

### 5.2.1. Susunan Kimia Semen

Semen adalah paduan bahan baku : batu kapur/ gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa *calcium Oksida* (CaO), sedangkan lempung/ tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : silika oksida (SiO<sub>2</sub>), alumunium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan magnesium oksida (MgO) yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk clinkernya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai. Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/ zak dengan berat rata - rata 50 kg (Tjokrodimulyo, 1994).

### 5.2.2. Sifat - Sifat Semen *Portland*

Semen *portland* adalah semen *hidrolis* yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat - silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan *gips* sebagai bahan tambahan (SK SNIS-04-1989-F). Persentasi dari oksida - oksida yang terkandung didalam semen *portland* adalah : Kapur ( CaO ) : 60 - 66%, Silika (SiO<sub>2</sub>) : 16 - 25 %, Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : 3 - 8%, Besi : 1 - 5%.

Semen mempunyai sifat *hidrofobik* dan luas permukaan yang besar. Lempung alam atau lempung terpillar terjadi interaksi lain yaitu pertukaran kation dalam daerah antar lapisnya, dengan demikian kation atau senyawa - senyawa

yang bermuatan positif dalam perairan akan sangat mungkin terikat pada lempung (Tjokrodimulyo, 1994).

### 5.2.3. Semen Type I

Fungsi semen type I adalah untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Dapat dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0,0% - 0,10% dan dapat digunakan untuk bangunan rumah tinggal, gedung sekolah, gedung kantor bertingkat, jakan *rigid*, jembatan, bendungan dan lainnya.

Komposisi *senyawa kimia dan fungsinya* pada semen type I seperti Table 5.4 (Tjokrodimulyo, 1994).

**Tabel 5.4** Senyawa Semen *Portland* Type I (Tjokrodimulyo, 1994).

No.	Nama Senyawa	Presentase
1.	Tricalcium Silicate(C3S)	51%
2.	Dicalcium Silicate(C2S)	24%
3.	Tricalcium Aluminate(C3A)	6%
4.	Tetracalcium Aluminate Ferrit(C4AF)	11%
5.	Magnesium Oksida(MgO)	2,9%
6.	Sulfur Trioksida(SO3)	2,5%

### 5.3. Data Sekunder Soda Api

Fungsi soda api adalah sebagai bahan pembersih yang kuat untuk merontokkan noda dan kotoran yang lengket. Soda api dapat dicampurkan dengan air dan disiramkan pada permukaan yang kotor, bagian dinding kamar mandi yang berjamur dan sudut lantai yang diselimuti noda yang susah dihilangkan. Untuk ukuran pemakaiannya perlu diperhatikan, jika berlebihan penggunaan soda api

akan merusak bagian permukaan lantai maupun dinding. Sifat soda api yang keras banyak digunakan sebagai bahan untuk merontokkan cat motor atau mobil sebelum penggunaan cat yang baru.

*Natrium hidroksida* dengan rumus kimia NaOH yang juga dikenal sebagai *soda kaustik*, *soda api* ataupun *sodium hidroksida*, ialah merupakan semacam 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 murni* memiliki warna putih padat dan tersedia dalam bentuk serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50% yang biasa disebut larutan *sorensen* atau bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap *karbon dioksida* dari udara bebas. Soda api tidak akan larut dalam *dietil eter* dan pelarut non polar lainnya (Augsolo, 2016)

**Tabel 5.5** Senyawa Soda Api (Augsolo, 2016)

No.	Jenis	Senyawa Ion
1.	Bentuk kristal dan bubuk berwarna putih dan tidak berbau	-
2.	Densitas	2,13 gr/cm
3.	Memiliki titik leleh	318 °C
4.	Memiliki titik didih	1388 °C
5.	Kelarutan dalam air	Suhu 0 °C , 418 gr/L Suhu 20 °C , 1150 gr/L
6.	Mr (Massa molekul relatif)	40
7.	Larut dengan	Air, ethanol, Methanol, larutan Ammonia dan Eter
8.	Bahaya	Bersifat Corrosif
9.	(pkb) tingkat kebasaan	0,2 (Rank 4)
10.	Rivalitas asam	HCl

Di balik kebaikan dan manfaat soda api memiliki efek negative pada tubuh manusia. Karena pemanfaatannya sebagai bahan untuk mengelupas cat serta memperbaiki saluran pembuangan yang mengalami kebuntuan. 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* ( $\text{NaOH}$ ), 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. *Natrium hidroksida* adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia (Augsolo, 2016)

#### **5.4. Rancangan Campuran Adukan Beton**

Rancangan campuran beton ini didapat berdasarkan hasil pengujian secara berulang - ulang untuk mendapatkan komposisi yang tepat dalam penggunaan material yang telah disediakan dengan komposisi yang tepat akan mendapatkan hasil yang baik. Berdasarkan perhitungan rancangan campuran (*Mix Design*) adukan mutu beton  $f_c'30$  MPa untuk  $1 \text{ m}^3$  beton dengan factor air semen (fas) 0,45 yang dapat dilihat pada lampiran perencanaan campuran mutu beton  $f_c'30$  MPa dibutuhkan komposisi material seperti Tabel 5.6.

**Tabel 5.6** 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>

Pada Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa penggunaan semen sebanyak 460 Kg atau 9,20 zak untuk mendapatkan mutu beton  $f_c'30$  Mpa dalam penelitian ini penggunaan air setempat yaitu air sumur bor. Dari hasil rancangan campuran diatas akan dilaksanakan pencampuran dengan penambahan soda api pada campuran beton dengan persentase 0%, 1%, 1,5% dan 2,5% dari berat semen yang dipergunakan dalam adukan campuran beton.

### 5.5. Hasil dan Analisa Nilai Slump

Pengujian nilai *slump* beton adalah untuk mengetahui kekentalan beton dan sifat *workability* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Beton yang kental akan menunjukkan nilai *slump* yang rendah, beton yang encer hasil nilai *slump*nya akan lebih tinggi dalam pengujian. Hasil pengukuran nilai *slump* didapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

**Tabel 5.7.** Pemeriksaan Hasil Nilai *Slump*

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

Dari Tabel 5.7 di atas dapat dijelaskan bahwa dari hasil *slump*nya yaitu 59 mm untuk yang terendah dan untuk yang tertinggi 68 mm. Untuk *slump* rencana adalah 50 - 75 mm. Dari hasil pengujian menunjukkan dengan penambahan soda api nilai *slump* cenderung membuat beton bertambah kental/ keras.

## **5.6. Hasil Pengujian Beton**

Hasil pengujian beton sesuai dengan sampel beton selinder dengan rentang waktu yang direncanakan untuk 7, 14, 28 dan 56 hari kalender dengan bahan tambah soda api 0,0%, 1,0%, 1,5% dan 2,5%, dimana setiap campuran beton memiliki 3 sampel sampel beton selinder.

### **5.6.1 Kuat Tekan Beton**

Kuatan tekan beton adalah kemampuan beton dalam menerima beban tekanan terhadap beton dengan satuan kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian kuat tekan beton adalah untuk melihat atau membuktikan mutu dari sebuah konstruksi struktur yang dilakukan dengan semakin tinggi mutu beton semakin kuat pula struktur yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian, dengan menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat pada benda uji silinder beton.

### **5.6.2. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari**

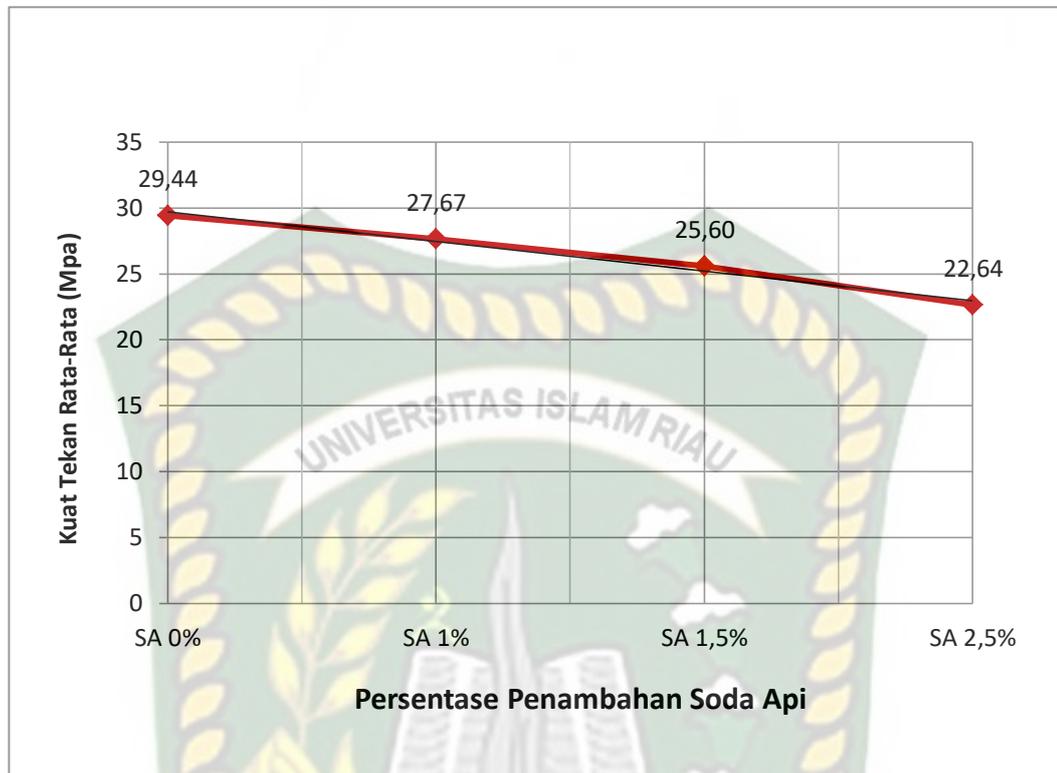
Pengujian beton  $f_c'30$  MPa dilakukan pada umur 7 hari. Setelah melaksanakan perendaman sampel beton selinder selama 7 hari, maka sampel dikeringkan terlebih dahulu selama 1 hari, agar beton benar - benar kering sebelum dilaksanakan test kuat tekan beton. Saat pengujian pada permukaan atas dan bawah beton harus rata agar tidak mempengaruhi hasil uji kuat tekan. Hasil

uji kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

**Tabel 5.8** Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	29,44	100,00	0,00
2	1,0	27,67	93,99	-6,01
3	1,5	25,60	86,96	-13,04
4	2,5	22,64	76,90	-23,10

