

TESIS

PENGARUH CAMPURAN FLY ASH DAN ZAT ADITIF TERHADAP KUAT LENTUR DAN TEKAN BETON MUTU $f_{s4,5}$ Mpa PADA PERKERASAN JALAN

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Meraih Gelar Magister Teknik
Pada Program Pasca Sarjana Teknik Sipil
Universitas Islam Riau



OLEH :

THAUFAN
163121008

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020



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: 327/A-UIR/5-PSTK/PPs/2019

Perpustakaan Program Pascasarjana Universitas Islam Riau menerangkan:

Nama : Thaufan
NPM : 163121008
Program Studi : Teknik Sipil

Telah melalui proses pemeriksaan kemiripan karya ilmiah (tesis) menggunakan aplikasi Turnitin pada tanggal 16 Desember 2019 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, 16 Desember 2019

Ketua Prodi. Magister Teknik Sipil

Staf Perpustakaan

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

Sumandiono, S.IP



Lampiran:

- Turnitin Originality Report

Turnitin Originality Report

PENGARUH CAMPURAN FLY ASH DAN ZAT ADITIF TERHADAP KUAT LENTUR DAN TEBALAN BETON MUTU F_c 4,5 MPa PADA PERKERASAN JALAN



by Thaufan Thaufan

From Prod. Teknik Sipil (Tesis 2)

- Processed on 16-Dec-2019 15:22 +08
- ID: 1235266211
- Word Count: 13584

Similarity Index

0%

Similarity by Source

Internet Sources: 21%

Publications: 0%

Student Papers: 0%

Sources:

- 3% match (Internet from 01-Aug-2019)
<https://pt.scribd.com/document/40142304/tesis>
- 2% match (Internet from 08-Sep-2018)
<https://vdocuments.site/documents/5-spesifikasi-umum-jalan.html>
- 2% match (Internet from 04-Nov-2019)
<https://es.scribd.com/document/362960137/aiive-pdf>
- 2% match (Internet from 21-Jul-2018)
<https://media.neliti.com/media/publications/139902-ID-kuat-tank-lentur-beton-geopolymer-berba.pdf>
- 2% match (Internet from 27-Sep-2018)
<https://vdocuments.site/documents/proposal-55ea76c43f868.html>
- 2% match (Internet from 14-Aug-2018)
<https://eprints.uns.ac.id/8612/1/180501611201101131.pdf>
- 2% match (Internet from 18-Apr-2016)
http://eprints.undip.ac.id/34345/8/2178_CHAPTER_II.pdf
- 1% match (Internet from 01-Oct-2018)
<https://repository.mercubuana.ac.id/40596/>
- 1% match (Internet from 04-Oct-2018)
<https://vdocuments.site/documents/semen-pcc-dan-gpc.html>
- 1% match (Internet from 02-Jul-2019)
https://sinta.unud.ac.id/uploads/dokumen_dir/5f248e1b8402ff18066130128fcd4e4.pdf

Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

ABSTRAK

“Pengaruh Campuran Fly Ash Dan Zat Addetive Terhadap Kuat Lentur Dan Tekan Beton Mutu Fs 4,5 Mpa Pada Perkerasan Jalan ”

Oleh : Thaufan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash dan additive NaOH terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada balok beton. Fly ash yang digunakan berasal dari sisa pembakaran Aspalt Mixing Plant PT Riau Mas Bersaudara. Persentase fly ash yang dipergunakan sebagai pengganti semen Portland type I sebesar 0%, 0,5%, 2% dan 3,5%.

Material yang digunakan adalah Batu Pecah 2-3, Batu Pecah 1-2, Pasir dan Semen. Benda uji dibuat dalam bentuk silinder ukuran 150 mm x 300 mm untuk kuat tekan dan dalam bentuk balok 150 mm x 150 mm x 600 mm untuk kuat lentur. Uji kuat tekan dan kuat lentur dilaksanakan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan nilai kuat tekan dan kuat lentur Fs 45 dengan penambahan fly ash 3,5 % sebesar 4,76 MPa sampai titik optimum yaitu pada penggunaan fly ash 3,5 %. Nilai kuat tekan yang diperoleh adalah 39,80 MPa. Pada pengujian untuk kuat lentur dan kuat tekan dengan pemakaian fly ash + NaOH terjadi penurunan kuat lentur dan kuat tekan

Kata Kunci : Beton, Fs 45, Fly Ash +NaOH

ABSTRAK

“The Effect Of Fly Ash Mixture And Additive Substances On The Flexural Strength And Concrete Compressive Quality Of Fs 4,5 Mpa On Road Pavement

The research aims to determine the effect of the addition of fly ash and additive NaOH on compressive strength and flexural strength of concrete beams. The fly ash that was used came from the remains of the burning of the asphalt mixing plant of the PT Riau Mas Brother. The percentage of fly ash used as a substitute for type I portland cement is 0%, 0,5%, 2% dan 3,5%. The materials used are 2-3 broken stones, 1-2 broken stones, sand and cement.

Test specimens are made in the form of a cylinder size 150mm × 300 mm for compressive strength and in the form of beams 150 mm × 150 mm × 600 mm for flexural strength. Compressive and flexural strength tests are carried out when the specimen is 7 days, 14 days and 28 days old.

The result of the research showed an increase in the compressive strength and flexural strength of Fs 45 with the addition of 3,5 % ash by 4,76 Mpa to the optimum point of 3,5 % fly ash. The compressive strength value obtained was 39,80 Mpa.

In testing for flexural strength and compressive strength with use of fly ash + NaOH there is a decrease in flexural strength and compressive strength

Keywords : concrete, fs, fly ash + NaOH

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Seiring meningkatnya perekonomian masyarakat Di provinsi Riau, pemerintah propinsi Riau melaksanakan pembangunan insfrastruktur jalan. Dalam pembangunan jalan terdiri dari perkerasan lentur dan perkerasan Kaku (rigid pavement).

Banyaknya program pembangunan jalan yang dilakukan oleh provisi Riau membuat banyak berdiri Asphalt Mixing Plant. Berdirinya Asphalt Mixing Plant berdampak terhadap lingkungan disekitarnya. Perkembangan industri Asphalt Mixing Plant semakin maju, dimana hasil pembakaran asphal berupa fly ash hasil pembakaran Asphalt Mixing Plant dapat ditampung sehingga mengurangi pencemaran lingkungan. Disaat produksi aspal banyak fly ash yang tertampung dicoolbin penampungan.

Pengunaan fly ash yang berasal dari sisa pembakaran Asphalt Mixing Plant dapat dipakai untuk campuran beton, baik juga menerima kuat tekan dan lentur. Hal ini merujuk syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 (Syafrisal 2017).

Berdasarkan pernyataan hasil penelitian tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih tentang pengaruh campuran fly ash dan zat Addektive Naoh terhadap kuat Tekan Lentur dan Kuat Tekan Pada Perkerasan Rigid.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk memberi ruang lingkup yang jelas pada masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, maka dalam perlu perumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa pengaruh penambahan Fly Ash dan zat Additive dari residu Asphalt Mixing Plant PT Riau Mas Bersaudara terhadap Kuat Lentur Beton dan Kuat Tekan.
2. Berapa besar Kuat Lentur dan Kuat Tekan optimum yang dihasilkan dari penambahan penggunaan fly ash dan zat Additive dari residu Asphalt Mixing Plant PT Riau Mas Bersaudara yang ditinjau dari berat beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui berapa pengaruh penambahan Fly ash, Fly Ash dan zat Additive NaOH terhadap kuat lentur beton dan kuat iekan beton Fs 4,5 Mpa
2. Mngetahui kadar optimum penambahan fly ash, fly ash + NaOH yang hasilkan dalam kekuatan maksimum.

1.4. Batasan Penelitian

Batasan Penelitian ini adalah:

1. Kerkerasan Kaku yang diteliti pada kuat tekan dan kuat lentur Beton fs 45 Mpa
2. Pasir yang digunkaa berasal dari Teratak Buluh.
3. Semen yang digunakan Type 1 merek Semen Padang
4. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Pangkalan.

5. Tidak meneliti kuat tarik beton.
6. Besaran biaya dalam melakukan penelitian tidak dihitung.
7. Pemakaian fly ash bervariasi tingkat persentase sebesar 0%, 0,5%, 2% dan 3,5%
8. Fly ash berasal dari residu Asphalt Mixing Plant PT Riau Mas Bersaudara

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak Antara lain :

1. Memperdalam pengetahuan mengenai beton dan mengaitkannya dengan pengetahuan teori yang diperoleh
2. Mendapatkan informasi tentang berapa persen pengaruh kuat lentur akibat penambahan fly ash dan penambahan fly ash ditambah Naoh dari residu Asphalt Mixing Plant PT Riau Mas Bersaudara kedalam beton.
3. Memberikan rekomendasi pada pratisi – pratisi jalan perkerasan Kaku (Rigid)
4. Penelitian selanjutnya sebagai referensi

BAB III

LANDASAN TIORI

3.1. Perkerasan Jalan Raya

(Soeharta 2010) Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Jenis perkerasan ada tiga

1. Perkerasan lentur (flexible pavement) Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.
2. Perkerasan kaku (rigid pavemet) Perkerasan kaku merupakan suatu susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atasnya digunakan pelat beton, yang terletak di atas pondasi atau langsung di atas tanah dasar.
3. Perkerasan komposit (composite pavement) Perkerasan komposit merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya.

Perkerasan kaku pada hakikatnya mempersiapkan suatu lapisan permukaan yang rata dengan kontruksi yang kuat dan menjamin rasa kenyamanan, keamanan selama masa umur rencana. Masa umur rencana yang panjang akan memerlukan perawatan yang sekecil – kecilnya dalam berbagai keadaan. Perkerasan kaku adalah perkerasan yang mana menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi.

3.2. Beton

Menurut SNI-2002, beton ialah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

Beton terbagi beberapa jenis, salah satunya beton normal, diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat, adapun jenis beton khusus biasanya beton yang ditambahkan dengan bahan khusus, misalnya pozolan, bahan kimia pembantu, serat, dan sebagainya.

(Tjokrodimuljo, 2007). tujuan pemberian bahan tambah ialah untuk menghasilkan beton khusus yang lebih baik daripada beton normal .

3.3 Rancangan campuran beton

Perancangan campuran beton pada penelitian ini menggunakan Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 revisi 3.

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 60 % - 80 % dari volume mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang mempunyai butiran 2 mm sampai dengan 5 mm. Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan

yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (workability), kekuatan (strength), dan tingkat keawetan (durability) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentuk mortar bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat (Tjokrodinuljo,1996).

Menurut Spesifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.(6) rujukan SNI 02 – 6820 - 2002, agregat halus adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm atau saringan N0 4.

Didalam campuran beton pasir sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (workability), kekuatan (strength), dan tingkat keawetan (durability) dari beton yang dihasilkan. Untuk memperoleh hasil beton yang seragam, mutu pasir harus dikendalikan. Oleh karena itu pasir sebagai agregat halus harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang ditentukan Spesifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.2. Batasan susunan butiran agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Gradasi Saringan Agregat Halus

Diameter Saringan	Persen Lolos (%)
9,5 mm	100
4,75 mm	95 - 100
2,36 mm	80 - 100
1,18 mm	50 - 85
600 μ m	25 - 60
300 μ m	5 - 30
150 μ m	0 - 10

Berdasarkan tabel 3.1 menunjukkan agregat pasir dari diameter saringan 9,5 mm kasar dan kebawah semakin halus

Sifat- sifat agregat halus dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2. Sifat - sifat Agregat Halus

Sifat	Ketentuan	Metoda Pengujian
Berat isi Lepas	Maksimum 1.200 Kg/m ³	SNI 03- 4804-1998
Penyerapan Air	Maksimum 5%	SNI 1969:2008

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar antara 4,75mm 150 mm. Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen (Tjokrodimuljo,1996).

Menurut Spesifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.(6) Berdasarkan rujukan ASTM C 125-03 “*Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*” agregat kasar adalah suatu agregat yang tertahan pada saringan 4,75 mm (No. 4). Sifat-sifat bahan bangunan sangat perlu untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan tersebut, kita dapat menentukan langkah-langkah yang diambil dalam menangani bahan bangunan tersebut. Sifat-sifat dari agregat kasar yang perlu untuk diketahui antara lain ketahanan (*hardness*), bentuk dan tekstur permukaan (*shape and texture surface*), berat jenis agregat (*specific gravity*), ikatan agregat kasar (*bonding*), modulus halus butir (*finenes modulus*), dan gradasi agregat (*grading*). Syarat-syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut (SNI 03 – 2834 – 2000)

- 1) Butir – butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- 2) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum digunakan
- 3) Tidak mengandung zat yang dapat merusak batuan, seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- 4) Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlah tidak melebihi 20% dari berat keseluruhan.

Berikut tabel butiran agregat Kasar Spesifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.2

Tabel 3.3 *Gradasi Saringan Agregat Kasar*

Diameter Saringan mm	persentase lolos %
1 1/2	100
1/4	85 - 100
1/2	0 -70
3/8	0 - 25
# 4	0 - 5

Berdasarkan Spektifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.2 gradasi Halus , kasar dan gradasi gabungan dapat dilihat tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Gradasi Gabungan*

Ukuran Saringan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat						
Inci (in)	Standar (mm)	Halus	Kasar			Gabungan		
			Ukuran nominal maks. 1 ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maks. ¾ in (20mm)	Ukuran nominal maks. 3/8 in (20mm)	Ukuran nominal maks. ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maks. ¼ in (20mm)	Ukuran nominal maks. 3/8 in (20mm)
2	50,0	-	100			100	-	-
1½	37,5	-	85 - 100	100		95 - 100	100	-
¾	20,0	-	0 - 25	85 - 100		45 - 80	95 - 100	
½	14,0	-	-	0 - 70	100	-	-	100
3/8	10,0	100	0 - 5	0 - 25	85 - 100	-	-	95 - 100
# 4	5,0	89 - 100		0 - 5	0 - 25	25 - 50	35 - 55	30 - 65
# 8	2,36	60 - 100			0 - 5	-	-	20 - 50
#16	1,18	30 - 100				-	-	15 - 40
#30	600 µm	15 - 100				8 - 30	10 - 35	10 - 30
# 50	300 µm	5 - 70				-	-	5 - 15
# 100	150 µm	0 - 15				0 - 8*	0 - 8*	0 - 8*

* *Dinaikkan menjadi 10% untuk aggregate halus pecah*

Susunan untuk butiran (gradasi) yang baik akan dapat menghasilkan kepadatan (*density*) dan porositas (*voids*) minimum. Sifat penting dari suatu agregat (baik kasar maupun maksimum halus) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Bentuk dari partikel agregat dapat mempengaruhi kebutuhan air, *workability*, kemampuan untuk diangkut (*mobility*), *bleeding*, kemampuan untuk membentuk hasil akhir yang baik (*finishability*) dan kekuatan. Partikel yang lebih bulat (*rounded*) memberikan *workability* yang lebih baik dibandingkan dengan partikel yang bentuknya pecah atau bersudut. Hal ini disebabkan karena sedikitnya

bidang kontak antar partikel yang dialami oleh partikel bulat, sehingga gaya gesek antar partikel menjadi lebih kecil dan aliran campuran beton menjadi lebih mudah.

