



**PROYEK AKHIR TERAPAN – RC 146599**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI POZZOLAN PADA BINDER  
GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ALKALI  
AKTIVATOR SODIUM SILIKAT ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )  
SERTA SODIUM HIDROKSIDA ( $\text{NaOH}$ )**

**RIHNATUL ILMIAH  
NRP. 3115 040 639**

**Dosen Pembimbing I  
Ridho Bayuaji, ST. MT. PhD  
NIP. 19730710 199802 1 002**

**Dosen Pembimbing II  
Nur Achmad Husin, ST. MT  
NIP. 19720115 199802 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**PROYEK AKHIR TERAPAN – RC 146599**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI  
SEBAGAI POZZOLAN PADA BINDER  
GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ALKALI  
AKTIVATOR SODIUM SILIKAT ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )  
SERTA SODIUM HIDROKSIDA ( $\text{NaOH}$ )**

**RIHNATUL ILMIAH  
NRP. 3115 040 639**

**Dosen Pembimbing I  
Ridho Bayuaji, ST. MT. PhD  
NIP. 19730710 199802 1 002**

**Dosen Pembimbing II  
Nur Achmad Husin, ST. MT  
NIP. 19720115 199802 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



**APPLIED FINAL PROJECT – RC 146599**

**THE EFFECT OF ADDING RICE HUSK ASH BE  
A POZZOLAN ON BINDER GEOPOLYMER  
USING ALKALI AKTIVATOR SODIUM  
SILIKAT ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) AND SODIUM HIDROKSIDA  
( $\text{NaOH}$ )**

**RIHNATUL ILMIAH  
NRP. 3115 040 639**

**Supervisor  
Ridho Bayuaji, ST. MT. PhD  
NIP. 19730710 199802 1 002**

**Co - Supervisor  
Nur Achmad Husin, ST. MT  
NIP. 19720115 199802 1 001**

**DIPLOMA IV PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of civil engineering and planning  
Sepuluh Nopember Institut of Technology  
Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI POZZOLAN PADA BINDER GEOPOLIMER MENGUNAKAN ALKALI AKTIFATOR SODIUM SILIKAT ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) SERTA SODIUM HIDROKSIDA (NaOH)

#### PROYEK AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan  
pada  
Program Studi D4 Teknik Sipil Bangunan Gedung  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



**Rihnatul Ilmiah**  
NRP. 3115 040 639

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir : **23 JAN 2017**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Ridho Bayuaji, ST. MT. PhD**      **Nur Achmad Husin, ST. MT**  
NIP. 19730710 199802 1 002      NIP. 19720115 199802 1 001

SURABAYA, 9 JANUARI 2017



***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***



**KATA PENGANTAR**

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadiran Tuhan YME atas segala rahmat dan karunia-Nya. Kami sebagai penulis telah menyelesaikan penyusunan Proyek Akhir ini .

Tersusunnya Proyek Akhir Terapan ini tidak terlepas dari bantuan serta motivasi yang diberikan oleh berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam Proyek Akhir ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kelancaran dalam menyusun Proyek Akhir Terapan ini,
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara kami yang tercinta, sebagai penyemangat dan banyak memberikan dukungan moral maupun material serta doanya,
3. Bapak Ridho Bayuaji, ST. MT. PhD dan Bapak Nur ahmad Husin, ST. MT. Selaku dosen pembimbing yang telah mendidik dan banyak memotivasi dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini,
4. Bapak Dr. Machsus, ST. MT. Selaku koordinator Program Studi Diploma Teknik Sipil Teknik Sipil ITS,
5. PT. Semen Indonesia (PERSERO), Tbk. yang banyak membantu atas kelancaran kelengkapan data untuk data uji material kimia salah satu bahan yang dipakai pada Proyek Akhir Terapan ini,
6. PT. PJB UP Paiton yang memberikan bantuan salah satu material yang dipakai dalam Proyek Akhir Terapan ini serta,
7. Segenap dosen dan karyawan pada Program Studi Diploma Teknik Sipil ITS

Kami menyadari dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, untuk itu segala bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan dalam kesempurnaan Proyek Akhir Terapan ini.

Dan kami berharap semoga Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca.

Penyusun

Januari, 2017



**ABSTRAK**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI  
POZZOLAN PADA BINDER GEOPOLIMER  
MENGUNAKAN ALKALI AKTIFATOR SODIUM SILIKAT  
( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) SERTA SODIUM HIDROKSIDA ( $\text{NaOH}$ )**

**Nama Mahasiswa** : Rihnatul Ilmiah  
**NRP** : 3115 040 639  
**Jurusan** : Diploma IV Teknik Sipil FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing I** : Ridho Bayuaji, ST.MT. PhD  
**NIP** : 19730710 199802 1 002  
**Dosen Pembimbing II** : Nur Achmad Husin, ST. MT  
**NIP** : 19720115 199802 1 001

**Abstrak**

*Beton geopolimer adalah beton yang sama sekali tidak menggunakan semen Portland sebagai material pengikat. Pembuatan geopolimer yang ramah lingkungan dapat mengurangi penggunaan semen karena dalam pembuatan 1 ton semen Portland akan dihasilkan emisi gas  $\text{CO}_2$  sebesar 1 ton [11]. Sebagai pengganti semen digunakan bahan pengganti diantaranya abu sekam padi dengan alkali aktifator. Abu sekam padi merupakan limbah dari olahan padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolanik, yaitu mengandung silika, senyawa yang bila dicampur dengan semen dan air dapat meningkatkan kuat tekan beton sedangkan silika adalah senyawa kimia yang dominan pada abu sekam padi [22]. Abu sekam yang digunakan yaitu abu sekam padi yang lolos ayakan no. 200 agar abu sekam padi tersebut dapat mengisi ruang-ruang kosong antar butiran, dapat meningkatkan daya lekat antar butiran sedangkan fly ash didefinisikan sebagai butiran halus residu pembakaran batubara atau bubuk batubara [1]. Untuk saat ini fly ash sangat potensial sebagai bahan substitusi terhadap semen dan diharapkan sifat pozzolanik yang dikandung dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer sedangkan Untuk aktifator digunakan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang berfungsi mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sebagai larutan alkalinya digunakan sodium hidroksida*

*(NaOH) yang berfungsi untuk membantu proses pengikatan antar partikel.*

*Pada penelitian ini telah dibuat binder Ø2,5x5cm untuk pengujian porositas dan kuat tekan serta kubus 15x15x5cm untuk UPV, dan permeability dengan komposisi 100% abu sekam padi, 100% fly ash serta campuran 50% abu sekam padi dan 50% fly ash dengan bahan pengikat NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 3 hari, 28 hari, dan 56 hari.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa abu sekam padi mengandung SiO<sub>2</sub> 96,40% yang bersifat pozzolanic. Komposisi 100% abu sekam padi memiliki setting time yang lambat dan kelecakan (workability) yang baik, setting time yang cepat dikarenakan bentuk partikel abu sekam padi yang menyerupai sponge sehingga untuk membuat campuran dibutuhkan kadar air yang tinggi akan tetapi air tersebut disimpan oleh abu sekam padi dan tidak ada reaksi antara air dan bahan campuran. Dari uji kuat tekan abu sekam padi semakin meningkat dilihat dari semakin lamanya umur pengujian tetapi masih jauh di bawah rendah dari hasil uji kuat tekan 100% fly ash. Untuk komposisi campuran 50% abu sekam padi dan 50% fly ash memiliki kuat tekan yang masih relatif rendah dibandingkan dengan hasil kuat tekan 100% fly ash. Abu sekam padi dapat dijadikan bahan alami tambahan dalam binder geopolimer.*

***Kata kunci : abu sekam padi, fly ash, geopolimer, pozzolan***

**THE EFFECT OF ADDING RICE HUSK ASH AS  
POZZOLAN ON GEOPOLYMER CONCRETE BY USING  
ACTIVATOR ALKALI OF SODIUM SILICATE ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )  
AND SODIUM HYDROXIDE ( $\text{NaOH}$ )**

**Student Name** : Rihnatul Ilmiah  
**NRP** : 3115 040 639  
**Department** : Diploma IV of Civil Engineering  
**Supervisor** : Ridho Bayuaji, ST.MT. PhD  
**NIP** : 19730710 199802 1 002  
**Co-Supervisor** : Nur Achmad Husin, ST. MT  
**NIP** : 19720115 199802 1 001

**Abstract**

*Concrete geopolymer is a concrete with no portland cement used as the binding material. Besides, this material could also limit the use of cement. It is because 1 ton of  $\text{CO}_2$  gas would be produced during 1 ton of Portland cement making process[14]s. Rice husk ash could be used as the substitute material by using activator alkali.*

*Rice husk ash is kind of waste of rice product that has particular feature contains chemical substance with pozzolanic characteristic that contains silica and if it is mixed with cement and water could increase the pressure while silica is the dominant substance of husk rice [28]. Husk rice ash could fill the empty space among particle in escaped sieve standart number of 200 and also increase adhesiveness among particle. Meanwhile fly ash is very small particle from combustion of coals[8]. These days, fly ash is very potential to become substitute material for cement which could also increase power press of geopolymer Sodium silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) was used as activator to fasten polymerization process while sodium hydroxide was used as alkali to aid binding process among particle.*

*For the final task applied, husk rice ash and fly ash were used to analyze the effect of adding rice husk ash as pozzolan on geopolymer concrete and fly ash using activator alkali of sodium silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) and sodium hydroxide ( $\text{NaOH}$ ) as comparison in*



*setting time, porosity, UPV, permeability, and power of press during bonding process until paste was made.*

*In this study has been made binders Ø2,5x5cm for testing porosity and compressive strength and cube 15x15x5cm for testing upv , and permeability with the composition of 100 % rice husk ash, 100 % fly ash, mixing of 50 % rice husk ash and 50 % fly ash with the binder NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Testing objects test done at the age of 3 days , 28 days , and 56 days.*

*The experimental results of this study indicate that the rice husk ash contains SiO<sub>2</sub> 96,40% indicated of pozzolanic. Composition 100% rice husk ash have a workability and making long time setting time, because structure of partikel on rice husk ash look likes sponge what can need much of water, absorb water and not for reaction. For compressive strength increased to age but still below the low on the composition of a 100% fly ash. For the composition mixing of 50% fly ash and 50% rice husk ash but still below the low on the composition of a 100% fly ash. Rice husk ash effective enough to geopolymer binder and to minimize the use of fly ash*

***Keywords : fly ash, geopolymer, pozzolan, rice husk ash***



**DAFTAR ISI**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1.     Latar Belakang.....	1
1.2.     Rumusan Masalah.....	2
1.3.     Batasan Masalah.....	3
1.4.     Tujuan.....	4
1.5.     Manfaat.....	4
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1.     Geopolimer.....	5
2.1.     Binder.....	6
2.3.     Material Binder Geopolimer.....	6
2.3.1.    Abu Terbang ( <i>Fly ash</i> ).....	6
2.3.2.    Abu Sekam Padi ( <i>Rice husk ash</i> ).....	10
2.4.     Alkali Activator.....	12
2.4.1.    Sodium Hidroksida (NaOH).....	12
2.4.2.    Sodium Silikat (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ).....	13
2.5.     SEM-EDX.....	15
2.6.     XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ).....	15

2.7.	XRF (X-Ray Fluoresence).....	16
2.8.	Curing.....	17
2.9.	Kuat Tekan ( <i>Compressive Strength</i> ).....	17
2.10.	Pengaturan waktu vicat.....	18
2.11.	UPV ( <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> ).....	18
2.12.	Porositas.....	19
2.13.	<i>Permeability</i> Udara.....	20

### **BAB III    METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Studi Literatur.....	23
3.2.	Persiapan Bahan Penelitian.....	23
3.2.1.	Sekam padi dan <i>fly ash</i> .....	23
3.2.2.	Pembakaran Sekam Padi.....	24
3.2.3.	Jenis alkali aktifator.....	26
3.3.	Membuat Mix Desain Binder Geopolimer.....	27
3.3.1.	Binder Geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm.....	27
3.3.2.	Binder Geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm.....	35
3.4.	Membuat Binder Geopolimer.....	40
3.4.1.	Binder Geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm.....	45
3.4.2.	Binder Geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm.....	47
3.5.	Melakukan Curing Binder Geopolimer.....	49
3.6.	Tes <i>Setting Time</i> Binder Geopolimer.....	49
3.7.	Tes Kuat Tekan Binder Geopolimer.....	51
3.8.	Tes Porositas Binder Geopolimer.....	52
3.9.	Tes UPV ( <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> ).....	54
3.10.	Tes <i>Permeability</i> Tekan Binder Geopolimer.....	55
3.11.	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	57

<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN ANALISA</b>	
4.1.	Umum.....	61
4.2.	Hasil Pemeriksaan Material.....	61
4.2.1.	<i>Fly Ash</i> .....	61
4.2.2.	Abu Sekam Padi.....	63
4.3.	Komposisi Campuran yang Dibuat.....	65
4.4.	Hasil Uji Binder Geopolimer.....	69
4.4.1.	<i>Setting Time</i> .....	69
4.4.2.	Kuat Tekan.....	74
4.4.3.	Porositas.....	79
4.4.4.	UPV ( <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> ).....	84
4.4.5.	<i>Permeability</i> Udara.....	91
4.4.6.	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas.....	95
4.4.7.	Hubungan Kuat Tekan dan UPV.....	96
4.4.8.	Hubungan Kuat Tekan dan <i>Permeability</i> .....	97
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan.....	99
5.2.	Saran.....	100
	DAFTAR PUSTAKA.....	101
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>BIODATA PENULIS</b>	

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



**DAFTAR TABEL**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	
Komposisi kimia abu terbang (%).....	7
<b>Tabel 2.2</b>	
Persyaratan mutu abu terbang.....	9
<b>Tabel 2.3</b>	
Persentase kandungan komponen fisik sekam padi.....	11
<b>Tabel 2.4</b>	
Komposisi kimia abu sekam padi pada temperatur berbeda.....	12
<b>Tabel 2.5</b>	
Klasifikasi kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang...19	
<b>Tabel 2.6</b>	
Kelas kualitas permukaan beton kering.....	20
<b>Tabel 3.1</b>	
Komposisi binder geopolimer silinder.....	44
<b>Tabel 3.2</b>	
Komposisi binder geopolimer kubus.....	44
<b>Tabel 3.3</b>	
Kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang.....	54
<b>Tabel 3.4</b>	
Kelas kualitas permukaan beton kering.....	56
<b>Tabel 4.1</b>	
Hasil uji <i>XRF fly ash</i> PLTU Paiton.....	61
<b>Tabel 4.2</b>	
Hasil uji <i>XRF</i> abu sekam padi.....	63
<b>Tabel 4.3</b>	
Hasil <i>setting time</i> binder geopolimer.....	69
<b>Tabel 4.4</b>	
Hasil awal <i>setting time</i> binder geopolimer.....	73
<b>Tabel 4.5</b>	
Hasil akhir <i>setting time</i> binder geopolimer.....	73



<b>Tabel 4.6</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5.....	75
<b>Tabel 4.7</b>	
Hasil porositas binder geopolimer 12M-1,5.....	81
<b>Tabel 4.8</b>	
Kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang.....	85
<b>Tabel 4.9</b>	
Hasil <i>UPV</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	85
<b>Tabel 4.10</b>	
Kelas kualitas permukaan beton kering.....	91
<b>Tabel 4.11</b>	
Hasil <i>permeability</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	92
<b>Tabel 4.12</b>	
Data kuat tekan dan porositas binder geopolimer 12M-1,5.....	95
<b>Tabel 4.13</b>	
Data kuat tekan dan <i>UPV</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	96
<b>Tabel 4.14</b>	
Data kuat tekan dan <i>permeability</i> binder geopolimer 12M-1,5...	97



# DAFTAR GAMBAR

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b>	
Struktur jenis-jenis <i>polysialate</i> .....	5
<b>Gambar 2.2.</b>	
Monogram kelas kualitas permukaan beton.....	21
<b>Gambar 2.3.</b>	
Tes <i>permeability</i> udara.....	21
<b>Gambar 3.1.</b>	
Warna hilang pijar.....	25
<b>Gambar 3.2.</b>	
Pengukuran suhu termometer optik di luar drum.....	25
<b>Gambar 3.3.</b>	
Alat untuk membuat binder.....	41
<b>Gambar 3.4.</b>	
Bahan untuk membuat binder.....	42
<b>Gambar 3.5.</b>	
Alat uji untuk pengujian binder.....	43

<b>Gambar 3.6.</b>	
Cetakan binder Ø2,5 cm x 5 cm.....	46
<b>Gambar 3.7.</b>	
Proses pencetakan binder geopolimer.....	46
<b>Gambar 3.8.</b>	
Binder geopolimer yang telah dicetak.....	46
<b>Gambar 3.9.</b>	
Cetakan binder 15 cm x 15 cm x 15 cm.....	48
<b>Gambar 3.10.</b>	
Proses pencetakan binder geopolimer.....	48
<b>Gambar 3.11.</b>	
Binder geopolimer yang telah dicetak.....	48
<b>Gambar 3.12.</b>	
Tes <i>setting time</i> .....	50
<b>Gambar 3.13.</b>	
Tes kuat tekan.....	52
<b>Gambar 3.14.</b>	
Tes porositas.....	53

**Gambar 3.15.**

Tes *Ultrasonic Pulse Velocity*.....55

**Gambar 3.16.**

Tes *permeability*.....56

**Gambar 3.17.**

Diagram Alir.....59

**Gambar 4.1.**

Hasil uji *SEM-EDX fly ash* PLTU Paiton.....62

**Gambar 4.2.**

Hasil uji *XRD fly ash* PLTU Paiton.....62

**Gambar 4.3.**

Hasil uji *SEM-EDX* abu sekam padi.....64

**Gambar 4.4.**

Hasil uji *XRD* abu sekam padi.....64

**Gambar 4.5.**

Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 74:26.....65

**Gambar 4.6.**

Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 65:35.....66

**Gambar 4.7.**

Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 55:45.....66

**Gambar 4.8.**

Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 45:55.....67

**Gambar 4.9.**

Campuran binder abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% dengan perbandingan alkali aktifator 45:55.....67

**Gambar 4.10.**

Campuran binder abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% dengan perbandingan alkali aktifator 65:35.....68

**Gambar 4.11.**

Campuran binder *fly ash* 100% dengan perbandingan alkali aktifator 74:26.....68



# DAFTAR GRAFIK

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b>	
Penurunan <i>setting time</i> binder geopolimer FA12-1,5.....	72
<b>Grafik 4.2</b>	
Penurunan <i>setting time</i> binder geopolimer ASPFA12-1,5.....	73
<b>Grafik 4.3</b>	
Penurunan <i>setting time</i> binder geopolimer ASP12-1,5.....	73
<b>Grafik 4.4</b>	
Awal <i>setting time</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	74
<b>Grafik 4.5</b>	
Akhir <i>setting time</i> binder geopolimer.....	75
<b>Grafik 4.6</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer ASP12-1,5.....	78
<b>Grafik 4.7</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer FA12-1,5.....	78
<b>Grafik 4.8</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer ASPFA12-1,5.....	79
<b>Grafik 4.9</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5.....	79
<b>Grafik 4.10</b>	
Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5 umur 3 hari.....	80
<b>Grafik 4.11</b>	
Hasil porositas binder geopolimer FA12-1,5.....	83
<b>Grafik 4.12</b>	
Hasil porositas binder geopolimer ASPFA12-1,5.....	83
<b>Grafik 4.13</b>	
Hasil porositas binder geopolimer 12M-1,5.....	84
<b>Grafik 4.14</b>	
Hasil <i>UPV</i> binder geopolimer ASP12-1,5.....	89
<b>Grafik 4.15</b>	
Hasil <i>UPV</i> binder geopolimer FA12-1,5.....	89



<b>Grafik 4.16</b>	
Hasil <i>UPV</i> binder geopolimer ASPFA12-1,5.....	90
<b>Grafik 4.17</b>	
Hasil <i>UPV</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	90
<b>Grafik 4.18</b>	
Hasil <i>permeability</i> binder geopolimer FA12-1,5.....	93
<b>Grafik 4.19</b>	
Hasil <i>permeability</i> binder geopolimer ASPFA12-1,5.....	93
<b>Grafik 4.20</b>	
Hasil <i>permeability</i> binder geopolimer 12M-1,5.....	94
<b>Grafik 4.21</b>	
Hubungan kuat tekan dan porositas binder geopolimer.....	95
<b>Grafik 4.22</b>	
Hubungan kuat tekan dan <i>UPV</i> binder geopolimer.....	97
<b>Grafik 4.23</b>	
Hubungan kuat tekan dan <i>permeability</i> binder geopolimer.....	98



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton sebagai salah satu bahan struktur bangunan sudah dikenal secara luas disebabkan hampir seluruh bangunan yang ada sekarang menggunakan beton sebagai bahan dasarnya. Kekuatan suatu beton sangat bergantung pada komposisi dan kekuatan dari masing-masing material pembentuknya, salah satunya adalah semen. Semen merupakan bahan yang dibuat dengan cara membakar secara bersamaan campuran *calcareous* (batu gamping) dan *argillaceous* (batuan yang mengandung alumunium) pada suhu  $\pm 1555^{\circ}\text{C}$  pada proses ini menghasilkan karbon dioksida yang dapat mencemari lingkungan [14].

Dari konferensi bumi yang diselenggarakan di Bali pada bulan Desember 2007 yang bertemakan *Climate Change* dinyatakan bahwa jumlah produksi semen di dunia tercatat 1,5 miliar ton. Dalam hal ini industry semen melepaskan karbondioksida sejumlah 1,5 miliar ton ke alam bebas. Menurut *International Energy Authority : World Energy Outlook*, jumlah karbon dioksida yang dihasilkan tahun 1995 adalah 23,8 miliar ton. Berdasarkan data tersebut produksi semen portland menyumbang tujuh persen dari keseluruhan karbon dioksida yang dihasilkan dari berbagai sumber [26]. Permasalahan inilah yang menjadi faktor untuk menggunakan konsep penggantian semen dalam pembuatan beton. Sebagai pengganti semen digunakan bahan pengganti diantaranya abu sekam padi dengan alkali aktifator. Sekam padi akan dibakar dalam suhu tinggi ( $400-800^{\circ}\text{C}$ ) akan menghasilkan abu sekam padi yang mengandung silika dan lolos ayakan no. 200 agar abu sekam padi tersebut dapat mengisi ruang-ruang kosong antar butiran dengan tujuan meningkatkan daya lekat antar butiran [25].

Abu sekam padi merupakan bahan buangan limbah dari olahan padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung

senyawa *pozzolan*, yaitu mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ), suatu senyawa yang dapat meningkatkan kuat tekan beton sedangkan silika adalah senyawa kimia yang dominan pada abu sekam padi. Nilai paling umum kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dalam abu sekam padi adalah 94-96% dan apabila nilainya mendekati atau di bawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang terkontaminasi oleh zat lain. Dalam hal ini telah dilakukan beberapa penelitian yang menggunakan konsep penggantian semen dalam pembuatan beton yaitu abu sekam padi yang akan dicampur *fly ash* yang memiliki kandungan silika yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai pengikat (*pozzolan*) untuk pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton. Akan tetapi untuk *fly ash* yang digolongkan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) [30] dan harus dikurangi penggunaannya. Untuk aktifator digunakan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang berfungsi mempercepat reaksi polimerisasi dan sebagai larutan alkalinya digunakan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang berfungsi untuk membantu proses pengikatan antar partikel [20].

Dalam penelitian proyek akhir menggunakan bahan pengikat abu sekam padi dan *fly ash* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi pada binder geopolimer dengan menggunakan pembanding bahan pengikat lain yaitu abu terbang (*fly ash*) dengan alkali aktifator sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) serta sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) pada *setting time*, *porosity*, *UPV*, *permeability* dan kuat tekan selama proses pengikatan hingga terbentuk pasta . Untuk aktifator digunakan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) yang berfungsi mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sebagai larutan alkalinya digunakan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang berfungsi untuk membantu proses pengikatan antar partikel.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas di dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Komposisi kimia apa saja yang terkandung dalam abu sekam padi dan *fly ash* yang akan digunakan,
- b. Berapa perbandingan komposisi campuran abu sekam padi dan alkali aktifator serta komposisi campuran *fly ash* dan alkali aktifator pada binder geopolimer,
- c. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan *fly ash* terhadap *setting time*, *porosity*, *UPV*, *permeability* dan kuat tekan.

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diulas dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari petani-petani Situbondo-Jawa Timur,
- b. Pembakaran sekam padi dilakukan di pabrik pembuatan arang kayu di Desa Krian Sidoarjo-Jawa Timur,
- c. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Paiton Probolinggo-Jawa Timur Unit 1-2 dan merupakan jenis *fly ash* tipe F,
- d. Pengujian berupa pasta terhadap *setting time*, pengujian berupa silinder binder berdiameter 25 mm dan tinggi 50 mm terhadap *porosity* dan kuat tekan, serta pengujian berupa kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 5 cm terhadap *UPV* dan *permeability*,
- e. Perawatan binder geopolimer pasta dilakukan pada suhu ruang,
- f. Uji *porosity*, *UPV*, *permeability* dan kuat tekan, pada umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari,
- g. Pengujian *setting time*, *porosity*, *UPV* dan *permeability* dilakukan di kampus Diploma Teknik Sipil ITS, Surabaya serta pada pengujian kuat tekan dilakukan di kampus Teknik Sipil ITS, Surabaya.

#### **1.4. Tujuan**

- a. Mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam abu sekam padi dan *fly ash* yang digunakan,
- b. Mengetahui besar pengaruh penambahan abu sekam padi dan penambahan *fly ash* terhadap *setting time*, *porosity*, *UPV*, *permeability* dan kuat tekan.

#### **1.5. Manfaat**

- a. Mengurangi masalah atas ketergantungan semen dengan cara memanfaatkan limbah yang ada,
- b. Mengurangi penggunaan *fly ash* yang digolongkan sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) [30] untuk bahan pengikatan pengganti semen.

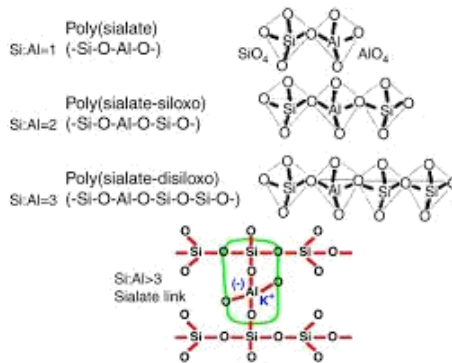


**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Geopolimer

Geopolimer merupakan produk beton yang reaksi pengikatannya adalah reaksi polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi ini Aluminium (Al) dan Silika (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi karena reaksi aluminium dan silika dengan *alkaline* akan menghasilkan  $AlO_4$  dan  $SiO_4$  [12].



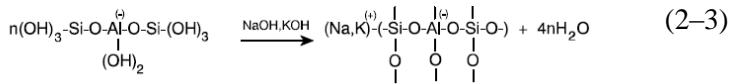
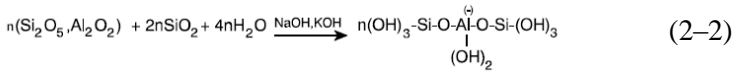
**Gambar 2.1.** Struktur jenis-jenis *Polysialate* [12]

Gambar 2.1 menunjukkan proses polimerisasi menghasilkan suatu rantai dalam bentuk tiga struktur dimensional dimana masing-masing terdiri dari bentuk ikatan-ikatan *polymeric* Si-O-O-Al (Polysialate). Polysialate-polysialate ini dibagi dalam 3 jenis yaitu polysialate (Si-O-Al-O), polysialate-siloxo (Si-O-Al-O-Si-O) dan polysialate-disiloxo (Si-O-Al-O-Si-O-Si-O). Proses geopolimerisasi adalah suatu reaksi kimia antara aluminosilika oksida ( $Si_2O_5$ ,  $Al_2O_2$ ) dengan alkali polysialate.



*Polysialate* adalah suatu natrium atau kalium silikat yang diproduksi oleh pabrik-pabrik kimia dalam bentuk bubuk silika atau seperti kerikil sebagai hasil produk-produk silika [13].