Pada Tabel 5.8 menunjukkan hasil uji beton  $f_c'30$  MPa pada umur 7 hari untuk beton normal kuat tekan beton sebesar 29,44 MPa sudah mendekati yaitu 98,13% terhadap mix desain yang harus mencapai kekuatan minimum 90%, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan sebesar 6,01%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 13,04% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 23,10%. Dari hasil analisa dapat dilihat akibat penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan mutu beton rata - rata sebesar 8,43% pada rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 7 hari. Hasil analisis telah dapat dilihat akibat penambahan soda api terjadi penurunan mutu beton sesuai dengan variasi penambahannya. Dari hasil uji tekan beton pada sampel yang ditambahkan soda api semuanya mengalami penurunan mutu, jika dibandingkan dengan beton tanpa soda api dan hanya pada penambahan soda api 1% saja yang memenuhi spesifikasi yaitu 93,99% dari kuat tekan minimum 90%.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat pada grafik bahwa beton normal dengan tanpa penambahan soda api menunjukkan kuat tekan beton sebesar 29,44 MPa dengan rencana mix desain  $f_c'30$  MPa pada umur 7 hari hal ini sudah mendekati batas teloransi yang di izinkan sebesar  $0,85 f_c'$  karena selesih rencana dengan hasil pengujian sebesar  $0,56 f_c'$ . Dengan penambahan soda api 1% hasil pengujian kuat tekan 28,41 MPa terjadi penurunan sebesar 1,03 MPa, penambahan soda api sebesar 1,5% dihasilkan kuat tekan 26,63 MPa mengalami penurunan sebesar 2,81 MPa dan penambahan soda api 2,5% hasil kuat tekan 23,97 MPa penurunan terjadi sebesar 5,47 MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan rata - rata dalam setiap penambahan soda api 1% sebesar 2,48 MPa terhadap kuat tekan beton.

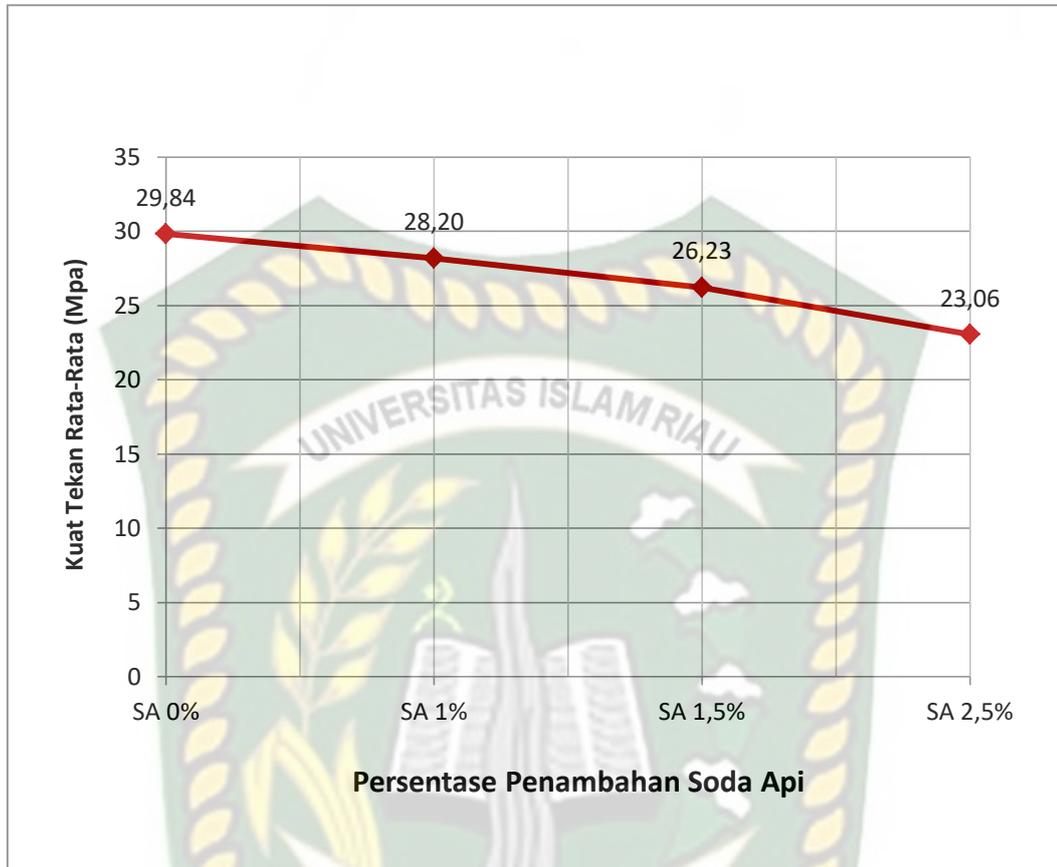
### 5.6.3. Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Pengujian dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.9** Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	29,84	100,00	0,00
2	1,0	28,20	94,50	-5,50
3	1,5	26,23	87,90	-12,10
4	2,5	23,06	77,28	-22,72

Pada Tabel 5.9 dapat dilihat hasil pengujian beton  $f_c'30$  MPa pada umur 14 hari untuk beton tanpa soda api kuat tekan beton sebesar 29,84 MPa sudah mendekati yaitu 99,49% terhadap mix desain yang harus mencapai kekuatan minimum 95%, bila dibandingkan dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan sebesar 5,5%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 12,10% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 22,72%. Dari hasil analisa dapat dilihat akibat penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan mutu beton rata - rata sebesar 8,06% pada rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 14 hari. Dari hasil analisis dapat dilihat dengan penambahan soda api mengakibatkan penurunan mutu beton sesuai dengan persentase penambahannya, jika dibandingkan dengan mutu beton normal.



Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Melihat Grafik gambar 5.2 dapat dilihat bahwa pada beton normal hasil pengujian menunjukkan kuat tekan beton sebesar 29,84 MPa jika dibandingkan dengan rencana mix desain  $f_c'30$  MPa pada umur 14 hari hal ini sudah mendekati batas teloransi dengan selesih sebesar 0,16  $f_c'$ . Untuk penambahan soda api 1% dihasilkan kuat tekan 28,20 MPa terjadi penurunan sebesar 1,80 MPa, dengan penambahan soda api sebesar 1,5% dihasilkan kuat tekan 26,23 MPa mengalami penurunan sebesar 3,77 MPa dan penambahan soda api 2,5% hasil kuat tekan sebesar 22,08 MPa penurunan terjadi sebesar 7,92 MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton yang melebihi batas teloransi yang di izinkan. Dari hasil analisis dapat dilihat dengan penambahan soda api

mengakibatkan penurunan rata - rata dalam setiap penambahan soda api 1% sebesar 2,40 MPa terhadap kuat tekan beton.

#### 5.6.4. Kuat Tekan Beton 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 berikut ini.

**Tabel 5.10** Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	30,10	100,00	0,00
2	1,0	29,43	97,77	-2,23
3	1,5	26,55	88,21	-11,79
4	2,5	23,76	78,94	-21,06

Pada Tabel 5.10 ini menunjukkan hasil pengujian beton  $f_c'30$  MPa pada umur 28 hari untuk beton normal kuat tekan beton sebesar 30,10 MPa sudah melebihi yaitu 100,33% terhadap mix desain yang di rencanakan, pada pengujian dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan mutu beton sebesar 2,23%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 11,79% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 21,06%. Berdasarkan hasil analisa dapat dilihat dengan penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan mutu beton rata - rata sebesar 7,02% dengan rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 28 hari. Dari data tersebut di atas dapat di simpulkan, bahwa dengan penambahan soda api pada campuran

beton dapat mengakibatkan penurunan mutu beton yang bervariasi sesuai dengan persentase penambahan soda api.



Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Pada Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa pada hasil pengujian beton normal pada umur 28 hari menunjukkan hasil kuat tekan beton sebesar 30,10 MPa jika dibandingkan dengan rencana mix desain  $f_c'30$  MPa pada umur 28 hari, dalam hal ini mutu beton normal sudah melebihi kekuatan beton rencana (mix desain). Sedangkan untuk penambahan soda api 1% hasilkan kuat tekan 29,43 MPa terjadi penurunan sebesar 0,67 MPa masih memenuhi batas telorasi, dengan penambahan soda api sebesar 1,5% dihasilkan kuat tekan 26,55 MPa mengalami penurunan sebesar 3,55 MPa dan penambahan soda api 2,5% hasil kuat tekan sebesar 23,76

MPa penurunan terjadi sebesar 6,34 MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat tekan beton rata - rata dalam setiap penambahan soda api 1% sebesar 2,11 MPa terhadap kuat tekan beton. Dari hasil analisis dapat dilihat dengan penambahan soda api mengakibatkan penurunan mutu beton sesuai dengan persentase penambahannya.

#### 5.6.5. Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari

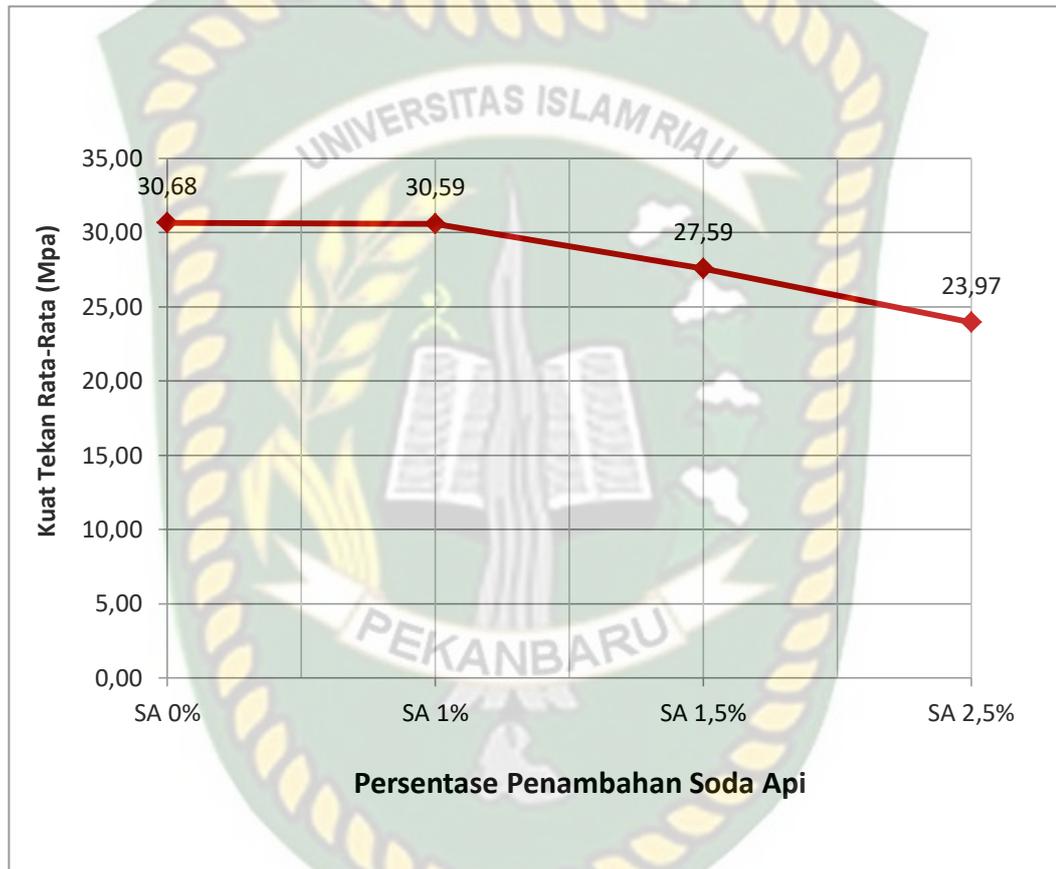
Pengujian dilakukan pada umur 56 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan soda api dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

**Tabel 5.11** Nilai Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	30,68	100,00	0,00
2	1,0	30,59	99,71	-0,29
3	1,5	27,59	89,93	-10,07
4	2,5	23,97	78,13	-21,87

Pada Tabel 5.11 ini menunjukkan hasil pengujian beton  $f_c'30$  MPa pada umur 56 hari untuk beton normal kuat tekan beton sebesar 30,68 MPa sudah melebihi yaitu 102,27% terhadap mix desain yang di rencanakan, pada pengujian dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan mutu beton sebesar 0,29%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 10,07% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 21,87%. Berdasarkan hasil analisa dapat dilihat dengan penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan mutu beton rata - rata sebesar 6,45% dengan rentang

waktu perendaman dengan air mineral beton selama 56 hari. Dari data tersebut di atas dapat di simpulkan, bahwa dengan penambahan soda api pada campuran beton dapat mengakibatkan penurunan mutu beton yang bervariasi sesuai dengan persentase penambahan soda api.



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari

Grafik pada Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa hasil pengujian beton normal pada umur 56 hari menunjukkan hasil kuat tekan beton sebesar 30,68 MPa jika dibandingkan dengan rencana mix desain  $f_c'30$  MPa, dalam hal ini mutu beton normal sudah melebihi kekuatan beton rencana (*mix desain*). Sedangkan untuk penambahan soda api 1% hasilkan kuat tekan 30,59 MPa terjadi penurunan sebesar 0,09 MPa, untuk penambahan soda api sebesar 1,5% dihasilkan kuat tekan

27,59 MPa mengalami penurunan sebesar 3,09 MPa dan penambahan soda api 2,5% hasil kuat tekan sebesar 23,97 MPa penurunan terjadi sebesar 6,71 MPa dari grafik di atas terlihat untuk beton normal dan untuk penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% mengalami penurunan rata - rata dalam setiap penambahan soda api 1% sebesar 1,98 MPa, jika dibandingkan terhadap kuat tekan beton normal. Dari hasil analisis dapat dilihat dengan penambahan soda api berdampak buruk terhadap mutu beton sesuai dengan gambar grafik diatas.

#### 5.6.6. Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 56 hari

Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan penambahan soda api dapat dilihat table 5.12 di bawah ini.

**Tabel 5.12** Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7, 14, 28 dan 56 Hari

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton (Mpa)				Persentase Peningkatan Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton			
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari
1	0,00	29,44	29,84	30,10	30,68	98,13	99,47	100,33	102,27
2	1,00	27,67	28,20	29,43	30,59	92,23	94,00	98,10	101,97
3	1,50	25,60	26,23	26,55	27,59	85,33	87,43	88,50	91,97
4	2,50	22,64	23,06	23,76	23,97	75,47	76,87	79,20	79,90

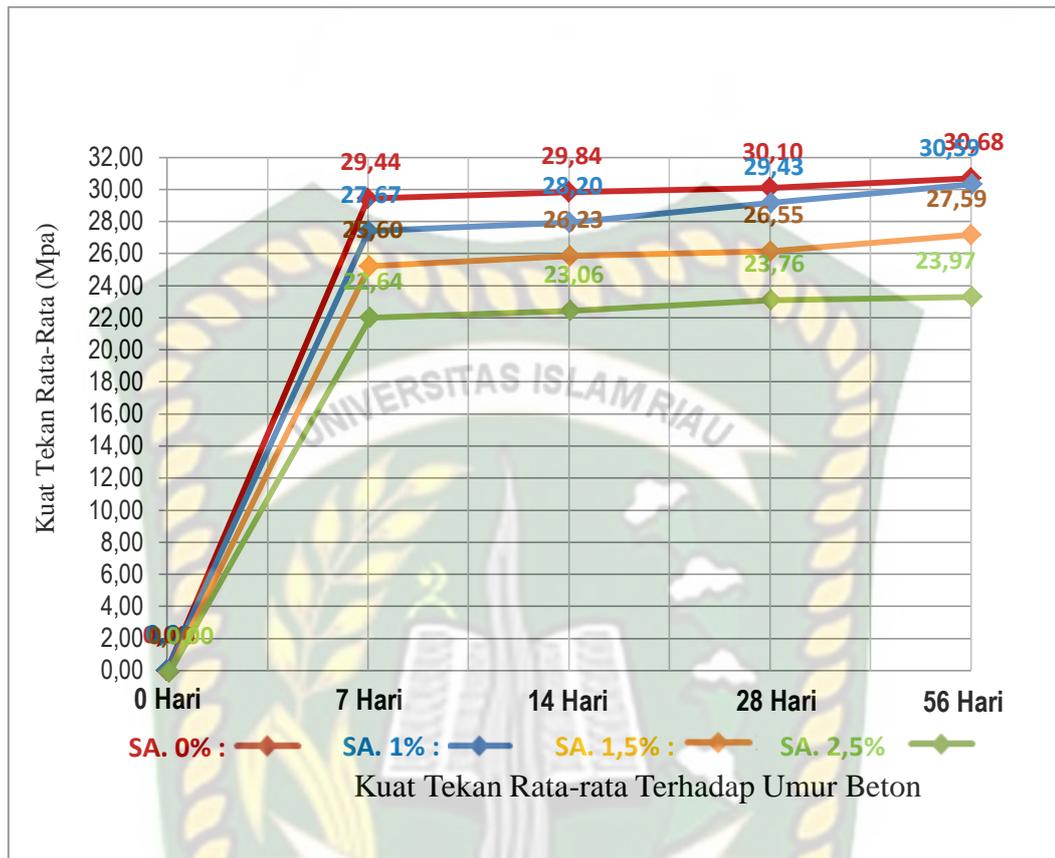
Berdasarkan data pada Tabel 5.12 dapat dilihat hasil pengujian kuat tekan beton normal memenuhi spesifikasi mulai dari umur 7 hari 98,13%, 14 hari mengalami peningkatan 1,33%, 28 hari meningkat 0,87% dan 56 hari peningkatan

terjadi sebesar 1,93% dari persentase ini dapat dilihat peningkatan pada mutu beton normal.