Bentuk agregat juga mempengaruhi kuat tekan pada beton. Campuran yang menggunakan agregat dengan bentuk pecah dan bersudut akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi karena kekuatan ikatan antar partikelnya besar. Kekuatan ikatan yang besar tersebut dikarenakan bidang kontak antara partikel dengan pasta yang besar.

c. Berat Jenis Agregat

(Tjokrodinuljo,2007) Berat jenis Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, yaitu agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 dengan kuat tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa, yang biasanya dibuat untuk nonstruktur, akan tetapi dapat pula untuk beton struktural atau blok dinding tembok. Kebalikannya ialah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan fondasinya lebih kecil. Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Beton yang dihasilkan berat jenis sekitar 2,3 – 2,4 dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa disebut beton normal, Berat jenis >3,00 dengan kuat tekan antars 40 – 80 Mpa disebut beton berkeuatan mutu tinggi. Berat jenis dapat memakai Persamaan 3.1

$$b.j = \frac{w}{Vb} \quad (3.1)$$

dimana :

b_j = berat Jenis

w = berat kering

V_b = Volume butiran agregat

d. Serapan dan Kadar Air Dalam Agregat

Pori-pori mungkin menjadi reservoir air bebas di dalam agregat. Persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika di rendam dalam air disebut serapan air.

Jika agregat basah ditimbang beratnya W , kemudian dikeringkan dalam tungku (oven) pada suhu 105°C sampai beratnya tetap (W_k), maka kadar air agregat basah itu dengan memakai Persamaan 3.2 (Tjokrodimuljo, 1996)

$$K = \frac{W - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3.2)$$

Agregat yang jenuh air (pori-porinya terisi penuh oleh air), namun permukaannya kering sehingga tidak mengganggu air bebas di permukaannya disebut agregat jenuh kering muka.

Jika agregat yang jenuh kering muka ini kemudian dimasukkan ke dalam tungku pada 105°C sampai beratnya tetap, yaitu W_k , maka kadar air agregat jenuh kering muka itu dengan memakai Persamaan 3.3 (Tjokrodimuljo, 1996)

$$K_{jkm} = \frac{W_{jkm} - W_k}{W} \times 100\% \quad (3.3)$$

e. Persyaratan Agregat

Agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut. Ukuran kekuatan agregat dapat dilakukan dengan pengujian ketahanan aus dengan mesin Los Angeles, atau dengan bejana Rudeloff.

2. Tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm (No. 200). Pada agregat mengandung halus jumlah kandungan kotoran ini harus tidak lebih dari 5% untuk beton sampai 10 MPa (100 Kg/cm²), dan 2,5% untuk beton mutu yang lebih tinggi. Pada agregat kasar kandungan kotoran ini dibatasi sampai maksimum 1 persen. Jika agregat mengandung kotoran lebih dari batas-batas maksimum atau maka harus dicuci dengan air bersih.

Sifat – sifat Agregat kasar pada perkerasan beton semen (fs 4,5 Mpa) harus memenuhi tabel 3.5

Tabel 3.5 sifat – sifat Agregat Kasar

Sifat	Ketentuan	Metoda pengujian
Kehilangan akibat Abrasi los Angeles	tidak melampaui 40% untuk 500 putaran	SNI2417:2008
Berat isi Lepas	minimum 1.200 kg/m ³	SNI 03-4804-998
Berat Jenis	minimum 2,1	SNI 1970:2008
Penyerapan oleh air	ampas besi : Maks 6% lainnya maks 2,5 %	SNI1970:2008
bentuk partikel dengan rasio 3:1 dan 5: 1	Masing - masing Maks 25 %	ASTM 4-4791
Bidang pecah (2 atau lebih)	Minimum 80 %	SNI 7619-2012

f. Semen Portland (*Portland cement*)

Portland cement merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Menurut *ASTM C150 Portland cement* dibagi menjadi lima Tipy yaitu:

1. Tipe I : *Ordinary PortlandCement (OPC)*, semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap

sulfat, kekuatan awal).

2. Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
3. Tipe III : *High Early Strength Cement*, semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
4. Tipe IV : *Low Heat of Hydration Cement*, semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.
5. Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap kadar sulfat tinggi.

Selain semen Portland di atas, juga terdapat beberapa jenis semen lain :

a. *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen campur dibuat karena dibutuhkannya sifat-sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai campuran. Jenis semen campur :

b. *Portland Pozzolan Cement* (PPC)

Portland Pozzolan Cement (PPC) adalah merupakan semen hidrolisis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen Portland dengan bahan pozzolan (*Trass* atau *Fly Ash*) halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen *Portland* dan bahan *pozzolan* bersama-sama atau mencampur secara merata semen *Portland* dan bahan *pozzolon* atau gabungan antara menggiling dan mencampur.

c. *Portland Blast Furnace Slag Cement*

Portland Blast Furnace Slag Cement adalah semen *Portland* yang dicampur dengan *kerak dapur tinggi* secara homogen dengan cara mencampur bubuk halus semen *Portland* dengan bubuk halus *slag* atau menggiling bersama antara klinker *portland* dengan butiran *slag*. Aktivitas *slag* (*Slag Activity*) bertambah dengan bertambahnya ratio $\text{CaO} + \text{MgO}/\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ dan *glass content*. Tetapi biasanya keberadaan *ratio oksida* dan *glass Content* tersebut saling berkebalikan. Beberapa sifat *slag* semen adalah sebagai berikut :

- 1) Jika kehalusannya cukup, mempunyai kekuatan tekan yang sama dengan semen portland.
- 2) Betonnya lebih stabil dari pada beton semen Portland
- 3) Mempunyai permeability yang rendah

d. *Semen Mosonry*

Semen *Mosonry* yaitu semen hidrolis, yang digunakan terutama dalam pekerjaan menembok dan memplester konstruksi, yang terdiri dari campuran dari semen *portland* atau campuran semen hidrolis dengan bahan yang bersifat menambah keplastisan (seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi atau kapur hidrolis) bersamaan dengan bahan lain yang digunakan untuk meningkatkan satu atau lebih sifat seperti waktu pengikatan (*setting time*), kemampuan kerja (*workability*), daya simpan air (*water safe retention*), dan ketahanan (*durability*).

e. *Portland Composite Cement (PCC)*

Portland Composite Cement (PCC) adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen *portland* dan *gyps* dengan satu atau

lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur Tinggi (*blast Furnace Slag*), *pozzolan*, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% – 35 % dari massa semen *portland composite*.

1. Water Proofed Cement

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen *Portland* dengan “*Water proofing agent*”, dalam jumlah yang kecil.

2. *White Cement* (Semen Putih)

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif.

3. *High Alumina Cement*

High alumina cement dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan yang cepat dan tahan terhadap serangan sulfat dan asam akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

4. Semen Anti Bakteri

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen *Portland* dengan “*anti bacterial agent*” seperti *germicide*.

g. Air Semen

Air semen merupakan perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Fungsi air semen, yaitu Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Semakin tinggi nilai air semen, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS

yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Umumnya nilai FAS yang diberikan minimum 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2004).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.3. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah yang digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kinerja beton dapat berupa bahan kimia, bahan mineral atau hasil limbah yang berupa serbuk *pozzolanik* sebagai bahan pengisi pori dalam campuran beton.

Bahan tambahan yang diluar dari Semen, Agregat, Air dan perkuatan dengan menggunakan residu Abu Terbang (Fly ash) yang digunakan sebagai bahan campuran semen untuk memodifikasi sifat beton segar, waktu pengerasan, dan kinerja beton saat keras dan ditambahkan ke dalam adukan sebelum atau selama proses pencampuran (mixing) (ASTM C 125, 2003)

1. Bahan kimia

Bahan tambahan yang berupa bahan kimia ditambahkan dalam campuran beton dalam jumlah tidak lebih dari 5% berat semen selama proses pengadukan atau selama pelaksanaan pengadukan tambahan dalam pengecoran beton. Bahan

tambahan kimia yang digunakan berupa NaOH yang digunakan sebagai bahan tambah. Ketentuan mengenai bahan tambahan ini harus mengacu pada SNI 03-2495-1991. Untuk tujuan peningkatan kinerja beton segar, bahan tambahan campuran beton dapat digunakan untuk keperluan-keperluan :

- a) Meningkatkan kinerja kelecakan adukan beton tanpa menambah air;
- b) Mengurangi penggunaan air dalam campuran beton tanpa mengurangi kelecakan;
- c) Mempercepat pengikatan hidrasi semen atau pengerasan beton;
- d) Memperlambat pengikatan hidrasi semen atau pengerasan beton;
- e) Meningkatkan kinerja kemudahan pemompaan beton; mengurangi kecepatan terjadinya kehilangan slump (*slump loss*);
- f) Mengurangi susut beton atau memberikan sedikit pengembangan volume beton (ekspansi);
- g) Mengurangi terjadinya bliding (*bleeding*);
- h) Mengurangi terjadinya segregasi.

Untuk tujuan peningkatan kinerja beton sesudah mengeras, bahan tambah campuran beton bisa digunakan untuk keperluan-keperluan :

- a) Meningkatkan kekuatan beton (secara tidak langsung);
- b) Meningkatkan kekuatan pada beton muda;
- c) Mengurangi atau memperlambat panas hidrasi pada proses pengerasan beton, terutama untuk beton dengan kekuatan awal yang tinggi;
- d) Meningkatkan kinerja pengecoran beton di dalam air atau di laut;
- e) Meningkatkan keawetan jangka panjang beton;

- f) Meningkatkan kedekatan beton (mengurangi permeabilitas beton);
- g) Mengendalikan ekspansi beton akibat reaksi alkali agregat;
- h) Meningkatkan daya lekat antara beton baru dan beton lama;
- i) Meningkatkan daya lekat antara beton dan baja tulangan;
- j) Meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan tumbukan.

Apabila menggunakan bahan tambahan yang dapat menghasilkan gelembung udara, maka gelembung udara yang dihasilkan tidak boleh lebih dari 5%.

Penggunaan jenis bahan tambahan kimia untuk maksud apapun harus berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang menyatakan bahwa hasilnya sesuai dengan persyaratan dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

2. Mineral

Mineral yang berupa bahan tambahan atau bahan limbah dapat berbentuk abu terbang (*fly ash*), *Pozzolan*, *Mikro Silica* atau *silica fume*. Apabila digunakan bahan tambahan berupa abu terbang, maka bahan tersebut harus sesuai dengan standar Spektifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.6 standar rujukan dalam SNI 03-2460-1991 tentang spesifikasi abu terbang sebagai bahan tambahan untuk campuran beton.

3.4. Sifat-Sifat Beton Segar

Beton segar adalah beton yang dalam keadaan kondisi plastis atau belum mengeras, dan akan mengeras beberapa jam setelah beton diaduk. Beton segar mempunyai kinerja yang tinggi atau kemudahan untuk dikerjakan (*workability*). Kemudahan pengerjaan beton segar harus kohesivitas dan kemudahan pemompaan ke tempat yang tinggi dan panas hidrasi rendah serta susut yang relative rendah

pada proses pengerasan dan percepatan maupun penundaan waktu ikat awal. Sifat-sifat beton segar yang perlu diperhatikan adalah.

1. Sifat kemudahan dikerjakan (Workability)

Nugraha dan Antoni (2007) mendeskripsikan kemudahan pengerjaan (workability) adalah kemudahan suatu campuran beton segar untuk dikerjakan dan dipadatkan. Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya.

Sifat kemudahan dikerjakan pada beton segar dipengaruhi oleh:

a. Jumlah air yang dipakai untuk adukan campuran beton.

Air yang dipakai semakin banyak, beton segar yang dikerjakan semakin mudah tetapi jumlah air yang dipakai banyak dapat menurunkan kuat tekan beton.

b. Pemakaian penambahan semen ke dalam adukan.

Makin banyak semen yang dipakai, beton segar semakin mudah dikerjakan.

c. Material gradasi agregat halus dan kasar.

Bila material agregat yang dipakai mempunyai gradasi sesuai dengan persyaratan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.

d. Bentuk butiran agregat.

Bentuk butiran agregat bulat akan lebih mempermudah pengerjaan beton.

e. Penggunaan admixture dan bahan tambah mineral.

Kemudahan dalam pengerjaan beton berkaitan erat dengan workability. Untuk mengetahui workability beton dilakukan pengujian slump. Semakin besar nilai slump artinya adukan beton encer berarti beton semakin mudah dikerjakan.

Segregasi dan ketidak kohesifan pada campuran beton segar harus dihindari. Terjadinya segregasi disebabkan karena beton kekurangan butiran halus, butir semen kasar dan adukan sangat encer, dan ketidak kohesifan beton disebabkan oleh: kekurangan semen, kekurangan pasir, kekurangan air dan susunan besar butir agregat tidak baik. Agar terhindar dari segregasi dan ketidak kohesifan campuran beton perlu dilakukan dengan cara memperbaiki susunan campuran beton itu dengan cara memperbaiki kadar air, kadar pasir, ukuran maksimum butir agregat dan penambahan jumlah butiran halus (filler). Dalam pengujian slump mengacu pada Spektifikasi Teknis Bina Marga divisi 7.1.(6) rujukan SNI 1972-2008. Rekomendasi nilai slump untuk pemakaian beton segar pada elemen – elemen struktur berdasarkan PBI 1971 N.I-2 seperti tabel 3.6

Tabel 3.6. Rekomendasi nilai slump untuk pemakaian beton segar pada elemen-elemen struktur

No.	Elemen Struktur	Slump Maks (cm)	Slump Min (cm)
1	Plat pondasi, pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
3	Plat (lantai), balok, kolom dan Dinding	15,0	7,5
4	Jalan beton bertulang	7,5	5,0
5	Pembetonan massal	7,5	2,5

(PBI 1971 N.I.-2)

2. Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dengan volume beton, untuk volume beton sangat tergantung dari komposisi material adukan beton yang direncanakan dengan presentase fly ash. Sehingga apabila bahan penyusunnya memiliki berat volume yang besar, maka beton yang dihasilkan akan memiliki berat

volume yang besar pula. Berat volume beton berfungsi mengoreksi susunan campuran beton dimana hasil perencanaan berbeda dengan pelaksanaan. Angka koreksi didapat dari perbandingan antara nilai berat volume beton perencanaan dengan nilai berat volume beton pelaksanaan. Angka koreksi ini selanjutnya dikalikan dengan kebutuhan masing-masing bahan pada perencanaan. Berat volume beton berfungsi untuk mengkonversi dari satuan berat ke satuan volume dan mengoreksi kelebihan maupun kekurangan bahan pada saat pembuatan beton yang akan mempengaruhi volume pekerjaan secara keseluruhan. armaini 2016

3. Waktu Ikat Beton

Waktu ikat beton adalah proses di mana pengikatan atau proses hidrasi beton sedang berlangsung menuju perkerasan sempurna. Waktu ikat berfungsi untuk memantau berkaitan dengan fase beton yang mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan dari pelaksanaan pengecoran dan untuk mengetahui kapan yang tepat untuk membuka cetakan beton sehingga beton tidak mengalami perubahan bentuk atau kerusakan.