Skema pembentukan beton geopolimer dapat dilihat pada persamaan (2–2) dan (2–3) [36]



Pada persamaan (2–3) menyatakan bahwa air dilepaskan selama reaksi kimia terjadi dalam pembentukan senyawa geopolimer. Air ini dikeluarkan selama masa perawatan (*curing*) dan pengeringan [17].

## 2.2. Binder

Binder adalah pengikat dalam campuran pasta. Pada *fly ash based geopolimer pasta*, bahan yang menjadi pengikat adalah *fly ash* yang telah diaktifkan oleh alkalin.

## 2.3. Material Binder Geopolimer

### 2.3.1 Abu Terbang (*Fly ash*)

Abu terbang (*fly ash*) adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik [30]. Sifat pozolanik yang dimaksud adalah bahan yang mengandung silika dan alumina dalam bentuk yang sangat halus di dalamnya tidak terdapat sama sekali material pengikat (*cementious*) dapat bereaksi dengan alkali untuk membentuk material campuran yang memiliki sifat pengikat (*cementious*).

Abu terbang (*fly ash*) memiliki sifat pozzolanik mirip dengan material pozzolan yang secara natural terdapat di alam bebas, seperti pada abu dari gunung api atau material sedimen lainnya [34].

Banyak penelitian tentang binder geopolimer berbahan dasar abu terbang yang telah dilakukan. Banyak peneliti yang cenderung memilih abu terbang tipe F daripada abu terbang C. Hal ini dikarenakan kandungan unsur silika dan alumina yang terdapat dalam tipe F lebih tinggi sehingga ketika bereaksi dengan alkalin aktifator akan menghasilkan ikatan polimer Si-O-Al. Dengan ikatan polimer ini, maka akan terbentuk padatan berupa *amorf* sampai semi Kristal [29]. Perbandingan komposisi kimia *fly ash* tipe F dan tipe C dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Abu Terbang (%)

Oksida	Tipe C [16]	Tipe F [13]
SiO <sub>2</sub>	46,39	52,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,08	38,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,32	2,90
CaO	13,07	0,70
SO <sub>3</sub>	2,16	1,20
MgO	1,09	0,50
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	-
Na <sub>2</sub> O	0,17	0,50
K <sub>2</sub> O	0,77	0,40
TiO <sub>2</sub>	1,64	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,03	-

### a. Sifat-sifat abu terbang (*fly ash*)

Sifat-sifat abu terbang antara lain [35] :

#### 1. Warna

Abu terbang berwarna abu-abu, bervariasi dari abu-abu muda sampai abu-abu tua. Makin muda warnanya sifat pozzolannya makin baik. Warna hitam yang sering timbul disebabkan karena adanya karbon yang dapat mempengaruhi mutu abu terbang.

#### 2. Sifat Pozzolan

Sifat pozzolan adalah sifat bahan yang dalam keadaan halus dapat bereaksi dengan kapur padam aktif dan air pada suhu kamar ( $24^{\circ}\text{C}$ - $27^{\circ}\text{C}$ ) membentuk senyawa yang padat tidak larut dalam air.

#### 3. Kepadatan (*density*)

Kepadatan abu terbang bervariasi, tergantung pada besar butir dan hilang pijarnya. Biasanya berkisar antara 2.43 gr/cc sampai 3 gr/cc. Luas permukaan spesifik rata-rata  $225 \text{ m}^2/\text{kg}$  –  $300 \text{ m}^2/\text{kg}$ . Ukuran butiran yang kecil kadang-kadang terselip dalam butiran yang besar yang mempunyai fraksi lebih besar dari  $300 \mu\text{m}$ .

#### 4. Hilang Pijar

Hilang pijar menentukan sifat pozzolan abu terbang. Apabila hilang pijar 10% -20% berat kadar oksida kurang sehingga daya ikatnya kurang yang berarti sifat pozzolannya kurang.

### b. Klasifikasi Jenis *fly ash*

*Fly ash* yang dapat digunakan untuk campuran pengganti sebagian semen dalam beton dan dibagi menjadi 3 kelas [1] :

#### 1. *Fly ash* Tipe F

- *Fly ash* yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran *anthracite* atau bitumen batubara (*bituminous*),

- Kadar ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) > 70%,
- Kadar CaO < 10% (ASTM 20%, CSA 8%),
- Kadar karbon (C) berkisar antara 5% -10%.

### 2. *Fly ash* Tipe C

- *Fly ash* yang mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau *sub-bitumen* batubara (batubara muda / *sub-bituminous*).
- Kadar ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) > 50%,
- Kadar CaO  $\geq$  10% (ASTM 20%, CSA menetapkan angka 8-20%),
- Kadar karbon (C) sekitar 2%.

### 3. *Fly ash* Tipe N

*Pozzolan* alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah *diatomic*, *opaline chert*, *shales*, *tuff* dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat *pozzolan* yang baik.

Geopolimer yang menggunakan *fly ash* tipe C menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan *fly ash* tipe F baik yang menggunakan *curing* dengan oven maupun pada suhu ruang [36]. Persyaratan mutu pada abu terbang adalah seperti pada tabel 2.2. [33].

Tabel 2.2 Persyaratan Mutu Abu Terbang [33]

No	Senyawa	Kadar (%)
1	Jumlah oksida $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (minimum)	30
2	$\text{SO}_3$ (maksimum)	5
3	Hilang pijar (maksimum)	6
4	Kadar air (maksimum)	3
5	Total alkali dihitung sebagai $\text{Na}_2\text{O}$ (maksimum)	1,5

Ada keuntungan dan kerugian dalam pemakaian *fly ash*, adapun keuntungan dalam penggunaan *fly ash* antara lain [4]:

1. Ukuran partikel yang sangat halus yang membuat *fly ash* mampu mengisi celah kecil dalam komposisi adukan beton, sehingga meningkatkan kepadatan beton sehingga lebih *impermeable* (kedap air), lebih tahan terhadap abrasi, dan memperkecil susut beton.
2. Dalam kadar tertentu dan lingkungan yang mendukung (kelembaban cukup dan suhu normal/kamar), kandungan senyawa silika atau silika + alumina akan mengikat senyawa sisa hasil hidrasi semen (kalsium hidroksida) yang tidak mempunyai kemampuan mengikat, menjadi senyawa baru yang mempunyai sifat *cementitious* (mengikat) sehingga dalam taraf tertentu akan **meningkatkan kekuatan beton yang dihasilkan**

Adapun kelemahan dalam penggunaan *fly ash* antara lain [18]:

1. Pemakaian abu terbang kurang baik untuk pengerjaan beton yang memerlukan waktu pengerasan dan kekuatan awal yang tinggi karena proses pengerasan dan penambahan kekuatan betonnya agak lambat yang disebabkan karena terjadi reaksi pozzoland.
2. Pengendalian mutu harus sering dilakukan karena mutu *fly ash* (abu terbang) sangat tergantung pada proses (suhu pembakarannya) serta jenis batu baranya.

### 2.3.2 Abu Sekam Padi (*Risk husk ash*)

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20 – 35 persen dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih lima belas persen dari komposisi sekam padi adalah abu sekam [20]. Tabel 2.3 menunjukkan analisis kandungan komponen fisik sekam padi.

Tabel 2.3 Persentase Kandungan Komponen Fisik pada Sekam Padi (%) [27]

Dalam sekam padi setelah pembakaran	Persen (%)
Abu / <i>Ash</i>	15,8 – 23,0
Unsur-unsur mudah menguap / <i>Volatile Matter</i>	56,4 – 69,3
Karbon / <i>fixed carbon</i>	12,7 – 17,4

Silika dioksida (*amorf*) dari sekam padi melalui beberapa tahapan proses, yaitu pencucian, pengeringan, pengabuan, pengarangan, dan pengasaman. Kandungan  $\text{SiO}_2$  tertinggi diperoleh dengan pengeringan dengan sinar matahari selama 1 jam yaitu sebesar 88,97%, dibandingkan dengan pengeringan dalam oven ( $190^\circ\text{C}$ ) selama 1 jam yang sebesar 83,15%. Persentase bobot yang hilang dari sekam padi setelah proses pembakaran adalah antara 78,78 – 80,2%. Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah 90 – 96%. Silika yang terdapat dalam sekam memiliki struktur *amorf* terhidrat [19].

Apabila pembakaran dilakukan pada suhu di atas  $650^\circ\text{C}$ , kristalinitas  $\text{SiO}_2$  akan meningkat sehingga dapat terbentuk fase kristobalit dan tridimit. Semakin tinggi temperatur pada proses pengarangan sekam dalam oven akan diperoleh kemurnian  $\text{SiO}_2$  yang makin tinggi. Temperatur optimal adalah  $1.000^\circ\text{C}$  dengan kandungan silika maksimal 98,01% [19]. Selain silika yang kandungannya dominan terdapat zat – zat lainnya yang terkandung dalam abu sekam yang dapat disebut sebagai zat pengotor (*impurities*). Apabila diurut dari kandungannya yang tertinggi, zat – zat tersebut yaitu :  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Komposisi kimia abu sekam setelah proses pemurnian pada perlakuan temperatur berbeda ditunjukkan oleh Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi kimia pada abu sekam padi pada temperatur yang berbeda [21]

Temperatur Bahan	Origin	400°C	600°C	700°C	1000°C
SiO <sub>2</sub>	88,97	91,53	94,89	96,65	98,01
MgO	1,17	1,13	0,84	0,51	0,59
SO <sub>3</sub>	1,12	0,83	0,81	0,79	0,09
CaO	2,56	2,02	1,73	1,60	1,16
K <sub>2</sub> O	5,26	6,48	6,41	3,94	1,28
Na <sub>2</sub> O	0,79	0,76	1,09	0,99	0,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29	0,74	0,46	0,00	0,43

Besarnya kandungan unsur silika itulah yang coba dimanfaatkan oleh peneliti untuk semakin mengoptimalkan kuat tekan beton geopolimer. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penambahan abu sekam padi pada proporsi 10% dapat meningkatkan kuat tekan optimum. Hal tersebut dapat terjadi karena material abu sekam padi bersifat *pozzolanic* [3].

## 2.4. Alkali Activator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)

Larutan *alkali activator* yang dapat menghasilkan kuat tekan yang optimum adalah larutan *alkali activator* campuran antara sodium hidroksida dan sodium silikat [28]. Sodium silikat dan sodium hidroksida digunakan sebagai *alkali activator* [10]. Sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

### 2.4.1 Sodium Hidroksida (NaOH)

NaOH (sodium hidroksida) merupakan oksidasi alkali yang reaktif dan merupakan basa yang kuat. NaOH dihasilkan melalui elektrolisis larutan NaCl. Na termasuk logam alkali pada

golongan 1 pada tabel periodik kecuali hidrogen dan semua unsur ini sangat reaktif sehingga secara alami tidak ditemukan dalam bentuk tunggal. NaOH (sodium hidroksida) berfungsi untuk mereaksikan unsur- unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

untuk menghitung 1 liter larutan NaOH 12 M [23] adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= V \times M \\ &= 1 \text{ liter} \times 12 \text{ mol/liter} \\ &= 12 \text{ mol} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah mol zat tersebut} \\ M &= \text{kemolaran larutan} \\ V &= \text{volume larutan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= n \text{ mol} \times M_r \\ &= 12 \text{ mol} \times 40 \text{ gram/mol} \\ &= 480 \text{ gram} \end{aligned}$$

#### 2.4.2 Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )

$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (sodium silikat) merupakan salah satu bahan tertua dan paling aman yang sering digunakan dalam industri kimia, hal ini dikarenakan proses produksi yang lebih sederhana. Sodium silikat mempunyai 2 bentuk, yaitu padatan dan larutan, untuk campuran beton lebih banyak digunakan dengan bentuk larutan. Untuk menghitung senyawa  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  [23] harus menentukan terlebih dahulu perbandingan antara komposisi sodium hidroksida dan sodium silikat yaitu 1,5 [15].

Untuk penambahan 100% *fly ash* didapatkan perhitungan :



a) Massa 1 binder geopolimer Ø 2,5cm dan tinggi 5cm.

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\ &= 58,872 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa abu sekam padi} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 74\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 43,57 \text{ gram}\end{aligned}$$

b) Menentukan massa aktifator

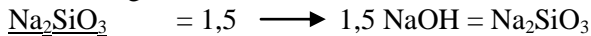
Menurut penelitian sebelumnya [23]. Penggunaan massa aktifator sebesar 26% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Massa aktifator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 26\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 15,31 \text{ gram}\end{aligned}$$

Massa aktifator = massa sodium silikat + massa sodium hidroksida

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

• Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$



NaOH

$$32,38 \text{ gram} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$$

$$32,38 \text{ gram} = 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH}$$

$$32,38 \text{ gram} = 2,5 \text{ NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 12,95 \text{ gram}$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 19,43 \text{ gram}$$

## 2.5. SEM-EDX

*SEM (Scanning Electron Microscope)* adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas electron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari *SEM* ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas electron yang dipantulkan dengan energy tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkar electron akan memantulkan kembali berkas electron atau dinamakan berkas electron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas electron yang dipantulkan terdapat satu berkas electron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detector yang terdapat di dalam *SEM* akan mendeteksi berkas electron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam computer.

*SEM (Scanning Electron Microscope)* memiliki resolusi yang lebih tinggi dari pada mikroskop optik. Hal ini di sebabkan oleh panjang gelombang *de Broglie* yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik. Karena makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop.

*SEM* mempunyai kegunaan yakni Pengamatan dan pengkajian morfologi material padatan berskala mikro dengan resolusi hingga 3 nm dan pembesaran hingga 1 juta kali. Detektor *Energy Dispersive X-ray (EDX)* memungkinkan dilakukannya mikroanalisis secara kualitatif dan semi kuantitatif untuk unsur-unsur mulai dari litium (Li) sampai uranium (U).

## 2.6. XRD (X-Ray Diffraction)

*XRD* merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Semua bahan yang mengandung kristal tertentu ketika

dianalisa menggunakan *XRD* akan memunculkan puncak – puncak yang spesifik. Sehingga kelemahan alat ini tidak dapat untuk mengkarakterisasi bahan yang bersifat amorf.

Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui yang terkandung dalam suatu padatan dengan cara membandingkan dengan data difraksi dengan database yang dikeluarkan oleh *International Centre for Diffraction Data* berupa *PDF Powder Diffraction File (PDF)*.

*XRD (X-Ray Diffraction)* mempunyai kegunaan sebagai berikut:

Penentuan struktur kristal :

1. Bentuk dan ukuran sel satuan kristal (d, sudut, dan panjang ikatan),
2. Pengideks-an bidang kristal,
3. Jumlah atom per-sel satuan.

Analisis kimia :

1. Identifikasi/Penentuan jenis kristal,
2. Penentuan kemurnian relatif dan derajat kristalinitas sampel,
3. Deteksi senyawa baru,
4. Deteksi kerusakan oleh suatu perlakuan.

## **2.7. XRF (*X-Ray Fluorescence*)**

*XRF* merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri. *XRF* umumnya digunakan untuk menganalisa unsur dalam mineral atau batuan. Analisis unsur di lakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.

## 2.8. Curing

Dalam Perawatan ini binder dimasukkan dalam sebuah plastik dalam rencana umur 56, 28, dan 3 [7] hari agar kekuatan tekan dapat tercapai sesuai dengan rencana pada umur dengan suhu rata-rata penyimpanan  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  sesuai dengan suhu ruang.

## 2.9. Kuat Tekan (*Compressive Strength*) [7]

Kuat tekan adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Proses pengujiannya dimulai dengan menempatkan benda uji ke dalam alat uji, namun permukaan benda uji yang datar ditempatkan di alas bagian atas. Nyalakan alat uji, tunggu beberapa detik hingga benda uji retak dan jarum penunjuk kembali ke posisi nol. Hitung hasil uji kuat tekan beton dengan rumus sebagai berikut:

- Kuat Tekan individu: 
$$f_{ci} = \frac{P}{A} \quad (2-4)$$

- Kuat Tekan Rata-rata: 
$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n} \quad (2-5)$$

Dengan:

P = Beban maksimum (kg).

A = Luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ ).

$f_{ci}$  = Kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$f_{cr}$  = Kuat tekan beton rata-rata ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

n = Jumlah benda uji.

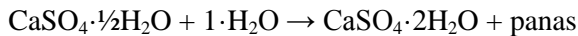
## 2.10. Pengaturan waktu vicat (*setting time*)[5]

### 1. Waktu kerja

Waktu kerja atau waktu pengaturan awal adalah jangka waktu dari awal pencampuran sampai massa mencapai tahap setengah-keras dan ditandai dengan adanya reaksi *setting* sebagian.

### 2. Waktu *setting* akhir

Waktu *setting* akhir adalah jangka waktu dari waktu pencampuran sampai massa menjadi keras dan bisa di pisahkan dari bahan pencetakan. Waktu *setting* akhir ditandai dengan adanya penyelesaian reaksi *hydration* dan melepaskan panas seperti pada reaksi berikut.



Tes waktu atau *setting time* dilakukan dengan menggunakan jarum vicat.

## 2.11. UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*) [8]

*UPV* adalah pengujian kekuatan tekan binder secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media binder.

Tes *UPV* dapat digunakan untuk:

1. Mengetahui keseragaman kualitas binder,
2. Mengetahui kualitas struktur binder setelah umur beberapa tahun,
3. Mengetahui kekuatan tekan binder,
4. Menghitung modulus elastisitas dan koefisien poisson binder

Kecepatan gelombang ultrasonik dipengaruhi oleh kekakuan elastis dan kekuatan binder. Pada binder yang pematatannya kurang baik atau mengalami kerusakan butiran material, gelombang *UPV* akan mengalami penurunan kecepatan. Perubahan kekuatan binder pada tes *UPV* ditunjukkan dengan

perbedaan kecepatan gelombangnya; jika turun adalah tanda bahwa binder mengalami penurunan kekuatan, sebaliknya jika kecepataannya naik adalah tanda bahwa kekuatan binder meningkat [18]. Whitehurst melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan kecepatan gelombang dan kualitas binder, hasilnya seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Klasifikasi kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang [10]

Kecepatan Gelombang Longitudinal		Kualitas beton
Km/detik.10 <sup>3</sup>	Ft/detik	
>4,5	>15	Sangat bagus
3,5-4,5	13-15	Bagus
3-3,5	10-13	Diragukan
2,0-3,0	7-10	Jelek
<2,0	<7	Sangat jelek

## 2.12. Porositas [31]

Porositas adalah ukuran banyaknya ruang kosong dalam bahan tertentu dan dalam hal ini adalah geopolimer. Porositas dapat dihitung dengan rumus [29]:

$$P = \frac{W_{sa} - W_d}{W_{sa} - W_{sw}} \times 100 \quad (2-6)$$

Dimana :

- P = Total Porositas (%)
- W<sub>sa</sub> = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)
- W<sub>sw</sub> = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)
- W<sub>d</sub> = Berat benda uji setelah di oven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)

### 2.13. *Permeability* Udara [6]

Daya tahan struktur beton di bawah pengaruh lingkungan yang agresif pada dasarnya tergantung pada kualitas dari lapisan permukaan yang relatif tipis (20 - 50 mm). Lapisan ini dimaksudkan untuk melindungi tulangan dari korosi yang mungkin terjadi sebagai akibat masuknya klorida sehingga membentuk pori beton atau efek kimia lainnya. Metode yang bisa digunakan untuk mengkarakterisasi struktur pori beton dan menghubungkannya dengan daya tahan adalah *permeability* beton baik terhadap udara dan air merupakan ukuran yang sangat baik untuk ketahanan beton terhadap masuknya media yang agresif dalam gas atau dalam keadaan cair dan dengan demikian merupakan ukuran daya tahan potensi beton tertentu.

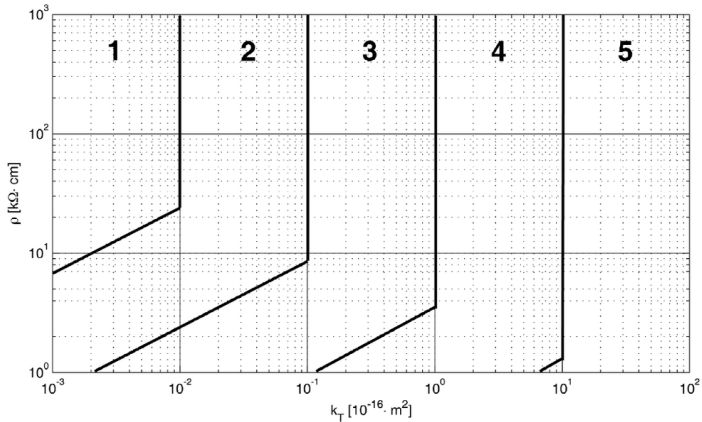
Tes *Permeability* yang digunakan tes *permeability* udara memungkinkan pengukuran cepat dan tidak merusak dari kualitas permukaan beton dan daya tahan beton tersebut.

Prinsip tes *permeability* udara [6] adalah Tingkat di mana udara dari permukaan beton dapat dipisahkan. Metodologi tes *permeability* beton akan diletakkan di bawah vakum. Fitur penting dari metode pengukuran adalah sel vakum dua ruang dan regulator tekanan yang menjamin aliran udara pada sudut kanan ke permukaan dan ke ruang dalam. permukaan kering tanpa retak harus dipilih untuk pengujian. Kelas kualitas permukaan beton kering ditentukan dari kT menggunakan Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kelas kualitas permukaan beton kering [6]

Kualitas permukaan beton	Indeks	kT ( $10^{-16} \text{m}^2$ )
Sangat Jelek	5	> 10
Jelek	4	1,0 – 10
Normal	3	0,1 – 1,0
Baik	2	0,01 – 0,1
Sangat Baik	1	< 0,01

Untuk permukaan beton yang lembab berpengaruh pada *permeability*. Dengan kT dan kelas kualitas diperoleh dari monogram yang ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut. [6]



**Gambar 2.2.** Monogram kelas kualitas permukaan beton

Tes permeabilitas ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.3.** Tes Permeability Udara



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



**BAB III**  
**METODOLOGI**

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental, yakni dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi penambahan abu sekam padi dan penambahan *fly ash* pada binder geopolimer dengan alkali aktifator sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) terhadap *setting time*, porositas, *UPV*, *permeability* dan kuat tekan.

### **3.1. Studi literatur**

Yang dilakukan pertama kali dalam menyusun proyek akhir ini adalah melakukan studi literatur mengenai binder geopolimer dan beberapa jurnal penelitian yang telah membahas tentang binder geopolimer sebelumnya. Studi literatur untuk teoritis berasal dari jurnal penelitian “*The effect of microwave incinerated rice husk ash on the compressive bond strength of fly ash based geopolymer concrete*”[24] dan studi literatur untuk perhitungan *mix design* berasal dari laporan penelitian “. *Efek Penambahan Sukrosa Pada Setting Time Binder Geopolymer dengan Bahan Dasar Fly Ash dan Larutan  $\text{NaSiO}_3$  serta  $\text{NaOH}$  dengan Molaritas 12 M dan 14 M sebagai Aktivator*”[23].

### **3.2. Persiapan Bahan Penelitian**

#### **3.2.1 Sekam Padi dan *fly ash***

Dalam penelitian ini digunakan penambahan abu sekam padi dan penambahan *Fly Ash* sebagai material dasar pembuatan binder geopolimer. Sekam padi yang digunakan berasal dari petani di daerah Situbondo, Jawa Timur yang kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 jam selanjutnya dilakukan pembakaran (*furnace*) di Pabrik pembuatan arang

Sidoarjo, Jawa Timur. Sedangkan untuk *fly ash* yang digunakan Tipe F berasal dari PLTU unit 1 dan unit 2 Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Selanjutnya uji kandungan yang terkandung di dalam abu sekam padi dan *fly ash* dilakukan beberapa tes yaitu tes XRD (*X-Ray Diffraction*), tes XRF (*X-Ray Fluorescence*), dan tes SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope*).

### 3.2.2 Pembakaran Sekam Padi

Sebelum melakukan pembakaran sekam padi yang diperoleh dari limbah pabrik penggilingan padi dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari selama 3 jam sampai benar-benar kering dan akan terjadi pengulangan pengeringan selama 3 jam pada hari berikutnya apabila sekam padi belum kering maksimal karena kandungan  $\text{SiO}_2$  tertinggi diperoleh dengan pengeringan dengan sinar matahari selama 3 jam yaitu sebesar dibandingkan dengan pengeringan dalam oven ( $90^\circ\text{C}$ ) selama 3 jam [19]. Selanjutnya sekam padi yang telah dikeringkan akan dibakar di pabrik pembuatan arang Sidoarjo, Jawa Timur. Pembakaran dilakukan menggunakan drum berkapasitas sekali pembakaran yaitu 4 kilogram berat kering sekam padi dalam waktu 4 jam dengan suhu dalam drum  $\pm 700^\circ\text{C}$  dan suhu luar drum  $\pm 500^\circ\text{C}$ . Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah 90 – 96% pada suhu  $\pm 700^\circ\text{C}$ . Silika yang terdapat dalam sekam memiliki struktur *amorf* terhidrat digunakan untuk bahan pengikat pengganti semen [19]. Setiap 30 menit drum akan diputar agar pembakaran sekam padi merata dan setiap 30 menit pula akan dilakukan pemantauan suhu menggunakan termometer optik untuk di luar drum sedangkan untuk pemantauan suhu di dalam drum hanya dengan melihat warna pijar pada besi drum

dikarenakan keterbatasan alat yang ada, dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut .



**Gambar. 3.1** Warna pijar besi

Pemakaian termometer optik hanya sebatas pengukuran suhu di luar drum dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



**Gambar. 3.2** Pengukuran suhu termometer optik di luar drum

### 3.2.3 Jenis alkali aktifator

Jenis alkali aktifator yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dimana perbandingan  $\text{NaOH}$  dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  mengacu pada penelitian sebelumnya [15] Sodium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang digunakan 12 M dengan perbandingan antara Sodium Silikat dengan Sodium Hidroksida 1,5 yaitu sebagai berikut :

Cara membuat 1 liter larutan  $\text{NaOH}$  12 M sebagai berikut [23]:

#### 1. Menghitung kebutuhan $\text{NaOH}$ yang akan digunakan

$$\begin{aligned} n &= V \times M \\ &= 1 \text{ liter} \times 12 \text{ mol/liter} \\ &= 12 \text{ mol} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah mol zat tersebut} \\ M &= \text{kemolaran larutan} \\ V &= \text{volume larutan} \end{aligned}$$

$$\text{Mr NaOH} = 40 \text{ gram/mol ( Penjumlahan Ar dari unsur-unsur senyawa yaitu, Na = 23, O = 16, H = 1)}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= n \text{ mol} \times \text{Mr} \\ &= 12 \text{ mol} \times 40 \text{ gram/mol} \\ &= 480 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Menimbang  $\text{NaOH}$  seberat 480 gram
3. Memasukkan  $\text{NaOH}$  ke dalam labu ukur dengan kapasitas 1000cc / liter
4. Menambahkan aquades ke dalam labu ukur sampai volumenya 1 liter
5. Aduk hingga larut dan tunggu 24 jam untuk menggunakannya

### 3.3. Membuat Mix Desain untuk Binder Geopolimer

#### 3.3.1 Binder Geopolimer Silinder Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

Untuk binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm dilakukan dalam uji kuat tekan dan porositas. Dalam penelitian ini akan digunakan 5 komposisi campuran antara abu sekam padi dan *fly ash* untuk pengujian kuat tekan serta akan digunakan 3 komposisi campuran antara abu sekam padi dan *fly ash* untuk pengujian porositas.