Pada beton dengan penambahan soda api 1,0% semua beton mengalami penurunan, jika dibandingkan terhadap beton normal dari umur 7 hari menurun 5,90%, 14 hari turun sebesar 5,47%, 28 hari terjadi penurunan sebesar 2,23% dan 56 hari mengalami penurunan sebesar 0,30% dari persentase ini dapat dilihat dengan penambahan soda api berdampak buruk pada mutu beton.

Dengan penambahan soda api 1,5% pada beton semua sampel mengalami penurunan mutu kuat tekan mulai dari umur 7 hari menurun 12,80%, 14 hari turun sebesar 12,03%, 28 hari terjadi penurunan sebesar 11,83% dan 56 hari mengalami penurunan sebesar 10,30% dari persentase ini dapat dilihat penurunan mutu beton, jika dibandingkan dengan beto normal.

Penambahan soda api sebesar 2,5% untuk campuran beton  $f_c' 30$  Mpa terjadi penurunan mutu pada semua sampel beton, jika dibandingkan dengan beton normal yang mulai dari umur 7 hari terjadi penurunan 22,67%, 14 hari turun sebesar 22,60%, 28 hari menurun sebesar 21,13% dan 56 hari juga mengalami penurunan sebesar 22,37% dari persentase ini dapat dilihat akibat penambahan soda api sebesar 2,5% memberikan pengaruh yang cenderung buruk terhadap mutu beton. Penggunaan soda api pada campuran beton memang dapat mempercepat pengerasan beton tetapi tidak dapat meningkatkan mutu beton, justru menurunkan mutu beton. Semakin besar penambahan soda api semakin cepat terjadi pengerasan pada beton dan semakin besar pula penurunan mutu betonnya.



Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari, 28 Hari dan 56 Hari

Grafik pada Gambar 5.5 menunjukkan kuat tekan beton normal pada umur 7 hari 29,44 MPa, 14 hari mengalami peningkatan sebesar 0,40 MPa, 28 hari meningkat sebesar 0,84 MPa dan 56 hari terjadi peningkatan sebesar 0,58 MPa pada beton normal ini semua sampel mengalami peningkatan mutu beton.

Dengan penambahan soda api 1,0% pada campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, jika dibandingkan dengan beton tanpa soda api, maka semua sampel beton mengalami penurunan dari umur 7 hari penurunan terjadi sebesar 1,77 MPa, 14 hari menurun sebesar 1,67 MPa, 28 hari terjadi penurunan sebesar 0,67 MPa dan 56 hari turun sebesar 0,09 MPa dari grafik dapat dilihat terjadi penurunan kuat tekan terhadap beton normal.

Pada penambahan soda api 1,5% untuk campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, akan tetapi bila dibandingkan dengan beton normal, maka semua mutu beton mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari terjadi penurunan sebesar 3,84 MPa, 14 hari menurun sebesar 3,61 MPa, 28 hari mengalami penurunan sebesar 3,55 MPa dan 56 hari turun sebesar 3,09 MPa dari grafik dapat dilihat penurunan kuat tekan jauh terhadap beton normal.

Penambahan soda api 2,5% untuk campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, jika dibandingkan dengan beton normal, maka semua mutu beton mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari penurunan sebesar 6,80 MPa, 14 hari menurun sebesar 6,78 MPa, 28 hari mengalami penurunan sebesar 6,34 MPa dan 56 hari penurunan terjadi sebesar 6,71 MPa dari grafik dapat dilihat penurunan kuat tekan jauh terhadap beton normal. Pengaruh soda api yang ditambahkan kedalam campuran beton untuk mempercepat pengerasan cenderung berdampak buruk pada mutu beton.

### **5.7. Pengujian Kuat Lentur Beton**

Kuat lentur beton adalah merupakan nilai maksimum dari beton biasa (tanpa ada tulangan) yang ditempatkan diatas 2 tumpuan yang dibebani setiap 1/3 bagian dari bentang balok, sehingga menghasilkan lentur yang mengalihkan tegangan - tegangan tarik pada bagian bawah balok dan tegangan tekan pada bagian atas balok. Hasil pengujian kuat lentur beton sesuai dengan sampel dan rentang waktu yang direncanakan untuk 7, 14, 28 serta 56 hari.

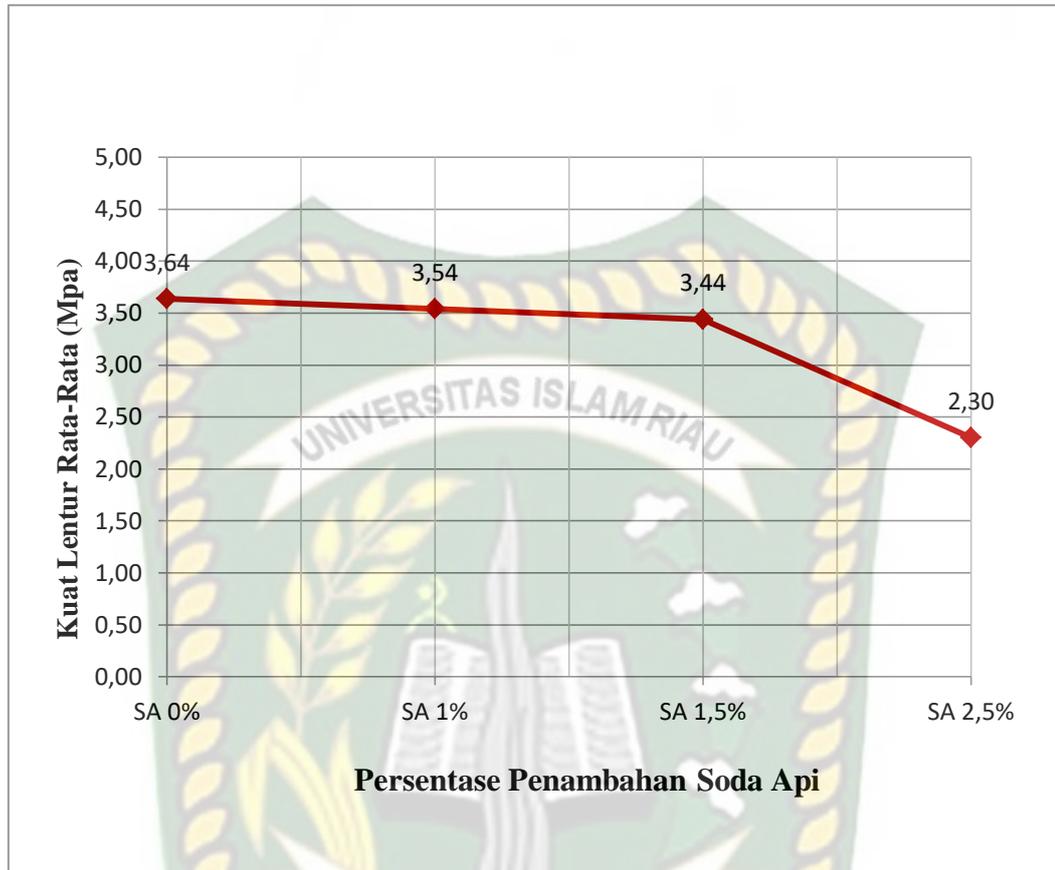
### 5.7.1 Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 7 hari. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13** Nilai Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	3,64	100,00	0,00
2	1,0	3,54	97,22	-2,78
3	1,5	3,44	94,51	-5,49
4	2,5	2,30	63,19	-36,81

Pada Tabel 5.13 ini dapat dilihat hasil pengujian kuat lentur pada umur 7 hari untuk beton normal sebesar 3,64 MPa tidak memenuhi spesifikasi yaitu 80,89% terhadap mix desain dengan kekuatan minimum 80% dari 4,50 MPa yaitu 3,60 MPa, jika dibandingkan setelah penambahan soda api 1% mengalami penurunan sebesar 2,78%, pada penambahan soda api 1,5% menurun sebesar 5,49% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 36,81%. Dari hasil analisa dapat dilihat akibat penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan kuat lentur rata - rata sebesar 9,02% pada rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 7 hari. Dari hasil analisis dapat dilihat akibat penambahan soda api pada campuran beton mengakibatkan terjadi penurunan mutu beton sesuai dengan variasi penambahan soda api. Hal ini dapat dilihat pada tabel hasil pengujian kuat lentur yang dilaksanakan di laboratorium beton teknik sipil UIR.



Gambar 5.6 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari

Grafik pada Gambar 5.6 menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 7 hari pada beton normal dengan tanpa penambahan soda api menunjukkan kuat lentur beton sebesar 3,64 MPa setelah penambahan soda api 1% pada campuran beton dari hasil pengujian kuat lentur menurun sebesar 0,10 MPa, penambahan soda api sebesar 1,5% mengalami penurunan sebesar 0,20 MPa dan penambahan soda api 2,5% hasil kuat lentur penurunan terjadi sebesar 1,34 MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat lentur setelah penambahan soda api.