3.5. Sifat Mekanik Beton

Sifat mekanik beton keras adalah suatu kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik dapat ditunjukkan oleh hasil kuat tekan beton yang tinggi, hasil kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang lebih daktil, kedap air dan udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang. armaini 2016

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Menurut (Tjokrodimuljo,2007) jenis beton dengan kuat tekan terbagi atas:

- a. Beton sederhana mempunyai kuat tekan sampai 10 Mpa
- b. Beton normal Mempunyai kuat tekan 20 – 40 MPa.
- c. Beton pra tegang mempunyai kuat tekan 30 – 40 Mpa
- d. Beton kuat tegang tinggi mempunyai kuat tekan 40 – 80 Mpa
- e. Beton kuat tekan sangat tinggi > 80 Mpa.

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

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

maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100 % setelah beton berumur 28 hari. Menurut SNI T-15-1991, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PC type 1 berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Nilai perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur beton

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

(Sumber (PBI 1971 N. 1-2)

Untuk kuat tekan beton dihitung dengan Persamaan (3.4)

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (3.4)$$

dimana :

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

P = beban maksimum (N)

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

Untuk menghitung kuat tekan rata-rata dengan Persamaan 3.5

$$f'_{c \text{ rata-rata}} = \frac{\sum f'c}{N} \quad (3.5)$$

dimana :

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

N = Jumlah benda uji (buah)

2. Kuat Lentur Beton

Lentur merupakan suatu keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (balok) sebagai akibat beban transversal. Akibat beban transversal terjadinya aksi lentur menyebabkan serat pada permukaan elemen mengalami tarik dan tekan. Tegangan ini bekerja tegak lurus pada permukaan penampang struktur.

Cara pengujian yang digunakan adalah pembebanan tiga titik (three point bending) mengacu pada standar ASTM C293-79, besaran tegangan tarik (modulus of rupture) yang terjadi pada benda uji dihitung dengan Persamaan (3.6)

$$f_s = \frac{PL}{bh^2} \quad (3.6)$$

dimana:

f_s = Kuat lentur

P = beban maksimum (kN)

L = panjang benda uji (mm)

b = lebar penampang benda uji (mm)

h = tinggi penampang benda uji (mm)

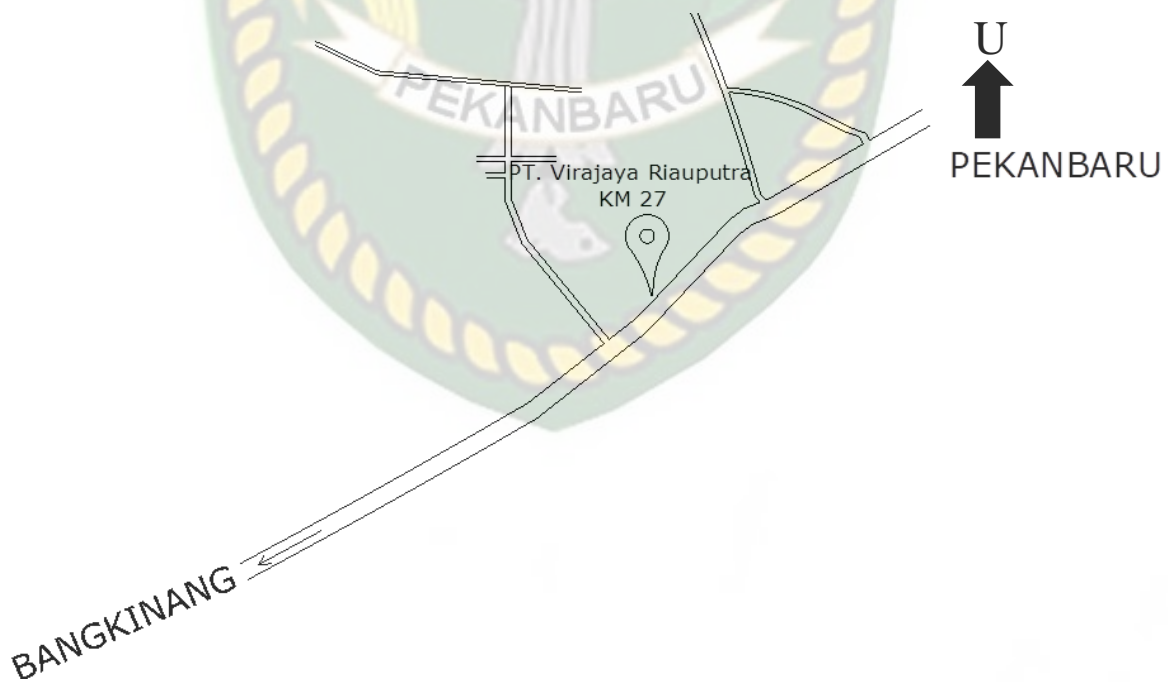
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Umum

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode percobaan secara langsung atau metode ekperrimental untuk mendapatkan hasil atau data yang dapat menghubungkan antara variabel yang akan diteliti. Penelitian ini dilakukan di laboratorium. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian material , kuat lentur dengan menggunakan alat uji kuat lentur (*Bending testing Machine*).

4.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan dilaboratorium PT. Virajaya Riauputra yang terletak di jalan raya Pekanbaru – Bangkinang KM 27. Dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4.1. Lokasi Penelitian PT. Vira Jaya Riauputra

4.3. Bahan yang digunakan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I produksi PT Semen Padang.
2. Pasir (agregat halus) yang digunakan yaitu Pasir cuci yang berasal dari desa Sungai Teratak Buluh.
3. Batu pecah (agregat kasar) yang digunakan berasal dari Stone Crusher (STC) Pangkalan.
4. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari sumur bor Laboratorium PT. Virajaya Riauputra.
5. Fly Ash dari residu Asphalt Mixing Plant PT. Riau Mas Bersaudara di Rimbo Panjang.
6. NaOH

4.4. Alat yang Digunakan

Peralatan penelitian ini menggunakan peralatan yang ada di Laboratorium PT.

Virajaya Riauputra, peralatan yang digunakan adalah:

1. Satu set saringan (sieve) standar ASTM beserta alat penggetar (sieve shaker).
2. Oven lengkap dengan pengatur suhu.
3. Gelas ukur.
4. Timbangan tripple beam dengan ketelitian 0,1 gram.
5. Timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram.
6. Conical mould untuk mengukur keadaan SSD agregat halus.
7. Mesin Los Angeles dan bola baja untuk pengujian abrasi agregat kasar.
8. Panci kecil untuk wadah air
9. Mixer untuk mencampur

10. Satu set cetakan (mould) dengan ukuran 100 x 100 x 600 mm untuk uji kuat lentur dan d:150 mm t:300 mm untuk uji kuat tekan.
11. Kerucut Abrams untuk pengujian slump.
12. Satu set alat uji kuat tekan beton.
13. Satu set alat uji kuat lentur beton.
14. Peralatan penunjang seperti kaos tangan, masker, kunci pas dan obeng.

4.5. Benda Uji

Pada penelitian ini benda uji yang dipakai berbentuk silinder dan balok masing - masing dengan 3 buah benda uji perlakuan yaitu dengan bahan tambah fly ash dari 0%, 0,5%, 2% dan 3,5% dan fly ash ditambah NaOH masing masing sebanyak 0%,0,5 %, 2% dan 3,5 %, untuk pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari

4.6. Spesifikasi Material Penyusun Beton

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

Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Penyusun Beton :

1. Semen : Spesifikasi Pabrik
2. Agregat Kasar memakai standar sebagai berikut.
 - a. Standar Pengujian SNI 1970 : 2008, standar penelitian untuk pengujian berat jenis dan penyerapan.
 - b. SNI : 2008, standar penelitian untuk pengujian keausan.
 - c. ASTM C-136, standar penelitian untuk analisis ayakan.

- d. Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3
3. Agregat halus memakai standar sebagai berikut.
 1. Standar Pengujian
 - a. ASTM C-40, standar penelitian untuk pengujian kandungan zat organik.
 - b. ASTM C-117, standar penelitian untuk pengujian agregat yang lolos saringan no.200 dengan pencucian (tes kandungan lumpur).
 - c. SNI 1969 : 2008, standar penelitian untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat halus.
 - d. SNI 03 – 4804 - 1998, standar penelitian untuk berat isi lepas.
 - e. ASTM C-136, standar penelitian untuk analisis saringan.
 2. Spesifikasi : Spesifikasi : Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3
4. Bahan tambah yang digunakan
 - a.. Fly ash : Hasil pembakaran Asphalt Mixing Plant PT. Riau Mas Bersaudara
Dirimbo Panjang
 - b. Naoh Spesifikasi Pabrik dengan kandungan tidak dianalisa

4.7. Tahapan Penelitian

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

Untuk penelitian ilmiah, maka penelitian ini dilakukan dalam bentuk sistematika dan berurutan yang jelas dan teratur sehingga nantinya diperoleh hasil

yang dapat dipertanggung jawabkan. dan memuaskan Oleh sebab itu, pelaksanaan penelitian dibagi dalam beetahap, yaitu:

1. Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan agar penelitian dapat berjalan dengan baik.

2. Pengujin Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap material penyusun beton. Dalam hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan tersebut. Selain itu untuk mengetahui apakah material tersebut memenuhi persyaratan atau tidak.

3. Pembuatan Campuran

Tahap ini dilakukan pekerjaan yang meliputi:

- a. Pembuatan rancangan campur (mix design) adukan beton.
- b. Fly ash + NaOH ditimbang masing –masng 0,5%, 2 %, 3,5 %
- c. Pelaksanaan adukan beton dengan menggunakan molen.
- d. Pengujian nilai slump beton.
- e. Pembuatan benda uji beton
 1. Balok beton ukuran 150 X 150 X 500 mm
 2. Selinder berdiameter 150 mm X 300 mm

4. Perawatan (curing) Benda Uji

Tahap ini benda uji beton yang telah dibuat harus dilakukan perawatan, dengan merendam benda uji beton setelah dcetakan dilepas.

5. Pengujian Benda Uji

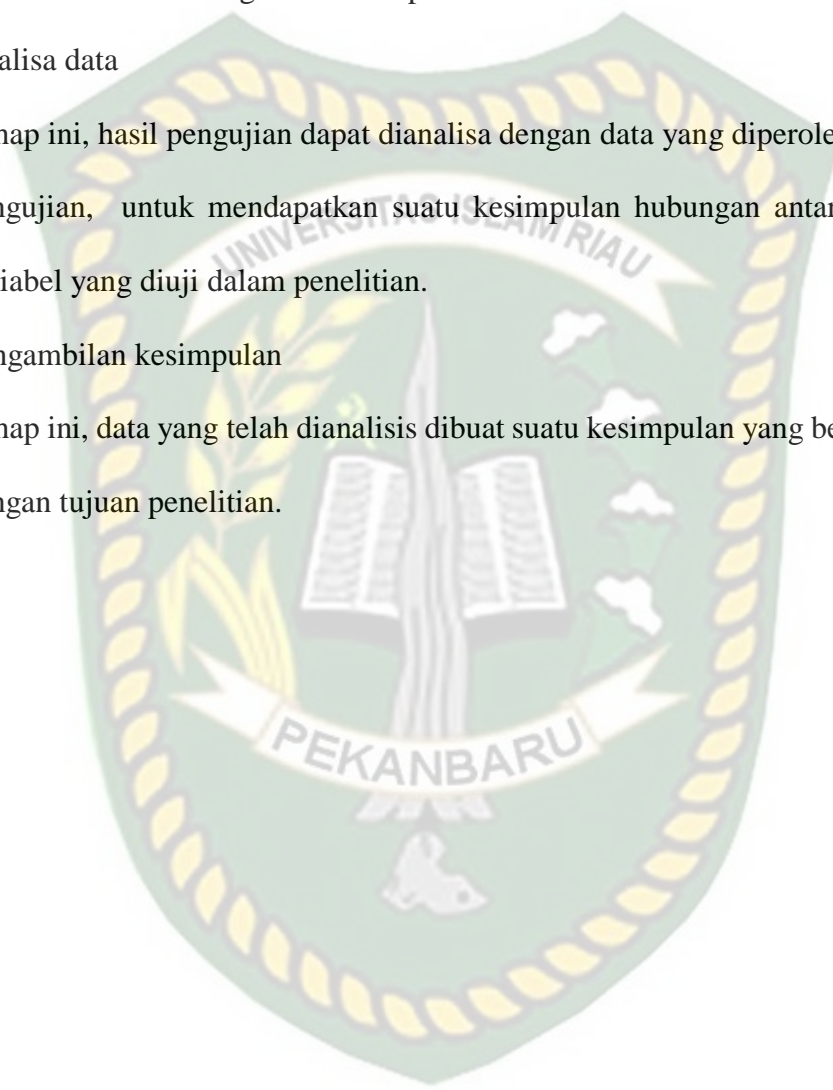
Tahap ini adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur. Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan selinder berdiameter 150 X 300 mm, dan pengujian kuat lentur beton menggunakan sampel balok berukuran 150x150x500 mm,

6. Analisa data

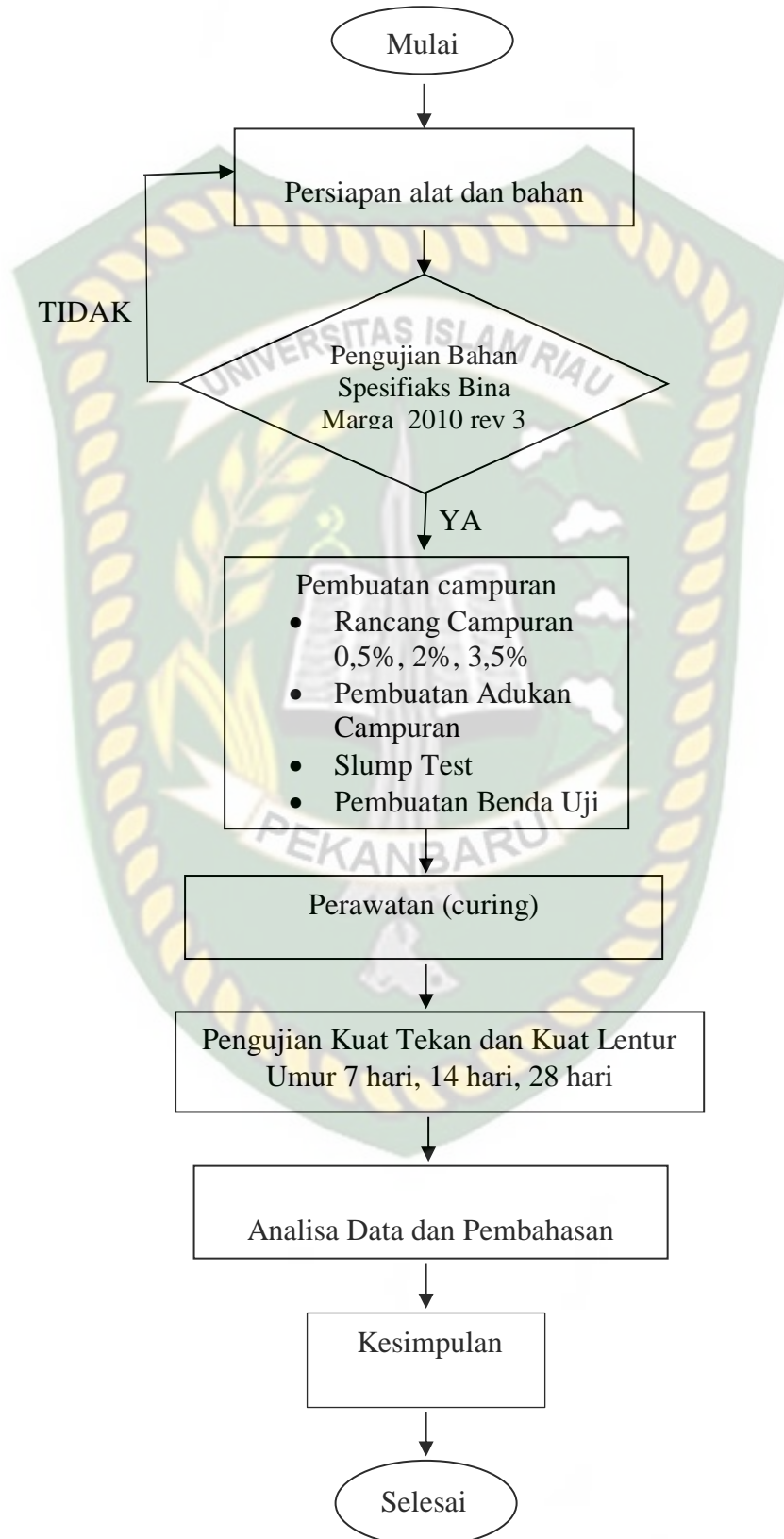
Tahap ini, hasil pengujian dapat dianalisa dengan data yang diperoleh dari hasil pengujian, untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diuji dalam penelitian.