5 komposisi campuran binder geopolimer untuk pengujian kuat tekan :

1. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 100% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (ASP12-1,5)
2. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 100% *fly ash* dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (FA12-1,5)
3. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 75% *fly ash* : 25% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 3 hari (ASPFA[B])
4. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 25% *fly ash* : 75% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 3 hari (ASPFA[A])
5. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 50% *fly ash* : 50% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (ASPFA12-1,5)

3 komposisi campuran binder geopolimer untuk pengujian porositas :

1. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 100% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (ASP12-1,5)
2. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 100% *fly ash* dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (FA12-1,5)
3. Sodium Hidroksida (NaOH) 12 M, 50% *fly ash* : 50% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari (ASPFA12-1,5)

Setiap komposisi campuran tersebut akan dibuat 3 benda uji yang juga dilihat dari setiap pengujian. Mix desain binder geopolimer berukuran Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm sebagai berikut :

➤ Untuk penambahan 100% abu sekam padi didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 silinder binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\ &= 58,872 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa abu sekam padi} &= 45\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 45\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 26,492 \text{ gram} \end{aligned}$$



b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 55% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Massa aktifator} &= 55\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 55\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 32,380 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} &= 1,5 \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\ 32,380 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 32,380 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 32,380 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 12,852 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 19,428 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Untuk penambahan 100% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 silinder binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\
 &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\
 &= 58,872 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa fly ash} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 74\% \times 58,872 \text{ gram} \\
 &= 43,57 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

#### b. Menentukan massa aktifator

Menurut penelitian sebelumnya [23]. Penggunaan massa aktifator sebesar 26% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktifator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 26\% \times 58,872 \text{ gram} \\
 &= 15,31 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 1,5 \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3$$

NaOH

$$15,31 \text{ gram} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}$$

$$15,31 \text{ gram} = 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH}$$

$$15,31 \text{ gram} = 2,5 \text{ NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 6,122 \text{ gram}$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 9,188 \text{ gram}$$

- Untuk penambahan campuran 50% abu sekam padi dan 50% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 silinder binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\ &= 58,872 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 50 \% abu sekam padi} &= 50\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\ &= 50\% \times (65\% \times 58,872) \\ &= 19,133 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 50\% fly ash} &= 50\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\ &= 50\% \times (65\% \times 58,872) \\ &= 19,133 \text{ gram}\end{aligned}$$

b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 35% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Massa aktifator} &= 35\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 35\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 20,610 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} &= 1,5 \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\ 20,610 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 20,610 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 20,610 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 8,224 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 12,366 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Untuk penambahan campuran 75% abu sekam padi dan 25% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 silinder binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\ &= 58,872 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 75\% abu sekam padi} &= 75\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\ &= 75\% \times (65\% \times 58,872) \\ &= 28,70 \text{ gram} \end{aligned}$$

Massa 25% *fly ash*

$$\begin{aligned}
 &= 25\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\
 &= 25\% \times (65\% \times 58,872) \\
 &= 9,567 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 35% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktifator} &= 35\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 35\% \times 58,872 \text{ gram} \\
 &= 20,610 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa aktifator = massa sodium silikat + massa sodium hidroksida

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\begin{aligned}
 \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} &= 1,5 \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\
 20,610 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 20,610 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 20,610 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 8,224 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 12,366 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

- Untuk penambahan campuran 25% abu sekam padi dan 75% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 silinder binder geopolimer Ø2,5 cm dan tinggi 5 cm

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,53 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 24,53 \text{ cm}^3 \\ &= 58,872 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 25\% abu sekam padi} &= 25\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\ &= 25\% \times (65\% \times 58,872) \\ &= 9,567 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa 75\% fly ash} &= 75\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\ &= 75\% \times (65\% \times 58,872) \\ &= 28,70 \text{ gram}\end{aligned}$$

b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 35% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Massa aktifator} &= 35\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 35\% \times 58,872 \text{ gram} \\ &= 20,610 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  :  $\text{NaOH}$  = 1,5

$$\begin{array}{rcl} \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} & = 1,5 & \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\ 20,610 \text{ gram} & & = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 20,610 \text{ gram} & & = 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 20,610 \text{ gram} & & = 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} & & = 8,224 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 & & = 12,366 \text{ gram} \end{array}$$

### 3.3.2. Binder Geopolimer Kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm

Untuk binder geopolimer kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm dilakukan dalam uji *UPV* dan *permeability*. Dalam penelitian ini akan digunakan 3 komposisi campuran antara abu sekam padi dan *fly ash* untuk pengujian *UPV* dan *permeability*.

1. Sodium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 12 M, 100% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari
2. Sodium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 12 M, 100% *fly ash* dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari
3. Sodium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 12 M, 50% *fly ash* : 50% abu sekam padi dengan perbandingan antara sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 pengujian umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari

Setiap komposisi campuran tersebut akan dibuat 3 benda uji yang dilihat dari setiap pengujian dan umur. Mix desain binder geopolimer berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm sebagai berikut :

- Untuk penambahan 100% abu sekam padi didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 kubus binder geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 binder} &= s \times s \times s \\ &= 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\ &= 1125 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 1125 \text{ cm}^3 \\ &= 2700 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa abu sekam padi} &= 45\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 45\% \times 2700 \text{ gram} \\ &= 1215 \text{ gram} \end{aligned}$$

b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 55% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Massa aktifator} &= 55\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 55\% \times 2700 \text{ gram} \\ &= 1485 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang



digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\begin{array}{rcl} \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} & = 1,5 & \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\ 1485 \text{ gram} & & = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 1485 \text{ gram} & & = 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 1485 \text{ gram} & & = 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} & & = 594 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 & & = 891 \text{ gram} \end{array}$$

➤ Untuk penambahan 100% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 kubus binder geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm

$$\begin{array}{rcl} \text{Volume 1 binder} & = s \times s \times s \\ & = 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\ & = 1125 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Massa 1 binder} & = \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\ & = 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 1125 \text{ cm}^3 \\ & = 2700 \text{ gram} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Massa } fly \text{ ash} & = 74\% \times \text{massa 1 binder} \\ & = 74\% \times 2700 \text{ gram} \\ & = 1998 \text{ gram} \end{array}$$

b. Menentukan massa aktifator

Menurut penelitian sebelumnya [23]. Penggunaan massa aktifator sebesar 26% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktifator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 26\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 702 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\text{Massa aktifator} = \text{massa sodium silikat} + \text{massa sodium hidroksida}$$

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$

$$\begin{aligned}
 \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} &= 1,5 \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\
 702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 702 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 702 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 280,8 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 421,2 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

- Untuk penambahan campuran 50% abu sekam padi dan 50% *fly ash* didapatkan perhitungan :

a. Massa 1 kubus binder geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 binder} &= s \times s \times s \\
 &= 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\
 &= 1125 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa 1 binder} &= \rho \text{ pasta} \times \text{volume 1 binder} \\
 &= 2,4 \text{ gr/cm}^3 \times 1125 \text{ cm}^3 \\
 &= 2700 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa 50 % abu sekam padi

$$\begin{aligned}
 &= 50\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\
 &= 50\% \times (65\% \times 2700) \\
 &= 877,5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa 50% *fly ash*

$$\begin{aligned}
 &= 50\% \times (65\% \times \text{massa 1 binder}) \\
 &= 50\% \times (65\% \times 2700) \\
 &= 877,5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

#### b. Menentukan massa aktifator

Penggunaan massa aktifator sebesar 35% dari massa 1 binder. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa aktifator} &= 35\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 35\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 945 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Massa aktifator = massa sodium silikat + massa sodium hidroksida

Sodium hidroksida yang digunakan dalam penelitian ini digunakan 12 molaritas [15]. Untuk menentukan seberapa besar massa sodium hidroksida dan sodium silikat yang digunakan, dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan sebagai berikut :

- Perbandingan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1,5$



$$\begin{array}{rcl}
 \frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} & = 1,5 & \longrightarrow 1,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 \\
 945 \text{ gram} & & = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 945 \text{ gram} & & = 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 945 \text{ gram} & & = 2,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} & & = 378 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 & & = 567 \text{ gram}
 \end{array}$$

### 3.4. Membuat Binder Geopolimer






Untuk setiap komposisi campuran, akan dibuat 9 benda uji menurut pengujian dan umur binder pengecualian untuk komposisi campuran pada silinder binder 75% abu sekam padi : 25% *fly ash* dan komposisi campuran pada silinder binder 25% abu sekam padi : 75% *fly ash* akan dibuat masing-masing 3 benda uji.

Adapun alat, bahan, dan alat uji yang akan dipakai dalam pembuatan binder geopolimer ini dapat dilihat pada gambar 3.3, gambar 3.4 dan gambar 3.5 berikut.






ALAT			
No	Nama alat	Gambar	Kegunaan
1.	Loyang / Cawan		Sebagai wadah agregat pada saat proses pencetakan.
2.	Timbangan digital		Menimbang benda uji dalam skala kecil, yaitu kurang dari 2 kg.
3.	Cetakan binder geopolimer		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagai cetakan benda uji bentuk silinder (kuat tekan dan porositas)</li> <li>• Sebagai cetakan benda uji bentuk kubus (<i>UPV</i> dan <i>permeability</i>)</li> </ul>

4.	Ayakan no. 200		Mengayak bahan agar menjadi partikel yang lebih halus
5.	Cetok / trowel		Mengaduk campuran binder untuk benda uji kubus
6.	Pelat Besi		Tempat membuat campuran binder untuk benda uji kubus
7.	Mixer		Alat untuk mencampurkan dalam pembuatan binder untuk benda uji silinder
8.	Termometer Optik		Alat untuk mendeteksi suhu dengan menggunakan inframerah
9.	Drum		Digunakan untuk pembakaran sekam padi

**Gambar 3.3.** Alat untuk membuat binder

BAHAN			
No	Nama bahan	Gambar	Kegunaan
1.	Aquades		Untuk membuat larutan sodium hidroksida alkali aktifator (NaOH) binder
2.	Padatan sodium hidroksida		Untuk membuat larutan sodium hidroksida alkali aktifator (NaOH) binder
3.	Sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )		Sebagai alkali aktifator untuk campuran pembuatan binder
4.	<i>Fly ash</i>		Sebagai bahan utama untuk pembuatan binder
5.	Abu sekam padi		Sebagai bahan utama untuk pembuatan binder

**Gambar 3.4.** Bahan untuk membuat binder

ALAT UJI			
No	Nama Alat	Gambar	Kegunaan
1.	Mesin Pressing		Sebagai alat pengujian kekuatan tekan hancur benda uji
2.	Vicat		Sebagai alat untuk menguji penurunan binder ( <i>setting time</i> )
3.	Alat uji porositas		Sebagai alat untuk pengujian <i>porosity</i> .
4.	<i>Ultrasonic tester</i>		Sebagai alat untuk menguji <i>UPV</i> pada binder
5.	<i>Permeability tester TORRENT</i>		Sebagai alat untuk menguji <i>permeability</i> pada binder

**Gambar 3.5.** Alat uji untuk pengujian binder

Adapun data-data dari semua komposisi campuran binder yang akan dibuat :

Tabel 3.1 Komposisi binder geopolimer silinder

Binder Geopolimer	Massa 1 Binder (gram)	Fly Ash (gram)	Abu sekam padi (gram)	Larutan NaOH (gram)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (gram)
FA12-1,5	58,88	43,57	-	6,122	9,188
ASPFA12-1,5	58,88	19,133	19,133	8,224	12,366
ASP12-1,5	58,88	-	26,242	12,852	19,428
ASPFA[A]	58,88	9,567	28,7	8,224	12,336
ASPFA[B]	58,88	28,7	9,567	8,224	12,336

Tabel 3.2 Komposisi binder geopolimer kubus

Binder Geopolimer	Massa 1 Binder (gram)	Fly Ash (gram)	Abu sekam padi (gram)	Larutan NaOH (gram)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (gram)
FA12-1,5	2700	1998	-	280	421,2
ASPFA12-1,5	2700	877,5	877,5	378	567
ASP12-1,5	2700	-	1215	594	891



### 3.4.1 Binder Geopolimer Silinder Ø2,5 cm x 5 cm

Berikut ini langkah-langkah yang akan dilakukan untuk membuat binder geopolimer silinder 12 Molar dengan perbandingan 1,5.

Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan

- Alat
  1. Seperangkat alat mixer
  2. Kepi
  3. Cetakan Ø2,5 cm x 5 cm
  4. Ember
  5. Timbangan digital
- Bahan
  1. NaOH 12 M
  2. Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
  3. *Fly Ash* atau abu sekam padi
- Langkah-langkah
  1. Timbang *fly ash* atau abu sekam padi, NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* atau abu sekam padi ke dalam mixer untuk dihaluskan terlebih dahulu. Setelah halus masukkan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan NaOH sesuai takaran. Aduk pasta selama kurang lebih 3 menit hingga campuran menjadi rata.
  2. Lumuri cetakan dengan oli, sebelum adonan dimasukkan ke dalam cetakan agar saat melepas cetakan tidak lengket.
  3. Masukkan adonan tersebut ke dalam cetakan.
  4. Ratakan permukaan binder tersebut.
  5. Cetakan bisa dilepas setelah binder sudah mengeras. Setelah itu, simpan binder di dalam plastik yang telah diberi label sesuai dengan komposisi yang telah dibuat.
  6. Simpan dalam suhu ruang selama 56 hari, 28 hari dan 3 hari

Langkah-langkah tersebut digunakan untuk melakukan pembuatan binder geopolimer lain dengan komposisi yang berbeda.

Untuk mempermudah dalam melakukan suatu uji binder maka sebaiknya pemberian nama binder geopolimer dengan komposisi yang lainnya diberikan kode.



**Gambar 3.6.** Cetakan binder Ø2,5 cm x 5 cm



**Gambar 3.7.** Proses pencetakan binder geopolimer



**Gambar 3.8.** Binder geopolimer yang telah dicetak

### 3.4.2 Binder Geopolimer Kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm

Berikut ini langkah-langkah yang akan dilakukan untuk membuat binder geopolimer silinder 12 Molar dengan perbandingan 1,5.

Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan

- Alat
  1. Pelat besi
  2. Cetok / *trowel*
  3. Cetakan 15 cm x 15 cm x 15 cm
  4. Ember
  5. Timbangan digital
- Bahan
  1. NaOH 12 M
  2. Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
  3. *Fly Ash* atau abu sekam padi
- Langkah-langkah
  1. Timbang *fly ash* atau abu sekam padi, NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* atau abu sekam padi ke dalam pelat besi untuk dihaluskan terlebih dahulu. Setelah halus masukkan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan NaOH sesuai takaran. Aduk pasta selama kurang lebih 5 menit hingga campuran menjadi rata.
  2. Lumuri cetakan dengan oli, sebelum adonan dimasukkan ke dalam cetakan agar saat melepas cetakan tidak lengket.
  3. Masukkan adonan tersebut ke dalam cetakan lalu takar dengan tebal 5 cm.
  4. Cetakan bisa dilepas setelah binder sudah mengeras. Setelah itu, simpan binder di dalam plastik yang telah diberi label sesuai dengan komposisi yang telah dibuat.
  5. Simpan dalam suhu ruang selama 56 hari, 28 hari dan 3 hari

Langkah-langkah tersebut digunakan untuk melakukan pembuatan binder geopolimer lain dengan komposisi yang berbeda.

Untuk mempermudah dalam melakukan suatu uji binder maka sebaiknya pemberian nama binder geopolimer dengan komposisi yang lainnya diberikan kode.



**Gambar 3.9.** Cetakan binder 15 cm x 15 cm x 15 cm



**Gambar 3.10.** Proses pencetakan binder geopolimer



**Gambar 3.11.** Binder geopolimer yang telah dicetak

### 3.5. Melakukan Curing untuk Binder Geopolimer ukuran $\text{Ø}2,5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ dan $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$

Curing (perawatan) ini dilakukan untuk mencegah penguapan air yang berlebihan pada binder. Karena kandungan air atau pencampur dalam binder sangat mempengaruhi kekuatan dari binder itu sendiri. Curing ini dilakukan dengan cara menutupi sampel binder dengan plastik dan dibiarkan dalam suatu ruangan dan suhu ruangan tersebut dipantau dan didata selama 3 hari berturut-turut yaitu hari pertama sebesar  $29,3^{\circ}\text{C}$ , hari kedua sebesar  $32,5^{\circ}\text{C}$  dan hari ketiga sebesar  $30,2^{\circ}\text{C}$ , jadi untuk rata-rata suhu sebesar  $30,7^{\circ}\text{C}$ . Untuk waktu penyimpanan binder selama 56 hari, 28 hari dan 3 hari [7].

### 3.6. Tes *Setting Time* Binder Geopolimer [5]

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui waktu pengikatan awal (mulai mengikat) dan pengikatan akhir (mulai mengeras) dari binder geopolimer. Tes *setting time* ini dilakukan setelah didapat data hasil test kuat tekan. Komposisi yang dimiliki kuat tekan optimum akan di tes *setting time*.

Alat :

1. Seperangkat alat vicat
2. Timbangan digital
3. Stopwatch
4. Gelas takar
5. Mixer
6. Solet perata

Bahan :

1. NaOH 12 M
2.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
3. *Fly Ash* atau abu sekam padi

Prosedur pengujian :

1. Timbang *fly ash* atau abu sekam padi, NaOH dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* atau abu sekam

padi ke dalam mixer untuk dihaluskan terlebih dahulu. Setelah halus masukkan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan  $\text{NaOH}$  sesuai takaran. Aduk pasta selama kurang lebih 3 menit hingga campuran menjadi rata.

2. Jika pasta sudah tercampur, masukkan pasta ke dalam wadah vial kemudian pasta diratakan menggunakan solet perata. Taruh jarum vial diameter kecil ( 1mm ), tunggu 5 menit.
3. Setelah 5 menit, tempelkan ujung jarum dengan tengah permukaan pasta dan setelah 30 detik jarum di stop dan penurunan jarum di baca dan di catat.
4. Angkat jarum vial dan di lap jarumnya untuk membersihkan semen geopolimer yang menempel pada jarum vial.
5. Setelah 5 menit kedua di test lagi permukaan pasta tadi, akan tetapi letaknya digeser minimum berjarak 3 mm dari tempat test pertama.
6. Jatuhkan jarum pada pasta dan setelah 30 detik, jarum di stop dan di baca berapa besar penurunnya untuk kemudian dicatat. Setelah itu jarum diangkat dan dilap agar tidak ada bekas pasta yang menempel pada jarum.
7. Begitu seterusnya, setiap 5 menit ditest dan dicatat sampai penurunnya kurang dari 5 mm, maka percobaan dihentikan.



**Gambar 3.12.** Tes *setting time*

### 3.7. Tes kuat tekan binder geopolimer [7]

Tes kuat tekan binder geopolimer ini akan dilakukan pada umur binder 56 hari, 28 hari, dan 3 hari. Untuk setiap tes kuat tekan, digunakan 3 benda uji dari setiap komposisi dan setiap umur binder. Hal ini dilakukan untuk keakuratan data tes tekan masing masing komposisi.

Test kuat tekan binder dilakukan di laboratorium struktur S1 teknik sipil - ITS. Adapun beberapa prosedur yang dilakukan dalam melakukan test kuat tekan binder geopolimer ini, yaitu :

1. Ratakan permukaan binder yang akan di test tekan dengan kertas gosok (amplas) agar gaya tekan pada binder lebih merata pada semua permukaan binder lebih merata pada semua permukaan binder
2. Letakkan binder secara berdiri ( vertikal ) pada alat tekan dan pilih permukaan yang telah di amplas tadi sebagai permukaan yang terbebani.
3. Mesin diturunkan secara perlahan dengan kecepatan konstan.
4. Catat berapa besar kuat tekannya pada saat jarum merah mesin menunjukkan simpangan maksimum.

Besarnya angka yang ditunjukkan pada saat jarum merah mencapai simpangan maksimum merupakan beban ( P ) yang mampu dipikul binder dalam satuan Kgf, sehingga untuk mendapatkan kuat tekan yang diinginkan maka besarnya beban dalam satuan Kgf tersebut harus dibebani dengan luas permukaan binder yang terbebani ( A ). Sehingga secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f_{ci} = \frac{P}{A} \quad (3-1)$$



**Gambar 3.13.** Tes kuat tekan

Dimana :

$\sigma$  = besar kuat tekan beton geopolimer ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = besar beban beton yang membebani beton geopolimer ( kg )

$A$  = luas yang terbebani oleh  $P$  ( $\text{cm}^2$ )

$G$  = percepatan gravitasi =  $9,8 \text{ m/s}$

### **3.8. Tes porositas binder geopolimer [31]**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui ukuran banyaknya ruang kosong dalam bahan tertentu dan dalam hal ini adalah geopolimer.

Alat:

1. Timbangan digital
2. Timbangan manual
3. Timba
4. Saringan
5. Oven
6. Termometer ruangan
7. Wadah kaca
8. Alat vakum

Bahan :

- Benda uji silinder pasta dengan diameter yang telah ditentukan



Prosedur :

1. Setelah benda uji berumur 56 hari, 28 hari, dan 3 hari ambil binder dan taruh pada wadah kaca untuk di vakum selama 24 jam guna menghilangkan pori-pori pada binder tersebut.
2. Selanjutnya masukkan air ke dalam alat vakum sampai benda uji terendam dengan selisih air minimal 20mm dan waktu memvakum minimal 6 jam
3. Setelah itu, angkat binder dan keringkan
4. Timbang binder dalam keadaan kering (berat di udara)
5. Setelah ditimbang dalam keadaan kering, taruh binder pada saringan yang sebelumnya dicelupkan pada timba berisi air. Kemudian timbang dalam keadaan basah (berat di air).
6. Timbang binder kemudian catat.
7. Hitung hasil uji porositas dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{W_{sa} - W_d}{W_{sa} - W_{sw}} \times 100 \quad (3-2)$$

Dimana :

- P = Total Porositas (%)  
 W<sub>sa</sub> = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)  
 W<sub>sw</sub> = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)  
 W<sub>d</sub> = Berat benda uji setelah di oven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)



**Gambar 3.14.** Tes porositas

### 3.9. Tes *UPV* ( *Ultrasonic Pulse Velocity Test* ) [8]

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan homogenitas beton. Pada penelitian beton digunakan frekuensi antara 50 sampai dengan 60 KHz. Pulsa dari vibrasi longitudinal dihasilkan oleh *electro accustical transducers*, yang dihubungkan dengan salah satu permukaan beton yang diteliti. Setelah pulsa vibrasi longitudinal menyebrangi panjang (L) beton, pulsa vibrasi tersebut diubah menjadi signal elastik oleh transducers penerima dan *electronic timing circuit* mengubah waktu T dari pulsa yang diukur.

Alat :

- *Ultrasonic Tester Torrent*

Bahan :

- Benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm

Prosedur:

1. Pasang kabel pada alat *UPV*
2. *Setting* sesuai tebal benda uji yang digunakan
3. Oleskan stempet dengan menggunakan kepi pada kedua ujung alat, ratakan
4. Tempelkan kedua alat *UPV* pada dua sisi kubus hingga nilai rambatan gelombang muncul pada layar
5. Catat hasil v kemudian analisis kualitas binder geopolimer menggunakan tabel 3.3 berikut

Tabel 3.3 kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang [7]

Kecepatan Gelombang Longitudinal		Kualitas beton
Km/detik.10 <sup>3</sup>	Ft/detik	
>4,5	>15	Sangat bagus
3,5-4,5	13-15	Bagus
3-3,5	10-13	Diragukan
2,0-3,0	7-10	Jelek
<2,0	<7	Sangat jelek



**Gambar 3.15.** Tes *Ultrasonic Pulse Velocity*

### 3.10. Tes *permeability* binder geopolimer [6]

Untuk mengetahui kemudahan binder untuk dilalui oleh cairan atau gas.

Alat :

- *Permeability Tester Torrent*

Bahan :

- Benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm

Prosedur :

1. Pasang selang dan kabel pada alat
2. Nyalakan tombol *on* setelah itu pilih *start*, *calibration* kemudian ikuti perintah yang tertera pada layar
3. Setelah data terekam, pilih *print out*
4. Jika kalibrasi selesai, maka lakukan pengetesan pada benda uji kubus
5. Untuk pengecekan data *output* maka pilih *menu*, *start*, *start*
6. Catat data yang muncul pada layar
7. Setelah data tercatat pilih tombol *end*
8. Jika ingin melakukan pengerjaan ulang kubus maka pilih tombol *start* dan lakukan ulang seperti prosedur di atas
9. Setelah muncul pada layar seperti gambar 3.16.
10. Analisis kualitas binder geopolimer menggunakan tabel 3.4 berikut

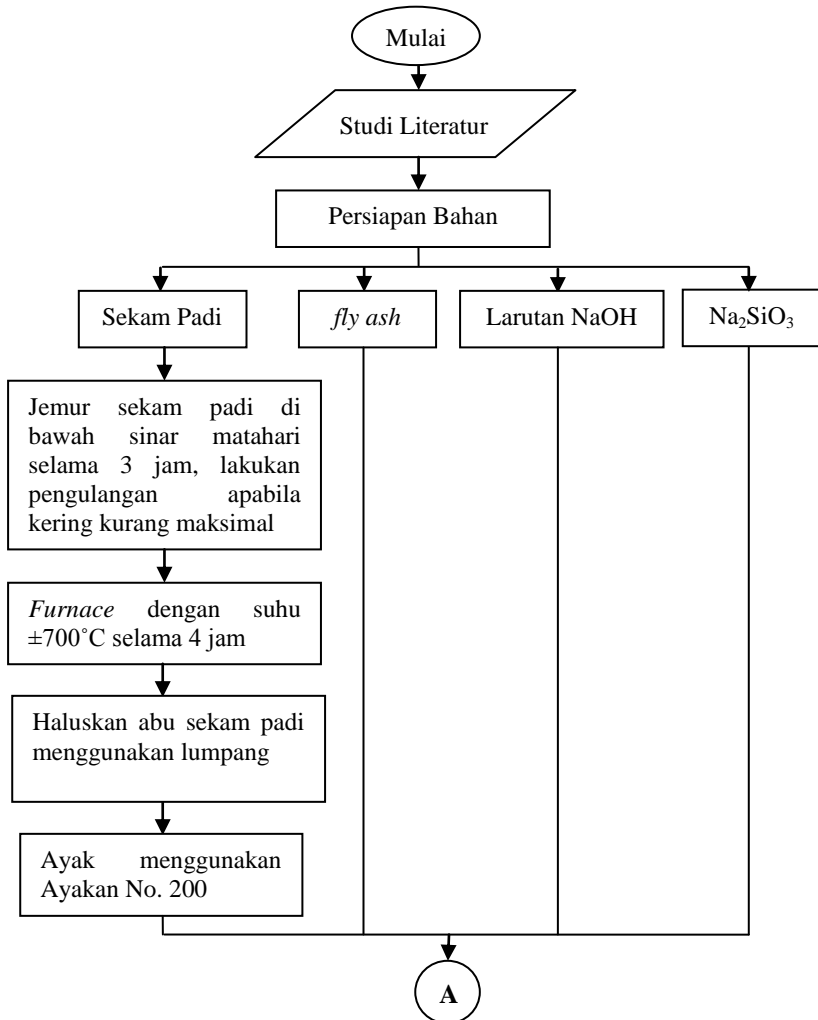


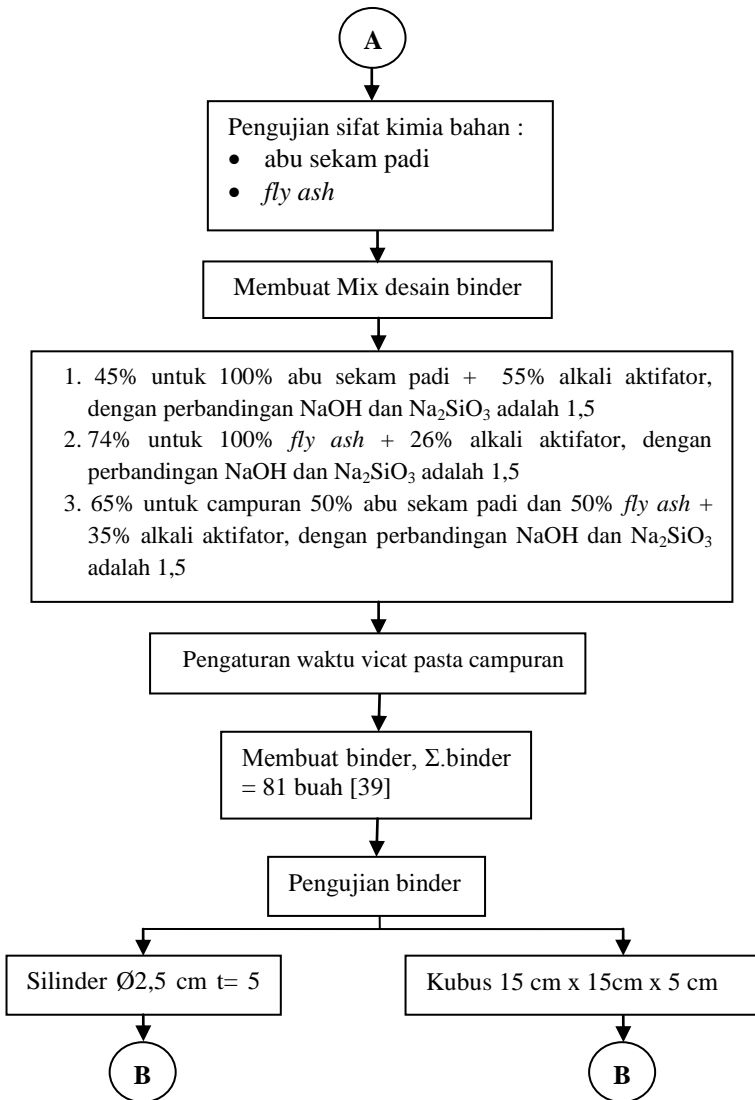
**Gambar 3.16.** Tes permeability

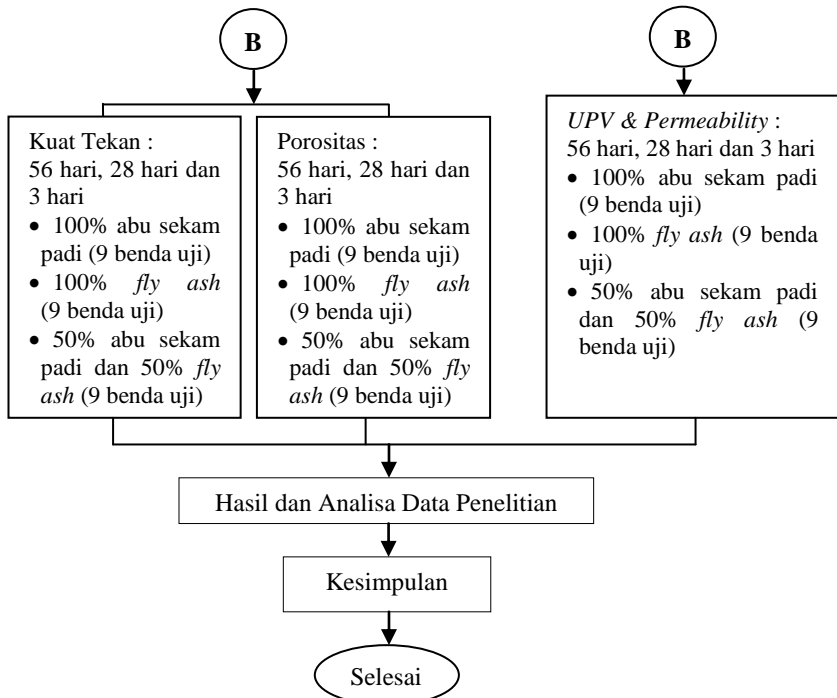
Tabel 3.4 Kelas kualitas permukaan beton kering [6]

Kualitas permukaan beton	Indeks	kT ( $10^{-16}m^2$ )
Sangat Jelek	5	> 10
Jelek	4	1,0 – 10
Normal	3	0,1 – 1,0
Baik	2	0,01 – 0,1
Sangat Baik	1	< 0,01

### 3.11 Diagram Alir Metodologi Penelitian







**Gambar 3.17.** Diagram Alir

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*





**BAB IV**  
**HASIL DAN ANALISA**

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

### 4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil-hasil dengan analisa selama pengerjaan proyek akhir di laboratorium mengenai binder geopolimer yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dilakukan pembahasan mengenai hasil pemeriksaan material.