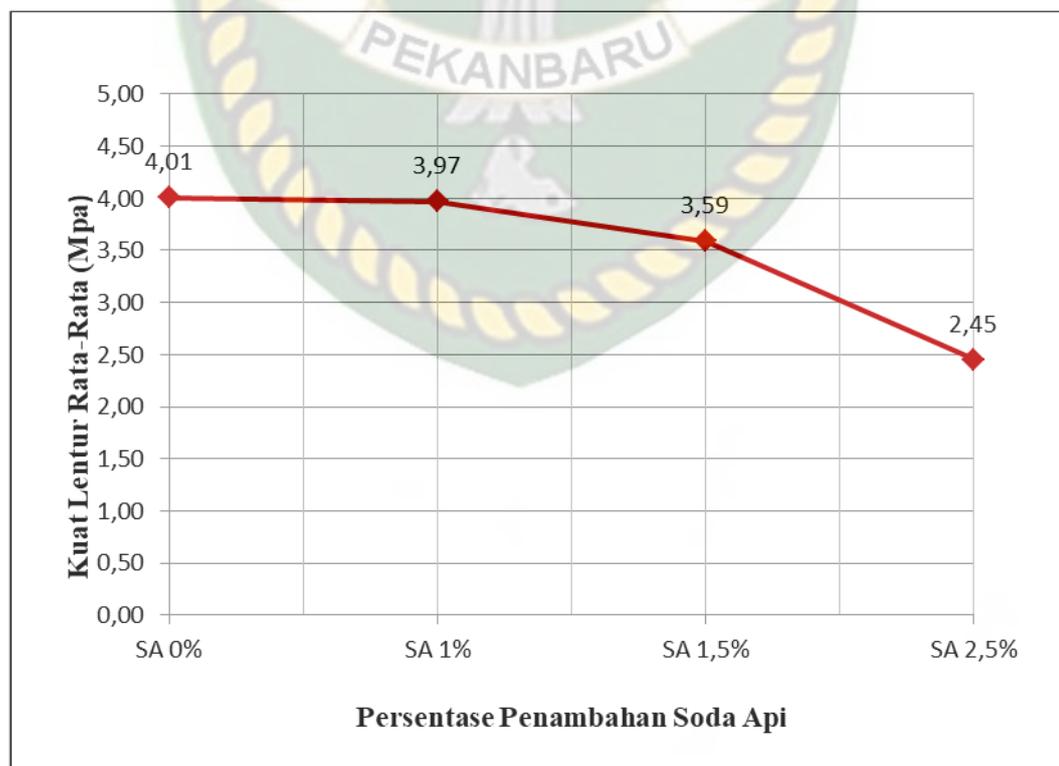
### 5.7.2 Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 14 hari. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada Tabel 5.14 seperti di bawah ini.

**Tabel 5.14** Nilai Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,00	4,01	100,00	0,00
2	1,00	3,97	99,00	-1,00
3	1,50	3,59	89,53	-10,47
4	2,50	2,45	61,10	-38,90

Pada Tabel 5.14 hasil pengujian menunjukkan kuat lentur pada umur 14 hari untuk beton normal sebesar 4,01 MPa, setelah dilakukan penambahan soda api 1% terjadi penurunan 1,0%, penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan 10,47% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 38,90%. Dengan penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi penurunan kuat lentur rata - rata sebesar 10,07%.

**Gambar 5.7** Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari

Grafik pada Gambar 5.7 menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 14 hari pada beton normal sebesar 4,01 MPa setelah penambahan soda api 1% kuat lentur menurun sebesar 0,04 MPa, penambahan soda api sebesar 1,5% mengalami penurunan sebesar 0,42 MPa dan penambahan soda api 2,5% terjadi penurunan sebesar 1,56 MPa dari grafik di atas terlihat terjadinya penurunan mutu beton terhadap kuat lentur setelah penambahan soda api.

### 5.7.3 Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

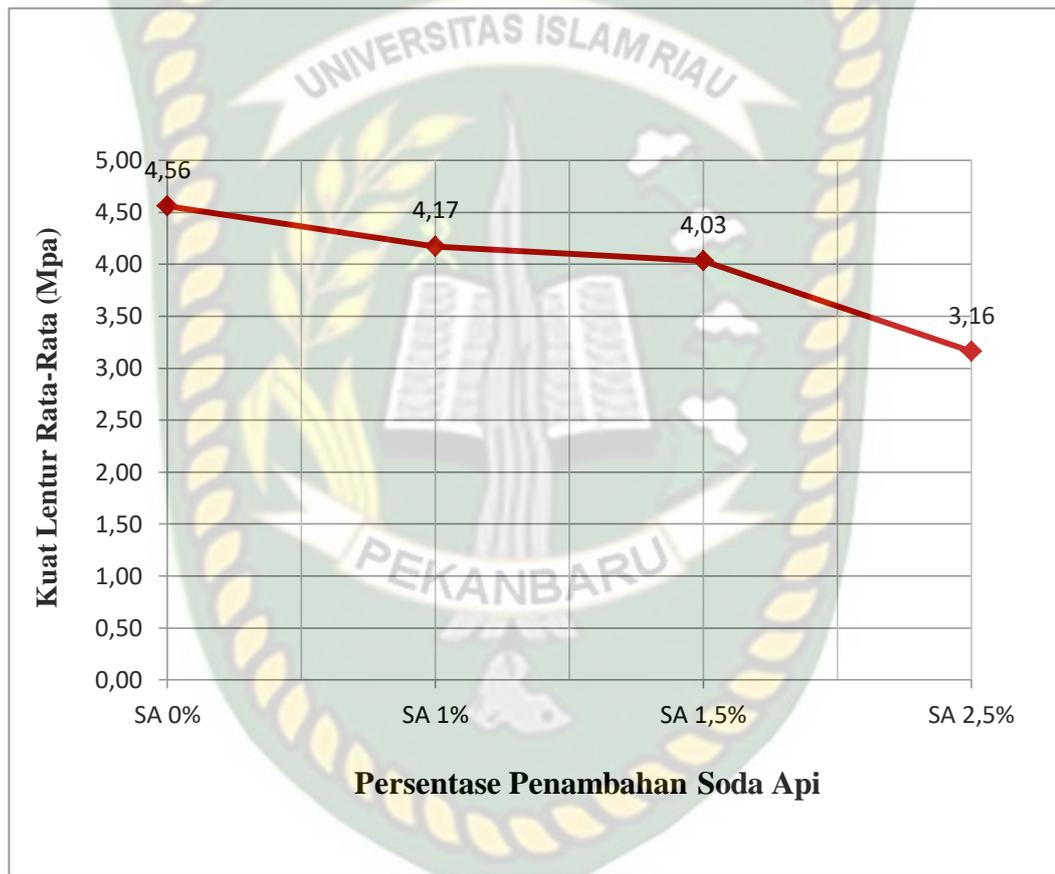
Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton normal dapat dilihat pada Tabel 5.15 seperti di bawah ini.

**Tabel 5.15** Nilai Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	4,56	100,00	0,00
2	1,0	4,17	91,45	-1,00
3	1,5	4,03	88,38	-10,47
4	2,5	3,16	69,30	-38,90

Pada Tabel 5.15 pengujian kuat lentur pada umur 28 hari untuk beton normal sebesar 4,56 MPa sudah mendekati yaitu 101,33% terhadap mix desain yang harus mencapai kekuatan minimum 100% dari 4,50 MPa, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% mengalami peningkatan sebesar 8,55%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 11,62% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 30,70%. Dari hasil analisa dapat dilihat akibat penambahan soda api dalam setiap 1%, maka terjadi

penurunan kuat lentur rata - rata sebesar 10,18% pada rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 28 hari. Dari hasil analisis dapat dilihat akibat penambahan soda api terjadi penurunan mutu beton yang signifikan dan berdampak buruk terhadap kekuatan lentur beton, jika dibandingkan terhadap beton normal.



Gambar 5.8 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

Grafik pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa kuat lentur beton pada umur 28 hari pada beton normal menunjukkan kuat lentur beton sebesar 4,56 MPa setelah penambahan soda api 1% hasil pengujian kuat lentur menurun sebesar 0,39 MPa, dengan penambahan soda api sebesar 1,5% mengalami penurunan sebesar 0,53 MPa dan penambahan soda api 2,5% penurunan terjadi sebesar 1,40

MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat lentur setelah penambahan soda api pada campuran beton, jika dibandingkan dengan beton tanpa penambahan soda api.