7. Pengambilan kesimpulan

Tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.



Tahapan penelitian dalam bentuk bagan alir seperti dapat lihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan alir Proses Penelitian

4.8. Prosedur Sampel

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya per satuan luas (*Tri Mulyono, 2004*). Pengujian beton berfungsi untuk melihat hasil mutu beton yang kita dapatkan dari pengujian di laboratorium beton dengan memakai alat uji beton. Untuk mendapatkan nilai mutu beton dibuatkan sample berbentuk selinder dan balok beton, dalam penulisan tesis ini pengujian beton memakai kuat tekan dan kuat lentur. Adapun syarat dalam pengujian ini ada sebagai berikut.

2. Pengujian Kuat Lentur

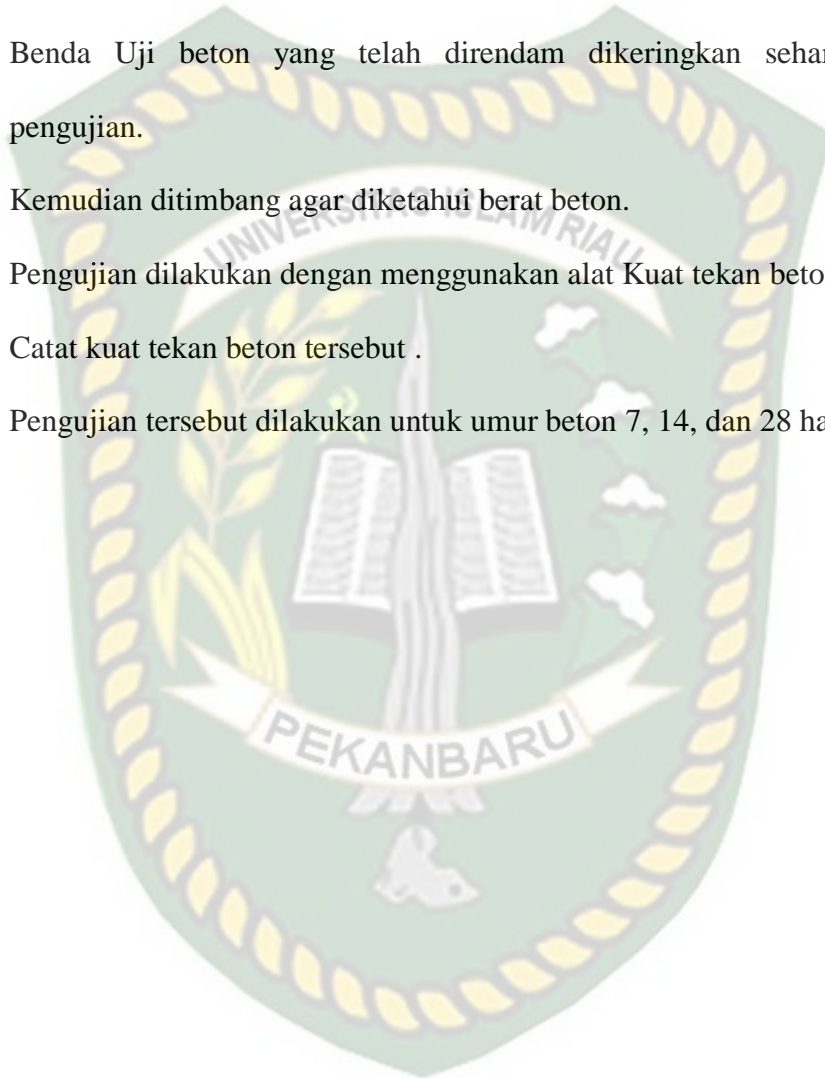
Pengujian dilakukan dengan standar SNI 4431 : 2011, Pengambilan data pengujian kuat lentur sebagai berikut.

- a. Benda Uji beton yang telah direndam dikeringkan sehari sebelum pengujian.
- b. Ditimbang agar diketahui berat beton.
- c. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Kuat lentur beton.
- d. Ambil benda uji yang telah selesai diuji yang dapat dilakukan dengan menurunkan pelat perletakan benda uji atau menaikkan alat pembebanannya.
- e. Ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah sedikitnya pada tiga tempat dan ambil harga rata-rata.
- f. Hitung kuat lentur dengan persamaan sesuai yang dijelaskan pada bab sebelumnya.
- g. Pengujian tersebut dilakukan untuk umur beton 7, 14, dan 28 hari.

2. Cara Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan berdasarkan pada SNI 03-1974-1990. Pengambilan data pengujian Kuat Tekan sebagai berikut:

- a. Benda Uji beton yang telah direndam dikeringkan sehari sebelum pengujian.
- b. Kemudian ditimbang agar diketahui berat beton.
- c. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Kuat tekan beton.
- d. Catat kuat tekan beton tersebut .
- e. Pengujian tersebut dilakukan untuk umur beton 7, 14, dan 28 hari.



BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pemeriksaan Material

Karakteristik beton hanya bisa ditentukan dengan pasti pada pengujian dilaboratorium. Semen yang dihasilkan pabrik telah mempunyai standar industri. Untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan maka dilakukan pemerikssan agregat dan dilakukan pengendalian mutu dengan pengujian dilaboraturium.

1. Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2-3

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik Batu Pecah 2-3 yang dihasilkan dari produksi Stone Crusher PT. Virajaya Riauputra dengan sumber material Pangkalan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 2 - 3

NO	JENIS PEMERIKSAAN	HASIL PEMERIKSAN	SATUAN	SYARAT	KET
1	Berat Jenis				
	Berat Jenis Kering	2,702	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis SSD	2,721	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis Semu	2,754	(gr/cc)		Sesuai
	Penyerapan	0,705	%	2,50%	Sesuai
2	keausan	22,73	%	40%	memenuhi
3	Berat Jenis Lepas	1,346	(kg/m ³)	1,2 kg/ m ³	Sesuai

Hasil pengujian pada tabel 5.1. Batu pecah 2-3 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai berat Jenis Kering 2,702 gr/cc, berat Jenis SSD 2,721 gr/cc, berat Jenis Semu ,754 gr/cc, keausan (abrasi) 22,73 %. memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 nilai berat jenis 2,1. Keausan (abrasi) 22,73 %. memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 nilai Nilai keausan (abrasi) ini memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan

penyerapan adalah 0,705 %, dapat memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai maksimum penyerapan yaitu 2,5 %. Nilai berat isi lepas batu pecah 2-3 adalah 1,346 kg/m³. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m³ sehingga batu pecah 2-3 dapat dipakai untuk penelitian ini

2. Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1-2

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik Batu Pecah 1-2 yang dihasilkan dari produksi Stone Crusher PT. Virajaya Riauputra dengan sumber material Pangkalan adalah sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 1 - 2

NO	JENIS PEMERIKSAAN	HASIL PEMERIKSAN	SATUAN	SYARAT	KET
1	Berat Jenis				
	Berat Jenis Kering	2,523	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis SSD	2,570	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis Semu	2,646	(gr/cc)		Sesuai
	Penyerapan	1,841	%	2,50%	Sesuai
2	keausan	22,73	%	40%	memenuhi
3	Berat Jenis Lepas	1,386	(kg/m ³)	1,2 kg/ m ³	Sesuai

Hasil pengujian pada tabel 5.2 Batu pecah 1-2 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai berat Jenis Kering 2,523 gr/cc, berat Jenis SSD 2,570 gr/cc, berat Jenis Semu 1,841 gr/cc, memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 nilai berat jenis 2,1. Nilai keausan (abrasi) 22,73 %. Nilai keausan (abrasi) ini memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai maksimal keausan adalah 40%. Hasil pemeriksaan penyerapan adalah 1,841%, dapat memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai maksimum penyerapan yaitu 2,5 %. Nilai berat isi lepas batu pecah 1-2 adalah 1,386 kg/m³. Nilai berat isi lepas ini memenuhi

persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m³ sehingga batu pecah 1- 2 dapat dipakai untuk penelitian ini.

3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik Pasir yang bersumber dari Teratak Buluh adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Hasil Pemeriksaan Pasir Teratak buluh

NO	JENIS PEMERIKSAAN	HASIL PEMERIKSAN	SATUAN	SYARAT	KET
1	Berat Jenis				
	Berat Jenis Kering	2,575	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis SSD	2,623	(gr/cc)		Sesuai
	Berat Jenis Semu	2,703	(gr/cc)		Sesuai
	Penyerapan	1,834	%	2,50%	Sesuai
3	Berat Jenis Lepas	1,508	(kg/m ³)	1,2 kg/ m ³	Sesuai

hasil pengujian table 5.3. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini memiliki memiliki nilai berat Jenis Kering 2,575 gr/cc, berat Jenis SSD 2,623 gr/cc, berat Jenis Semu 2,703 gr/cc memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 nilai berat jenis 2,1berat isi lepas 1,508 kg/m³. Nilai berat isi lepas ini memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai minimal berat isi lepas adalah 1,20 kg/m³. Hasil pemeriksaan penyerapan pasir Teratak Bulu adalah 1,834 %, dapat memenuhi persyaratan bab 3 halaman 17 dengan nilai maksimum penyerapan yaitu 5 %. Sehingga pasir dari teratak bulu dapat dipakai untuk penelitian ini

4. Hasil Pengujian Fly ash

Hasil pengujian material fly Ash yang berasal dari Amp adalah sebagai berikut.

Tabel 5.4 Pengujian Berat Jenis Fly Ash

No. Contoh		Benda uji	
		A	B
Berat benda kering (64 gram)	G	200.0	200.0
Pembacaan pertama pada skala botol	V1	579.8	590.0
Pembacaan kedua pada skala botol	V2	707.0	710.0
Berat isi air pada suhu 4oC (1 gr/cm3)	d	1	1
Isi cairan yang dipindahkan oleh semen	(V2-V1)	127.2	120.0
Berat Jenis = $\{G/(V2-V1)\} \times d$		1.572	1.667
	RATA - RATA	1.619	

Sumber (Syafrihal 2017)

Berat Jenis fly Ash berdasarkan pengujian 1,619 Kg/m³

Sedangaka Berat jenis NaOH telah ditetapkan pabrik sebesar 1,84 gr/cc

5.2. PENGUJIAN GRADASI MATERIAL

Pengujian gradasi material dilaksanakan dilabortorium dengan memakai saringan yang sudah SNI. Fungsi dilakukan pengujian gradasi material berfungsi agar material yang telah digradasi sesuai dengan spesifikasi teknis tahun 2010 revisi 3. Dalam hal ini material yang digradasi dikelompokan sebagai berikut.

1. Hasil Pengujian Gradasi Batu Pecah 2-3 Pangkalan

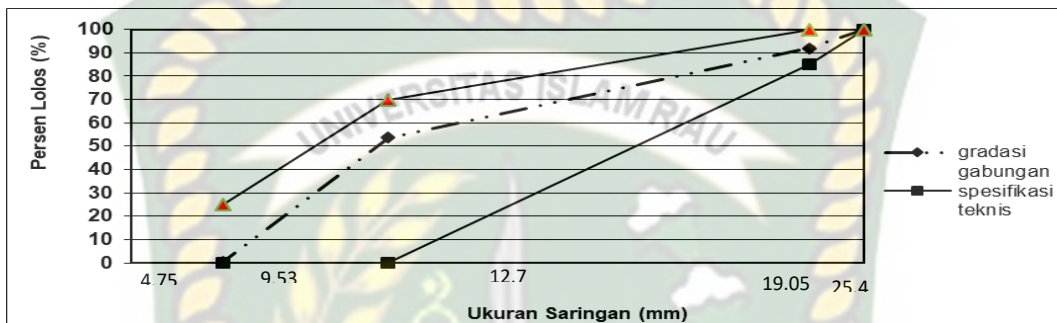
Hasil pengujian gradasi material Batu pecah 2-3 dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5.5 Hasil Penujian Gradasi batu pecah 2-3

UKURAN SARINGAN		KUMULATIF TERTAHAN (g)	KUMULATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)	Syarat (%)
STA (mm)	ALT				
63.5	2.5"				
50.8	2"	0.0	0.00	100.00	100
38.1	1½"	0.0	0.00	100.00	100
25.4	1"	646,12	8,20	91,80	85 - 100
19.05	¾"	3656	38,78	61,22	0 - 70
12.7	½"	7830,0	99,37	0.63	0 - 25
9.53	⅜"				0 - 5

berdasarkan tabel 5.5. dari hasil gradasi material batu pecah 2-3 dengan jumlah material sebesar 7880 gram, untuk saringan ukuran 38,1mm atau 1½" material yang tertahan secara komulatif 0 gr atau material yang lolos secara komulatif sebesar 100 % hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 lolos sebesar 100%. Untuk ukuran saringan 25,4 mm atau 1" material yang tertahan secara komulatif sebanyak 646,12 g dengan persentase tertahan secara komulatif $646,12/78880 = 8,20\%$ dengan komulatif lolos sebesar $100\% - 8,20\% = 91,80\%$ hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis 2010 rev 3 sebesar 85 – 100 % . Gradasi material yang tertahan pada saringan 19,05 atau saringan no ¾" secara komulatif tertahan sebesar 3656 gram dengan komulatif persentase tertahan sebesar $3656/78880 \times 100\% = 38,78\%$ dengan komulatif lolos sebesar $100\% - 38,78\% = 61,22\%$ sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 sebesar 0 – 70 persentase. Gradasi material yang tertahan pada saringan 12,7 mm atau ½" sebesar 7830,0 gram dengan komulatif tertahan sebesar 7830

$78880 \times 100\% = 99,37\%$ dan kumulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 99,37\% = 0,63\%$ hal ini sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar $0 - 25\%$, Dari tabel 5.5 hasil pengujian gradasi batu pecah dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengujian Gradasi batu pecah 2-3