### 4.2. Hasil Pemeriksaan Material

Adapun dari hasil tes material yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 4.2.1 *Fly Ash*

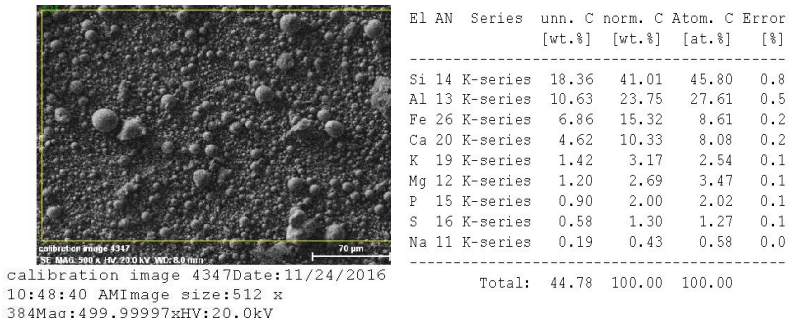
*Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* dari PLTU Paiton Probolinggo, Jawa Timur Unit 1-2 . Adapun tes yang dilakukan terhadap material *fly ash* adalah tes uji komposisi senyawa kimia yaitu *XRF (X-Ray Fluorescence)*, *SEM-EDX (Scanning Electron Microscope)* dan *XRD (X-Ray Diffraction)*. Tes ini dilakukan untuk mengetahui senyawa yang terkandung oleh *fly ash*.

Tabel 4.1 Hasil uji *XRF fly ash* PLTU Paiton

Senyawa	Kadar (%)
SiO <sub>2</sub>	47,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,07
CaO	5,830
SO <sub>3</sub>	0,206
MgO	2,620
Na <sub>2</sub> O	0,645
K <sub>2</sub> O	1,640

Hasil analisa uji komposisi senyawa kimia *XRF fly ash* ini diperoleh dari hasil uji komposisi *fly ash* yang dilakukan oleh PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk., Tuban.

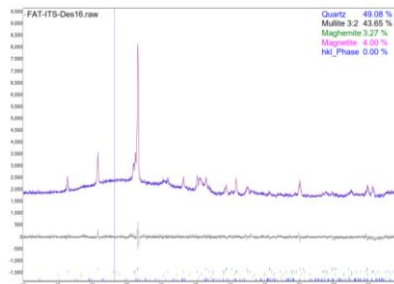
Kadar CaO dari *fly ash* PLTU Paiton Probolinggo-Jawa Timur unit 1-2 adalah 5,830%, *fly ash* yang memiliki kadar CaO kurang dari 10% digolongkan dalam *fly ash* kelas F [1].



**Gambar. 4.1.** Hasil uji *SEM-EDX fly ash* PLTU Paiton

Hasil uji senyawa kimia *SEM-EDX* ini diperoleh dari hasil uji komposisi yang dilakukan di Laboraturium Energi ITS, Surabaya.

Dilihat dari gambar partikel di atas bentuk partikel *fly ash* yang bulat akan meningkatkan kelecekan (*workability*) sehingga mengurangi penggunaan air, mudah mengikat satu sama lain dan memperkecil ruang antar bahan campuran menunjukkan material *fly ash* [10].



**Gambar. 4.2.** Hasil uji *XRD fly ash*

### 4.2.2 Abu Sekam Padi

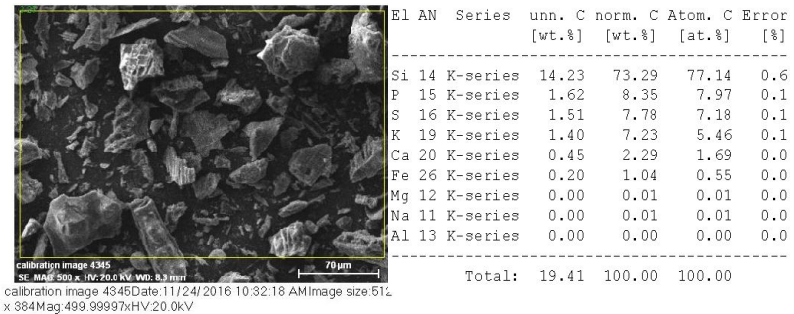
Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi dari penggilingan padi di Situbondo-Jawa Timur dan dalam pembakaran menjadi abu dilakukan di pabrik pembuatan arang kayu di Desa Krian Sidoarjo-Jawa Timur. Adapun tes yang dilakukan terhadap material abu sekam padi adalah tes uji komposisi senyawa kimia yaitu *XRF* (*X-Ray Fluorescence*), *SEM-EDX* (*Scanning Electron Microscope*) dan *XRD* (*X-Ray Diffraction*). Tes ini dilakukan untuk mengetahui senyawa yang terkandung oleh abu sekam padi.

Tabel 4.2 Hasil uji *XRF* abu sekam padi

Senyawa	Kadar (%)
SiO <sub>2</sub>	96,40
K <sub>2</sub> O	2,720
CaO	0,639
MnO	0,073
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,093
CuO	0,028
ZnO	0,042
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,021

Hasil analisa uji komposisi senyawa kimia *XRF* abu sekam padi ini diperoleh dari hasil uji komposisi yang dilakukan di Laboraturium Energi ITS, Surabaya.

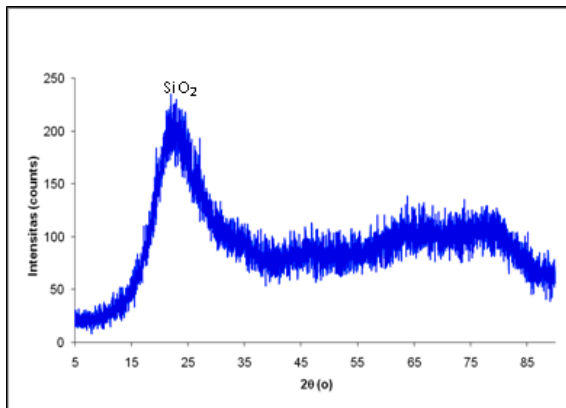
Kadar SiO<sub>2</sub> dari abu sekam padi adalah 96,40%, abu sekam padi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penambahan abu sekam padi pada proporsi 10% dapat meningkatkan kuat tekan. Hal tersebut dapat terjadi karena material abu sekam padi bersifat *pozzolanic* [3].



**Gambar. 4.3.** Hasil uji SEM-EDX abu sekam padi

Hasil uji senyawa kimia SEM-EDX ini diperoleh dari hasil uji komposisi yang dilakukan di Laboratorium Energi ITS, Surabaya.

Dilihat dari gambar partikel di atas bentuk partikel abu sekam padi yang berongga menyerupai *sponge* akan membutuhkan kebutuhan air yang tinggi dan membutuhkan bahan *superplasticizer* yaitu bahan campuran kimia dalam mengurangi penggunaan air yang berlebih, jadi dari bentuk partikel ini yang menyebabkan penggunaan abu sekam padi sangat lambat dalam pengerasan benda uji [2]



**Gambar. 4.4.** Hasil uji XRD abu sekam padi

Hasil uji senyawa kimia *SEM-EDX* ini diperoleh dari hasil uji komposisi yang dilakukan di Laboraturium Energi ITS, Surabaya.

Dilihat dari gambar uji *XRD* di atas untuk mengetahui ada atau tidaknya partikel kristal silika yang terkandung di dalam abu sekam dapat dilihat ada puncak tertinggi yang dapat melihat adanya kristal silika. Kristal silika dapat meningkatkan kuat tekan karena abu sekam padi bersifat *pozzolanic* [3]

### 4.3. Komposisi Campuran yang Dibuat

Adapun komposisi yang telah dibuat dalam penelitian ini akan dilaporkan seperti berikut :

1. Abu sekam padi 100% 12 Molar, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **74:26** dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **tidak homogen** antara abu sekam padi dan alkali aktifator. Dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5.** Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 74:26

2. Abu sekam padi 100% 12 Molar, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **65:35** dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **tidak homogen** antara abu sekam padi dan alkali aktifator. Dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6.** Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 65:35

3. Abu sekam padi 100% 12 Molar, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **55:45** dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **tidak homogen** antara abu sekam padi dan alkali aktifator. Dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut.



**Gambar 4.7.** Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 55:45

4. Abu sekam padi 100% 12 Molar, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55** dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **homogen** antara abu sekam padi dan alkali aktifator jadi dengan perbandingan campuran inilah yang akan dibuat sesuai uji standar dalam umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari . Dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut.



**Gambar 4.8.** Campuran binder abu sekam padi 100% dengan perbandingan alkali aktifator 45:55

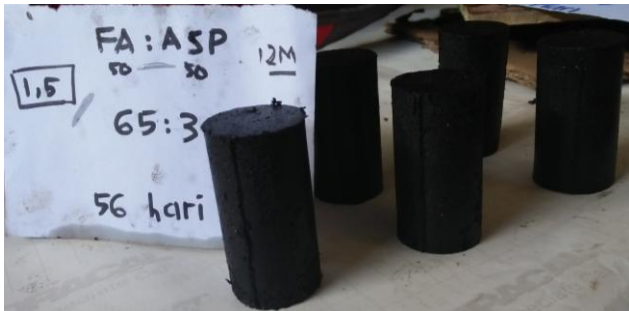
5. Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% 12 Molar, serta campuran dengan alkali aktifator **45:55** serta perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **lama kering umur 14 hari dalam cetakan hancur karena melekat pada cetakan**. Dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut.



**Gambar 4.9.** Campuran binder abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% dengan perbandingan alkali aktifator 45:55

6. Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% 12 Molar, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35** serta perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **homogen dan cetakan bisa dibuka pada umur 2 hari** antara abu sekam padi dan alkali aktifator jadi dengan perbandingan campuran inilah yang akan dibuat sesuai uji standar dalam umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari . Dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.





**Gambar 4.10.** Campuran binder abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50% dengan perbandingan alkali aktifator 65:35

7. *Fly ash* 100% 12 Molar, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26** dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 [15] mempunyai hasil campuran binder yang **homogen** antara *fly ash* dan alkali aktifator jadi dengan perbandingan campuran inilah yang akan dibuat sesuai uji standar dalam umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari . Dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut.



**Gambar 4.11.** Campuran binder *fly ash* 100% dengan perbandingan alkali aktifator 74:26

#### 4.4. Hasil Uji Binder Geopolimer

##### 4.4.1 *Setting Time* [5]

Tes *setting time* merupakan suatu uji untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir pada pasta binder, dimana indikasi pengikatan awal terjadi ketika penurunan jarum vicat tercatat sebesar 25 mm. Sedangkan untuk pengikatan akhir tercatat kurang lebih 0 mm dengan kata lain tidak terjadi penurunan vicat. Dalam uji *setting time* ini dilakukan 3 pengujian dilihat dari komposisi campuran binder :

1. (FA12-1,5) *Fly ash* 100%, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5
2. (ASPFA12-1,5) Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5
3. (ASP12-1,5) Abu sekam padi 100%, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5

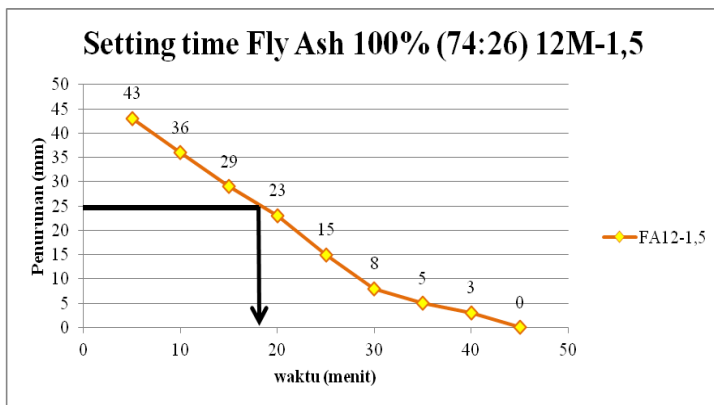
##### a. waktu pengikatan awal binder geopolimer

Tabel 4.3 Hasil *setting time* binder geopolimer

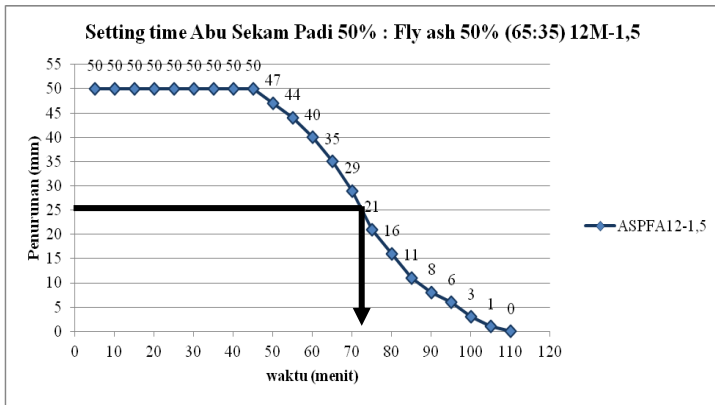
No	Nama Binder	Kode Binder	Waktu	Penurunan
			(menit)	(mm)
1	<i>Fly Ash</i> 100% 12M-1,5 , 74 : 26	FA12-1,5	5	43
			10	36
			15	29
			20	23
			25	15
			30	8
			35	5
			40	3
			45	0
		RATA-RATA	25.000	<b>18.000</b>

2	Abu Sekam Padi 50% : FlyAsh 50% 12M-1,5 , 65 : 35	ASPFA12-1,5	5	50
			10	50
			15	50
			20	50
			25	50
			30	50
			35	50
			40	50
			45	50
			50	47
			55	44
			60	40
			65	35
			70	29
			75	21
			80	16
			85	11
90	8			
95	6			
100	3			
105	1			
110	0			
		<b>RATA-RATA</b>	<b>57.500</b>	<b>32.318</b>
3	Abu Sekam Padi 100% 12M-1,5 , 45 : 55	ASP12-1,5	5	50
			10	50
			15	50
			20	50
			25	50
			30	50
			35	50
			40	50
			45	50
			50	50
			55	50
			60	50
			65	50

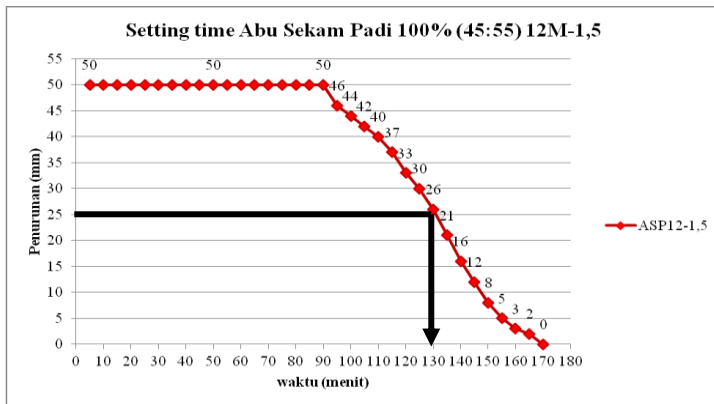
		70	50	
		75	50	
		80	50	
		85	50	
		90	50	
		95	46	
		100	44	
		105	42	
		110	40	
		115	37	
		120	33	
		125	30	
		130	26	
		135	21	
		140	16	
		145	12	
		150	8	
		155	5	
		160	3	
		165	2	
		170	0	
		<b>RATA-RATA</b>	<b>87.500</b>	<b>37.206</b>



**Grafik 4.1** Penurunan *Setting Time* binder geopolimer FA12-1,5



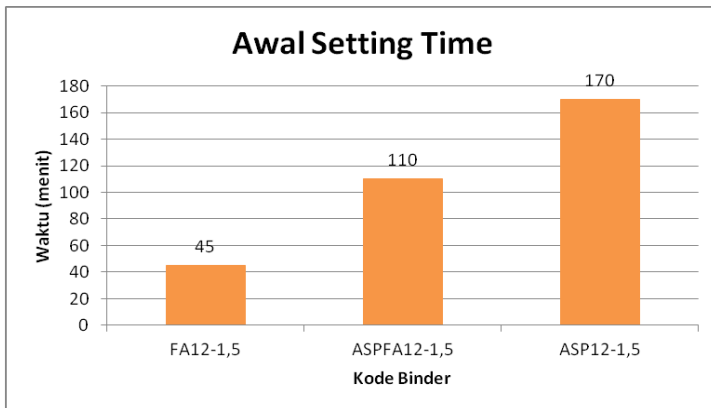
**Grafik 4.2** Penurunan *Setting Time* binder geopolimer ASPFA12-1,5



**Grafik 4.3** Penurunan *Setting Time* binder geopolimer FA12-1,5

Tabel 4.4 Hasil awal *setting time* binder geopolimer

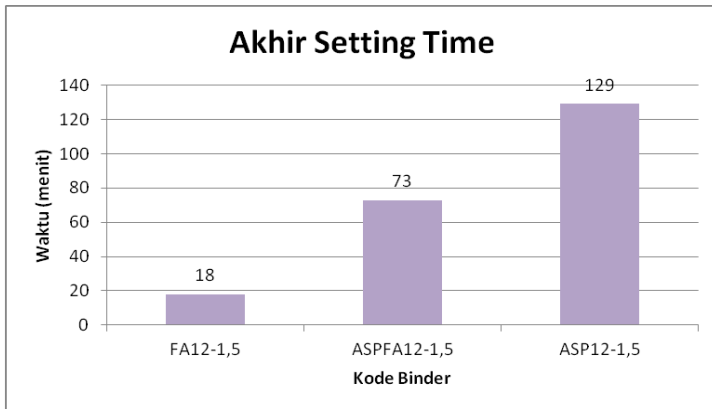
No	Nama Binder	Kode Binder	Waktu
			(menit)
1	<i>Fly ash</i> 12M-1,5	FA12-1,5	18
2	Abu sekam padi 50% : <i>fly ash</i> 50% 12M-1,5	ASPFA12-1,5	73
3	Abu sekam padi12M-1,5	ASP12-1,5	129

Grafik 4.4 Awal *Setting Time* binder geopolimer 12M-1,5

**b. waktu pengikatan awal binder geopolimer**

Tabel 4.5 Hasil akhir *setting time* binder geopolimer

No	Nama Binder	Kode Binder	Waktu
			(menit)
1	<i>Fly ash</i> 12M-1,5	FA12-1,5	45
2	Abu sekam padi 50% : <i>fly ash</i> 50% 12M-1,5	ASPFA12-1,5	110
3	Abu sekam padi12M-1,5	ASP12-1,5	170



**Grafik 4.5** Akhir *setting Time* binder geopolimer 12M-1,5

Dari hasil data di atas dapat dilihat hasil *setting time* terlama (awal *setting time* dan akhir *setting time*) adalah komposisi abu sekam padi 100% 12 Molar dengan perbandingan alkali aktifator 1,5 yaitu waktu awal *setting time* 129 menit dan waktu akhir *setting time* 170 menit. Untuk hasil *setting time* tercepat (awal *setting time* dan akhir *setting time*) adalah *fly ash* 100% 12 Molar dengan perbandingan alkali aktifator 1,5 yaitu waktu awal *setting time* 18 menit dan waktu akhir *setting time* 45 menit.

#### 4.4.2 Kuat Tekan

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes tekan binder geopolimer. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari kuat tekan binder yang dilakukan di Laboratorium struktur Teknik Sipil, ITS Surabaya. Dalam tes kuat tekan ini dilakukan pada 3 benda pengujian untuk masing-masing komposisi campuran dan umur binder :

1. (ASP12-1,5) Abu sekam padi 100%, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidrosida 1,5 umur binder 56 hari, 28hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji.

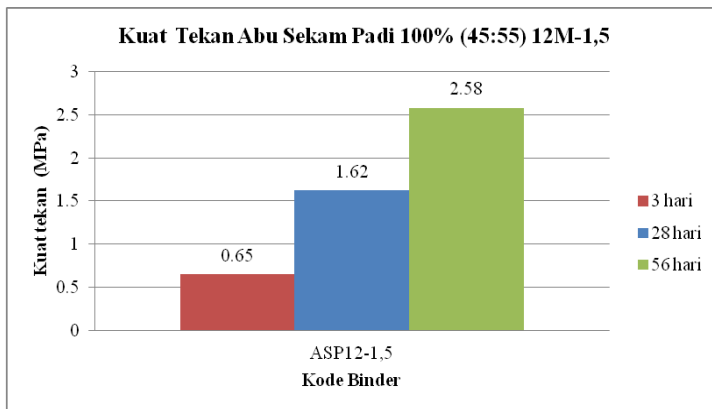
2. (FA12-1,5) *Fly ash* 100%, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji
3. (ASPFA12-1,5) Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji
4. (ASPFA[B]) Campuran abu sekam padi 25% dan *fly ash* 75%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 3 hari sebanyak 3 benda uji
5. (ASPFA[A]) Campuran abu sekam padi 75% dan *fly ash* 25%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 3 hari sebanyak 3 benda uji

Tabel 4.6 Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5

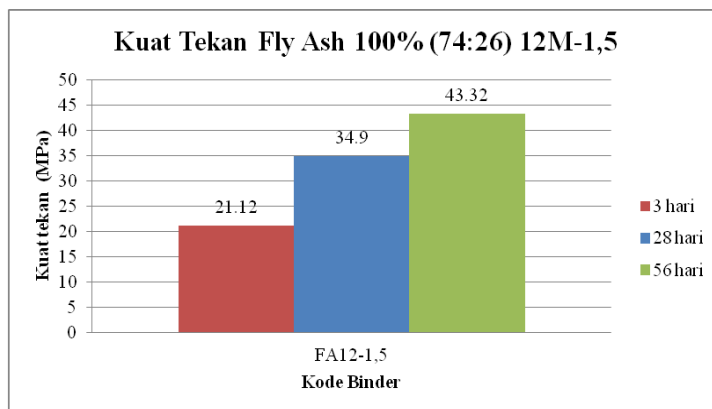
No	Nama Binder	Kode Binder	Umur	Hasil uji tekan (P)	Kuat tekan $\sigma=P/A$			
				(kg)	kg/cm <sup>2</sup>	MPa		
1	Abu sekam padi (100%), 12M-1,5 , 45:55	ASP12-1,5	3 hari	30	6,11	0,61		
				36	7,33	0,73		
				30	6,11	0,61		
			<b>Rata-rata</b>				6,52	0,65
			28 hari	85	17,31	1,73		
				75	15,27	1,53		
				79	16,03	1,60		
			<b>Rata-rata</b>				16,20	1,62
			56 hari	140	28,51	2,85		
				120	24,44	2,44		
				120	24,44	2,44		
			<b>Rata-rata</b>				25,80	2,58



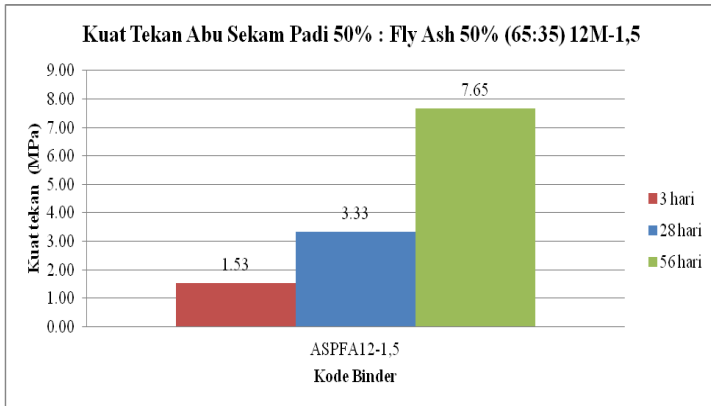
2	<i>Fly Ash</i> (100%), 12M-1,5, 74:26	FA12-1,5	3 hari	990	201,68	20,17		
				870	117,23	11,72		
				1250	254,65	25,47		
			<b>Rata-rata</b>				191,19	19,12
			28 hari	1530	311,69	31,17		
				1590	323,91	32,39		
				2020	411,51	41,15		
			<b>Rata-rata</b>				349,04	34,90
			56 hari	2350	478,74	47,87		
				1900	387,06	38,71		
2130	433,92	43,39						
<b>Rata-rata</b>				433,24	43,32			
3	Abu sekam padi 50% : <i>Fly Ash</i> 50% 12M-1,5 , 65:35	ASPFA12- 1,5	3 hari	82	16,70	1,67		
				74	15,08	1,51		
				69	14,06	1,41		
			<b>Rata-rata</b>				15,28	1,53
			28 hari	160	32,59	3,26		
				164	33,41	3,34		
				166	33,82	3,38		
			<b>Rata-rata</b>				33,27	3,33
			56 hari	394	80,27	8,03		
				364	74,15	7,42		
368	74,97	7,50						
<b>Rata-rata</b>				76,46	7,65			
4	Abu sekam padi 25% : <i>Fly Ash</i> 75% 12M-1,5 , 65:35	ASPFA[B]	3 hari	400	81,49	8,15		
				320	65,19	6,52		
				450	91,67	9,17		
			<b>Rata-rata</b>				79,45	7,95
5	Abu sekam padi 75% : <i>Fly Ash</i> 25% 12M-1,5 , 65:35	ASPFA[A]	3 hari	50	10,19	1,02		
				44	8,6	0,90		
				46	9,37	0,94		
			<b>Rata-rata</b>				9,51	0,95



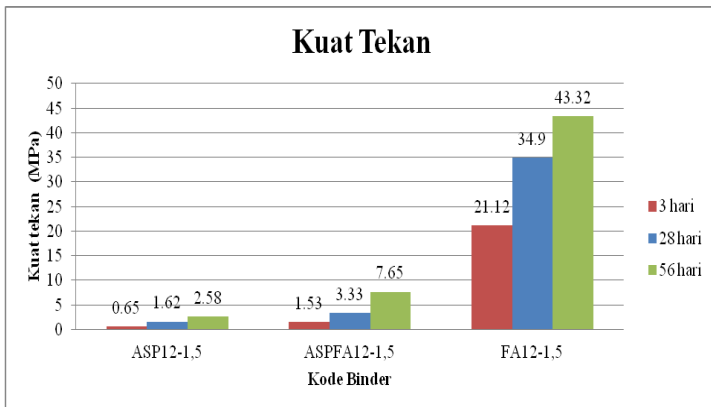
**Grafik 4.6** Hasil kuat tekan binder geopolimer ASP12-1,5



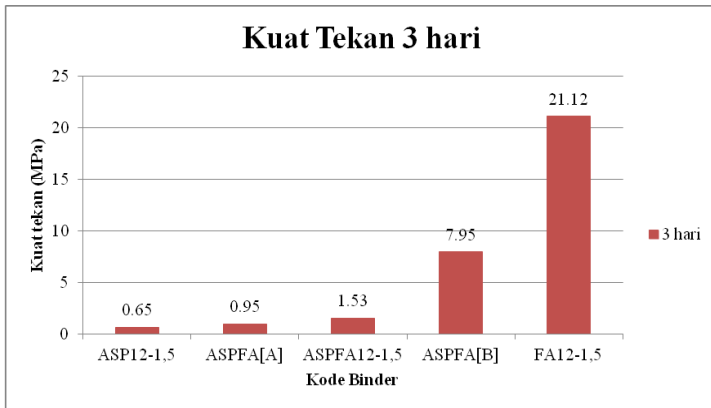
**Grafik 4.7** Hasil kuat tekan binder geopolimer FA12-1,5



**Grafik 4.8** Hasil kuat tekan binder geopolimer ASPFA12-1,5



**Grafik 4.9** Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5



**Grafik 4.10** Hasil kuat tekan binder geopolimer 12M-1,5 umur 3 hari

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes kuat tekan pada binder geopolimer tertinggi adalah pengujian 56 hari 100% *fly ash* sebesar 43,32 MPa dan untuk hasil tes kuat tekan tertinggi adalah pengujian 3 hari dengan penambahan komposisi untuk campuran 75% *fly ash* : 25% abu sekam padi (ASPFA[B]) 12M-1,5 dan 25% *fly ash* : 75% abu sekam padi (ASPFA[A]) 12M-1,5 adalah 100% *fly ash* sebesar 21,12 MPa. Sedangkan untuk hasil kuat tekan terendah adalah pengujian 3 hari 100% abu sekam padi sebesar 0,65 MPa.