#### 5.7.4 Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari

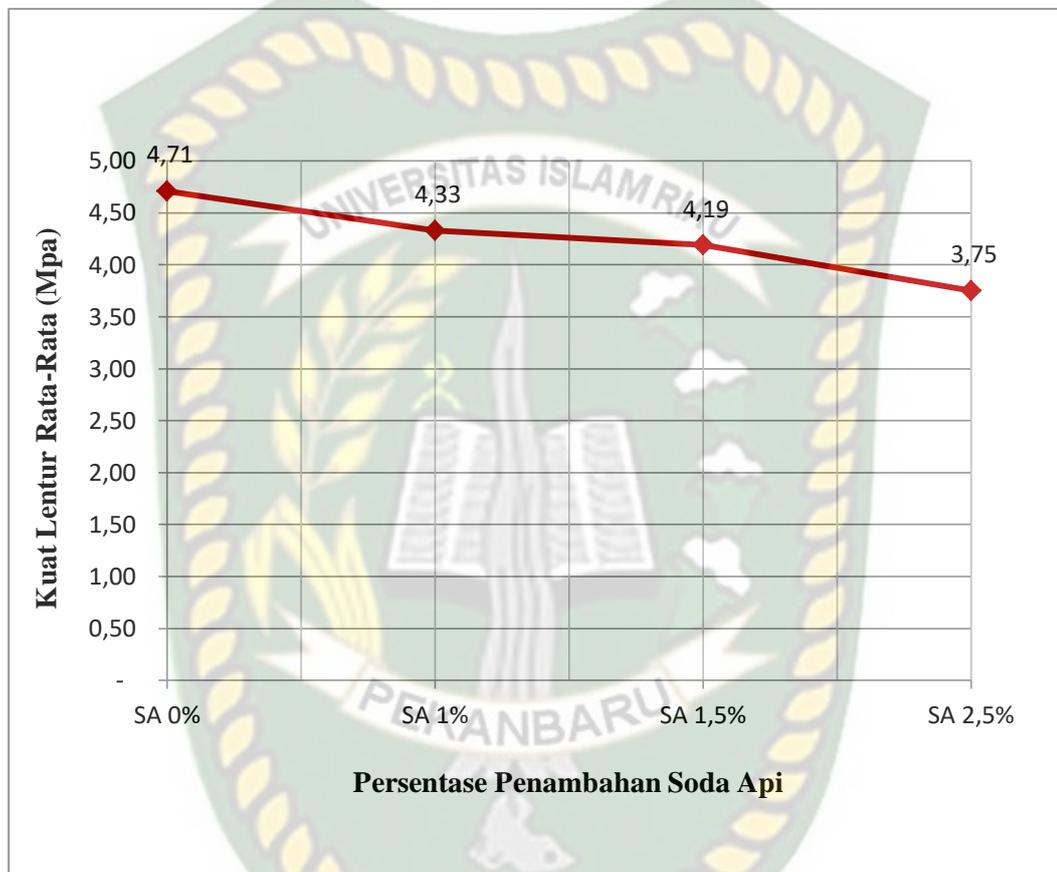
Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 56 hari. Data hasil pengujian kuat lentur pada beton pada Tabel 5.16 seperti di bawah.

**Tabel 5.16** Nilai Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari

No	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Rata-Rata		
		(MPa)	Persentase Terhadap Beton Normal	Penurunan Mutu Beton (%)
1	0,0	4,71	100,00	0,00
2	1,0	4,33	91,93	-8,07
3	1,5	4,19	88,96	-11,04
4	2,5	3,75	79,62	-20,38

Pada Tabel 5.16 dapat dilihat dari hasil pengujian kuat lentur pada umur 56 hari untuk beton normal sebesar 4,71 MPa sudah mendekati yaitu 104,67% terhadap mix desain, jika dibandingkan dengan penambahan soda api 1% mengalami penurunan sebesar 8,07%, pada penambahan soda api 1,5% mengalami penurunan sebesar 11,04% dan penambahan soda api 2,5% menunjukkan penurunan sebesar 20,38%. Dalam setiap penambahan soda api 1%, maka terjadi penurunan kuat lentur rata - rata sebesar 7,90% pada rentang waktu perendaman dengan air mineral beton selama 56 hari. Hasil analisis dapat dilihat pengaruh dan akibat penambahan soda api terjadi penurunan mutu beton yang signifikan yang berdampak buruk terhadap kekuatan lentur beton, bila

dibandingkan terhadap beton normal. Akibat penambahan soda api pada campuran beton pada umur 56 hari tidak memenuhi persyaratan kuat lentur yang diharapkan yaitu 4,5 MPa.



Gambar 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari

Grafik pada Gambar 5.9 hasil pengujian pada grafik di atas menunjukkan bahwa kuat lentur beton pada umur 56 hari pada beton normal menunjukkan kuat lentur beton sebesar 4,71 MPa setelah penambahan soda api 1% hasil pengujian kuat lentur menurun sebesar 0,38 MPa, penambahan soda api sebesar 1,5% mengalami penurunan sebesar 0,52 MPa dan penambahan soda api 2,5% kuat lentur penurunan terjadi sebesar 0,96 MPa dari grafik di atas terlihat terjadi penurunan terhadap kuat lentur yang sangat signifikan setelah penambahan soda

api pada campuran beton, sehingga pada pengujian ini soda api bukan bahan tambah yang baik untuk campuran beton walaupun percepatan pengerasannya baik.

#### 5.7.5. Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7, 14, 28 dan 56 hari

Pengujian yang dilakukan dengan hasil pengujian kuat lentur beton normal dengan penambahan soda api dapat dilihat table 5.17 dibawah ini.

**Tabel 5.17** Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7, 14, 28, dan 56 Hari

No.	Persentase Penambahan Soda Api	Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton (Mpa)				% Nilai Kuat Lentur Terhadap Umur Beton			
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari
1	0,00	3,64	4,01	4,56	4,71	80,89	89,11	101,33	104,67
2	1,00	3,54	3,97	4,17	4,33	78,63	88,22	92,67	96,22
3	1,50	3,44	3,59	4,03	4,19	76,44	79,78	89,56	93,11
4	2,50	2,30	2,45	3,16	3,75	50,55	53,85	69,45	82,42

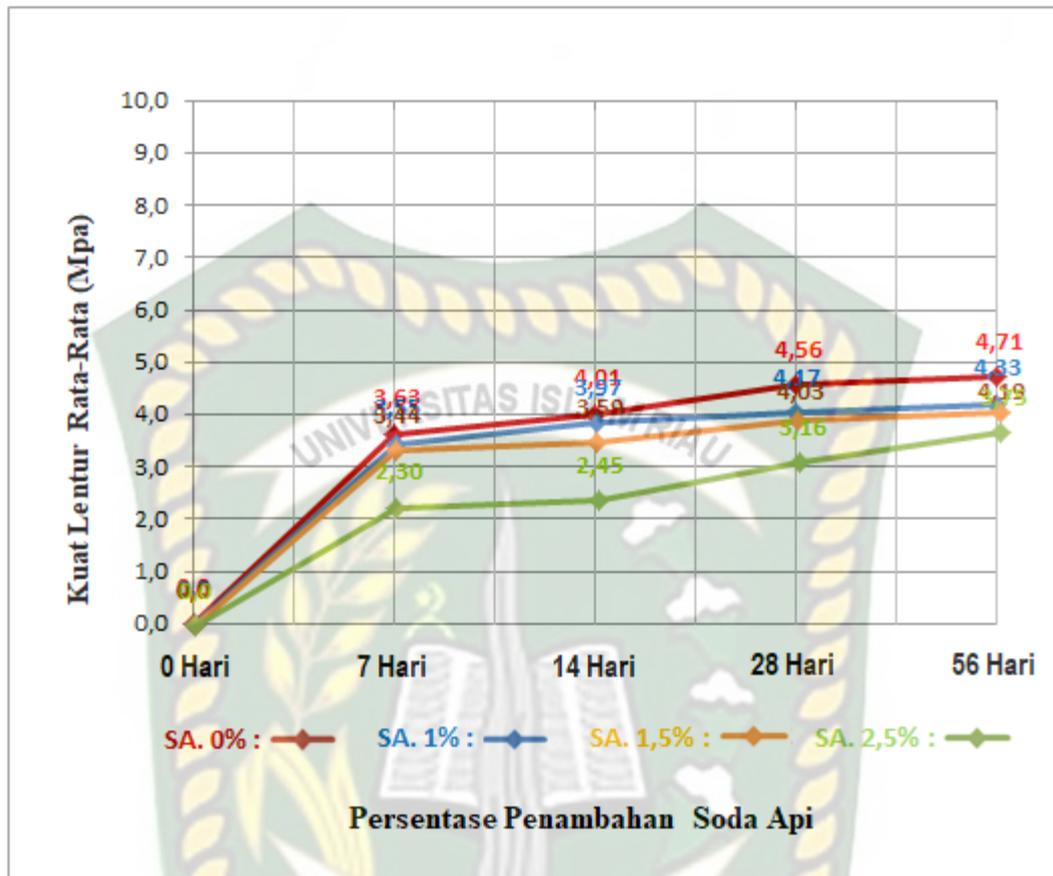
Berdasarkan data pada Tabel 5.17 diatas terlihat bahwa beton normal pada umur 7 hari kuat lentur 80,89%, pada umur 14 hari kuat lentur mengalami peningkatan sebesar 8,22%, umur 28 hari kuat lentur meningkat sebesar 12,22% dan umur 56 hari kuat lentur terjadi peningkatan sebesar 3,33%.

Pada beton dengan penambahan soda api 1,0%, jika dibanding dengan beton normal mengalami penurunan kuat lentur pada umur 7 hari sebesar 2,25%, pada umur 14 hari sebesar 0,89%, pada umur 28 hari sebesar 8,67% dan pada umur 56 hari sebesar 8,44%, jika dilihat pada tabel terjadinya penurunan akibat penambahan soda api, sehingga kuat lentur yang diharapkan tidak terpenuhi

terhadap *mix desain*. Penurunan mutu beton setelah penambahan soda api 1,0% dapat di rata - ratakan sebesar 5,06% pada setiap sampel balok beton.