Gambar 5.1 dapat dilihat pengujian gradasi batu pecah 2 - 3 menunjukkan agregat gradasi gabungan masuk dalam ring syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 Hal ini menunjukkan material masuk kedalam ring dan dapat digunakan dapat digunakan untuk campuran Beton FS 45

2. Hasil Pengujian Gradasi Batu Pecah 1 - 2 Pangkalan

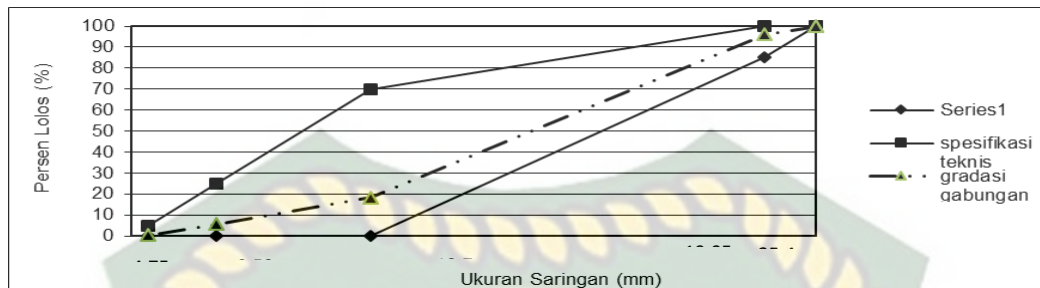
Hasil pengujian gradasi material Batu pecah 1-2 dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5.6 Hasil Penujian Gradasi batu pecah 1-2

UKURAN SARINGAN		KUMULATIF TERTAHAN (g)	KUMULATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)	SPESIFIKASI (%)
STA (mm)	ALT				
63.5	2.5"				
50.8	2"				
38.1	1.5"	0	0,00	100,00	100
25.4	1"	0	0,00	100,00	100
19.05	3/4"	265	3,94	96,06	85 - 100
12.7	1/2"	5490	81,70	18,30	0 - 70
9.53	3/8"	.6340	94,35	5,65	0 - 25
4.75	# 4	6690	99,55	0,45	0 - 5

Tabel 5.6. dari hasil gradasi material batu pecah 1- 2 dengan jumlah material sebesar 6720 gram, untuk saringan ukuran 38,1mm atau 1,5” material yang tertahan secara komulatif 0 gr atau material yang lolos secara komulatif sebesar 100 % hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 lolos sebesar 100%. Untuk ukuran saringan 25,4 mm atau 1 material yang tertahan secara komulatif 0 gr atau material yang lolos secara komulatif sebesar 100 % hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 lolos sebesar 100%. . Gradasi material yang tertahan pada saringan 19,05 atau saringan no 3/4” secara komulatif tertahan sebesar 265 gram dengan komulatif persentase tertahan sebesar $265/6720 \times 100\% = 3,94\%$ dengan komulatif lolos sebesar $100\% - 3,94\% = 96,06\%$ % sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 sebesar 0 – 70 persentase. Gradasi material yang tertahan pada saringan 12,7 mm atau 1/2” sebesar 5490 gram dengan komulatif tertahan sebesar $5490 / 6720 \times 100\% = 81,70\%$ dan komulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 81,70\% = 18,30\%$ hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 0 – 25% Gradasi material yang tertahan pada saringan 9,53 mm atau 3/8” sebesar 6340 gram dengan komulatif tertahan sebesar $6340/6720 \times 100\% = 94,35\%$ dan komulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 94,35\% = 5,65\%$ hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 0 – 25%. Gradasi material yang tertahan pada saringan 4,75 mm atau saringan #4” sebesar 6690 gram dengan komulatif tertahan sebesar $6690/6720 \times 100\% = 99,55\%$ dan komulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 99,55\% = 0,45\%$ hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 0 – 5%.

hasil pengujian gradasi batu pecah 1- 2 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 5.2 Grafik Hasil Penujian Gradasi batu pecah 1-2

Dari Table 5.6 dan gambar 5.2. dapat dilihat pengujian gradasi batu pecah 1 - 2 memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi3. Hal ini menunjukkan material yang digunakan untuk campuran Beton fs 45

3. Hasil Pengujian Gradasi Pasir

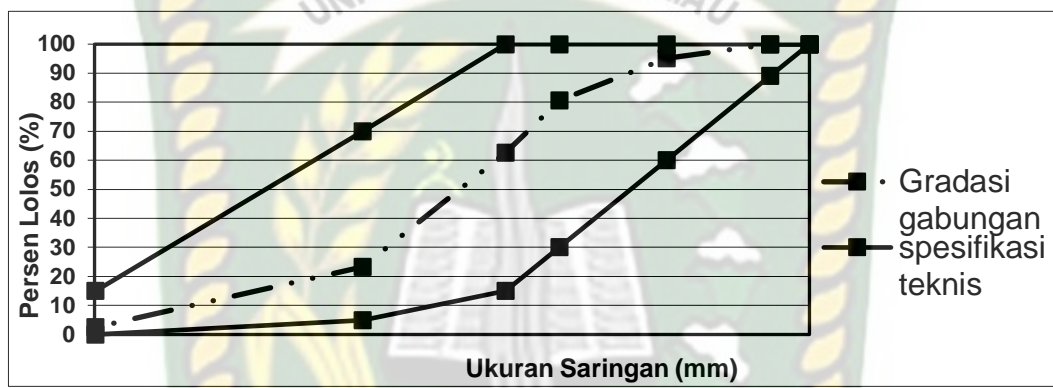
Hasil pengujian gradasi Pasir dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

UKURAN SARINGAN		KUMULATIF TERTAHAN (g)	KUMULATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)	SPESIFIKASI (%)
STA (mm)	ALT				
25.4	1"				
19.05	3/4"				
12.7	1/2"				
9.53	3/8"	0.0	0.0	100.00	100
4.75	# 4	0,0	0,0	100	89 - 100
2.36	# 8	200	4,95	95,05	60 - 100
2	# 10				
1.73	# 12				
1.18	# 16	780	19,31	80,69	30 - 100
0.8	# 30	1510	37,38	62,62	15 - 100
0.42	# 40				
0.3	# 50	3100	76,73	23,27	5 - 70
0.215	# 70				
0.15	# 100	3940	97,52	2,48	0 - 15

berdasarkan tabel 5.7. dari hasil gradasi material pasir dengan jumlah material sebesar 4040 gram, untuk saringan ukuran 9,53 mm atau 3/8” material yang tertahan secara kumulatif 0 gr atau material yang lolos secara kumulatif sebesar 100 % hal ini sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 lolos sebesar 100%. Untuk gradasi material ukuran saringan 4,75 mm atau ukuran saringan #4 material yang tertahan secara kumulatif 0 gr atau material yang lolos secara kumulatif sebesar 100 % hal ini sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 lolos sebesar 100%. Gradasi material yang tertahan pada ukuran saringan 2,38 atau ukuran saringan no #8” secara kumulatif tertahan sebesar 200 gram dengan kumulatif persentase tertahan sebesar $200/4040 \times 100\% = 4,95\%$ dengan kumulatif lolos sebesar $100\% - 4,95\% = 95,05\%$ sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 sebesar 60 – 100 persentase Gradasi material yang tertahan pada saringan 1,73 atau ukuran saringan no #16” secara kumulatif tertahan sebesar 780 gram dengan kumulatif persentase tertahan sebesar $780/4040 \times 100\% = 19,31\%$ dengan kumulatif lolos sebesar $100\% - 19,31\% = 80,69\%$ sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev 3 sebesar 30 – 100 persentase. Gradasi material yang tertahan pada saringan 12,7 mm atau 1/2” sebesar 1510 gram dengan kumulatif tertahan sebesar $1510 / 4040 \times 100\% = 37,38\%$ dan kumulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 37,38\% = 62,62\%$ hal ini sesuai dengan spesifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 15 – 100% Gradasi material yang tertahan pada saringan 0,3 mm atau #50 sebesar 3100 gram dengan kumulatif tertahan sebesar $3100/4040 \times 100\% = 76,73\%$ dan kumulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 76,73\% = 23,27\%$ hal ini sesuai dengan

sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 5 – 70%. Gradasi material yang tertahan pada saringan 0,15 mm atau #100” sebesar 3940 gram dengan komulatif tertahan sebesar $3940/4040 \times 100\% = 97,52\%$ dan komulatif persentase yang lolos sebesar $100\% - 97,52\% = 2,48\%$ hal ini sesuai dengan sepektifikasi teknis Bina Marga 2010 rev3 sebesar 0 – 15%. Hasil pengujian gradasi pasir dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar Grafik 5.3 Hasil Penujian Gradasi Pasir

Grafik 5.3 dari hasil pengujian gradasi pasir masuk dalam syarat spesifikasi teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Dimana Hal ini menunjukkan material yang digunakan bisa untuk campuran Beton FS 45.

4. Hasil Pengujian Gradasi Fly Ash Asphalt Mixing Plant

Hasil pengujian gradasi Fly Ash dapat ditabelkan.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Gradasi Fly Ash

UKURAN SARINGAN		KUMULATIF TERTAHAN (g)	KUMULATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)
STA (mm)	ALT			
25.4	1"			
19.05	3/4"			
12.7	1/2"			

9.53	3/8"	0.0	0.00	100.00
4.75	# 4	0.0	0.00	100.00
2.36	# 8	0.0	0.00	100.00
2	# 10	0.0	0.00	100.00
1.73	# 12			100.00
1.18	# 16	0.0	0.00	100.00
0.8	# 30	0.0	0.00	100.00
0.42	# 40	0.0	0.00	100.00
0.3	# 50	0.0	0.00	100.00
0.215	# 70			100.00
0.15	# 100	0.0	0.00	100.00
0.075	# 200	1194	95.60	4,40

Dari tabel 5.8 pengujian gradasi fly ash memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Hal ini material dapat digunakan sebagai bahan campuran Beton FS 45 untuk penelitian ini.

5.3. HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

Hasil pengujian kuat lentur untuk umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada beton Normal, beton tambah fly ash dan beton tambah fly ash tambah Naoh dengan pemakaian semen 430 Kg/m³ dan slump 6 ± 2 dapat dilihat tabel:

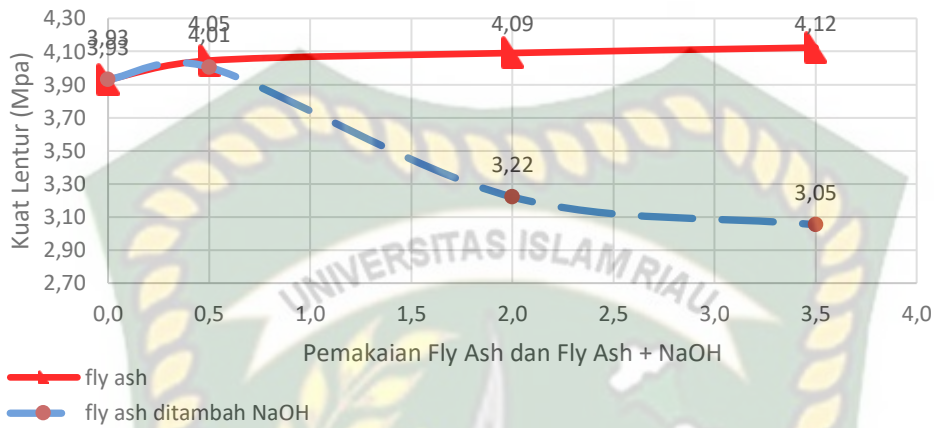
1. KUAT LENTUR UNTUK UMUR 7 HARI

Untuk lentur umur 7 hari dapat dilihat pada tabel 5.9

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Fly Ash dan Fly ash + NaOH umur 7 hari

No.	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash +NaOH (%)	Kuat Lentur Fly Ash (Mpa)	Kuat Lentur Fly Ash + NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	3,93	3,93
2	0,50	0,50	4,05	4,01
3	2,00	2,00	4,09	3,22
4	3,50	3,50	4,12	3,05

Dari tabel 5.9 dapat diuraikan menjadi gambar grafik untuk kuat lentur pada umur 7 hari. Secara grafik dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Fly Ash dan fly ash + NaOH

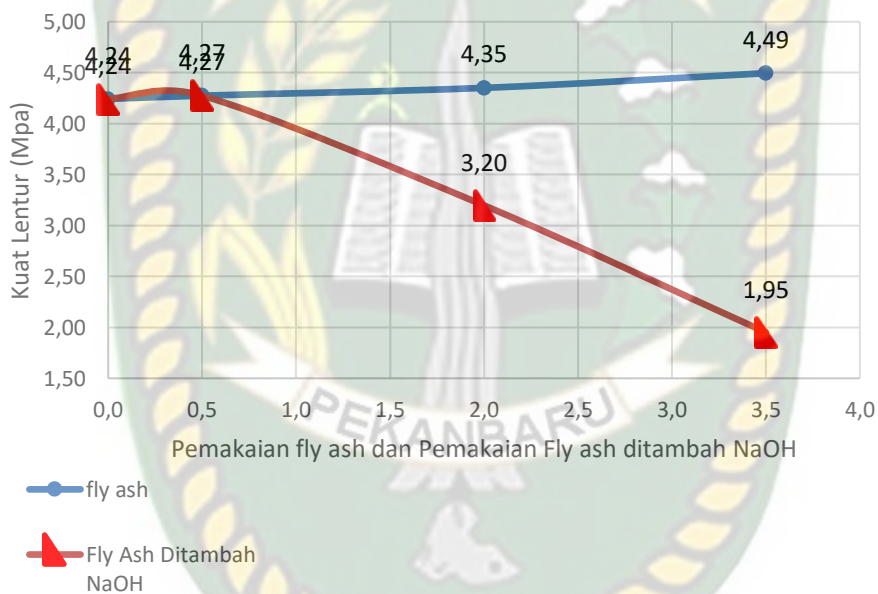
Gambar grafik 5.4 hasil pengujian pada umur beton 7 hari pada kuat lentur beton normal pemakaian fly ash 0 % kuat lentur sebesar 3,93 Mpa. Penambah pemakaian fly ash sebesar 0,5 % nilai kuat lentur normal bertambah naik sebesar 4,05 Mpa. ditambah pemakaian fly ash sebesar 2%. Nilai kuat lentur naik sebesar 4,09 Mpa. ditambah pemakaian fly ash sebesar 3,5% nilai kuat lentur naik sebesar 4,12 Mpa.. Beton normal ditambah fly ash + NaOH masing-masing sebesar 0,5 % terjadi penurunan kuat lentur sebesar 4,01 Mpa dari kuat lentur beton normal, beton normal ditambahkan fly ash + NaOH masing – masing sebesar 2% nilai kuat lentur terjadi penurunan sebesar 3,22 Mpa dari beton normal, dan beton normal ditambahkan fly ash + NaOH masing – masing sebesar 3,5% terjadi penurunan kuat lentur sebesar 3,05 Mpa dari beton normal.