#### 4.4.3 Porositas [32]

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes porositas untuk mengetahui kadar pori binder geopolimer ini. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari porositas binder yang dilakukan di Laboratorium Beton Diploma Teknik Sipil, ITS Surabaya. Dalam tes porositas ini dilakukan pada 3 benda pengujian untuk masing-masing komposisi campuran dan umur binder :

1. (ASP12-1,5) Abu sekam padi 100%, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji.

2. (FA12-1,5) *Fly ash* 100%, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji
3. (ASPFA12-1,5) Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji

$$P = \frac{W_{sa} - W_d}{W_{sa} - W_{sw}} \times 100 \quad (4 - 1)$$

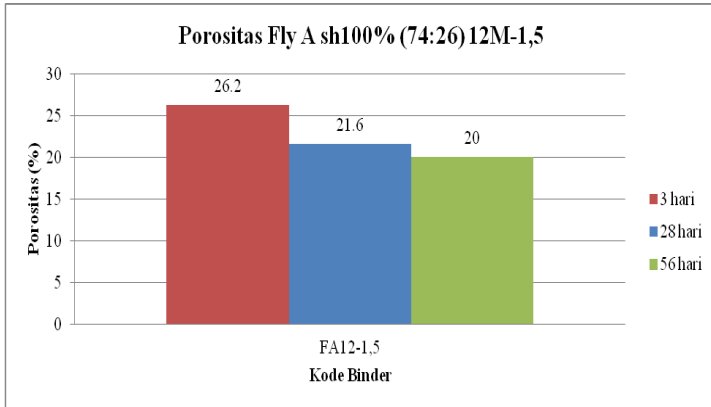
Dimana :

- P = Total Porositas (%)
- $W_{sa}$  = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)
- $W_{sw}$  = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)
- $W_d$  = Berat benda uji setelah di oven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)

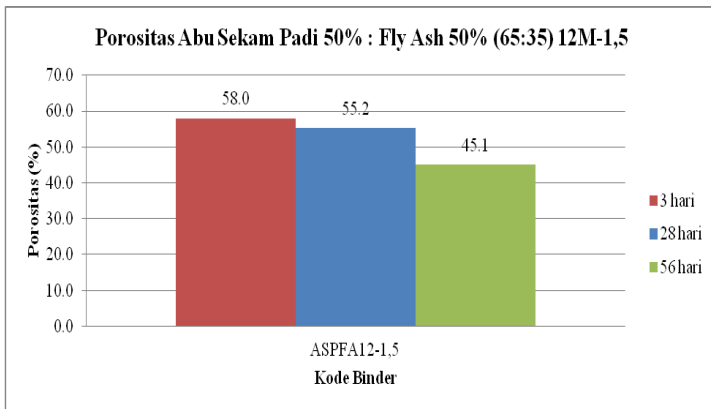
Tabel 4.7 Hasil porositas binder geopolimer 12M-1,5

No	Nama Binder	Kode Binder	Umur	Berat benda uji jenuh air di udara	Berat benda uji jenuh air di dalam air	Berat benda uji setelah di oven pada suhu 105°C selama 24 jam	Porositas		
				(Wsa) (gr)	(Wsw) (gr)	(Wd) (gr)	$P = \frac{Wsa - Wd}{Wsa - Wsw} \times 100$ (%)		
1	Abu Sekam Padi 100% 12M-15 , 45 :55	ASP 12-1,5	3 hari	<b>GAGAL</b>					
			28 hari						
			56 hari	<b>RATA-RATA</b>					
2	Fly Ash 100% 12M-1,5 , 74:26	FA 12-1,5	3 hari	53,12	27,1	46,23	26,48		
				54,45	27,9	47,57	25,91		
				52,72	27,1	45,99	26,27		
						<b>RATA-RATA</b>			
			28 hari	53,17	27,6	47,48	22,25		
				46,68	23,7	41,84	21,06		
				46,63	23,9	41,74	21,51		
						<b>RATA-RATA</b>			
			56 hari	46,92	24,6	42,22	21,06		
				47,04	21,4	42,32	18,41		
				48,06	24,6	43,25	20,50		
						<b>RATA-RATA</b>			
			<b>20,0</b>						

3	Abu Sekam Padi 50% : <i>Fly</i> <i>Ash</i> 50% 12M-1,5 , 65:35	ASPFA 12-1,5	3 hari	44,21	9,6	23,70	59,26		
				41,90	9,5	23,50	56,79		
				42,47	9,4	23,35	57,82		
							<b>RATA-RATA</b>		<b>58,0</b>
			28 hari	42,60	9,5	24,40	54,98		
				40,60	9,5	23,50	54,98		
				42,60	9,8	24,40	55,49		
							<b>RATA-RATA</b>		<b>55,2</b>
			56 hari	40,20	8,9	26,70	43,13		
				40,50	10,2	26,60	45,87		
				40,20	10,0	26,20	46,36		
							<b>RATA-RATA</b>		<b>45,1</b>

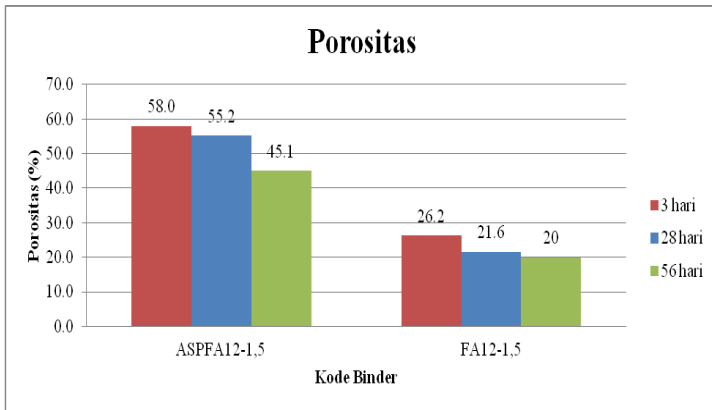


**Grafik 4.11** Hasil porositas binder geopolimer FA12-1,5



**Grafik 4.12** Hasil porositas binder geopolimer ASPFA12-1,5





**Grafik 4.13** Hasil porositas binder geopolimer 12M-1,5

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes porositas pada binder geopolimer tertinggi adalah pengujian 3 hari 50% abu sekam padi dan 50% *fly ash* sebesar 58 % dan untuk hasil tes porositas terendah adalah pengujian 56 hari 100% *fly ash* sebesar 20%. Ada kegagalan pengujian binder 100% abu sekam padi dalam semua umur pengujian yaitu 56 hari, 28 hari dan 3 hari dikarenakan bentuk partikel yang berongga mengakibatkan daya lekat antar partikel rendah.

#### 4.4.4 UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*) [8]

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes *UPV* adalah pengujian kekuatan tekan beton secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media binder geopolimer ini. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari *UPV* binder yang dilakukan di Laboratorium Beton Diploma Teknik Sipil, ITS Surabaya. Dalam tes porositas ini dilakukan pada 3 benda pengujian untuk masing-masing komposisi campuran dan umur binder :

1. (ASP12-1,5) Abu sekam padi 100%, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji.
2. (FA12-1,5) *Fly ash* 100%, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji
3. (ASPFA12-1,5) Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji

Tabel 4.8 kualitas binder berdasarkan kecepatan gelombang [25]

Kecepatan Gelombang Longitudinal		Kualitas beton
Km/detik.10 <sup>3</sup>	Ft/detik	
>4,5	>15	Sangat bagus
3,5-4,5	13-15	Bagus
3-3,5	10-13	Diragukan
2,0-3,0	7-10	Jelek
<2,0	<7	Sangat jelek

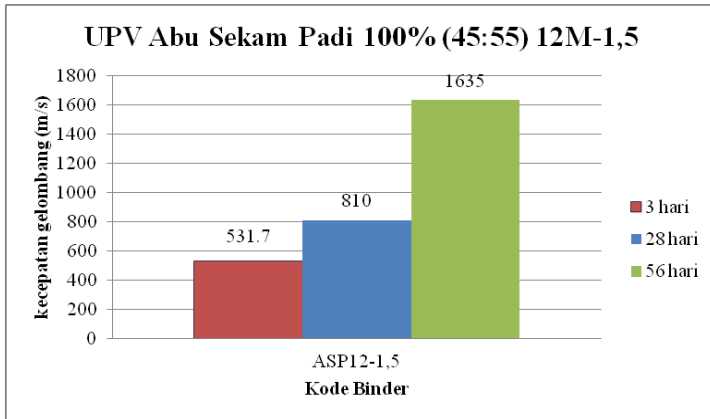
Tabel 4.9 Hasil UPV binder geopolimer 12M-1,5

No	Nama Binder	Kode Binder	Umur	Hasil UPV		
				t	l (m)	v (m/s)
1	Abu Sekam Padi 100% 12M-1,5 , 45 : 55	ASP12-1,5	56 hari	29,6	0,05	1690
				29,7	0,05	1680
				30,5	0,05	1640
				30,3	0,05	1120
				30,5	0,05	1650
				44,3	0,05	1620
				30,3	0,05	1650
				26,1	0,05	1790
				26,4	0,05	1760
				29,7	0,05	1680
				30,3	0,05	1650

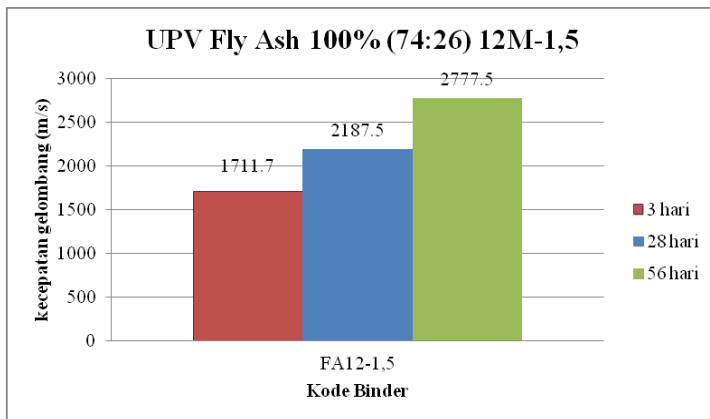
				29,6	0,05	1690
				<b>Rata-rata</b>		<b>1635</b>
2	Abu Sekam Padi 100% 12M-1,5 , 45 : 55	ASP12-1,5	28 hari	56,2	0,05	890
				62,2	0,05	800
				72,3	0,05	690
				65,3	0,05	770
				50,2	0,05	1000
				46,8	0,05	1070
				54,1	0,05	920
				62,2	0,05	800
				73,4	0,05	680
				72,2	0,05	690
				69,1	0,05	720
				72,1	0,05	690
				<b>Rata-rata</b>		<b>810</b>
3	Abu Sekam Padi 100% 12M-1,5 , 45 : 55	ASP12-1,5	3 hari	100,2	0,05	500
				104,1	0,05	480
				106,2	0,05	470
				101,4	0,05	490
				106,3	0,05	470
				97,4	0,05	510
				83,9	0,05	600
				100,2	0,05	500
				90,1	0,05	560
				86,2	0,05	580
				80,8	0,05	620
				83,9	0,05	600
				<b>Rata-rata</b>		<b>531,7</b>
4	<i>Fly Ash</i> 100% 12M-1,5 , 74 : 26	FA12-1,5	56 hari	22,8	0,05	3290
				21,5	0,05	3490
				22,6	0,05	3320
				22,8	0,05	3290
				22,2	0,05	3380
				18,5	0,05	2700
				17,8	0,05	2810
				17,5	0,05	2860

				18,1	0,05	2760
				27,2	0,05	1840
				26,2	0,05	1910
				24,6	0,05	1680
			<b>Rata-rata</b>	<b>21,82</b>		<b>2777,5</b>
5	<i>Fly Ash</i> 100% 12M-1,5 , 74 : 26	FA12-1,5	28 hari	21,9	0,05	2200
				22,2	0,05	2250
				22,1	0,05	2260
				24,4	0,05	2050
				22,6	0,05	2210
				23,2	0,05	2160
				23,4	0,05	2140
				23,5	0,05	2230
				22,0	0,05	2190
				22,6	0,05	2210
				22,8	0,05	2190
				23,2	0,05	2160
			<b>Rata-rata</b>	<b>22,83</b>		<b>2187,5</b>
6	<i>Fly Ash</i> 100% 12M-1,5 , 74 : 26	FA12-1,5	3 hari	48,6	0,05	1030
				48,4	0,05	1030
				46,2	0,05	1080
				47,0	0,05	1060
				24,2	0,05	2070
				26,5	0,05	1890
				26,2	0,05	1910
				23,0	0,05	2170
				24,1	0,05	2080
				24,8	0,05	2020
				24,9	0,05	2010
				22,8	0,05	2190
			<b>Rata-rata</b>	<b>32,23</b>		<b>1711,7</b>
7	Abu Sekam Padi 50% : <i>Fly Ash</i> 50% 12M-1,5 , 65 : 35	ASPFA 12-1,5	56 hari	56,1	0,05	890
				57,3	0,05	870
				56,8	0,05	880
				56,2	0,05	890
				61,1	0,05	860

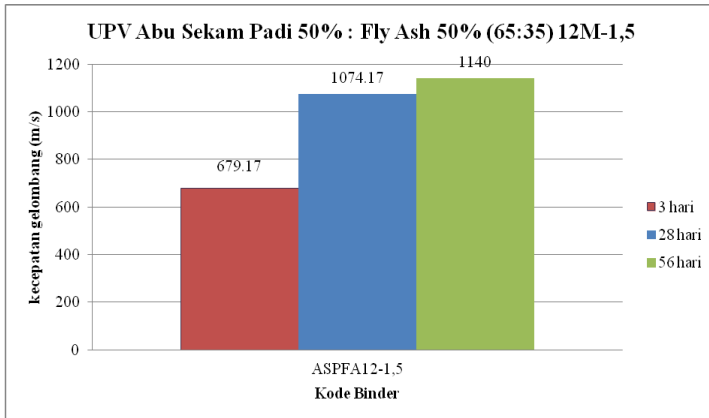
				60,2	0,05	840
				50,6	0,05	850
				61,2	0,05	820
				26,4	0,05	1760
				29,7	0,05	1680
				30,3	0,05	1650
				29,6	0,05	1690
			<b>Rata-rata</b>	47,96		1140
8	Abu Sekam Padi 50% : <i>Fly</i> <i>Ash</i> 50% 12M- 1,5 , 65 : 35	ASPFA 12-1,5	28 hari	46,2	0,05	1080
				53,9	0,05	930
				47,3	0,05	1060
				58,2	0,05	860
				49,2	0,05	1020
				46,4	0,05	1080
				52,1	0,05	960
				53,2	0,05	940
				36,2	0,05	1360
				39,2	0,05	1280
				41,2	0,05	1210
				45	0,05	1110
			<b>Rata-rata</b>	47,34		1074,17
9	Abu Sekam Padi 50% : <i>Fly</i> <i>Ash</i> 50% 12M- 1,5 , 65 : 35	ASPFA 12-1,5	3 hari	68,2	0,05	730
				69,8	0,05	720
				64,6	0,05	720
				81,1	0,05	620
				85,3	0,05	590
				73,4	0,05	600
				72,2	0,05	690
				76,3	0,05	620
				67,1	0,05	750
				69,6	0,05	720
				74,8	0,05	670
				69,2	0,05	720
			<b>Rata-rata</b>	72,63		679,17



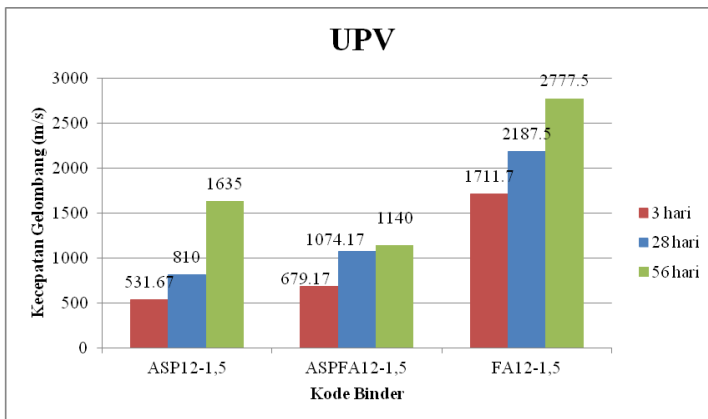
**Grafik 4.14** Hasil *UPV* binder geopolimer ASP12-1,5



**Grafik 4.15** Hasil *UPV* binder geopolimer FA12-1,5



**Grafik 4.16** Hasil *UPV* binder geopolimer ASPFA12-1,5



**Grafik 4.17** Hasil *UPV* binder geopolimer 12M-1,5

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes *UPV* pada binder geopolimer tertinggi adalah pengujian 56 hari 100% *fly ash* sebesar 2777,5 m/s termasuk kualitas binder jelek dan untuk hasil tes *UPV* terendah adalah pengujian 3 hari 100% abu sekam padi sebesar 531,6 m/s termasuk kualitas binder sangat jelek.

#### 4.4.5 Permeability Udara [6]

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes *permeability* udara adalah pengujian untuk mengetahui banyaknya udara pada binder geopolimer ini. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari *permeability* udara binder yang dilakukan di Laboratorium Beton Diploma Teknik Sipil, ITS Surabaya. Dalam tes porositas ini dilakukan pada 3 benda pengujian untuk masing-masing komposisi campuran dan umur binder :

1. (ASP12-1,5) Abu sekam padi 100%, campuran abu sekam padi dan alkali aktifator **45:55**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji.
2. (FA12-1,5) *Fly ash* 100%, campuran *fly ash* dan alkali aktifator **74:26**, 12 Molar dengan perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji
3. (ASPFA12-1,5) Campuran abu sekam padi 50% dan *fly ash* 50%, serta campuran dengan alkali aktifator **65:35**, 12 Molar perbandingan sodium silkat dan sodium hidroksida 1,5 umur binder 56 hari, 28 hari dan 3 hari sebanyak 9 benda uji

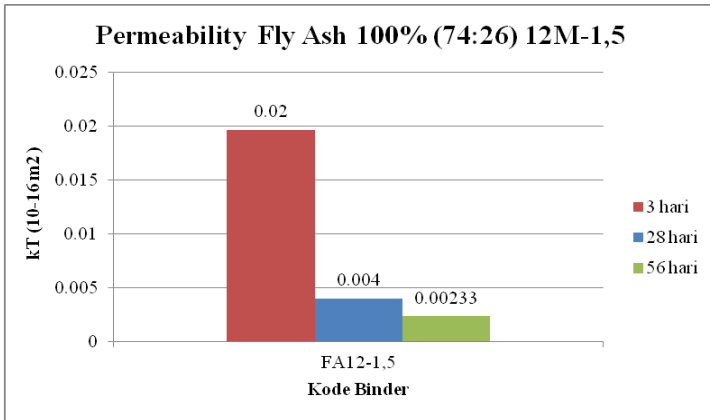
Tabel 4.10 Kelas kualitas permukaan beton kering [6]

Kualitas permukaan beton	Indeks	kT ( $10^{-16}m^2$ )
Sangat Jelek	5	> 10
Jelek	4	1,0 – 10
Normal	3	0,1 – 1,0
Baik	2	0,01 – 0,1
Sangat Baik	1	< 0,01

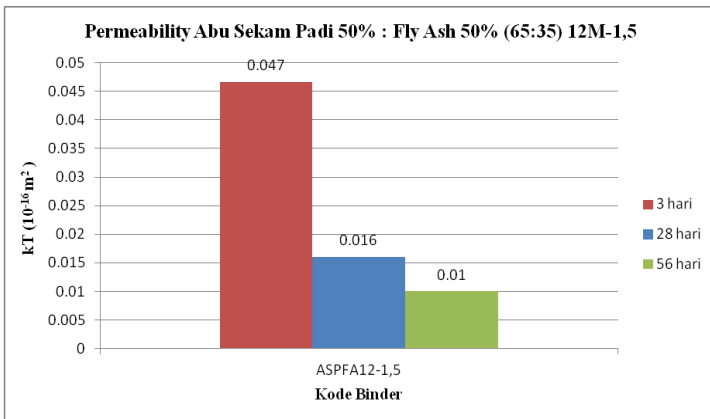


Tabel 4.11 Hasil *permeability* binder geopolimer 12M-1,5

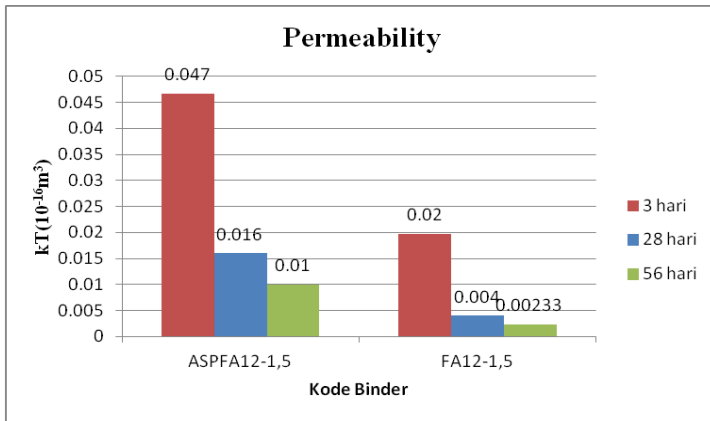
No	Nama Binder	Kode Binder	Umur	Hasil <i>permeability</i>	
				kT	
				$(10^{-16} \text{ m}^2)$	
1	Abu Sekam Padi (100%), 12M-1,5 , 45:55	ASP12-1,5	3 hari	<b>GAGAL</b>	
			28 hari		
			56 hari		
			<b>Rata-rata</b>		
2	Fly Ash(100%), 12M-1,5, 74:26	FA12-1,5	3 hari	0,039	0,007
				0,013	
			<b>Rata-rata</b>	0,020	
			28 hari	0,003	0,005
				0,004	
			<b>Rata-rata</b>	0,004	
			56 hari	0,001	0,003
				0,003	
			<b>Rata-rata</b>	0,002	
			3	Abu sekam Padi 50% : Fly Ash 50% 12M-1,5 , 65:35	ASPFA 12-1,5
	0,015				
<b>Rata-rata</b>	0,047				
28 hari	0,02	0,016			
	0,012				
<b>Rata-rata</b>	0,016				
56 hari	0,001	0,025			
	0,004				
<b>Rata-rata</b>	0,010				



**Grafik 4.18** Hasil *permeability* binder geopolimer FA12-1,5



**Grafik 4.19** Hasil *permeability* binder geopolimer ASPFA12-1,5



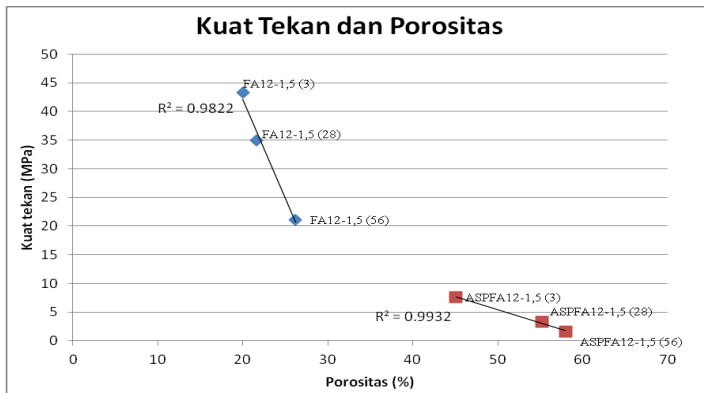
**Grafik 4.20** Hasil *permeability* binder geopolimer 12M-1,5

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes *permeability* pada binder geopolimer tertinggi adalah pengujian 3 hari 100% abu sekam padi dan 100% *fly ash* sebesar  $0,047 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2$  termasuk kualitas binder normal dan untuk hasil tes *permeability* terendah adalah pengujian 56 hari 100% *fly ash* sebesar  $0,00233 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2$  termasuk kualitas binder sangat baik. Ada kegagalan dalam pengujian *permeability* ini untuk 100% abu sekam padi pada semua umur pengujian yaitu 56 hari, 28 hari, dan 3 hari dikarenakan bentuk partikel yang berongga mengakibatkan daya lekat antar partikel rendah.