Mutu beton setelah penambahan soda api 1,5% untuk campuran beton dan dibanding dengan beton normal, maka beton mengalami penurunan kuat lentur pada umur 7 hari sebesar 4,44%, pada umur 14 hari sebesar 9,33%, pada umur 28 hari sebesar 11,78% dan pada umur 56 hari sebesar 1,56% terjadinya penurunan akibat penambahan soda api, sehingga kuat lentur yang diharapkan tidak memenuhi terhadap kuat lentur rencana *mix desain* yang di inginkan. Penurunan mutu beton setelah penambahan soda api 1,5% dapat di rata - ratakan sebesar 9,28% pada setiap sampel balok beton.

Dengan penambahan soda api 2,5 % dari hasil pengujian dibanding terjadi penurunan mutu beton, jika dibandingkan dengan beton normal pada umur 7 hari mengalami penurunan kuat lentur sebesar 30,34%, pada umur 14 hari terjadi penurunan sebesar 35,26%, umur 28 hari penurunan sebesar 31,88% dan pada umur 56 hari penurunan terjadi sebesar 22,25%, dari hasil pengujian kuat lentur dengan penambahan soda api sebesar 2,5% dapat dilihat hasilnya tidak ada yang memenuhi rencana *mix desain*. Penurunan mutu beton yang terjadi setelah penambahan soda api 2,5% dapat di rata - ratakan sebesar 29,93% pada setiap sampel balok beton.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Kuat Lentur Beton Umur 7, 14, 28 dan 56 Hari

Pada Gambar 5.10 dapat dilihat Grafik kuat lentur beton normal pada umur 7 hari sebesar 3,64 MPa, 14 hari mengalami peningkatan sebesar 0,37 MPa, 28 hari meningkat sebesar 0,55 MPa dan 56 hari terjadi peningkatan sebesar 0,15 MPa pada beton normal ini semua sampel mengalami peningkatan mutu beton.

Dengan penambahan soda api 1,0% pada campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, jika dibandingkan dengan beton normal, maka semua sampel beton mengalami penurunan dari umur 7 hari sebesar 0,10 MPa, 14 hari menurun sebesar 0,04 MPa, 28 hari terjadi penurunan sebesar 0,39 MPa dan 56 hari turun sebesar 0,38 MPa dari grafik dapat dilihat terjadi penurunan kuat lentur tetap dibawah beton normal.

Pada penambahan soda api 1,5% untuk campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, tetapi bila dibandingkan dengan beton normal, maka semua mutu beton mengalami penurunan kuat lentur dari umur 7 hari terjadi penurunan sebesar 0,20 MPa, 14 hari menurun sebesar 0,42 MPa, 28 hari mengalami penurunan sebesar 0,53 MPa dan 56 hari turun sebesar 0,52 MPa dari grafik dapat dilihat penurunan kuat lentur jauh dibawah beton normal.

Penambahan soda api 2,5% untuk campuran beton secara grafik terjadi peningkatan, jika dibandingkan dengan beton normal semua mutu beton dengan penambahan soda api 2,5% mengalami penurunan kuat lentur dari umur 7 hari penurunan sebesar 1,34 MPa, 14 hari menurun sebesar 1,56 MPa, 28 hari mengalami penurunan sebesar 1,40 MPa dan 56 hari penurunan terjadi sebesar 0,96 MPa dari grafik dapat dilihat penurunan kuat lentur jauh dibawah beton normal. Pengaruh soda api yang ditambahkan kedalam campuran beton untuk mempercepat pengerasan cenderung berdampak buruk pada mutu beton.

#### **5.8. Pengaruh Penambahan Soda Api dalam Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton**

Sifat mekanis beton yaitu kuat tekan beton dan kuat lentur beton sangat dipengaruhi oleh material penyusun beton (Mulyono, 2003). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada penambahan soda api sebesar 1%, 1,5% dan 2,5% terjadi penurunan kuat tekan dan kuat lentur walaupun percepatan pengerasan beton tetap terjadi, namun pengaruh penambahan soda api berdampak buruk terhadap kuat tekan dan kuat lentur. Untuk mempercepat pengerasan beton

sebaiknya tidak menggunakan soda api, karena soda api tidak dapat meningkatkan mutu beton justru menurunkan mutu beton.

### 5.8.1. Konstanta Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton

Dari perhitungan kuat lentur dan kuat tekan dengan variasi penambahan soda api didapat suatu hubungan antara kuat lentur ( $f_s$ ), dan akar kuat tekan ( $\sqrt{f_c'}$ ) beton.

### 5.8.2. Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 7 Hari

Perhitungan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan beton untuk umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

**Tabel 5.18** Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada umur 7 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	Hubungan antara $f_s$ dan $\sqrt{f_c'}$
1.	0 %	29,44	3,64	$0,67\sqrt{f_c'}$
2.	1,0 %	27,67	3,54	$0,67\sqrt{f_c'}$
3.	1,5 %	25,60	3,44	$0,68\sqrt{f_c'}$
4.	2,5 %	22,64	2,30	$0,48\sqrt{f_c'}$

Dari Tabel 5.18 dapat dilihat hubungan kuat lentur terhadap kuat tekan di atas, maka didapat nilai konstanta rata - rata adalah 0,63. Dimana dengan penambahan soda api 1% dan 1,5% mengalami peningkatan nilai konstanta 0,67 dan 0,68 sedangkan dengan penambahan soda api 2,5% mengalami penurunan konstanta menjadi 0,48 terhadap beton normal dengan nilai konstanta 0,67.

### 5.8.3. Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada Umur 14

#### Hari

Perhitungan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan beton untuk umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini:

**Tabel 5.19** Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada umur 14 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	Hubungan antara $f_s$ dan $\sqrt{f_c}$
1.	0 %	29,84	4,01	$0,73\sqrt{f_c}$
2.	1,0 %	28,20	3,97	$0,75\sqrt{f_c}$
3.	1,5 %	26,23	3,59	$0,70\sqrt{f_c}$
4.	2,5 %	23,06	2,45	$0,51\sqrt{f_c}$

Pada Tabel 5.19 hubungan kuat lentur terhadap kuat tekan di atas, maka didapat nilai konstanta rata - rata adalah 0,67. Dimana dengan penambahan soda api 1% mengalami peningkatan nilai konstanta 0,75 dengan penambahan soda api 1,5% dan 2,5% mengalami penurunan konstanta menjadi 0,70 dan 0,51 terhadap beton normal dengan nilai konstanta 0,73.

### 5.8.4. Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan pada umur 28 hari

Pada umur 28 hari dalam perhitungan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini. Nilai konstanta rata – rata mencapai 0,76 yang telah memenuhi nilai minimal 0,75 yang dipersyaratkan Bina Marga namun untuk kuat tekan dan kuat lentur yang disyaratkan tidak memenuhi spesifikasi.

**Tabel 5.20** Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada umur 28 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	Hubungan antara $f_s$ dan $\sqrt{f_c'}$
1.	0 %	30,10	4,56	$0,83\sqrt{f_c'}$
2.	1,0 %	29,43	4,17	$0,77\sqrt{f_c'}$
3.	1,5 %	26,55	4,03	$0,78\sqrt{f_c'}$
4.	2,5 %	23,76	3,16	$0,65\sqrt{f_c'}$

Pada Tabel 5.20 hubungan kuat lentur terhadap kuat tekan di atas, maka didapat nilai konstanta rata-rata adalah 0,76. Dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% mengalami penurunan konstanta menjadi 0,77, 0,78 dan 0,65 terhadap beton normal dengan nilai konstanta 0,83.

#### 5.8.5. Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan pada umur 56 hari

Perhitungan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan beton untuk umur 56 hari dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

**Tabel 5.21** Hubungan Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Beton pada umur 56 hari

No	Pemakaian Soda Api	Kuat Tekan ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	Hubungan antara $f_s$ dan $\sqrt{f_c'}$
1.	0 %	30,68	4,71	$0,85\sqrt{f_c'}$
2.	1 %	30,59	4,33	$0,78\sqrt{f_c'}$
3.	1,5 %	27,59	4,19	$0,80\sqrt{f_c'}$
4.	2,5 %	23,97	3,75	$0,77\sqrt{f_c'}$

Pada Tabel 5.21 hubungan kuat lentur terhadap kuat tekan di atas, maka didapat nilai konstanta rata-rata adalah 0,80. Dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% mengalami penurunan konstanta menjadi 0,78, 0,80 dan 0,77 terhadap beton normal dengan nilai konstanta 0,85.

Jika dilihat dari tabel nilai konstanta K memenuhi nilai minimal yang dipersyaratkan Bina Marga pada beton yang ditambahkan soda api, namun untuk kuat tekan dan kuat lentur tidak memenuhi rencana.

## 5.9. Bentuk Keruntuhan Benda Uji

Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji selinder diameter 15 cm tinggi 30 cm dan pengujian kuat lentur dengan sample balok benton ukuran 15 cm x 15 cm dengan panjang 60 cm dengan umur sample 56 hari.

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

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan keruntuhan benda uji selinder *interface zone* (batas antar permukaan) dapat dilihat pada gambar dibawah ini pada pengujian beton normal pada umur 56 hari. Secara visual terlihat keruntuhan pada bagian batas antar permukaan beton dan retakannya masih agak halus serta beton tidak begitu rapuh.



**Gambar 5.11.** Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari (beton normal) setelah pengujian kuat tekan

Jika diperhatikan keruntuhan pada benda uji dengan penambahan soda api 1,0% dapat dilihat keruntuhan hanya pada batas antar permukaan beton dan

retakan yang ada agak lebih kasar disbanding dengan sampel beton normal.