2 KUAT LENTUR DAN TEKAN UMUR 14 HARI

Tabel 5.10 Hasil Pengujian kuat lentur Fly ash dan Fly ash + NaOH umur 14 hari

No	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash + NaOH (%)	Kuat Lentur Fly Ash (Mpa)	Kuat Lentur Fly Ash + NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	4,24	4,24
2	0,50	0,50	4,27	4,26
3	2,00	2,00	4,35	3,20
4	3,50	3,50	4,49	1,95

Tabel 5.10 dapat diuraikan menjadi gambar grafik untuk kuat lentur pada umur 14 hari. Secara grafik dapat dilihat gambar 5.5



Gambar Grafik 5.5 Grafik Hasil Pengujian Lentur Fly ash dan fly ash + NaOH

Gambar grafik 5.5 hasil pengujian pada umur beton 14 hari pada kuat lentur yang memakai fly ash dan fly ash + NaOH dapat dilihat bahwasanya mutu beton normal kuat lentur sebesar 4,24 Mpa, ditambahkan fly ash sebesar 0,5% nilai kuat lentur beton naik sebesar 4,27 Mpa, ditambah fly ash sebesar 2% nilai kuat lentur beton naik sebesar 4,35 Mpa, ditambah fly ash sebesar 3,5% nilai kuat lentur naik menjadi 4,49 Mpa. Untuk beton normal ditambah pemakaian fly ash + NaOH masing –masing sebesar 0,5 % terjadi kenaikan kuat lentur sebesar 4,26 Mpa,

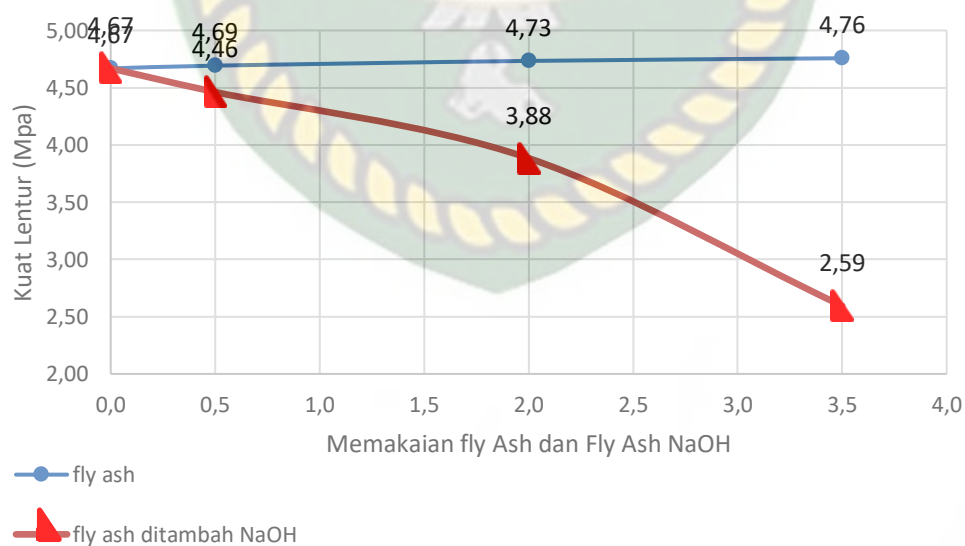
dtambahkan dengan fly ash + NaOH masin –masing sebesar 2% nilai kuat lentur turun sebesar 3,20 Mpa, dan ditambahkan fly ash + NaOH sebesar 3,5% terjadi penurunan nilai kuat lentur sebesar 1,95 Mpa dari beton normal.

3. KUAT LENTUR UNTUK UMUR 28 HARI

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Lentur Fly ash dan Fly ash + NaOH Umur 28 hari

No	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash + NaOH (%)	Kuat Lentur Fly Ash (Mpa)	Kuat Lentur Fly Ash + NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	4,67	4,67
2	0,50	0,50	4,69	4,46
3	2,00	2,00	4,73	3,88
4	3,50	3,50	4,76	3,89

Tabel 5.11 dapat diuraikan menjadi gambar grafik untuk kuat lentur pada umur 28 hari. Secara grafik dapat dilihat gambar 5.6



Gambar Grafik 5.6 Hasil Pengujian Lentur Fly Ash dan fly ash + Naoh

Pada tabel 5.11 dan gambar grafik 5.8 hasil pengujian pada umur beton 28 hari pada kuat lentur yang memakai fly ash dan fly ash + NaOH dapat dilihat bahwasanya mutu beton normal kuat lentur sebesar 4,67 Mpa, ditambahkan fly ash sebesar 0,5% terjadi kenaikan sebesar 4,69 Mpa, ditambah fly ash sebesar 2% nilai kuat lentur beton naik sebesar 4,73 Mpa, dan ditambah fly ash sebesar 3,5% nilai kuat lentur naik menjadi 4,76 Mpa dari beton normal. Untuk beton pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5 % terjadi penurunan nilai kuat lentur sebesar 4,46 Mpa, dtambahkan dengan fly ash + NaOH masin –masin sebesar 2% nilai kuat lentur terjadi penurunan sebesar 3,88 Mpa, dan ditambahkan fly ash + NaOH masin masing sebesar 3,5% terjadi penurunan nilai kuat lentur sebesar 3,89 Mpa dari beton normal..

5.4. HASIL PENGUJIAN TEKAN BETON

Hasil pengujian kuat lentur dan Kuat tekan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada beton Normal, beton tambah fly ash dan beton tambah fly ash tambah Naoh dengan pemakaian semen 430 Kg/m³ dan slump 6 ± 2 dapat dilihat tabel:

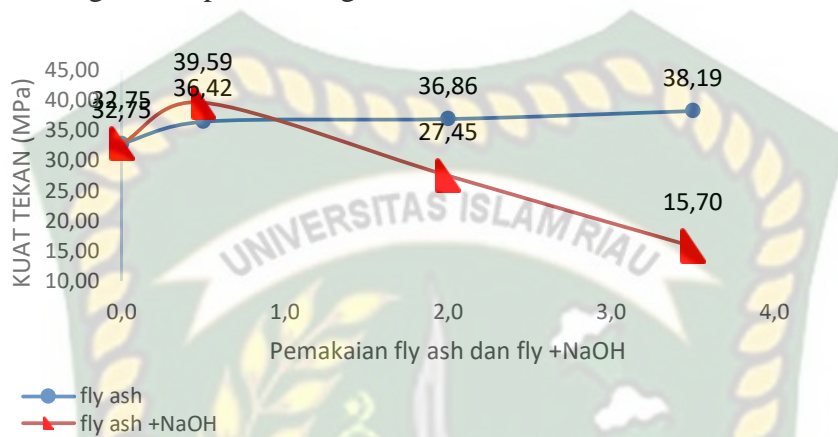
1. KUAT TEKAN UMUR 7 HARI

Untuk kuat Tekan untuk umur 7 hari dapat dilihat tabel 5.12

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan fly Ash dan fly ash + NaOH umur 7 hari

No.	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash +NaOH (%)	Kuat Tekan Fly Ash (Mpa)	Kuat Tekan Fly Ash +NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	32,75	32,75
2	0,50	0,50	36,42	39,59
3	2,00	2,00	36,86	27,45
4	3,50	3,50	38,19	15,70

Tabel 5.12 dapat diuraikan menjadi gambar grafik untuk kuat tekan pada umur 7 hari. Secara grafik dapat dilihat gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Fly Ash dan fly ash + NaOH

Gambar grafik 5.8. Nilai Kuat Tekan umur 7 Hari untuk beton normal 33,31 Mpa, setelah di tambah fly ash sebesar 0,5 % nilai kuat tekan naik menjadi 35,14 Mpa, ditambah pemakaian fly ash sebesar 2% nilai kuat tekan bertambah menjadi 36,31 Mpa dan ditambahkan fly ash sebesar 3,5% nilai kuat tekan naik sebesar 37,47 Mpa. Untuk pemakaian fly ash + Naoh ditambahkan pemakaian masing –masing 0,5% nilai kuat tekan bertambah menjadi 36,31 Mpa, ditambah masing – masing sebesar 2 % nilai kuat tekan turun menjadi 27,64 Mpa, diambahkan masing – masing sebesar 3,5% nilai kuat tekan turun menjadi 15,05 Mpa. Dari beton normal

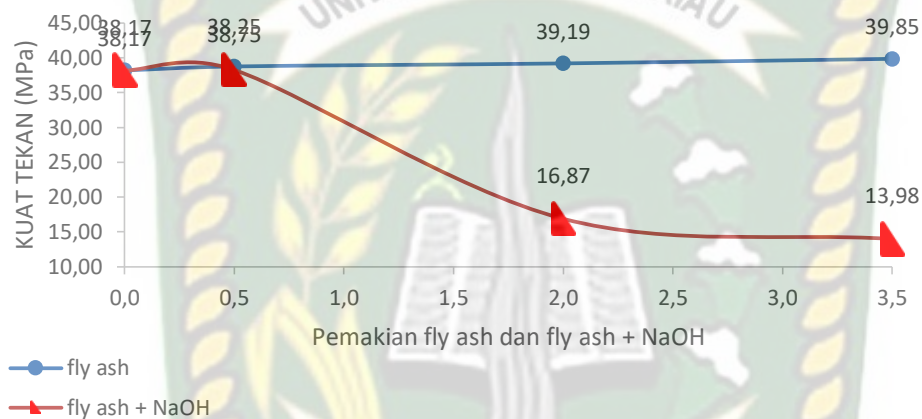
2 KUAT TEKAN UMUR 14 HARI

Untuk kuat Tekan untuk umur 14 hari dapat dilihat tabel 5.12

Tabel 5.12 Hasil Pengujian kuat Tekan Fly ash dan Fly ash + NaOH umur 14 hari

No	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash + NaOH (%)	Kuat Tekan Fly Ash (Mpa)	Kuat Tekan Fly Ash + NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	32,75	34,58
2	0,50	0,50	36,08	38,04
3	2,00	2,00	36,31	16,56
4	3,50	3,50	37,29	13,71

Secara grafik dapat dilihat gambar 5.8.



Gambar Grafik 5.8. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Fly Ash dan fly ash + NaOH

Grafik 5.8 hasil uji kuat tekan pada umur 14 hari untuk beton normal 34,58 Mpa setelah di tambah fly ash sebesar 0,5 % nilai kuat tekan naik menjadi 36,08 Mpa, ditambah fly ash 2 % nilai kuat tekan naik menjadi 36,31 Mpa dan ditambah fly ash sebesar 3,5% nilai kuat tekan bertambah menjadi 37,29 Mpa dari beton normal. Pada beton normal ditambah dengan fly ash + NaOH masing –masing 0,5% kuat tekan naik menjadi 38,04 Mpa, ditambahkan bahan fly ash + NaOH masing – masing sebesar 2 % nilai kuat tekan turun menjadi 16,56 Mpa, dan ditambah bahan tambah fly ash + NaOH masing – masing sebesar 3,5 % nilai kuat tekan pada beton turun menjadi 13,71 Mpa

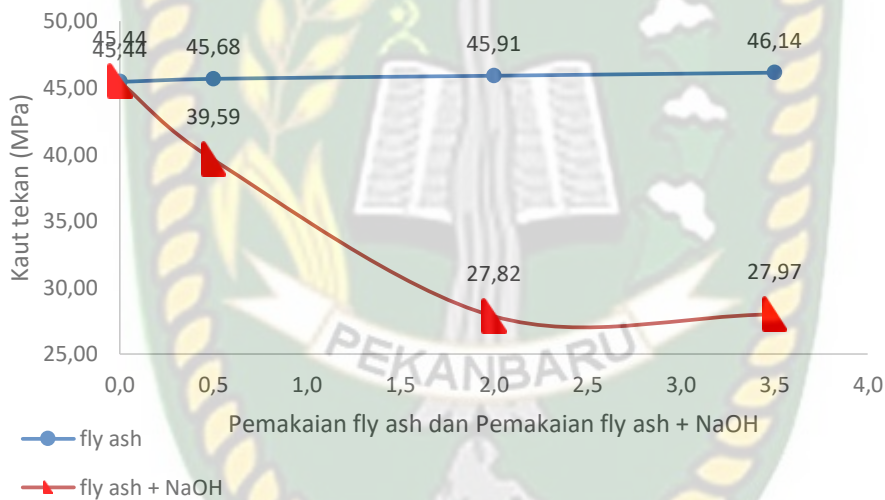
2. KUAT TEKAN UNTUK UMUR 28 HARI

Untuk kuat Tekan untuk umur 28 hari dapat dilihat tabel 5.14

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Lentur Fly ash dan Fly ash + NaOH Umur 28 hari

No	Kadar Fly Ash (%)	Kadar Fly Ash + NaOH (%)	Kuat Tekan Fly Ash (Mpa)	Kuat Tekan Fly Ash + NaOH (Mpa)
1	0,0	0,0	45,44	45,44
2	0,50	0,50	45,68	39,59
3	2,00	2,00	45,91	27,82
4	3,50	3,50	46,14	27,97

Secara grafik dapat dilihat gambar 5.9



Gambar Grafik 5.9 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Fly Ash dan fly ash +

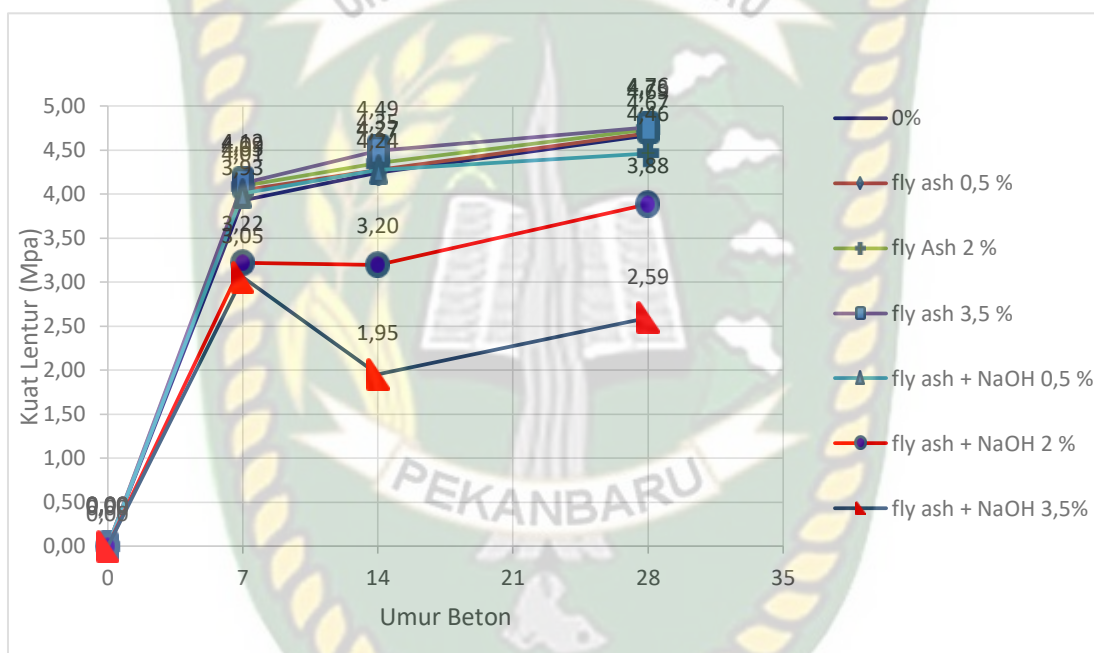
Gambar grafik 5.9 hasil uji kuat tekan pada umur 28 hari untuk beton normal sebesar 38,21 MPa, setelah di tambah fly ash sebesar 0,5 % pada beton normal nilai kuat tekan naik menjadi 39,58 MPa, beton normal setelah ditambah fly ash 2 % nilai kuat tekan bertambah naik menjadi 39,70 Mpa dan beton normal ditambah fly ash sebesar 3,5% nilai kuat tekan bertambah naik menjadi 39,80 MPa. Pada beton normal ditambah dengan fly ash + NaOH masing – masing 0,5% nilai kuat tekan turun menjadi 36,62 MPa dari beton normal, ditambahkan bahan fly ash + NaOH masing – masing sebesar 2 % nilai kuat tekan turun menjadi

27,75 MPa, dan beton normal ditambah bahan tambah fly ash + NaOH masing – masing sebesar 3,5 % nilai kuat tekan beton turun menjadi 20,47 MPa dari nilai kuat tekan beton normal.