#### 4.4.6 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas

Tabel 4.12 Data kuat tekan dan porositas binder geopolimer 12M-1,5

No	Nama	Kode binder	Kuat Tekan (MPa)	Porositas (%)
1	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 3 hari	FA12-1,5 (3)	21,12	26,2
2	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 28 hari	FA12-1,5 (28)	34,90	21,6
3	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 56 hari	FA12-1,5 (56)	43,32	20
4	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (3)	1,53	58,0
5	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (28)	3,33	55,2
6	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 56 hari	ASPFA12-1,5 (56)	7,65	45,1



Grafik 4.21 Hubungan kuat tekan dan porositas binder geopolimer

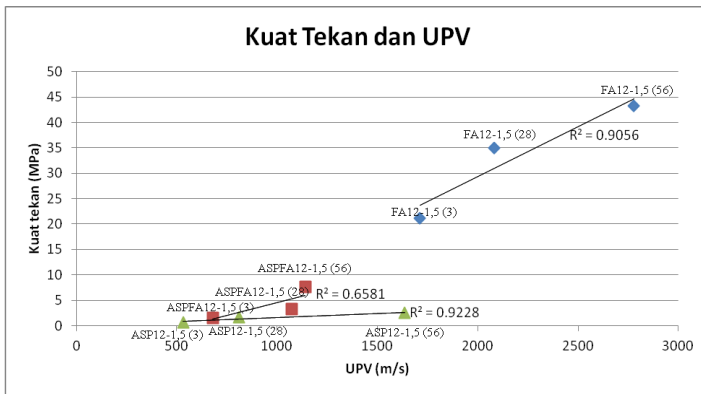
Dapat dilihat dari grafik, hubungan kuat tekan dan porositas berbanding terbalik karena apabila nilai kuat tekan binder tinggi maka nilai porositas binder rendah dan sebaliknya.

Uji porositas merupakan uji kadar pori semakin banyak kadar pori dalam binder maka semakin kecil kuat tekan binder tersebut.

#### 4.4.7 Hubungan Kuat Tekan dan *UPV*

Tabel 4.13 Data kuat tekan dan *UPV* binder geopolimer 12M-1,5

No	Nama	Kode binder	Kuat Tekan (MPa)	<i>UPV</i> (m/s)
1	Abu sekam padi100% (45:55) 12M-1,5 ; 3 hari	ASP12-1,5 (3)	21,12	1711,7
2	Abu sekam padi100% (45:55) 12M-1,5 ; 28 hari	ASP12-1,5 (28)	34,90	2082,5
3	Abu sekam padi100% (45:55) 12M-1,5 ; 56 hari	ASP12-1,5 (56)	43,32	2777,5
4	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 3 hari	FA12-1,5 (3)	21,12	679,17
5	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 28 hari	FA12-1,5 (28)	34,90	1074,17
6	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 56 hari	FA12-1,5 (56)	43,32	1140
7	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (3)	1,53	531,7
8	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (28)	3,33	810
9	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (56)	7,65	1635



**Grafik 4.22** Hubungan kuat tekan dan *UPV* binder geopolimer

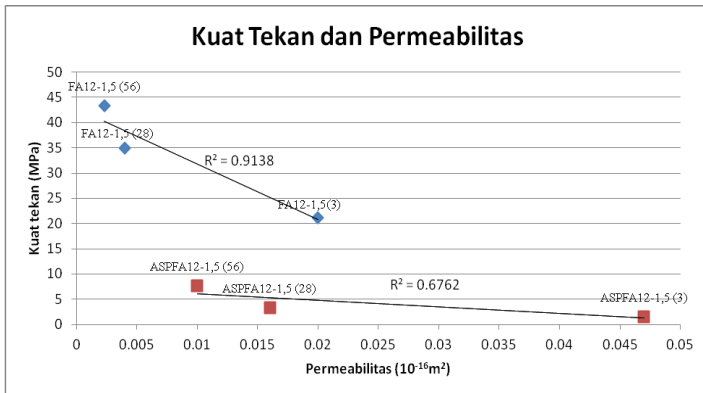
Dapat dilihat dari grafik hubungan kuat tekan dan *UPV* berbanding lurus karena apabila nilai kuat tekan binder tinggi maka nilai *UPV* binder tinggi dan sebaliknya.

Uji *UPV* merupakan uji kekuatan tekan beton secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media binder geopolimer tersebut.

#### 4.4.8 Hubungan Kuat Tekan dan *permeability*

Tabel 4.14 Data kuat tekan dan *permeability* binder geopolimer 12M-1,5

No	Nama	Kode binder	Kuat Tekan (MPa)	<i>permeability</i> kT ( $10^{-16} \text{m}^2$ )
1	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 3 hari	FA12-1,5 (3)	21,12	0,02
2	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 28 hari	FA12-1,5 (28)	34,90	0,004
3	Fly Ash100% (74:26) 12M-1,5 ; 56 hari	FA12-1,5 (56)	43,32	0,0023
4	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (3)	1,53	0,047
5	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 28 hari	ASPFA12-1,5 (28)	3,33	0,016
6	ASP50% : FA50% (65:35) 12M-1,5 ; 56 hari	ASPFA12-1,5 (56)	7,65	0,01



**Grafik 4.23** Hubungan kuat tekan dan *permeability* binder geopolimer

Dapat dilihat dari grafik hubungan kuat tekan dan *permeability* berbanding terbalik karena apabila nilai kuat tekan binder tinggi maka nilai *permeability* binder rendah dan sebaliknya.

Uji *permeability* merupakan uji yang tidak jauh berbeda dengan uji porositas akan tetapi uji *permeability* ini mengetahui dengan cara seberapa cepat air atau udara masuk ke dalam beton. Maka semakin cepat air atau udara masuk melalui rongga pada beton semakin rendah kuat tekan beton tersebut.



**BAB V**  
**KESIMPULAN DAN SARAN**



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pada **Tabel 4.4.** dan **Tabel 4.5.** mempunyai hasil *setting time* (waktu awal *setting* dan waktu akhir *setting*) lebih lama terjadi pada binder komposisi abu sekam padi 100%. Jadi, abu sekam padi berpotensi menambah waktu *setting* .
- b. Pada **Tabel 4.6.** Untuk 3 komposisi dengan umur pengujian 56 hari, 28 hari dan 3 hari mempunyai hasil kuat tekan tertinggi terjadi pada binder komposisi *fly ash* 100% umur pengujian 56 hari. Untuk 2 komposisi pembanding untuk umur pengujian 3 hari mempunyai hasil kuat tekan tertinggi pada binder komposisi *fly ash* 100% umur pengujian 3 hari. Jadi, apabila antar partikel saling melekat dengan baik maka kuat tekan akan semakin tinggi dan semakin panjang umur pengujian binder maka semakin tinggi juga kuat tekannya.
- c. Pada **Tabel 4.7.** Untuk semua komposisi mempunyai hasil porositas tertinggi terjadi pada binder komposisi abu sekam padi 100% umur pengujian 56 hari. Jadi, semakin tinggi porositas sebagai indikasi kadar pori maka semakin rendah untuk kuat tekan karena antar partikel tidak melekat dengan baik dan semakin panjang umur pengujian binder maka semakin rendah kadar porositasnya.
- d. Pada **Tabel 4.9.** Untuk semua komposisi mempunyai hasil *UPV* tertinggi terjadi pada binder komposisi *fly ash* 100% umur pengujian 56 hari. Sama halnya dengan kuat tekan akan tetapi *UPV* menggunakan kecepatan rambat gelombang longitudinal pada media binder geopolimer ini.

- e. Pada **Tabel.11**. Untuk semua komposisi mempunyai hasil *permeability* tertinggi terjadi pada binder komposisi abu sekam padi 100% umur pengujian 3 hari. Jadi, semakin tinggi *permeability* maka semakin banyak rongga yang dapat dilalui oleh air maupun udara karena partikel tidak melekat dengan baik dan semakin lama umur pengujian binder maka semakin rendah juga nilai *permeability*.
- f. Semakin panjang umur pengujian maka semakin tinggi nilai kuat tekan dan nilai *UPV*.
- g. Semakin pendek umur pengujian maka semakin tinggi nilai porositas dan nilai *permeability*.
- h. Pengujian dilakukan pada umur 56 hari, 28 hari dan 3 hari kualitas binder termasuk klasifikasi binder meragukan – sangat jelek dikarenakan nilai *UPV* menunjukkan angka <3000 m/s [34].
- i. Dilihat dari bentuk partikel abu sekam padi yang berongga menyerupai *sponge* dari sini dalam campuran abu sekam padi semakin lama untuk *setting* dikarenakan abu sekam padi menyimpan air di dalam rongganya dan membutuhkan banyak air untuk pencampuran binder yang menyebabkan abu sekam padi mengembang.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk :

- a. Menambah umur pengujian binder geopolimer untuk uji kuat tekan, uji porositas, uji *UPV* dan uji *permeability*. Agar nilai uji tinggi pada kuat tekan , tidak ada kegagalan dalam pengujian serta nilai *UPV* yang masih dalam klasifikasi baik.
- b. Meratakan permukaan binder geopolymer jika hendak di kuat tekan atau dengan cara di capping supaya hasil kuat tekan bisa sempurna.



**DAFTAR PUSTAKA**

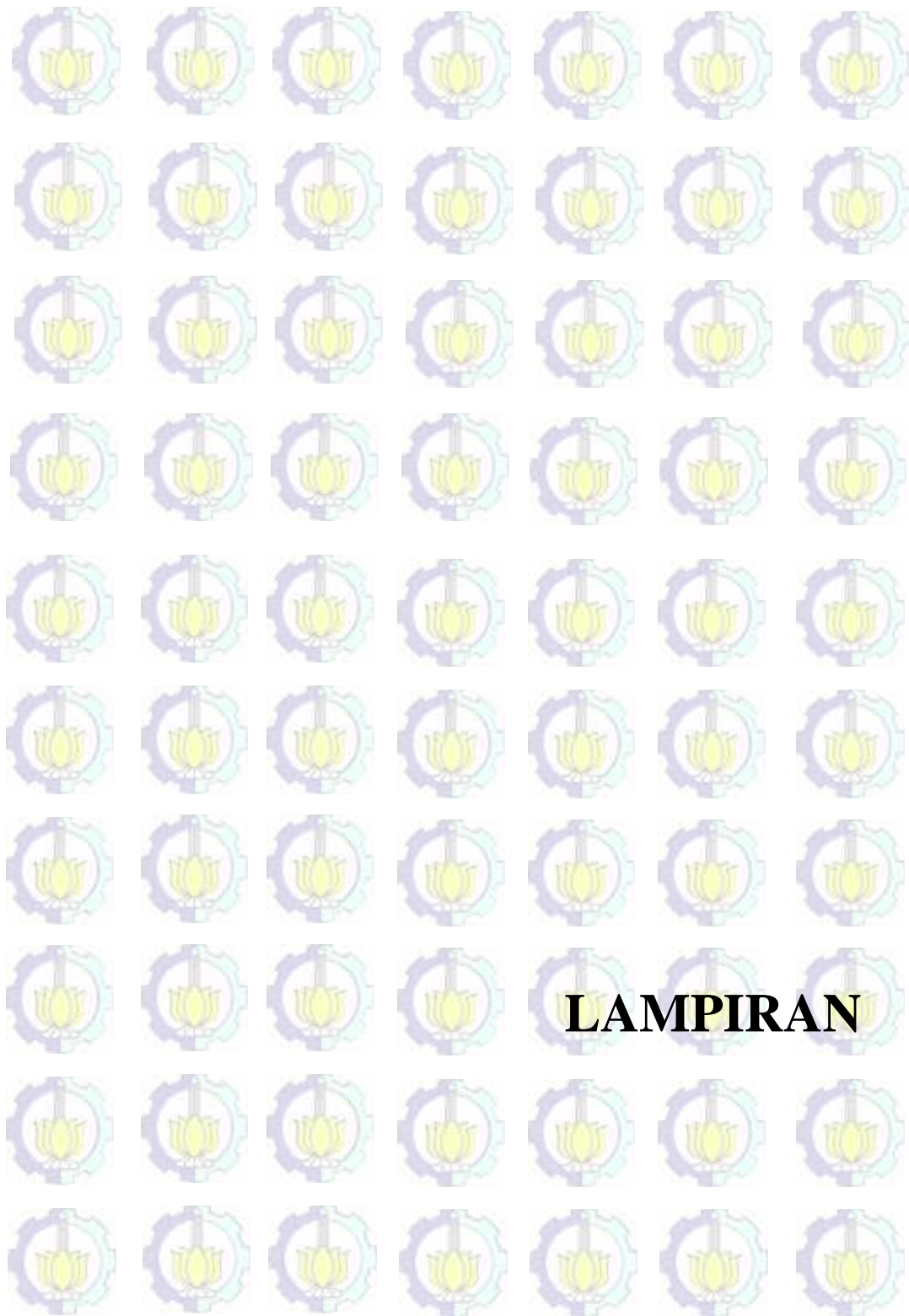
## DAFTAR PUSTAKA

1. ACI 226.3R-3, ACI Manual of Concrete Practice . Dilaporkan oleh ACI Committee 226. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
2. Ade Ilham.(2005). *Pengaruh sifat fisik dan kimia bahan pozzolan pada beton kinerja tinggi*. Vol. 13 No. 3, Edisi xxxiii Oktober 2005.
3. Anam M Samsul, Trianto Wawan. 2013. *Pengaruh Penggunaan Bone Ash dan Rice Husk Ash Terhadap Sifat Mekanis Pasta Semen*. Konferensi Nasional Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
4. Antoni dan Nugraha, P. 2007. *Teknologi Beton*, C. V Andi Offset, Yogyakarta.
5. ASTM C 191-01a. *Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement*. Annual Books of ASTM Standard, USA.
6. ASTM C204-16. *Standart Test Methods for Air Permeability Concrete*. Annual Books of ASTM Standard, USA.
7. ASTM C 39-03 dan AASHTO T22-15'.*Standard Test method for Compressive Strenght of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International. United States : 2003.
8. ASTM C 597-02. *Standard Test Method for Pulse Through Concrete*. ASTM Internasional, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, United States : 2002.
9. Avri,P.(2012).*Pengaruh kadar fly ash sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tarik*. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.

10. D. Hardjito., Steenie E. Wallah., Dody M.J Sumajouw., B.V Rangan. 2004. *Factors Influencing the Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Jurnal Dimensi Teknik Sipil 6, 2:88-93
11. Davidovits, J. 1994. *Global warming impact on the cement and aggregates industries*. In World Resource Review (vol.6, No 2, pp. 263-278).
12. Davidovits, J.1994. *Properties of Geopolymer Cements*. Proceeding at First International Conference on Alkaline Cements and Concretes. Kiev, Ukraine.
13. Davidovits, J. 2002. *30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Application, Market Trends and Potential Breakthroughs*. Proceeding at the Geopolymer 2002 Conference, Melbourne, Australia.
14. Duda, Walter.H. 1984. Cement Data Book, *International Process Engineering in The Cement Industry, 2<sup>nd</sup> Edition*. Boverlag Gm, Mc Donald and Evan. London.
15. Efendi,B.H.2014.*Komposisi Solid Material Abu Terbang dan Abu Sekam Padi pada Beton Geopolimer dengan Alkaline Activator Sodium Silikat dan Sodium hidroksida*. Skripsi Sarjana Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
16. Ekaputri, J.J., & Triwulan. 2013. *Sodium Sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer*.Jurnal Teknik Sipil, 20, 4-5.
17. Garcia-Loreido, I., Palomo, A. & Fernandez-Jimenez, A. *Alkali-aggregate Reaction in Activated Fly Ash systems*. Cements & Concrete Research. 2007. 37: 175-183.
18. Hamidian.M.,Shariati.A.,M.,Khanouki.A.M.,Sinaei.H.,T oghuoli.A., & Nouri.K. 2012. *Application of Schmidt Rebound Hammerand Ultrasonic Pulse Velocity Techniques for Structural Health Monitoring*. Scientific

- Research and Essays Vol. 7(21), h :1997-2001, 7 Juni, 2012.
19. Harsono, H. 2002. *Pembuatan Silika Amorfi dari Limbah Sekam Padi*. Jurnal Ilmu dasar FMIPA Universitas Jember Jawa Timur, 3(2) : 98-102.
  20. Houston, D.F. *Rice Chemistry And Technology* , American Association Of Cereal Chemist, Inc. Minnesota : 1972
  21. Hwang, C. L. & Wu, D. S. 1989. *Properties of Cement Paste Containing Risk Husk Ash*. ACI Third International Conference Proceedings, pg. 738.
  22. Krishnarao R.V., Subrahmanyam J., Kumar T.J. *Studies On The Formation Of Black In Rice Husk Silica Ash*, J. Ceramic Society : 2000
  23. Kurniasari,T.P., & Rosyid, M. 2014. *Efek Penambahan Sukrosa Pada Setting Time Binder Geopolymer dengan Bahan Dasar Fly Ash dan Larutan  $\text{NaSiO}_3$  serta NaOH dengan Molaritas 12 M dan 14 M sebagai Aktivator*. Skripsi Program Diploma Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
  24. Kusbiantoro.A, Fadhil.M.N,& Nasir.S. (2012). *The effect of microwave incinerated rice husk ash on the compressive bond* [www.elsevier.com/conbuildmat](http://www.elsevier.com/conbuildmat).
  25. Kusumantara, Diah. 2009. *Pengaruh Faktor Air Semen terhadap Campuran 50% Semen Portland dan 50% Abu Sekam Padi* . Skripsi Sarjana. Universitas Indonesia.
  26. Malhotra, V.M. 1999. Making concrete greener with fly ash. *ACI Concrete International* 21, 61-66.
  27. Nursuhud, D., & Basuki, T. 1989. *Suatu Studi Kemungkinan Pemakaian Bahan Bakar Abu Sekam Padi untuk Pusat Listrik Tenaga Uap Sistem Gasifikasi*. Laporan Penelitian Program Studi Teknik Mesin

- Fakultas Teknik Industri. Pusat Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
28. Palomo, A., M.W. Grutzeck, M.T. Blonco. 1999. *Alkali-activated Fly Ashes Cement for the Future*. Cement and Concrete Research, 29 (8), hal. 1323-1329.
  29. Pujianto, As'at. 2010. *Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplastizier dan Fly Ash*, Jurnal Ilmiah semesta Teknika, 13 (2), 171-180.
  30. PP. no. 101. (2014). *Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun*. Peraturan Pemerintahan Republik Indonesi : Jakarta.
  31. RILEM CPC 11.3
  32. SNI 03-6414-2002. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat* , Badan Standardisasi Nasional , Jakarta : 2002.
  33. SNI 06-6867-2002. *Spesifikasi Abu Terbang dan Pozzolan Lainnya untuk Digunakan dengan Kapur.* , Badan Standardisasi Nasional , Jakarta : 2002.
  34. Standart British 1881-1986
  35. Suarnita. I. W.2011. *Pemanfaatan Abu dasar (Bottom Ash) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Campuran Beton*, Jurnal Teknik Sipil. Universitas Tadulako.
  36. Utomo, Johannes Prasetyo., & Kosnantha, Sandy. 2007. *Komposisi dan Karakteristik Beton Geopolymer dari Fly Ash Tipe C dan Tipe F*. Skripsi No. 11111500/SIP/2007 tidak diterbitkan. Universitas Petra : Surabaya.
  37. Van Jaarsveld, J. G. S., van Deventer, J. S. J., & Lukey, G.C. (2003). *The Characterisation of Source Materials in Fly Ash- based Geopolymers*. Material Letters, 57(7), 1272-1280.



**LAMPIRAN**





**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
 PROGRAM LANJUT JENJANG DIPLOMA IV  
 TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda : 080073/IT2.3.I.1.1/PP.05.01/2016

Tanggal : 10 Januari 2017

Judul Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan	Penggunaan Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Pozzolan pada Binder Geopolimer Menggunakan Alkali Akhfator, Natrium Silikat (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ) serta Natrium Hidroksida (NaOH)		
Nama Mahasiswa	Rihnatul Ilmiah	NRP	3115040639
Dosen Pembimbing 1	Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD NIP 19730710 199802 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Nur Achmad Husin, ST., MT NIP 19720115 199802 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
	 Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, PhD. NIP 19630726 198903 1 003
	 Ir. Boedi Wibowo, CES NIP 19530424 198203 1 002
	- NIP -
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Prof. Ir. M. Sigit D, M.Eng.Sc, PhD.	Ir. Boedi Wibowo, CES			Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD	Nur Achmad Husin, ST., MT





**ASISTENSI PROYEK AKHIR**

**Nama** : 1 Rihnatul Umimah : 2  
**NRP** : 1 3115040639 : 2  
**Judul Tugas Akhir** : Penggunaan penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan alkali aktivator  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Ridho Bayuaj, ST. MT.  
 2. Nur Ahmad Husin, ST. MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
1.		Mencari tempat furnich untuk memperoleh abu dari variabel, mencari literatur dari variabel yang akan digunakan, dilihat dari volume limbah, dilihat apa mengandung B3 apa tidak, apakah variabel tsb bersifat pozzolan atau tidak.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	23/5/16	Pembagian dosen pembimbing, dan mencari literatur untuk perbedaan beton normal dan beton geopolimer. Mencari literatur seberapa durability dan kuat tekan, buat resume dari masing-masing literatur, memfokuskan ke pasta untuk tiap material (variabelnya)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	2/5/16	Menguji sendiri Abu sekam padi lalu kita dapat mengetahui campuran yang akan dipakai (aktivator). Campuran beton harus jelas, stot ada.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

- kuat tekan pasta ditentukan.  
 - karakteristik abu sekam padi  
 - memastikan semen asli tanpa flyash  
 - Pasir terapa abu sekam padi  
 - blang : terapa kok abusekam padi saja - → dilihat beton





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Rihnahul Umiah 2  
**NRP** : 1 345040639 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan alkali aktifator sodium silikat dan sodium hidroksida  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Ridho Bayuaji, ST.MT.  
 2. Nur. Ahmad Husin, ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4	3/5/16	- Cari sumber - sumber (literatur) - buat persiapan sidang proposal - Pengujian tld permeability		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	11/5/16	- Pengacuan literatur ditulis angka sesuai daftar pustaka - Abstrak hanya sebagian dari literatur - Melakang - menghancurkan campuran 50% abu sekam padi dan 50% fly ash - menguji binder geopolimer 28 hari - UPV benda uji terlalu kecil Penampangnya - Potosify benda uji harus tau - Design eksperimen di jelaskan - mix design di metodologi - jumlah binder di jelaskan di metodologi - ukuran benda uji di samakan dg ASTM (UPV SI) - Pengujian (urutan) & what urutan - Pengujian (baca ASTM)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Kel.**  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

- sebelum kesimpulan ada Analisis  
 direct, indirect, semi direct  
 tes tekan





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Rihnatul Umiah 2  
**NRP** : 1 3115040639 2  
**Judul Tugas Akhir** : Penggunaan penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer ~~pada~~ menggunakan alkali aktivator  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Ridho Bayuaji, ST.MT  
 2. Nur Ahmad Husin, ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	18/5 <sup>16</sup>	- mencari literatur abu sekam padi sesuai suhu				
		- bentuk & ukuran binder geopolimer		B	C	K
		- hari pengujian		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- # jumlah binder menurut standart.				
				B	C	K
	30/5 <sup>16</sup>	- uji material UPV & permeability (15 cm x 15 cm x 5 cm)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- untuk 3 hari, 28 hari & 56 hari				
		- ada berapa (6 benda uji)		B	C	K
		- Penyediaan material dulu di serutkan volume jg		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- 25%, 75%, 10%, 50%, 100%, 100%				
		- Menyiapkan material pozzolan		B	C	K
		- furnace suhu 200°C, 400°C, 800°C		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- tanya fathurid ada berapa temperatur dibakar 3, ndat dibakar 3		B	C	K
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	27/5 <sup>16</sup>	- Semua bahan harus di SEM, SRF, <del>XRF</del>				
		- furnace buat pasta di lab. energi langgail 3 → ke lab. mamet ngup untuk suhu 200, 400, 800.				

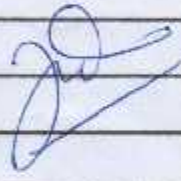

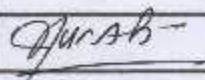
**Ket.**  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Rihmatul Ilmiah 2  
**NRP** : 1 3115040639 2  
**Judul Tugas Akhir** : Penggunaan penambahan abu rekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan alkali aktivator.  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Rido Bayuaji, ST.MT  
 2. Nur. Ahmad Husein, ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan												
	10 Ags 16	- minta surat dari prodi untuk ucapan terimakasih furnace (kerjasama) - Proses pembakaran harus full - Tipikal batu bara xrd xrd - Detail untuk proses abu pasta (200, 400, 600, 800) & (1000) - Dibakar (kuat tekan dll) - Abu rekam xrd.		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">K</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	B	C	K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
B	C	K														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
	14 okt 16	- Pengujian SEM-EDX, BET, XRF, XRD dalam bentuk abu yg sudah di bakar - Efet permeability 15x15x5		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">K</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	B	C	K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
B	C	K														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
	6 / 16 / 12	- melampirkan hasil komposisi Asp, FA, & alkali aktivator tiap masing-masing - dibentarkan report pada setiap benda uji gagal.		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">K</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">B</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">C</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">K</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	B	C	K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	B	C	K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	C	K														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
B	C	K														
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Rihnahul Ilmiah 2  
**NRP** : 1 3115040639 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  &  $\text{NaOH}$   
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Ridho Bayuaji, ST.MT  
 2. Nur Ahmad Husin, ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	20/16 /10	- suhu curing ruangan 3. ( $60^\circ\text{C}$ ). - mengetahui semua sample (Cophum) - hubungan semua pengujian.	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	25/16 /10	- membandingkan semua benda uji - komposisi semen asistensi mortar excel - berapa $\text{kg/m}^3$ $\text{NaOH}$ , $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , Asg FA	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2/12 /12	- Rice husk ash Andri Fusbiantoro - buku TA → mencentakan virtualisasi - Awal → Analisa awal. - pembahasan → & bandingkan - BAB IV → Analisa & diskusi membandingkan	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6/16 /12	- pembahasan - Pengujian Permeabilitas Korelasi dg Porositas - Pengujian UPV Korelasi dg kuat tekan.	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

- disendir<sup>xx</sup> dulu  
 - Persetas (upv)  
 - bandingkan kuat tekan dg semua





### ASISTENSI PROYEK AKHIR

**Nama** : 1 Rihnatul Ilmiah 2  
**NRP** : 1 3115040639 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pengaruh Penambahan abu sekam padi sebagai pozzolan pada binder geopolimer menggunakan  $Na_2SiO_3$  &  $NaOH$ .  
**Dosen Pembimbing** : 1. Dr. Ridho Bayuaji, ST.MT.  
 2. Nur Ahmad Hujin, ST.MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
	22/16 /12	- pengecekan penulisan proyek akhir				
		- pengecekan mix desain & korelasi		B	C	K
		- pengecekan grafik		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- penyamaan metodologi dg apa yang dilakukan				
				B	C	K
	5/17 /01	- membahas ppt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- liter belakang & baca lagi				
		- penggunaan grafik.				
		- Porosity, upr & permeability tidak perlu & korelasi (sama-sama surabicity)		B	C	K
		- suhu & lampirkan rata-rata yg 4 data.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

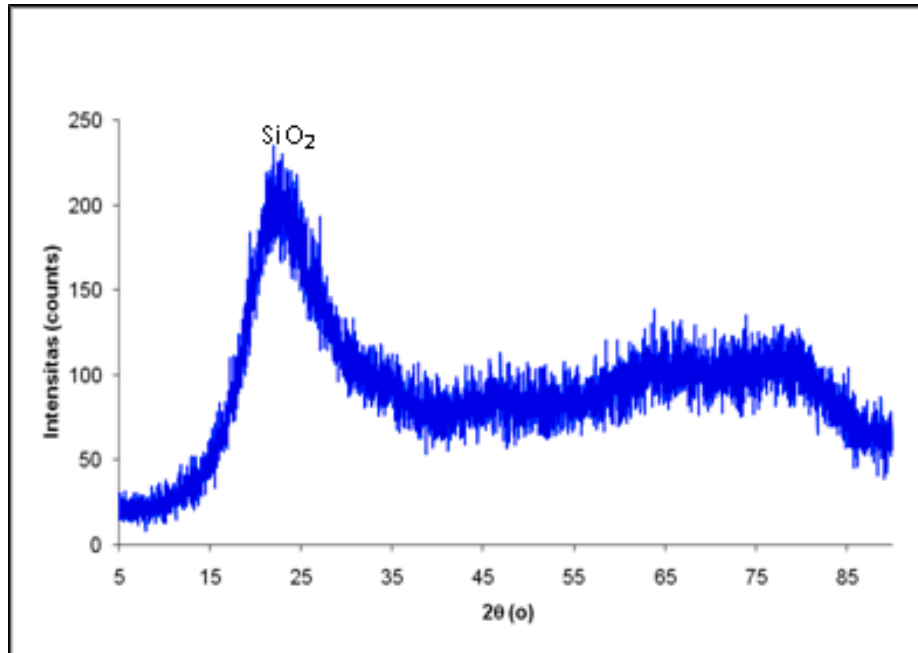
**Ket.**  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