**Gambar 5.12.** Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 1,0 % setelah pengujian kuat tekan

Secara visual dapat dilihat keruntuhan pada benda uji dengan penambahan soda api 1,5% hanya pada batas antar permukaan beton dan retakan yang ada agak lebih kasar dibandingkan dengan sampel dengan penambahan soda api 1,0%.



**Gambar 5.13.** Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 1,5 % setelah pengujian kuat tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan pada benda uji selinder dengan penambahan soda api 2,5% keruntuhan terjadi pada batas antar permukaan beton

dan retakan yang ada agak lebih besar, jika dibandingkan dengan sampel dengan penambahan soda api 1,5%.



**Gambar 5.14.** Keruntuhan benda uji selinder umur 56 hari penambahan soda api 2,5 % setelah pengujian kuat tekan

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kegagalan dan keruntuhan yang terjadi pada pengujian kuat tekan terjadi pada *interface zone* (batas antar permukaan) yaitu bidang kontak 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 membujur kebawah sesuai dengan pola keruntuhan beton pada umumnya. Pola keruntuhan ini terjadi pada pada semua umur pengujian beton, kecuali pada penambahan soda api 2,5% beton pola keruntuhan lebih getas dari beton lainnya.

### 5.9.2 Bentuk Keruntuhan Benda Uji pada Pengujian Kuat Lentur

Pelaksanaan pengujian kuat lentur dengan patahan benda uji balok beton dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 5.15.** Patahan benda uji balok beton umur 56 hari (beton normal) setelah pengujian kuat lentur



**Gambar 5.16.** Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 1,0 % setelah pengujian kuat lentur



**Gambar 5.17.** Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 1,5 % setelah pengujian kuat lentur



**Gambar 5.18.** Patahan benda uji balok beton umur 56 hari penambahan soda api 2,5 % setelah pengujian kuat lentur

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil patahan atau keruntuhan pengujian lentur sebagian besar keruntuhan yang terjadi juga pada *interface zone* (batas antar permukaan). Pengujian kuat lentur dengan penambahan soda api terlihat sangat getas dan mutunya menurun, jika dibandingkan dengan beton normal. Hal ini membuktikan bahwa pengkitan pasta semen dengan agregat dengan penambahan soda api melebihi 1% menunjukkan penurunan mutu baik kuat tekan maupun kuat lentur.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Setelah melalui semua tahapan pengujian, pengamatan dan menganalisis pada campuran beton  $f_c'$  30 MPa dengan penambahan soda api, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan soda api sebagai bahan tambah campuran beton  $f_c'$ 30 MPa memberikan pengaruh yang cenderung buruk terhadap mutu dan kuat tekan beton, jika dibandingkan terhadap beton normal. Dengan hasil test mutu kuat tekan beton normal umur 7 hari 29,44 MPa, 14 hari 29,84 MPa, 28 hari 30,10 MPa, 56 hari 30,68 MPa dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% untuk umur 7, 14, 28 dan 56 hari, hanya satu benda uji saja yang memenuhi kekuatan tekan beton yaitu penambahan soda api 1% umur 56 hari dengan kuat tekan 30,59 MPa.
2. Dengan penambahan soda api sebagai bahan tambah untuk beton  $f_s$  4,5 MPa memberikan pengaruh yang buruk pada terhadap kuat lentur. Dari pengujian ini di dapat hasil kuat lentur beton normal umur 7 hari 3,64 MPa, 14 hari 4,01 MPa, 28 hari 4,56 MPa, 56 hari 4,71 MPa, sedangkan dengan penambahan soda api 1%, 1,5% dan 2,5% mulai umur 7, 14, 28 dan 56 hari dari hasil test balok beton tidak ada benda uji yang memenuhi kuat lentur yang diharapkan.
3. Penggunaan soda api sebagai bahan tambah dengan variasi persentase 1%, 1,5% dan 2,5% tidak dapat digunakan untuk campuran beton  $f_c'$ 30

Mpa karena tidak memberikan mamfaat yang baik terhadap mutu beton, jika dibandingkan dengan beton normal, justru memberikan dampak yang buruk terhadap mutu beton.

4. Dengan rumus  $f_s = K(f'c)^{0.5}$ , hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan dengan umur 7, 14, 28 dan 56 hari, maka di hasilkan nilai konstanta rata-rata adalah 0,63, 0,67, 0,76 dan 0,80, namun jika dibandingkan dengan mutu beton hal ini tidak dapat dijadikan pedoman untuk penggunaan soda api.

## 6.2 Saran

1. Penambahan soda api dalam campuran beton untuk mempercepat pengerasan sebaiknya tidak dilaksanakan, karena akibat penambahan soda api mutu dan kuat tekan beton cenderung menurun.
2. Soda api yang digunakan untuk bahan tambah campuran beton untuk mempercepat pengerasan beton sebaiknya tidak dilakukan, karena tidak dapat meningkatkan kuat lentur dan dari hasil pengujian semua benda uji menunjukkan penurun kuat lentur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ana Ulfa Istiqomaha, Fitriah Rahmawati dan Khoirina Dwi Nugrahaningtyasa., 2016, Penggantian Soda Api (NaOH) Dengan Kalium Hidroksida (KOH) Pada Destilasi Sistem Biner Air-Etanol, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Arie Setiadi Moerwanto., 2017, Manual Perkerasan Jalan, Direktur Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Armeyn dan Gusrianto., 2016, Pengaruh Penambahan Batu Kapur Padat Sebagai Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton Normal, Volume 03, No. 2, Padang.
- Augsolo., 2016, Reaksi kualitatif terhadap natrium hidroksida. Tips Menggunakan Caustic Soda di Rumah, <https://augsolo.ru/id/a-qualitative-reaction-to-sodium-hydroxide-tips-for-using-caustic-soda-at-home.html>, diakses pada 05 Januari 2018.
- Badan Standardisasi Nasional., 1991, Spesifikasi Bahan Tambah Beton, SNI 03-2495, Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional., 2008, Cara Uji Keausan dengan Mesin Abrasi Los Angles, SNI 2417, Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional., 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Sampel Selinder, SNI 1974, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional., 2011, Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan, SNI 4431, Jakarta.
- Bangkit Tri Pramesti, Rini Oktavera dan Victor Yuardi Risonarta., 2018, Pemilihan Keputusan Penggunaan Soda Api (NaOH) Sebagai Alternatif Pengganti Thinner Cairan Pembersih Cat pada Logam dengan Menggunakan Metode Analytic Network Process (ANP), Jurnal OPSI Vol 11 No.2 Fakultas Teknik Industri UPN“Veteran” Yogyakarta.
- Bestekin.com., 2019, Puluhan Manfaat Soda Api/ Caustic Soda, <https://bestekin.com/2019/03/22/puluhan-manfaat-soda-api-caustic-soda/>, diakses pada 04 April 2019.

- Darren, Gunaran, Hendry, Elly dan Budirahardjo., 2016, Pengaruh Penambahan Gabungan Batu Kapur dan Kapur Padam Pada Campuran Beton K-300, Volume 05, No. 18, Jakarta Barat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga., 2010, Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Spesifikasi Teknis Bina Marga Revisi 3, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2015, Perencanaan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, UGM Press, Yogyakarta.
- Irfan Prasetia, Achmad Maulana., 2019, *Effects of crushed stone waste as fine aggregate on mortar and concrete properties*", IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, Palembang.
- Imran, Mufti Amir Sultan, Julfikra Sastra Tuahuns., 2017, Penggunaan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Perilaku Beton pada Daerah Lingkungan Laut, Universitas Khairun, Ternate.
- James Thoengsal., 2017, Pengaruh Deformasi Geser pada Portal Bertingkat, Vol. 12 No.1, Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Kardiyono Tjokrodikuljo., 1994. Teknologi Beton, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kardiyono Tjokrodikuljo., 1996. Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.
- Kardiyono Tjokrodikuljo., 2007. Teknologi Beton, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lukman123., 2019, 10 Kegunaan NaOH (Natrium Hidroksida) Dalam Kehidupan Sehari-hari, <https://www.prosesproduksi.com/kegunaan-naoh/>, diakses pada 02 Januari 2019.
- Maricar, Tatong dan Hasan., 2013, Pengaruh Bahan Tambah Plastiment-VZ Terhadap Sifat Beton, Palu.
- Murdock, L.J., dan K.M. Brook., 1991. Bahan dan Praktek Beton, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Neville, A.M.,1997, *Properties of Concrete*, John Wiley & Sons. Inc, New York.
- Nawy, E.G., 1996, *Reinforced Concrete*, A Fundamental Approach 3rd edition, Prentice Hall, New York.

Peter L. Bernabas., 2005, Pelaksanaan Pembangunan Jalan Beton Semen (*Rigid Pavement*), Palu.

Rahmawati dan Azman., 2016, Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton, Volume 2, No. 1, Lampoh Keude Aceh Besar.

Revisdah dan Setiawati., 2016, Pengaruh Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton, Volume 4, No. 4, Palembang.

Subakti, A. 1995. Teknologi Beton Dalam Praktek, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Suhendra., 2017, Kajian Hubungan Kuat Lentur dengan Kuat Tekan, Universitas Batanghari Vol. 2 No.1, Jambi.

Suryawan, A., 2009, Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*) - Perencanaan, Beta Offset, Yogyakarta.