5.5. Hubungan antara Kuat Lentur Beton dan Umur Beton

Hubungan antara kuat lentur beton dan umur beton dapat dilihat pada

Gambar 5.10



Gambar Grafik 5.10 Hubungan antara kuat lentur beton dengan umur beton

Berdasarkan pada Grafik 5.10 di atas hubungan antara kuat lentur beton dengan umur beton normal umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan 3,93 MPa, umur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,24 MPa, dan Umur 28 hari kuat lentur dihasilkan naik sebesar 4,67 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 0,5% pada umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,05 MPa diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,27 Mpa dan umur 28 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,67 Mpa. Beton dengan pemakaian fly ash 2% pada

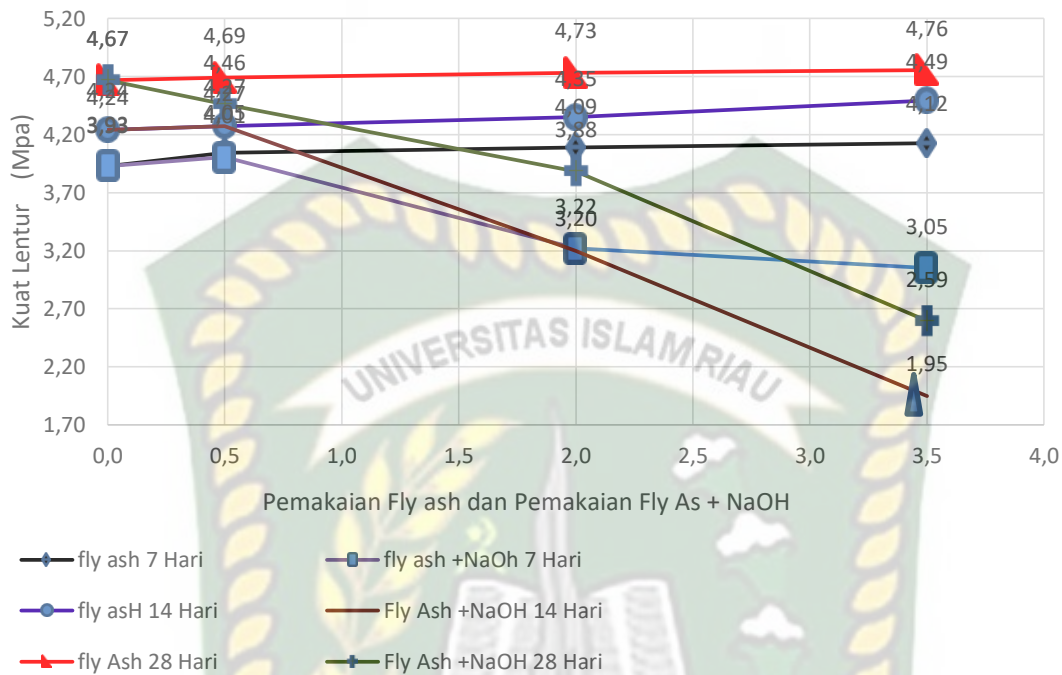
umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,09 MPa diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,35 MPa dan umur 28 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,76 Mpa. Beton dengan pemakaian fly ash 3,5% pada umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,12 MPa, diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,49 MPa dan umur 28 hari kuat tlenur yang dihasilkan naik sebesar 4,76 MPa.

Beton dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5% pada umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,01 Mpa diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 4,26 MPa dan umur 28 hari kuat lentur yang dihasilkan Naik sebesar 4,46 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash + NaOH 2% pada umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 3,22 MPa diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan turun sebesar 3,20 MPa dan umur 28 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 3,88 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash + NaOH 3,5% pada umur 7 hari kuat lentur yang dihasilkan sebesar 3,05 MPa diumur 14 hari kuat lentur yang dihasilkan turun sebesar 1,95 MPa dan umur 28 hari kuat lentur yang dihasilkan naik sebesar 3,89 MPa.

5.6. Perbandingan Hasil Pengujian Fly ash dengan Fly ash + NaOH Pada

Kuat Lentur Beton dan Umur Beton

Perbandingan hasil pengujian fly ash dengan fly ash + NaOH pada kuat lentur beton dan umur beton dapat dilihat pada



Gambar Grafik 5.11 perbandingan hasil pengujian kuat lentur umur 7 Hari, 14 hari dan 28 hari

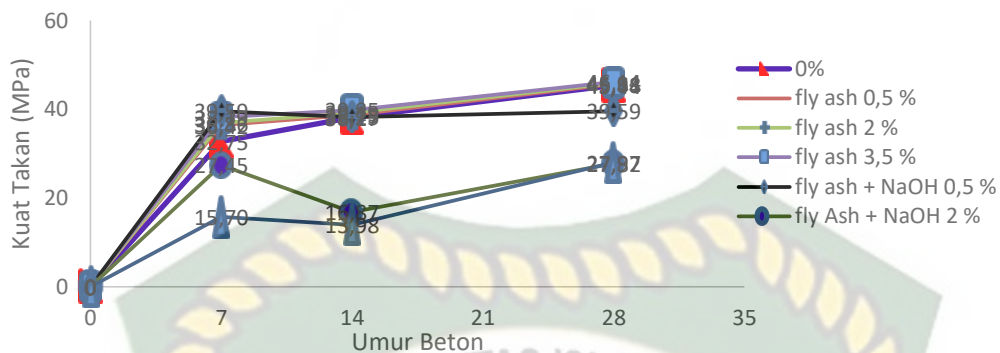
Pada Gambar 5.11. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan untuk Umur 7 Hari, 14 hari dan 28 hari. Beton pada umur 7 hari untuk beton normal kuat lentur sebesar 3,94 Mpa lebih rendah pemakaian fly ash 0,5 % sebesar 4,05 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 4,01 MPa, diumur 14 hari nilai kuat lentur beton normal sebesar 4,24 MPa lebih rendah dari pemakaian fly ash 0,5% sebesar 4,27 Mpa lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 4,26 MPa dan diumur 28 hari nilai kuat lentur beton normal sebesar 4,61 MPa lebih rendah dari pemakaian fly ash 0,5% kuat lentur sebesar 4,69 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 0,5% dengan hasil sebesar 4,46 MPa. Beton umur 7 hari pemakaian fly ash 2% kuat lentur pada umur yang dihasilkan sebesar 4,09 Mpa hal ini lebih tinggi dari pemakaian fly ash 0,5% sebesar 4,05 MPa dan lebih

tinggi pemakaian fly ash + NaOH 2% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 3,22 MPa, pada umur 14 hari pemakaian fly ash 2% kuat lentur yang dihasilkan 4,35 Mpa hal ini lebih rendah dari pemakaian fly ash 0,5% dengan kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,27 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 2% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 3,20 MPa dan pada umur 28 hari pemakaian fly ash 2% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,73 MPa hal ini lebih tinggi dari pemakaian fly ash 2% yang kuat kuat lentur sebesar 4,69 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 2% dengan kuat lentur sebesar 3,88 MPa

a. Beton umur 7 hari pemakaian fly ash 3,5% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,12 Mpa hal ini lebih rendah dari fly ash 2 % sebesar 4,09 MPa dan lebih tinggi pemakaian fly ash + NaOH 3,5% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 3,05 MPa, pada umur 14 hari pemakaian fly ash 3,5% kuat lentur yang dihasilkan 4,49 MPa hal ini lebih tinggi dari pemakaian fly ash 2% kuat lentur sebesar 4,35 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 3,5% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 1,95 MPa dan pada umur 28 hari pemakaian fly ash 3,5% kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,76 MPa hal ini lebih tinggi dari pemakaian fly ash 2% yang kuat lentur sebesar 4,73 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 3,5% dengan kuat lentur sebesar 3,89 Mpa

5.6. Hubungan antara Kuat tekan Beton dan Umur Beton

Hubungan antara kuat tekan beton dan umur beton dapat dilihat pada Gambar grafik 5.12 di bawah ini



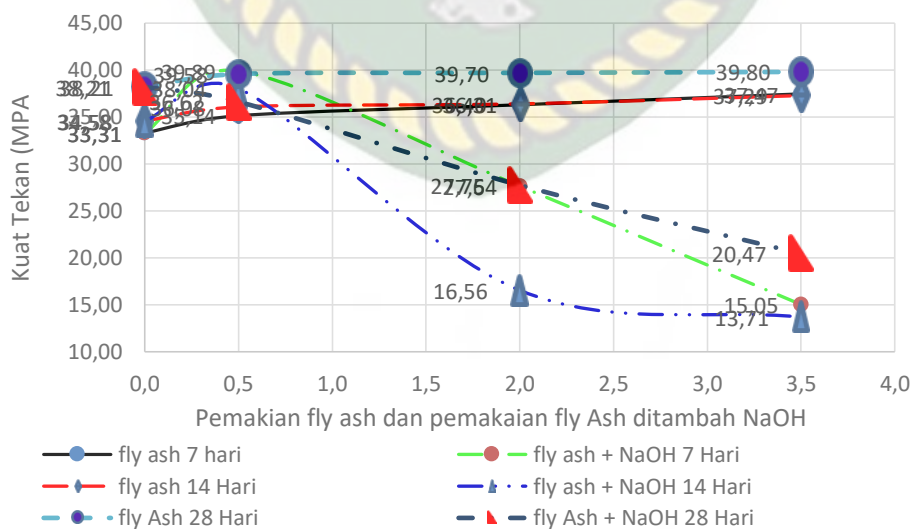
Gambar Grafik 5.12 Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari, 14 hari dan 28 hari

Berdasarkan pada Gambar grafik 5.12 hubungan antara kuat tekan beton dengan umur beton normal umur 7 hari kuat tekan yang dihasilkan 33,31 MPa, umur 14 hari kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 34,58 MPa, dan Umur 28 hari kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 38,21 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 0,5% pada umur 7 hari kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 35,14 MPa dari beton normal, diumur 14 hari kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 36,08 MPa dan umur 28 hari kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,58 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 2% pada umur 7 hari kuat tekan nilai yang dihasilkan naik sebesar 36,31 MPa dari beton pemakaian fly ash 0,5%, diumur 14 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 37,29 MPa dan umur 28 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,70 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 3,5% pada umur 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 37,47 MPa dari beton pemakaian sebesar 2 %, diumur 14 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 35,44 MPa dan umur 28 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,80 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5% pada umur 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,89

MPa dari beton normal, diumur 14 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 38,04 MPa dan diumur 28 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 36,62 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 2% pada umur 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 27,64 MPa dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5%, diumur 14 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 16,56 MPa dan umur 28 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 27,75 MPa. Beton dengan pemakaian fly ash 3,5% pada umur 7 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 15,05 MPa dari beton pemakaian fly ash + NaOH 2 %, ndiumur 14 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 13,71 MPa dan umur 28 hari nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 20,97 Mpa.

5.8. Perbandingan Hasil Pengujian Fly ash dengan Fly ash + NaOH Pada Kuat Tekan Beton dan Umur Beton

Perbandingan hasil pengujian fly ash dengan fly ash + NaOH pada kuat tekan beton dan umur beton dapat dilihat pada



Gambar Grafik 5.13 Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari, 14 hari dan 28 hari

Pada Gambar 5.13. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari, 14 hari dan 28 hari. Beton pada umur 7 hari untuk beton normal sebesar 33,31 MPa lebih rendah pemakaian fly ash 0,5 % dengan nilai kuat tekan sebesar 35,14 Mpa dan lebih rendah dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 39,89 MPa, diumur 14 hari nilai kuat tekan beton normal sebesar 34,58 MPa lebih rendah dari pemakaian fly ash 0,5% sebesar 36,08 MPa lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 38,04 MPa dan diumur 28 hari nilai kuat tekan beton normal sebesar 38,21 MPa lebih rendah dari pemakaian fly ash 0,5% nilai kuat tekan naik sebesar 39,58 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 0,5% dengan nilai kuat tekan turun sebesar 36,62 MPa. Beton umur 7 hari pemakaian fly ash 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 36,331 MPa hal ini lebih tinggi dari fly ash 0,5% sebesar 36,14 MPa dan lebih tinggi dari pemakaian fly ash + NaOH 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 27,64 Mpa, pada umur 14 hari pemakaian fly ash 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan 37,29 MPa hal ini lebih tinggi nilai kuat dari pemakaian fly ash 0,5% sebesar 36,08 MPa, dan lebih tinggi nilai kuat tekan dari pemakaian fly ash + NaOH 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 16,56 MPa dan pada umur 28 hari pemakaian fly ash 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,70 MPa hal ini lebih rendah nilai kuat tekan dari pemakaian fly ash 2% yang nilai kuat tekan sebesar 39,58 MPa dan lebih tinggi nilai kuat dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 2% dengan kuat tekan sebesar 27,75 MPa. Beton umur 7 hari pemakaian fly ash 3,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 37,47 MPa hal ini lebih tinggi nilai kuat tekan dari

pemakaian fly ash 2% sebesar 36,31 MPa dan lebih tinggi nilai kuat tekan dengan pemakaian fly ash + NaOH 3,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 15,05 MPa, pada umur 14 hari pemakaian fly ash 3,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan 37,29 MPa hal ini lebih tinggi nilai kuat dari pemakaian fly ash 2% nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 36,40 MPa dan lebih tinggi nilai kuat tekan yang dihasilkan dari pemakaian fly ash + NaOH 3,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan turun sebesar 13,71 MPa dan pada umur 28 hari pemakaian fly ash 3,5% nilai kuat tekan yang dihasilkan naik sebesar 39,80 MPa lebih tinggi nilai kuat tekan dihasilkan dari pemakaian fly ash 2% yang nilai kuat tekan sebesar 39,70 MPa dan lebih tinggi nilai kuat tekan dari pemakaian fly ash + NaOH sebesar 3,5% dengan nilai kuat tekan sebesar 20,47 MPa

5.6. Pembahasan

Sesuai hasil penelitian penggunaan fly ash dan Fly ash + Naoh sebagai bahan tambah dalam campuran beton pada umur 7, 14, 28 hari pada kuat lentur maupun kuat tekan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Nilai kuat lentur pada umur 7 hari dengan pemakaian fly ash sebesar 0,5 % sampai dengan 3,5% sebesar 4,05 Mpa – 4,12 MPa menunjukkan pengujian memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 yaitu sebesar F_s 45 Tercapai .
2. Nilai kuat lentur pada umur 7 hari dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5% sebesar 4,01 MPa menunjukkan hasil pengujian memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3
3. Nilai kuat lentur pada umur 7 hari dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 2 %, 3,5% sebesar 3,2 MPa dan 3,05 MPa menunjukkan hasil

- pengujian tidak memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3.
4. Nilai kuat lentur pada umur 28 hari dengan pemakaian fly ash sebesar 0,5 % S/d 3,5% sebesar 4,46 s/d 4,76 MPa menunjukkan pengujian memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 yaitu sebesar 100%.
 5. Nilai kuat lentur pada umur 28 hari dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 0,5% sebesar 4,46 MPa menunjukkan hasil pengujian memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 yaitu sebesar 100%.
 6. Nilai kuat lentur pada umur 28 hari dengan pemakaian fly ash + NaOH sebesar 2 % - 3,5% sebesar 3,88 dan 3,89 MPa menunjukkan hasil pengujian tidak memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 yaitu sebesar 100%
 7. Nilai kuat lentur optimum pada pemakaian fly ash sebesar 3,5% sebesar 4,76 MPa pada umur 28 hari.
 8. Nilai Kuat lentur Optimum pada pemakaian fly ash ditambah NaOH sebesar 0,5% sebesar 4,46 MPa pada Umur 28 hari.
 9. Nilai kuat tekan optimum pada pemakaian fly ash sebesar 3,5% sebesar 39,80 Mpa pada umur 28 hari.
 10. Pemakaian NaOH pada perkerasan jalan masih perlu dan harus
 11. Dari hasil penelitian Putra(2018) dengan pemakaian fly ash + NaOH pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan sebesar 50,27 Mpa dan kuat lentur

7,66 Mpa, sedangkan hasil penelitian kuat tekan 20,47 Mpa dan kuat lentur 3,89 Mpa tidak dapat dipakai untuk perkerasan jalan.

12. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dimana pemakaian Naoh tidak memperhitungkan molaritas, hanya memperhitungkan berat Naoh sehingga hasil yang pada penelitian sebelumnya mutu beton meningkat
13. Pemakaian fly ash dan NaOH penelitian ini langsung dimasukkan bersamaan kedalam molen mixer sehingga hasil kuat tekan dan kuat lentur beton tidak tercapai, sedangkan penelitian terdahulu fly ash dan NaOH yang dipakai NaOH telah dilarutkan dengan air dan dicampurkan Na_2SiO_3 setelah 24 jam baru dicampur dengan fly ash dan dimixer material yang ada sehingga hasil beton untuk kuat beton dan kuat lentur meningkat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasar Hasil pengujian dan pengamatan pada campuran beton Fs 4,5 Mpa didapat kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Dari hasil pengujian penggunaan fly ash sebagai bahan tambah campuran beton berpengaruh secara signifikan terhadap mutu kuat lentur dikarana nilai kuat lentur yang dihasilkan sebesar 4,75 Mpa diumur 28 hari
 - b. Pengaruh penambahan fly ash + NaOH sebagai bahan aditif pada campuran beton tidak dapat digunakan karena kuat lentur yang dihasilkan tidak mencapai Fs 4,5 Mpa.
2. Untuk Kuat lentur pemakaian fly ash optimum didapat pada penambahan 3.5% dengan nilai kuat lentur 4,76 Mpa pada umur 28 hari, untuk pemakaian fly ash + NaOH optimum sebesar 0,5 % dengan nilai kuat lentur sebesar 4,46 Mpa pada umur 28 hari dan sedangkan nilai kuat tekan sebesar 39,80 Mpa pada umur 28 hari

6.2 Saran

1. Penggunaan pemakaian fly ash dan fly ash ditambah NaOH harus diteliti lagi dengan pemakaian variasi semen agar diperoleh hasil lebih baik
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengurangi komposisi pemakaian semen dengan menambah pemakaian fly ash dan pemakaian fly ash ditambah NaOH untuk mendapatkan mutu kuat yang sama.
3. Untuk mutu beton yang tidak masuk dalam spektifikasi Bina Marga 2010 Rev 3 agar dapat diteliti kembali pemakaian fly ash + Naoh
4. Agar dapat melakukan penelitian yang lain dengan pemakaian zat aditive yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 33/93 “Standard Specification for Concrete Aggregates. Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.
- ASTM C 125 – 06. Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.
- ASTM C 150. *Standard Specification For Portland Cement*. Annual Books of ASTM Standards ,USA, 2002.
- ASTM C 494*.
- Dipohusodo, Istimawan. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI). Jakarta : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1982.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Spesifikasi Teknis Bina Marga, Revisi 3. Jakarta: 2013
- Mindess, Sidney et al, “CONCRETE 2ND EDITION”. Pearson Education, Inc. USA : 2003.
- Mulyono, Tri. Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi Publisher, 2004.
- Nawy. Edward, G. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung : Penerbit Silvia Sukirman. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Bandung : NOVA, 2010
- SNI 1969 : 2008. Cara uji berat jenis penyerapan air agregat kasar. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- SNI 1970 : 2008. Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2008.

- SNI 2417 : 2008. Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1990.
- SNI 03-2460-1991. Spesifikasi Abu Terbang Sebagai Bahan Tambahan Untuk Campuran Beton Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1991.
- SNI 03-2495-1991. Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1991.
- SNI 03-2816-1992. Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1992.
- SNI 03-4804-1998. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1998
- SNI 03-4431-2011. Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2011.
- SNI 03-6817-2002. Metode Pengujian Mutu Air. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2002
- SNI 03-6820-2002. Spesifikasi Agregat halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan bahan dasar Semen. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 2002
- SNI 03-2816-1992. Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir. Bandung : Badan Standardisasi Nasional, 1998
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Nafiri Edisi Pertama, 1996.
- Pariपुरna (2017) Perkerasan Kaku Dengan Pemanfaatan Air Es Dan Fly Ash Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat Tekan tesis Universitas Muhammadiyah surakarta
- Syafrisal (2017) Eksprimental Beton Fs 45 Dengan Menggunakan Semen Type 1 Portland, Pasir Urug Dan Fly Ash Amp, Tugas Akhir Universitas Abdurrah Riau

- Darmawan (2017) Analisis Workabilitas Dan Kekuatan Campuran Perkerasan Kaku Dengan Bahan Additives Fly Ash Dan Master Glenium SKY 8108-BASF Tugas Akhrit Universitas Marcu Buana
- Karmadi (2017) Telah Melakukan Penelitian Evaluasi Potensi Abu Terbang Sisa Pembakaran Aspalt Mixing Plan (Amp) Pt. Harapan Jaya Beton Bali Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland Tesis Universitas Udayana
- Windah (2014) Kuat Tarik Lentur Beton Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash) Tugas Akhir Universitas Sam Ratulangi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini dipergunakan tinjauan pustaka dari studi – studi yang pernah dilakukan seperti sebagai berikut ini.

Hardjasaputra (2018) telah melakukan penelitian mengenai Penelitian Rancangan Campuran Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash PLTU Suralaya – Banten Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur. Tujuan Penelitian ini untuk mengembangkan rancangan beton geopolimer berbasis fly ash yang dapat digunakan sebagai beton struktural. Metode yang digunakan DOE dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia dan dimuat dalam buku standar *SK SNI T-15-1990*. Penggunaan fly ash yang berasal dari sisa pembakaran batu bara PLTU Suralaya – Banten dengan campuran kombinasi antara natrium hidroksida (NaOH), dan natrium silikat. Dari hasil XRF dan SEM fly ash yang digunakan, peneliti melakukan studi rancangan campuran beton geopolimer dengan variasi 8M, 12M, dan 16M dan variasi alkali/ fly ash 0,45, 0,50, 0,66 dan 0,60 dengan rasio Na_2SiO_3 dan NaOH adalah 2 studi perkembangan kuat tekan beton geopolimer terhadap waktu menunjukkan hasil rancangan beton geopolimer tersebut dapat mencapai kuat tekan 50,27 Mpa dan kuat lentur 7,66 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa beton geopolimer dapat digunakan sebagai beton struktural.

Syafrisal (2017) telah melakukan penelitian mengenai Uji Eksperimental Beton Fs 45 Dengan Menggunakan Semen Type 1 Portland, Pasir Urug Dan Fly Ash Amp

(Asphalt Mixing Plant)” Tujuan Penelitian Mendapat formula (desain) campuran Beton FS 45 sebagai salah satu alternatif menggunakan pasir Urug dengan bahan tambah Fly Ash dari residu AMP (Asphalt Mixing Plant) terhadap Kuat Lentur FS 45, Untuk mengetahui tingkat kualitas dan mutu beton yang menggunakan pasir Urug dengan bahan tambah Fly Ash (abu terbang) dari residu AMP (Asphalt Mixing Plant) pada Beton FS 45. Metode yang dipakai DOE dipakai sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia dan dimuat dalam buku standar *SK SNI T-15-1990*. Penggunaan fly ash yang berasal dari sisa pembakaran Asphalt Mixing Plant dapat dipakai untuk campuran beton, baik juga menerima kuat tekan dan lentur. Hal ini merujuk syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 Hasil yang diperoleh Penggunaan Pasir Urug dan *fly ash* hasil pembakaran AMP memenuhi syarat untuk campuran beton Fs 45 dimana hasil penambahan fly ash 3.3% merupakan hasil optimum pada nilai kuat lentur 90.07 % umur 7 hari dan kuat lentur sebesar 103.45 % pada Umur Beton 28 Hari. Sedangkan nilai optimum pemakaian fly ash 3,3% pada nilai kuat tekan sebesar 425.38 kg/cm² untuk umur 7 hari dan kuat tekan sebesar 414.74 kg/cm² untuk umur 28 hari.

Darmawan (2017) telah melakukan penelitian Analisis Workabilitas Dan Kekuatan Campuran Perkerasan Kaku Dengan Bahan Additives Fly Ash Dan Master Glenium SKY 8108-BASF. Tujuan Penelitian mengetahui karakter beton dengan penambahan bahan pengganti sebagian semen dengan Fly Ash dan bahan tambah Master Glenium SKY 8108-BASF yang beragam. Metode yang dipakai Metode perhitungan yang digunakan adalah SNI 03-2834-1993. Hasil penelitian ini Penggunaan abu terbang (fly ash) berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton yang

dimana pada penelitian ini semakin banyak persentase fly ash yang digunakan nilai kuat tekan semakin tinggi tetapi lebih rendah dari beton normal, sedangkan aditif mempengaruhi kuat tekan beton cukup besar, pada penelitian ini semakin banyak penggunaan aditif maka nilai kuat tekan beton semakin tinggi dari beton normal. Penggunaan abu terbang (fly ash) tidak berpengaruh besar terhadap nilai slump, sedangkan aditif mempengaruhi nilai slump karena semakin banyak penggunaan aditif maka campuran beton semakin encer tetapi lebih cepat mengeras.

Karmadi (2017) Telah Melakukan Penelitian Evaluasi Potensi Abu Terbang Sisa Pembakaran Aspal Mixing Plan (Amp) Pt. Harapan Jaya Beton Bali Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland. Tujuan penelitian Untuk mengetahui, apakah penggunaan abu terbang hasil pembakaran Aspal Mixing Plan (AMP) PT. Harapan Jaya Beton dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton tersebut. Untuk mengetahui prosentase penggunaan optimal abu terbang tersebut dalam campuran beton. Metode pengujian yang dipakai yaitu Uji kuat tekan dan modulus elastisitas beton. Dari hasil pembahasan bahwa semakin besar persentase abu terbang yang digunakan untuk mengganti semen portland maka nilai slump yang didapat semakin besar. presentase abu terbang yang menghasilkan kuat tekan beton paling besar adalah pada persentase 15% pada saat beton berumur 28 hari yaitu 28,31 Mpa. Penggunaan sampai dengan 20 % dan 30 % abu terbang sisa pembakaran Aspal Mixing Plan (AMP) PT. Harapan Jaya Beton mampu meningkatkan berturut-turut kuat tekan ($f'c$) dan modulus elastisitas (E_c) dari beton tanpa abu terbang. Penggunaan optimum abu terbang pada umur 28 hari sebesar 15% untuk kuat tekan dan 15% untuk modulus elastisitas. Untuk umur 56

hari penggunaan optimum sebesar 5% untuk kuat tekan dan 10 % modulus elastisitas, dan umur 90 hari penggunaan optimum sebesar 5% untuk kuat tekan dan 10% untuk modulus elastisitas.

Windah (2014) Telah Melakukan Penelitian Kuat Tarik Lentur Beton Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash). Tujuan penelitian ini adalah Untuk mendapatkan nilai kuat tarik lentur dari beton geopolymer berbasis abu terbang (fly ash). Untuk mendapatkan perbandingan kuat tarik lentur terhadap kuat tekan beton geopolymer berbasis abu terbang (fly ash). Metode yang dipakai untuk pengujian yang digunakan adalah System Two Point Loading Test pada benda uji balok dengan ukuran 10cm x 10cm x 50cm. Dari hasil pengujian, pengolahan data serta analisa, maka dapat nilai kuat tarik lentur beton geopolymer meningkat seiring dengan lamanya waktu perawatan (curing time). Perbandingan kuat tarik lentur terhadap kuat tekan beton geopolymer tidak jauh berbeda dengan kuat tarik yang dihasilkan oleh beton konvensional yaitu 10 % - 15 % dari kuat tekannya. Persamaan kekuatan tarik lentur menurut ASTM/ACI adalah $0,66 \sqrt{f_c}$ untuk variasi waktu 4 jam, 8 jam, dan 12 jam. Sedangkan untuk 24 jam adalah $0,62 \sqrt{f_c}$.

1.2. Keaslian Penelitian

Peneliti terdahulu banyaknya melakukan penelitian tentang rigid pavement menggunakan fly ash seperti pada Tabel 2.1

No	Peneliti	Penelitian
1	Hardjasaputra (2018)	Pemanfaatan limbah batu bara PLTU sebagai fly ash PLTU Suralaya – Banten terhadap kuat tekan dan kuat lentur dengan campuran kombinasi antara natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat
2	Syafrisal (2017)	Memakai pasir urug dan fly ash amp (asphalt mixing plant)” metode yang dipakai kuat tekan dan lentur
3	Darmawan (2017)	Mengunakan bahan additives fly ash dan master glenium sky 8108-basf dengan menggunakan metode perhitungan yang digunakan adalah sni 03-2834-199
4	Karmadi (2017)	Abu Terbang Sisa Pembakaran Aspalt Mixing Plan (Amp) dengan menggunakan Metode pengujian yang dipakai yaitu Uji kuat tekan dan modulus elastisitas beton
5	Windah (2014)	Mengunakan Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash) metode yang digunakan pengujian System Two Point Loading Test pada benda uji balok dengan ukuran 10cm x 10cm x 50cm

Pada Tabel 2.1 dapat dilihat penelitian tentang kuat lentur menggunakan fly ash banyak dilakukan penelitian terdahulu, perbedaan penelitian ini fly ash hasil pembakaran Aspalt Mixing Plant dan fly ash hasil pembakaran Aspalt Mixing Plant + NaOH dengan melakukan pengujian kuat lentur dan kuat tekan.