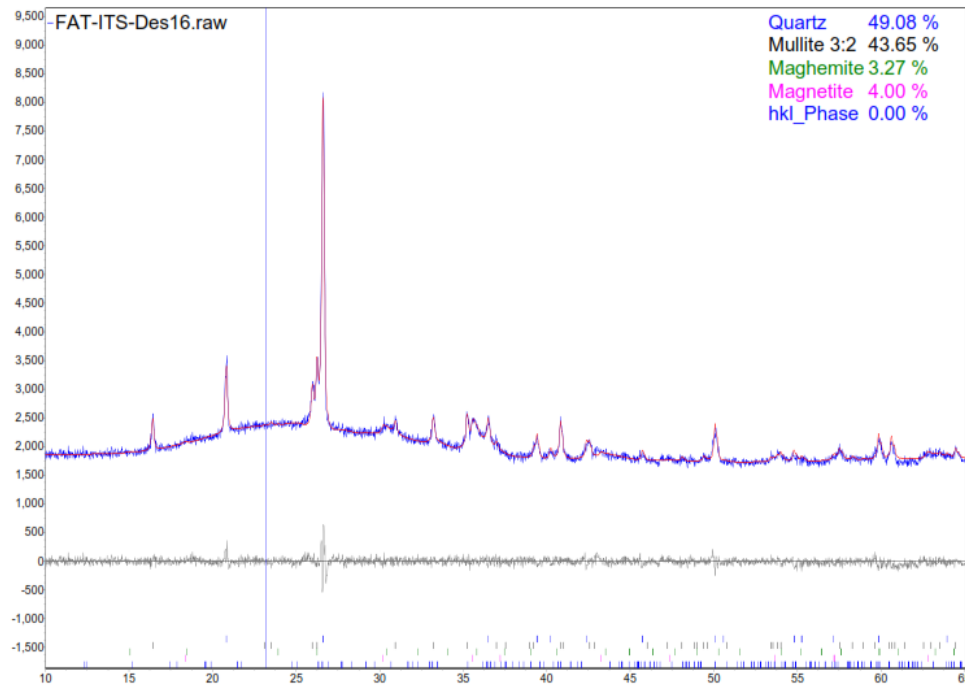
Untuk lampiran ini dicantumkan hasil uji bahan :

a) Hasil Uji *XRD* abu sekam padi



Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

b) Hasil Uji *XRD* fly ash



Sumber : PT. Semen Indonesia (PERSERO), Tbk.



c) Hasil Uji *XRF* abu sekam padi

Senyawa	Kadar (%)
SiO <sub>2</sub>	96,40
K <sub>2</sub> O	2,720
CaO	0,639
MnO	0,073
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,093
CuO	0,028
ZnO	0,042
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,021

Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

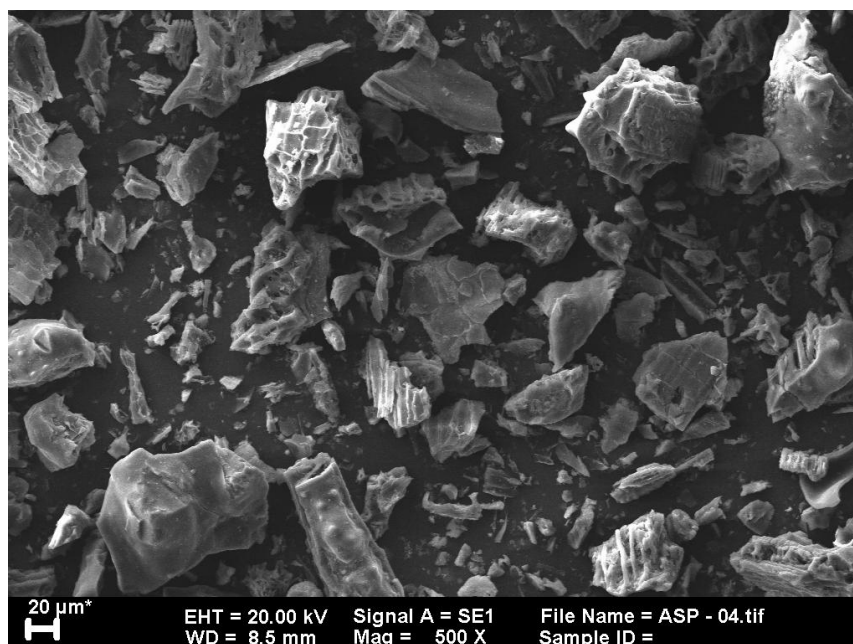
d) Hasil Uji *XRF* abu *fly ash*

Senyawa	Kadar (%)
SiO <sub>2</sub>	47,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,07
CaO	5,830
SO <sub>3</sub>	0,206
MgO	2,620
Na <sub>2</sub> O	0,645
K <sub>2</sub> O	1,640

Sumber: PT. Semen Indonesia (PERSERO),Tbk.

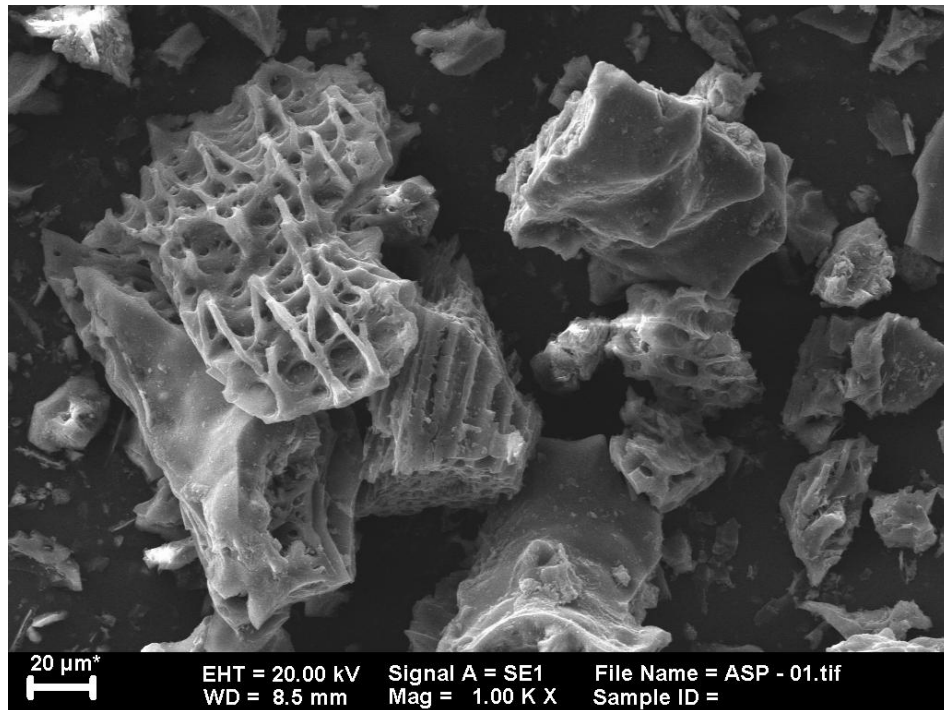
e) Hasil Uji *SEM-EDX* abu sekam padi

- Visualisasi mikrostruktur partikel abu sekam padi dengan perbesaran 500 kali dengan skala 20  $\mu\text{m}$



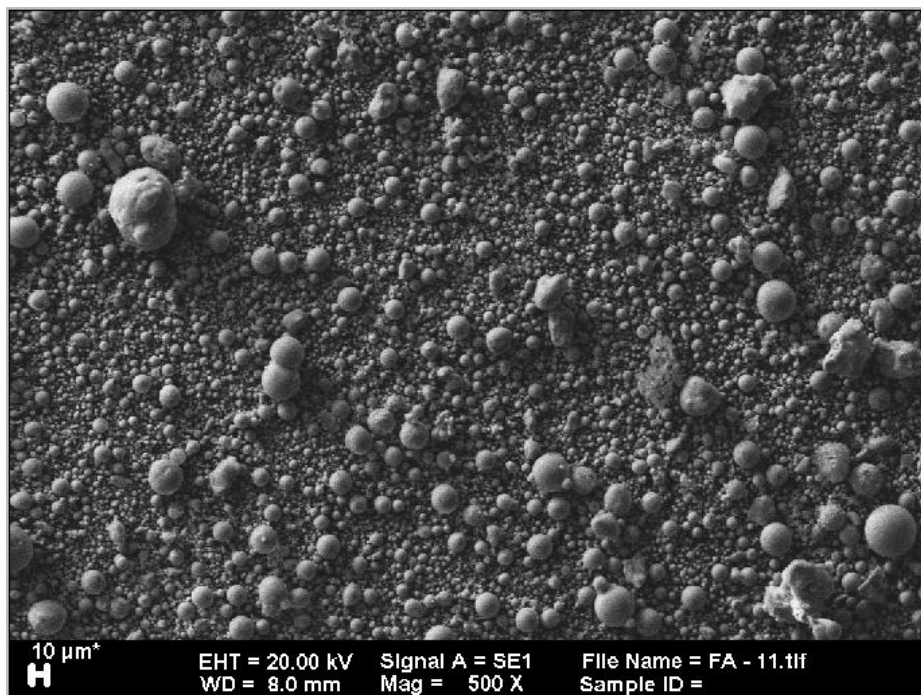
Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

- Visualisasi mikrostruktur partikel abu sekam padi dengan perbesaran 1000 kali dengan skala 20  $\mu\text{m}$



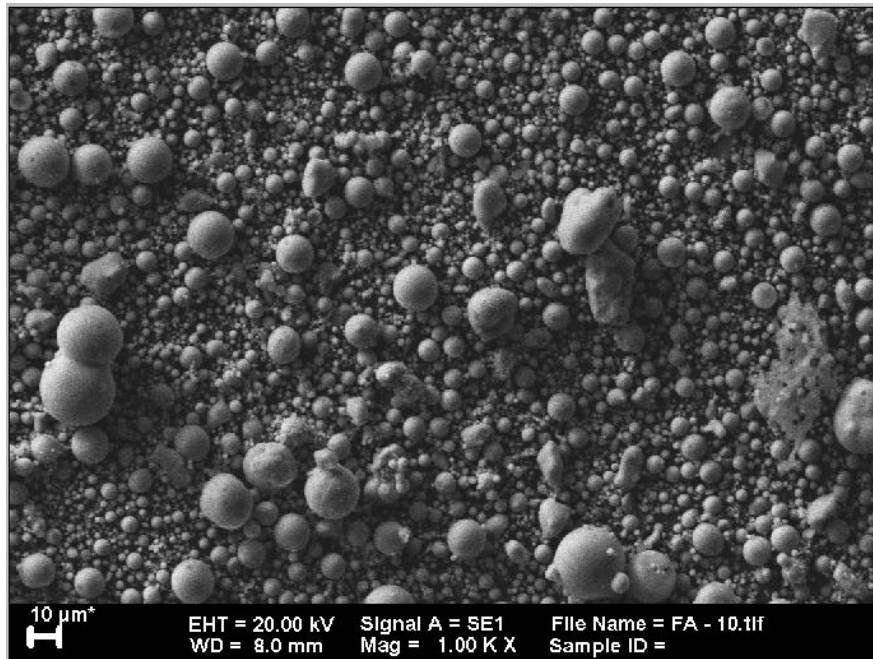
Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

- Visualisasi mikrostruktur partikel *fly ash* dengan perbesaran 500 kali dengan skala 10  $\mu\text{m}$



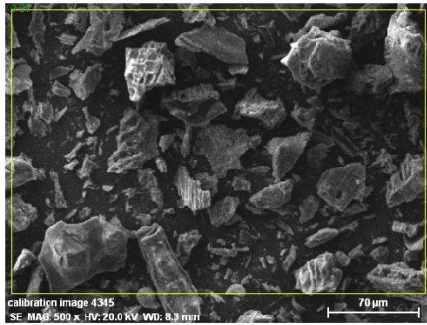
Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

- Visualisasi mikrostruktur partikel *fly ash* dengan perbesaran 1000 kali dengan skala 10  $\mu\text{m}$

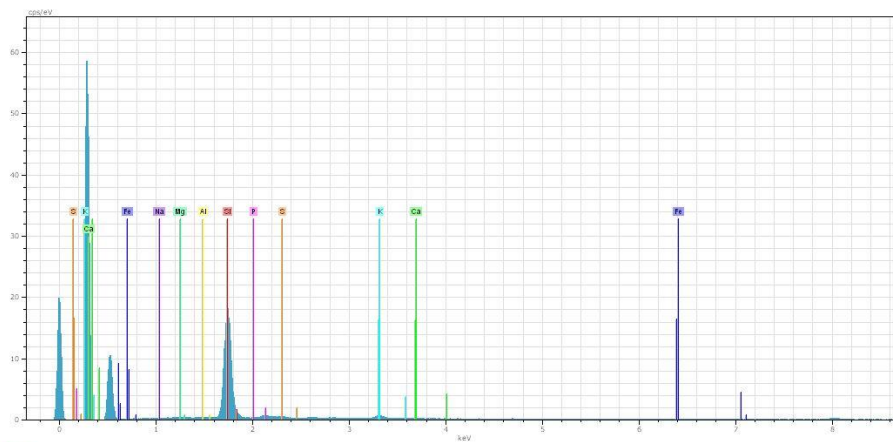


Sumber: *Laboraturium Energi ITS, Surabaya*

# Abu Sekam Padi



calibration image 4345  
SE MAG 500 x HV:20.0 kV WD: 8.3 mm  
Date:11/24/2016 10:32:18 AM Image size:512 x 384 Mag:499.99997x HV:20.0kV



3 27 Date:11/24/2016 10:33:02 AM HV:20.0kV Puls th.:7.44kcps

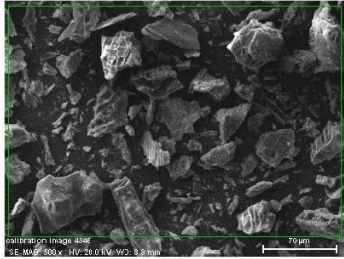
El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Si	14	K-series	14.23	73.29	77.14	0.6
P	15	K-series	1.62	8.35	7.97	0.1
S	16	K-series	1.51	7.78	7.18	0.1
K	19	K-series	1.40	7.23	5.46	0.1
Ca	20	K-series	0.45	2.29	1.69	0.0
Fe	26	K-series	0.20	1.04	0.55	0.0
Mg	12	K-series	0.00	0.01	0.01	0.0
Na	11	K-series	0.00	0.01	0.01	0.0
Al	13	K-series	0.00	0.00	0.00	0.0
Total:			19.41	100.00	100.00	

11/24/2016

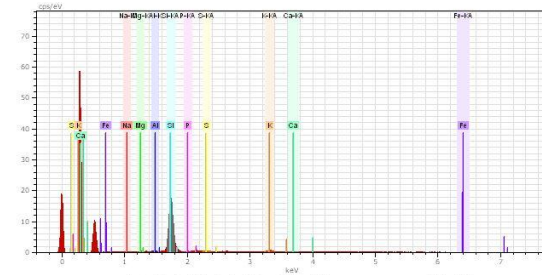
1. Page

Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

# Abu Sekam Padi

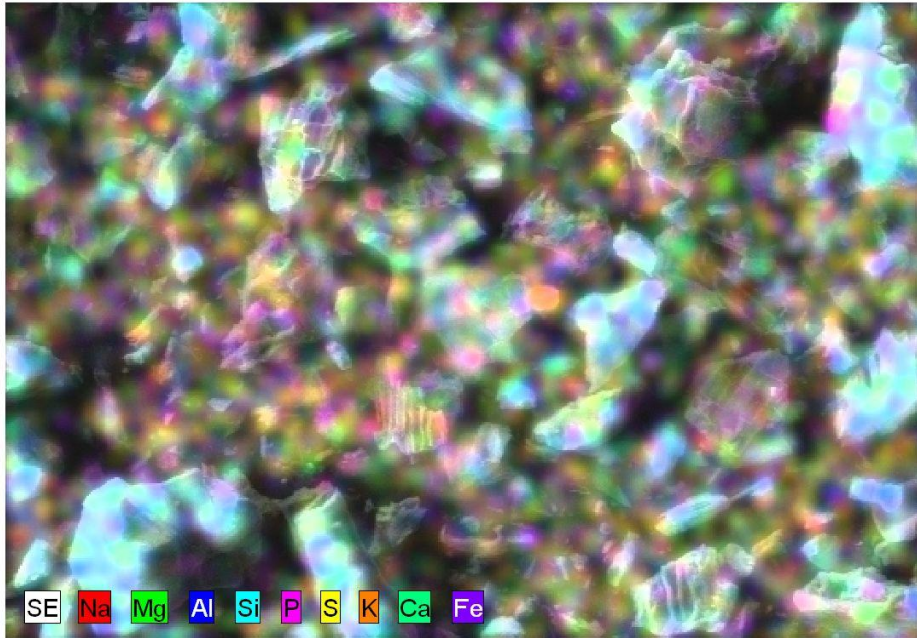


calibration image 4346 Date: 11/24/2016 10:32:18 AM Image size: 512 x 384 Mag: 499.99997x HV: 20.0kV



Map Date: 11/24/2016 10:35:13 AM HV: 20.0kV Puls th.: 5.56kcps

calibration image 21 3379 Date: 11/24/2016 10:35:13 AM Image size: 498 x 346 Mag: 499.99997x HV: 20.0kV

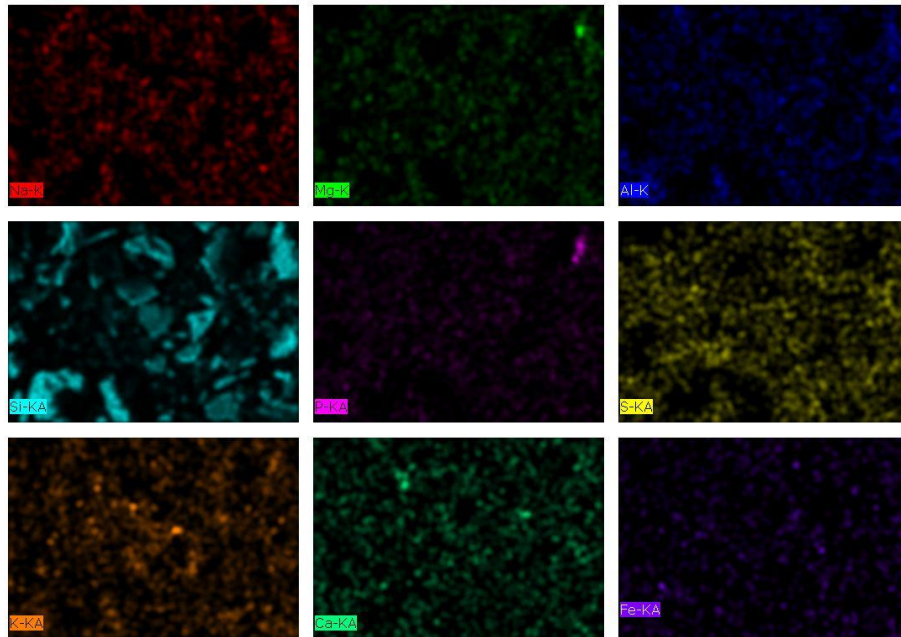


11/24/2016

2. Page

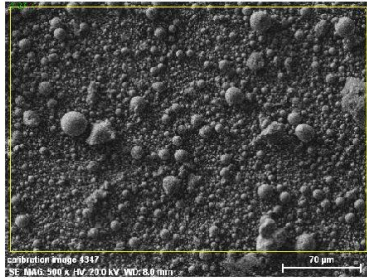
Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya



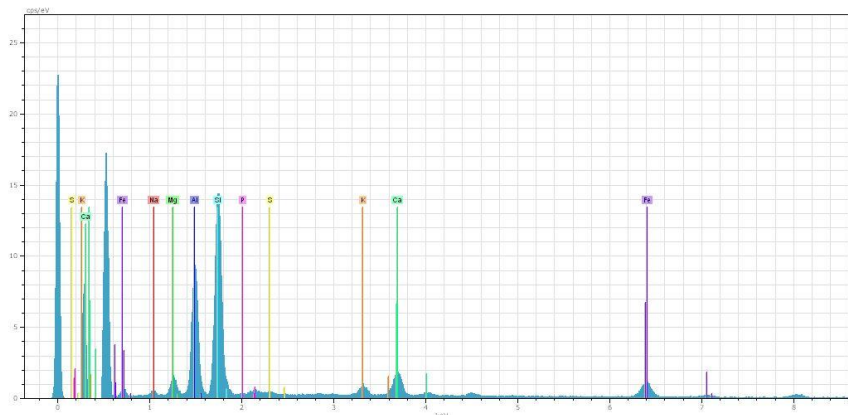


Na-K, Mg-K, Al-K, Si-KA, P-KA, S-KA, K-KA, Ca-KA, Fe-KA Date:11/24/2016 10:36:05 AM  
Image size:498 x 346  
Mag:499.99997x  
HV:20.0kV

# Fly Ash



calibration image 4347 Date: 11/24/2016  
 10:48:40 AM Image size: 512 x  
 384 Mag: 499.99997 x HV: 20.0 kV



3 27 Date: 11/24/2016 10:48:56 AM HV: 20.0 kV Puls th.: 6.40 kcps

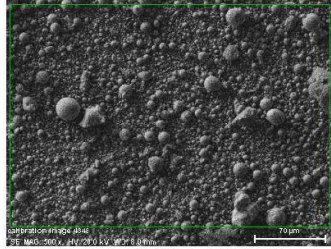
El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Si	14	K-series	18.36	41.01	45.80	0.8
Al	13	K-series	10.63	23.75	27.61	0.5
Fe	26	K-series	6.86	15.32	8.61	0.2
Ca	20	K-series	4.62	10.33	8.08	0.2
K	19	K-series	1.42	3.17	2.54	0.1
Mg	12	K-series	1.20	2.69	3.47	0.1
P	15	K-series	0.90	2.00	2.02	0.1
S	16	K-series	0.58	1.30	1.27	0.1
Na	11	K-series	0.19	0.43	0.58	0.0
Total:			44.78	100.00	100.00	

11/24/2016

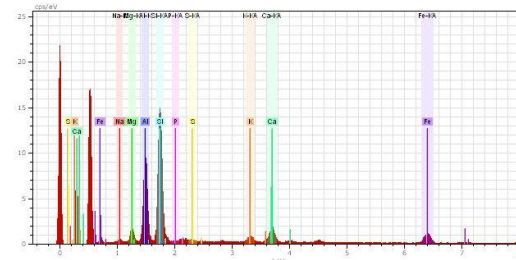
7. Page

Sumber: Laboraturium Energi ITS, Surabaya

# Fly Ash

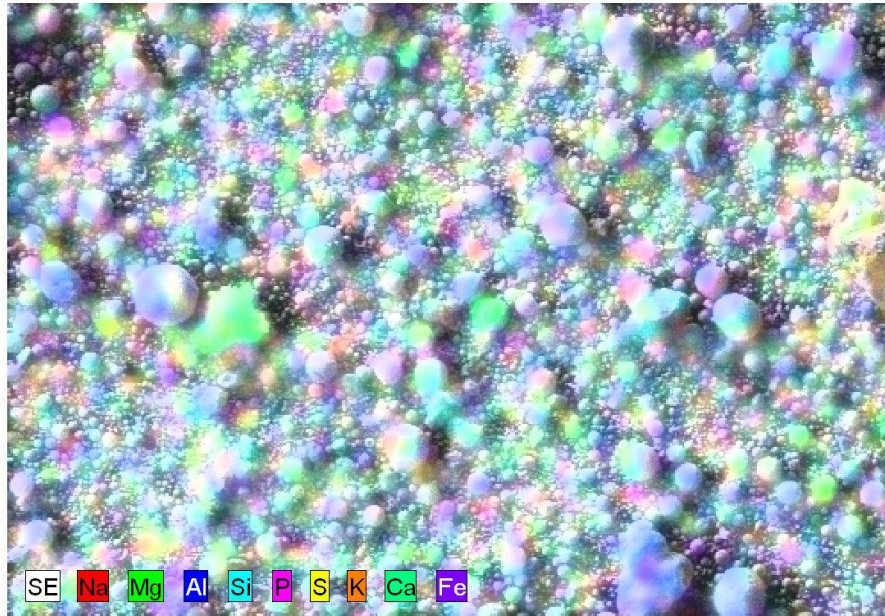


calibration image 4348 Date: 11/24/2016 10:48:40 AM Image size: 512 x 384 Mag: 499.99997x HV: 20.0kV



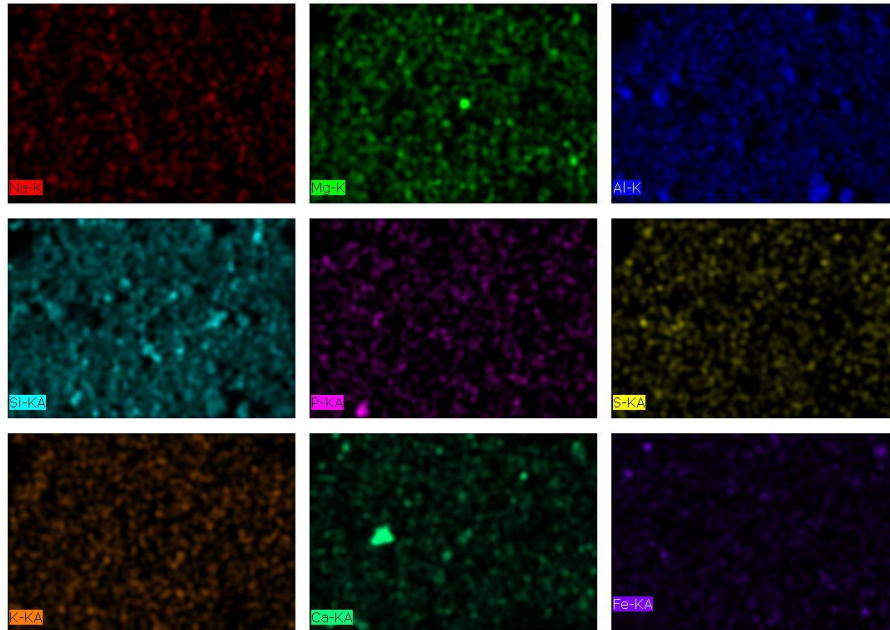
Map Date: 11/24/2016 10:49:54 AM HV: 20.0kV Puls th.: 5.89kcps

calibration image 21 3381 Date: 11/24/2016 10:49:55 AM Image size: 498 x 346 Mag: 499.99997x HV: 20.0kV



SE Na Mg Al Si P S K Ca Fe







Na-K, Mg-K, Al-K, Si-KA, P-KA, S-KA, K-KA, Ca-KA, Fe-KA Date: 11/24/2016 10:50:32 AM  
Image size: 498 x 346  
Mag: 499.99997x  
HV: 20.0kV

## Lampiran 2







### Dokumentasi Penelitian.


No	Gambar	Gambar	Gambar
1			
Keterangan	Cawan	Kepi	Timbangan Digital
No	Gambar	Gambar	Gambar
2			
Keterangan	Tabung Ukur	Timbangan Analitis	Kuas
No	Gambar	Gambar	Gambar
3			
Keterangan	Cetakan Binder silinder	Cetakan Binder Kubus	Mixer Pengaduk

No	Gambar	Gambar	Gambar
4			
Keterangan	Penimbangan dalam air	Stempet	Oven
No	Gambar	Gambar	Gambar
5			
Keterangan	Alat Uji UPV	Alat Uji Porositas	Alat Vicat
No	Gambar	Gambar	Gambar
6			
Keterangan	Mesin Kuat Tekan	Alat Uji Permeabilitas	Abu Sekam Padi
No	Gambar	Gambar	Gambar
7			
Keterangan	Fly Ash	Ayakan no. 200 mm	Pembuatan NaOH 12M



No	Gambar	Gambar	Gambar
8			
Keterangan	NaOH	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Pembuatan Pasta Silinder
No	Gambar	Gambar	Gambar
9			
Keterangan	Pembuatan Pasta Kubus	Penuangan Pasta Silinder	Penuangan Pasta Kubus
No	Gambar	Gambar	Gambar
10			
Keterangan	Binder Geopolimer Silinder	Binder Geopolimer Kubus	Pengetesan Setting Time
No	Gambar	Gambar	Gambar
11			
Keterangan	Pengujian Kuat Tekan	Pengvakuman Binder (porositas)	Perendaman dalam air (Porositas)




No	Gambar	Gambar	Gambar
11			
Keterangan	Proses Oven Binder (Porositas)	Binder Setelah di Oven (Porositas)	Pengujian UPV
No	Gambar	Gambar	Gambar
12			
Keterangan	Pengujian Permeabilitas	Termometer Pengukur Suhu Ruang	Pengambilan Fly Ash di ambil dari truck pengangkut Fly Ash
No	Gambar	Gambar	Gambar

Dokumentasi proses membuat abu sekam padi			
No	Gambar	Gambar	Gambar
1			
Keterangan	Sekam Padi yang dikeringkan	Penyimpanan sekam padi di Lab. Baja Diploma Sipil ITS	Pengangkutan sekam padi ke tempat pembakaran
No	Gambar	Gambar	Gambar
2			
Keterangan	Lokasi Pembakaran	Alat ukur suhu pada saat pembakaran	Pembakaran dan pengukuran suhu pembakaran
No	Gambar	Gambar	Gambar
3			
Keterangan	Hasil pembakaran sekam padi	Penghalusan abu sekam padi	Pengayakan abu sekam padi ayakan No.200


**Lampiran**  
**[LOG BOOK/JADWAL PRAKTIKUM]**



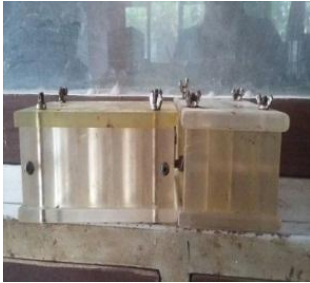





**LOG BOOK PENELITIAN TUGAS AKHIR**  
**PENELITIAN BINDER GEOPOLIMER DENGAN 6 BAHAN DASAR BERBEDA**  
**(BOTTOM ASH, SANDBLAST, KARBIT, KERANG, AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI)**  
**DAN FLY ASH SEBAGAI PEMBANDING DAN SENYAWA KIMIA  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  SERTA NaOH MOLARITAS 8 M & 12 M SEBAGAI**  
**AKTIVATOR**






Hari dan Tanggal	Kegiatan	Anggota	Tempat	Waktu	Kendala dan Solusi	Dokumentasi
Rabu, 04-May- 16	Survey cangkang kerang ke pantai Kenjeran	Freizna	Pantai Kenjeran	13.30-15.00	<b>Kendala :</b> Kerang bulu sedang tidak musim  <b>Solusi :</b> Mencari industri rumahan atau pabrik yang menggunakan cangkang kerang bulu	
Jum'at, 03-Jun- 16	1. Survey furnance di MAMET	Freizna, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Tidak bisa furnance selain mayat  <b>Solusi :</b> Survey ke tempat lain yang ada furnancenya	
	2. Survey furnance ke ARIO pembakaran mayat		Surabaya			











<b>Rabu, 08-Jun- 16</b>	Pesan cangkang kerang ke industri rumahan di sekitar pantai kenjeran	Freizna	Kenjeran	15.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Senin, 13-Jun- 16</b>	1. Survey ke kenjeran (furnance)	Freizna, Aprilia	Kenjeran	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Tidak menemukan cangkang kerang dan untuk furnance tidak dapat perijinan  <b>Solusi :</b> Mencari info penjualan cangkang kerang lewat internet	
	2. Survey ke simokerto surabaya (furnance)	Alvi, Paramita	Simokerto			
<b>Selasa, 14-Jun- 16</b>	Survey harga bahan kimia NaOH, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> & Aquades	Freizna, Alvi, Nandia	Jasarendra, Pucang	10.00 – 13.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Rabu, 15-Jun- 16</b>	Pengambilan cangkang kerang dan drop ke kampus	Freizna, Aprilia, Paramita, Alvi	Kenjeran Kampus ITS Manyar	11.00 – 13.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Kamis, 16-Jun- 16</b>	Asistensi dengan bu Yani mengenai SEM, XRD dan XRF	Paramita	Kampus ITS Sukolilo	13.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	

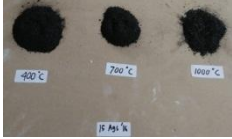





<b>Jum'at, 17-Jun- 16</b>	1. Survey ke pembuatan batu bata mojosari (furnance)	Freizna, Alvi	Mojosari-mojokerto	08.00 – 19.00	<b>Kendala :</b> Tidak mendapatkan ijin dari tjiwi kimia dan tidak dapat menggunakan furnance batu bata karena tidak bisa mengukur suhu	
	2. Survey ke tjiwi kimia (furnance)					
<b>Senin, 20-Jun- 16</b>	Survey furnance di LAB. Energi ITS	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
<b>Kamis, 14-Jul-16</b>	1. Asistensi dengan bu Sri Subekti	Nandia, Paramita	Kampus ITS Manyar	10.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Cetakan banyak yang rusak sehingga membutuhkan cetakan baru	
	2. Cek alat dan cetakan binder					
	3. Mengurus administrasi (surat menyurat)					
<b>Senin, 18-Jul-16</b>	Penjemuran sekam padi	Ilmi	Situbondo	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	

<b>Rabu, 20-Jul-16</b>	Survey untuk membaca senyawa pada bahan uji	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00		
<b>Kamis, 21-Jul-16</b>	Mengurus administrasi (surat menyurat)	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	10.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Survey alat cetakan binder		Ngagel			
<b>Senin, 25-Jul-16</b>	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	JMP - Tulangan	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Survey NaOH, Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Survey cetakan silinder binder resin	Paramita, Aprilia	Embong Malang			
<b>Selasa, 26-Jul-16</b>	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan	09.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> Peabrik/ perusahaan tidak menerima jasa furnance  <b>Solusi :</b> Mencari tempat furnace lain	
	Mengurus surat perijinan praktikum	Paramita, Aprilia	kampus ITS Manyar			
	Survey ke Osowilangun / Gresik (furnace)	Ilmi, Freizna	Oso / Gresik			
<b>Rabu, 27-Jul-16</b>	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Pengetesan senyawa pada abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Kampus ITS Sukolilo			
	Mengurus perijinan karbit	Nandia, Aprilia	Sidoarjo			
<b>Senin, 01- Agust-16</b>	Perijinan pengambilan abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Tulangan	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Beli cetakan binder geopolimer ukuran 20 x 40 mm	Freizna, Aprilia	Embong Malang			
	Mengurus akomodasi pengambilan karbit	Nandia	Sidoarjo			
	Survey furnace	Ilmi	Situbondo			




<b>Selasa, 02- Agust-16</b>	Pelarutan NaOH 12 M	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Membuat schedule laboratorium					
	Membuat anggaran dana	Nandia	Sidoarjo			
	Pengambilan karbit					
<b>Rabu, 03- Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (sanblast) umur 56 hari	Paramita, Aprilia, Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Sandblasting geopolimer selama 3minggu tidak keras di dalam cetakan.  <b>Solusi :</b> Sandblasting dikombinasi dengan fly ash	
	Survey Furnance	Ilmi, Freizna	Balongsendo- Krian			
<b>Kamis, 04- Agust-16</b>	Pengambilan Bahan Fly Ash & Bottom Ash – perijinan surat-surat ke PJB	full team	Probolinggo	09.00 – 22.00	<b>Kendala :</b> Volume fly ash dan bottom ash yang bisa di ambil terbatas.  <b>Solusi : -</b>	 
<b>Jum'at, 05- Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit 12 M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Pada komposisi 74:26 pasta tidak menyatu	

					<b>Solusi :</b> Menurunkan komposisi	
<b>Sabtu, 06-Agust-16</b>	Pengambilan dan drop abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan - Kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	
<b>Senin, 08-Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (fly ash dan sandblasting) umur 56 hari	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Sandblast yang dihasilkan cair dan tidak padat  <b>Solusi :</b> Treatment oven dan di kombinasi dengan fly ash.	
	Membuat administrasi penggunaan Mesin Los Angeles	Freizna	kampus ITS Manyar	10.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	
<b>Selasa, 09-Agust-16</b>	Pelarutan NaOH 12 M	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	
	Pengayakan abu ampas tebu	Alvi, Nandia, ilmi				




<b>Rabu, 10- Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Pada saat pengemixan perbandingan 72:28 pasta tidak menyatu  <b>Solusi :</b> Menurunkan perbandingan yang digunakan.	 
	Pengiriman Sekam Padi dari Situbondo yang akan disimpan di Lab. Baja Diploma Sipil ITS, Surabaya					
	Penghancuran Cangkang Kerang					
<b>Kamis, 11- Agust-16</b>	Pengambilan hasil uji senyawa abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Saat penghancuran kerang harus sedikit2 karena kapasitas alat tidak memadai. <b>Solusi : -</b>	
	Penghancuran Cangkang Kerang	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar			
<b>Jum'at, 12- Agust-16</b>	Furnace sekam padi	Ilmi, Alvi	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar			
	Penghancuran Cangkang Kerang					



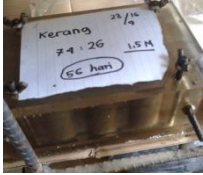
<b>Selasa, 16- Agust-16</b>	Pengambilan Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 14.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Rabu, 17- Agust-16</b>	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
<b>Kamis, 18- Agust-16</b>	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Pada saat pengemixan perbandingan 74: 26 pasta tidak menyatu  <b>Solusi :</b> Menurunkan perbandingan yang digunakan.	  
	Pengetesan XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi	Lab. Energi ITS - Metarulgi Kampus ITS Sukolilo			
	Drop sekam padi dan cangkang kerang ke Pabrik arang	Krian				
	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Nandia,	kampus ITS Manyar			
<b>Senin, 22- Agust-16</b>	Pengovenan variabel Bottom Ash dan Sandblasting	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8 M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Setting time geopolimer (Fly Ash 12 M) perbandingan molar 0,5					
<b>Selasa, 23- Agust-16</b>	Asistensi bertemu dengan anak ITATS	Paramita, Freizna, Alvi, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 11.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	













<b>Rabu, 24- Agust-16</b>	Pengujian Setting time geopolimer (Bottom Ash dan Sandblasting) perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Aprilia, Lili, Ratna, Jefri	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Pengaduk mixer patah	
	Pengambilan Test XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo		<b>Solusi :</b> Memperbaiki dengan mengelas.	
<b>Kamis, 25- Agust-16</b>	Pengujian Setting time geopolimer (Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu) perbandingan molar 0,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
<b>Kamis, 08-Sep- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	
<b>Jum'at, 09-Sep- 16</b>	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> - <b>Solusi :</b> -	






<b>Selasa, 13-Sep- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash dan sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 Pengujian Setting Time geopolimer (bottom ash dan sandblasting)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Kamis, 15-Sep- 16</b>	Pengujian Setting Time geopolimer (fly ash 12 M dan 8 M) Buat penutup kubus	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Senin, 19-Sep- 16</b>	Praktikum silinder (fly ash 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
<b>Rabu, 21-Sep- 16</b>	Asistensi ke Pak sigit	Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 10.00		
<b>Jum'at, 24-Sep- 16</b>	Furnance sekam padi dan cangkang kerang pertama , Pengambilan abu pertama	Ilmi , Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> Pengambilan menggunakan motor sehingga sedikit yang dibawa  <b>Solusi : -</b>	


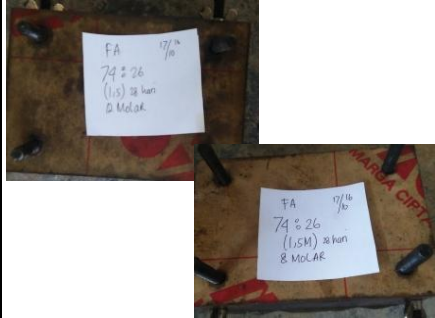

<b>Senin, 26-Sep- 16</b>	Menumbuk, mengayak dan Membuat silinder geopolimer (serbuk kerang dan abu sekam padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Gagal untuk benda uji abu sekam padi 100% dengan perbandingan 74:26  <b>Solusi :</b> Menurunkan perbandingannya	
<b>Selasa, 27-Sep- 16</b>	Pengambilan serbuk kerang dan abu sekam padi ke krian	Ilmi, Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	
	Praktikum silinder (serbuk kerang 8M dan abu sekam padi 12M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5	Ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	14.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	
<b>Rabu, 28-Sep- 16</b>	Praktikum silinder dan uji setting time (serbuk kerang 8M ) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> -  <b>Solusi :</b> -	



<b>Kamis, 29-Sep- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-1) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 1,5					
<b>Senin, 03-Okt- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-2 dan k-3) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Paramita,Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 04-Okt- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (sandblast 12M dan serbuk kerang 8M) umur 28 hari perbandingan aktivator 1,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum kubus geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12 M dan 8 M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang 8M) perbandingan aktivator 0,5					
<b>Rabu, 05-Okt- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (abu sekam padi 100% ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 (45:55) - 12 Molar DAN SETTING TIME abu sekam padi 100% dan campuran 50% abu sekam padi : 50% fly ash	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	 





<b>Kamis, 06-Okt- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 Karbit 74:26	Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 80 FA:20 AAT 72 : 28					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) - di campur FA					
<b>Jum'at, 07-Okt- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer (Sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 Karbit 74:26					
	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 AAT 65:35					
<b>Senin, 10-Okt- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer (FA 8 M) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Aprilia, Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Membuka Silinder (abu sekam padi 100% ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 (45:55)					
	Praktikum silinder geopolimer (Abu Ampas Tebu) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 AAT 65:35 - 80 FA:20 AAT 72:28					
<b>Selasa, 11-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ses. 1	Paramita, Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna, Rama, Rahmat	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 50 FA:50 SK					

<b>Rabu, 12-Okt- 16</b>	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 BA					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) dan surat izin pengujian Kuat Tekan ses. 2					
	Pelarutan NaOH 8M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Bottom Ash) 50 FA:50 BA					
	Praktikum silinder geopolimer (Abu sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 ASP					
<b>Kamis, 13-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) dan Perijinan pengujian Kuat Tekan ke S1 Sipil ses. 3	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh survey ke lab. UNESA  <b>Solusi :</b> Survey ke universitas lain	
	Survey Pengujian BET dan SEM-EDX ke Lab. Robotika ITS		Kampus ITS Sukolilo			
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 20 kg	Paramita, Aprilia	Pucang			
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 SK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Friezna, Ilmi, Chadaffi, Ricko	Kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 Abu Sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
						



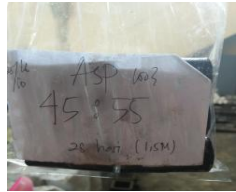




<b>Jum'at, 14-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ses. 4	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : - Solusi : -</b>	
	Perijinan pengujian Kuat Tekan silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ke S1 Sipil	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
<b>Senin, 17-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 1	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : - Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (FA 8 M dan FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar	Kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Selasa, 18-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 2	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : - Solusi : -</b>	
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil 19ank e lab. Fisika kimia ITS	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar	Kampus ITS Sukolilo			
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5		Kampus ITS Manyar			
	Buka cetakan kubus geopolimer (50 FA : 50 Abu sekam padi) 56 hari 12M-1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					




<b>Rabu, 19-Okt- 16</b>	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi, Ricko	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Kubus (50% FA + 50% BA) terlalu encer.	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Abu Sekam Padi ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Numbuk dan Ngayak Serbuk Kerang, Bottom Ash dan Sandblast					
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 3					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [55/45]					
<b>Kamis, 20-Okt- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26]	Paramita, Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Chadaffi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> -	
	Praktikum silinder geopolimer ( 50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26] dan ( 80% SB : 20% FA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Sandblast) 80SB : 20FA					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 4					
<b>Sabtu, 22-Okt- 16</b>	Pengambilan dan Pembakaran Cangkang kerang dan sekam padi kedua	Ilmi, Freizna	Krian	09.00 – 14.00	<b>Kendala :</b> -	




<b>PSenin, 24-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Iلمي, Freizna	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Pesan NaOH dan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>					
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil					
	Pelarutan NaOH 8M	Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar, Ramadhan	Kampus ITS Manyar			
	Buka Cetakan kubus geopolimer (100% abu sekam padi) 56 hari-12M-1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 1,5						
<b>Selasa, 25-Okt- 16</b>	Pengujian Kuat Tekan ke lab. Struktur S1 sipil (Fly Ash 0,5 8M, 12 M; 56 hari , Bottom Ash, Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Aprilia, Iلمي, Freizna, Nandia, Alvi, Chadaffi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 2					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% SK ) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% Abu Sekam Padi) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
<b>Rabu, 26-Okt- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 3	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% SB + 20% FA ) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					






<b>Kamis, 27-Okt- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 20 kg					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (50% abu sekam padi : 50% flyash)					
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8M dan 12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Fly Ash 8M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Fly Ash 12M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Jum'at, 28-Okt- 16</b>	Buka Cetakan Kubus (FA dan Bottom Ash) dan Silinder (FA)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	  
	Buka cetakan silinder 100% abu sekam padi 28 hari					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M					
<b>Sabtu, 29-Okt- 16</b>	Buka Cetakan Kubus ( 50% FA + 50% LK), ( 50% FA + 50% AAT) dan ( 80% FA + 20% AAT)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% FA + 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					






<b>Senin, 31-Okt- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Kurniadi, Anwar	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (80% FA+ 20% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum kubus geopolimer ( FA 12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Selasa, 01-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.1	Paramita, Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum Kubus geopolimer (50% FA+ 50% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum Kubus geopolimer (100% BA) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Rabu, 02-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.2	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pembelian Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 20 kg					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% Abu Sekam Padi) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% SK) umur 28 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% ASP) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					




<b>Kamis, 03-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 dan 0,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1	Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>		
	Pengujian Kuat Tekan (sandblasting,BA dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting, BA dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1	Aprilia, Paramita, Freizna	Kampus ITS Sukolilo				
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar				
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5						
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5						
Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5							
<b>Jum'at, 04-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.2	Freizna, Aprilia, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b> <b>Solusi : -</b>		
	Praktikum kubus geopolimer ( 80% SB + 20% FA ) umur 28 hari perbandingan molar 1,5						
	Buka cetakan kubus geopolimer 100% abu sekam padi 28 hari 12M-1,5						
	Pelarutan NaOH 12M						





<b>Senin, 07-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.3	Paramita, Aprilia, Freizna, Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum Silinder geopolimer ( 100% Bottom Ash) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 08-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum Silinder geopolimer (50% BA+ 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Rabu, 09-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 2	Paramita, Aprilia, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Buka cetakan (50% abu sekam padi : 50% fly ash) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% SB + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					

<b>Kamis, 10-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 3	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 100% FA 8 M dan 12 M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 50% FA : 50% SK 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
<b>Jum'at, 11-Nop- 16</b>	Praktikum silinder geopolimer (50 ASP + 50 FA) Umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Buka Cetakan 9kubus FA					
<b>Senin, 14-Nop- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 50% Abu Sekam Padi + 50% Fly Ash) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Freizna, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (80% FA+ 20%AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian Setting time FA 8M 1,5 dan 12M 0,5					
	Pengujian Kuat tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5	Paramita, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			












<b>Selasa, 15-Nop- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 50% SK + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna, Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.1	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar			
<b>Rabu, 16-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.2	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh survey ke lab. UGM.  <b>Solusi :</b> Tanya ke teman UGM.	 
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% BA + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna	Kampus ITS Manyar			
	Survey BET di LAB. MIPA TERPADU UNESA	Alvi, Nandia	Kampus UNESA Ketintang			
<b>Kamis, 17-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.3	Alvi, Nandia, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% Abu Sekam Padi) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% AAT + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer ( 20% AAT + 80% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					





<b>Jum'at, 18-Nop- 16</b>	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% LK dan 50% LK+50%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Calibrasi alat permeabilitas tidak sesuai/minus sehingga pengujian molor.  <b>Solusi :</b> Di coba hari selanjutnya.	
	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari ) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)		Kampus ITS Sukolilo			
<b>Senin, 21-Nop- 16</b>	Pengujian SEM-EDX abu ampas tebu, bottom ash dan sandblasting	Paramita, Freizna, Aprilia, Alvi, Nandia	Gedung Robotika, ITS Sukolilo	10.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	full team	Kampus ITS Manyar			
<b>Selasa, 22-Nop- 16</b>	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% AAT, 50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 18.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 3hari gagal karena benda uji tersedot alat uji/tektur belum keras.  <b>Solusi : -</b>	
	Nimbang FA kubus (12 buah)					
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% BA + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Freizna, Aprilia,				
	Praktikum kubus geopolimer (100% Abu Sekam Padi) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (25% FA+ 75% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 Ilmi					





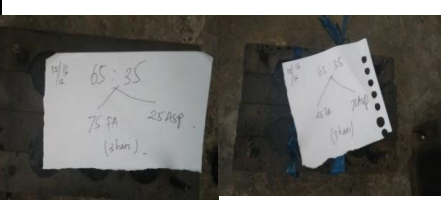
<b>Rabu, 23-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.1	Paramita, Freizna, Aprilia, Ilmi, Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer ( 80% FA + 20%AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Kamis, 24-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (100% Abu Sekam Padi & 50% Fly Ash + 50% Abu Sekam Padi 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.2	Paramita, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Komposisi 100% abu sekam padi gagal dalam uji porositas untuk semua umur.	
	Pengujian SEM-EDX Limbah karbit, abu sekam padi dan serbuk kerang		Kampus ITS Sukolilo Lab. Energi			
<b>Jum'at, 25-Nop- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 12M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	full team	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	  
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5 ), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5 ), (SK 56hari 0,5 & 1,5 ) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5 ) ses.3	Paramita, freizna, aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Alvi, Nandia				








<b>Senin, 28-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.1	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Aprilia				
<b>Selasa, 29-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.2	Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum kubus geopolimer ( 50% Abu Sekam Padi + 50% Fly Ash) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Ilmi, Oncat				
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Nandia				
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (FA12M&FA8M, 50% AAT+50% FA , 50%LK+50%FA, 20% AAT+80%FA, dan 100%SK 0,5) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	full team				
<b>Rabu, 30-Nop- 16</b>	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.3	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu sekam padi untuk umur 56, 28 dan 3hari gagal karena benda uji tersedot alat uji.  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian Permeabilitas dan UPV kubus geopolimer (100%SK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Nandia, Ilmi, Freizna				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100%Abu Sekam Padi) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 1,5					

<b>Kamis, 01-Des- 16</b>	Pengujian kuat tekan (FA12M&FA8M, 50%AAT+50%FA , 50%LK+50%FA, 20%AAT+80%FA, dan 100%AAT 0,5) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 0,5&1,5	Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	08.00 – 16.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer 100%FA 8M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Freizna, Aprilia	Kampus ITS Manyar			
<b>Jum'at, 02-Des- 16</b>	Praktikum kubus geopolimer 100%BA 12M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala :</b> Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 28hari gagal karena benda uji tersedot alat uji/tektur belum keras.  <b>Solusi : -</b>	
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Alvi				
	Pengujian UPV kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Paramita, Nandia, Alvi				
<b>Senin, 05-Des- 16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.1	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 19.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	  
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100% AAT 0,5;56hr , 100%LK 0,5;56hr, FA+SB 80:20 0,5;56,28 hr, BA 1,5 ; 3hr dan FA+ASP 1,5;56,3hr)					

<b>Senin, 05-Des- 16</b>	<b>Praktikum kubus geopolimer ( 100%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5</b>	<b>Paramita, Ilmi, Freizna, Aprilia</b>	<b>kampus ITS Manyar</b>	<b>09.00 – 19.00</b>	<b>Kendala : -  Solusi : -</b>	
	Praktikum kubus geopolimer ( 50%BA + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) dan (50% FA+ 50% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
<b>Selasa, 06-Des- 16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr), (FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan (FA+BA 1,5;3hr) ses.2	<b>Paramita, Alvi, Freizna, Nandia</b>	<b>Kampus ITS Manyar</b>	<b>09.00 – 16.00</b>	<b>Kendala : -  Solusi : -</b>	 
	Pengujian kuat Tekan FA + BA 1,5;3hr FA+AAT 0,5;3hr		<b>Kampus ITS Sukolilo</b>			
<b>Kamis, 08-Des- 16</b>	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 2 hr) , (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.3	<b>Alvi, Nandia, Aprilia, Paramita, Freizna</b>	<b>Kampus ITS Manyar</b>	<b>09.00 – 17.00</b>	<b>Kendala : -  Solusi : -</b>	 
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% LK/AAT - 25%FA+75%LK/AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 8M & 12M 0,5-28hr, 100%SK 0,5;28hr , FA+SB 28hr, dan FA+ASP 1,5;28hr dan 50% fly ash + 50% abu sekam padi; 56/28/3 hari)					

<b>Jum'at, 09-Des- 16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SAB 3hr)	Aprilia , Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Praktikum kubus geopolimer ( 100% BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Freizna, Alvi, Aprilia				
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SK - 25%FA+75%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% BA - 25%FA+75%BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi				
<b>Selasa, 13-Des- 16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%FA+25% (BA,AAT,LK dan SK) dan 25%FA+75% (BA,AAT, dan LK) -0,5 dan 1,5) 3hari	Paramita, Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100AAT, 100LK - 1,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 0,5;56 hr , 50FA+50AAT/LK 0,5;56hr dan 50FA+50BA 1,5&0,5;3hr)		kampus ITS Manyar			
<b>Kamis, 15-Des- 16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%SK+25%FA 0,5;3hr)	Paramita, Ilmi, Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Mix Silinder 75FA+25Abu Sekam Padi dan 25FA+75Abu Sekam Padi 1,5;3hr					
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5&1,5 ; 56 hr dan FA+SK 0,5;28 hr)					

<b>Senin, 19-Des- 16</b>	Mix Kubus geopolimer 50FA+50SK 0,5 ; 3hr	Paramita, Aprilia, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 12M & 8M - 0,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 1,5;56 hr , dan 50FA+50AAT/LK 1,5;56hr )	Alvi, Nandia				
<b>Rabu, 21-Des- 16</b>	Pengujian Kuat Tekan (75%SB/ASP+25%FA 0,5;3hr, 75%FA+25%SB/ASP 0,5&1,5;3hr dan 50%FA+50%BA 0,5;56hr)	Paramita, Ilmi, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5;56hr)		kampus ITS Manyar			
<b>Kamis, 22-Des- 16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SK 0,5;3hr)	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	 
<b>Jum'at, 23-Des- 16</b>	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5 dan 1,5 ;56hr)	Paramita, Lili, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	<b>Kendala : -</b>  <b>Solusi : -</b>	





**BIODATA**



## **BIODATA PENULIS**

Penulis bernama lengkap Rihnatul Ilmiah dilahirkan di Situbondo, 22 Desember 1994, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Irsyad Al-Islamiah Situbondo, SD Muhammadiyah 1 Panji Situbondo, SMP Negeri 5 Situbondo, kemudian SMA Negeri 1 Situbondo. Setelah Lulus dari pendidikan sekolah menengah atas pada tahun 2012, melanjutkan studi di Diploma 3 ITS, Surabaya. Lalu pada tahun 2016 mengikuti tes masuk Diploma 4 ITS, Surabaya. *email : rihilmiah@gmail.com*