

PEMANFAATAN ABU BATUBARA (*FLY ASH*) SEBAGAI CAMPURAN BETON PENGISI PAVING BLOCK BERBAHAN DASAR GEOPOLIMER

Fasial Rizal

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B. Aceh-Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA
keumire@yahoo.com

Abstrak --Paving block geopolimer adalah salah satu alternatif untuk mengganti paving block yang menggunakan semen yang kurang ramah lingkungan. Geopolimer merupakan material ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen dalam pembuatan paving block. Perbandingan komposisi yang digunakan antara lain binder dengan agregat adalah 30% : 70%, agregat terdiri dari pasir, fly ash, dan ditambah abu batu. Variasi pasir dengan abu batu adalah 100:0%, 80:20%, 50:50% dan 0:100%. Larutan alkali dari Na_2SiO_3 dan NaOH 10 M adalah 1:1, serta penambahan air 50% dari berat fly ash. Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan adalah beton pengisi paving block yang berukuran 5cm x 5cm x 5cm, terdiri dari 4 mix design dengan 2 perawatan yaitu perawatan pertama dioven selama 6 jam pada suhu 80°C dan perawatan kedua dibungkus plastik selama 3 hari. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa mix design yang perawatan dioven selama 6 jam pada suhu 80°C menghasilkan kuat tekan rata-rata pada umur 21 hari adalah 9,61 Mpa dan rata-rata penyerapan air yang didapatkan adalah 4,21%. Mix design yang perawatannya dibungkus plastik selama 3 hari nilai kuat tekannya lebih menurun pada umur 21 hari adalah 8,60 Mpa dan rata-rata penyerapan air 7,51%. Sehingga beton pengisi paving block geopolimer masuk kategori mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996 tentang paving block. Dengan adanya hasil ini diharapkan adanya penelitian selanjutnya agar hasil lebih baik dan memenuhi standart yang telah ditentukan.

Kata kunci: paving block, geopolimer, fly ash dan mutu paving block

I. PENDAHULUAN

Paving block geopolimer merupakan salah satu alternatif untuk mengganti paving block yang menggunakan semen yang kurang ramah lingkungan. Paving block geopolimer dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, dan sebagai gantinya digunakan limbah hasil pembakaran batu bara yaitu abu terbang (*fly Ash*) yang kaya akan silika dan alumina dan dapat bereaksi dengan cairan alkali untuk menghasilkan bahan pengikat (binder). Paving block geopolimer merupakan salah satu pemanfaatan limbah fly ash menjadi produk bahan bangunan yang ramah lingkungan. Berbeda dengan paving block biasa yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, paving block geopolimer dihasilkan dengan sepenuhnya mengganti semen portland. Dalam paving block geopolimer unsur-unsur Si dan Al yang terkandung dalam fly ash akan bereaksi secara kimia sehingga membentuk binder yang berfungsi sebagai bahan pengikat pada paving block.

Paving block banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan merupakan salah satu alternatif pilihan untuk lapis perkerasan permukaan tanah. Kemudahan dalam pemasangan, perawatan yang relatif murah serta memenuhi aspek keindahan mengakibatkan paving block lebih banyak disukai. Umumnya paving block digunakan untuk perkerasan jalan, pedestrian dan trotoar. Selain itu dapat juga digunakan pada area khusus seperti area pelabuhan peti kemas, lahan parkir, area terbuka dan area industri. Penggunaan paving block sangatlah mendukung go green yang telah dikumandangkan secara nasional maupun internasional, karena daya serap air melalui pemasangan paving block dapat menjaga keseimbangan air tanah (Adibroto, 2014). Secara struktural paving block mempunyai kekuatan yang cukup besar terutama pada kuat

tekannya, tetapi sebagaimana beton biasa, paving block mempunyai kelemahan yaitu kuat lentur yang rendah dan bersifat getas (*brittle*), serta mudah retak atau hancur (Sofian, 2010).

Menurut SNI 03-0691-1996, Bata Beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu.

Konstruksi perkerasan dengan paving merupakan konstruksi ramah lingkungan, karena memiliki kemampuan untuk ditembus air hujan. Sehingga tidak banyak mengganggu konservasi air tanah. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, klasifikasi paving block dibedakan menurut kelas penggunaannya, yaitu:

- Bata beton (*paving block*) mutu A: digunakan untuk jalan.
- Bata beton (*paving block*) mutu B: digunakan untuk pelataran parkir.
- Bata beton (*paving block*) mutu C: digunakan untuk pejalan kaki.
- Bata beton (*paving block*) mutu D: digunakan untuk taman dan penggunaan lain.

Syarat mutu paving block berdasarkan SNI 03-0691-1996, Bata beton untuk lantai, yaitu permukaan beton

rata, tidak terdapat cacat dan retak-retak; bagian sudut tidak mudah direpahkan dengan kekuatan jari tangan, dan tahan terhadap natrium sulfat.

Geopolimer merupakan material ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen dalam pembuatan paving block. Paving block geopolimer dibuat dari bahan campuran agregat, air, dan fly ash sebagai bahan pengikat yang ditambahkan dengan larutan alkali aktivator dengan kemolaran tertentu. Sodium silikat dan

sodium hidroksida digunakan sebagai *alkaline activator* (Hardjito Djuwanto, dkk, 2004). Sodium silikat berfungsi 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.

Fly ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar, serta bersifat pozolanik. Sedangkan *pozzolans* suatu bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang reaktif (SNI 03-6863-2002). Sifat pozolanik (sifat seperti semen) yang terkandung pada *fly ash* inilah yang menjadi dasar digunakan *fly ash* sebagai bahan dasar geopolimer. Sedangkan untuk bahan pengisi digunakan pasir dan abu batu. Menurut saat ini abu batu tidak begitu laku untuk dijual karena pemakaian dalam industri konstruksi sudah sangat sedikit mengingat konstruksi pekerasan jalan sudah banyak beralih ke lapisan aspal beton, sehingga perlu untuk diupayakan pemanfaatan abu batu sebagai pengisi geopolimer beton dalam pembuatan paving block.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium sehingga semua aktifitas dilakukan di laboratorium teknik sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini antara lain :

- a. Pasir yang digunakan adalah pasir alami atau pasir buatan yang terbentuk dari pecahan batu gunung dengan lolos saringan 4.8 mm.
- b. Abu batu yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan di PT. Nusa Pelita Perkasa. Penggunaan abu batu dalam pembuatan beton pengisi paving block geopolimer adalah sebagai pengisi dalam mortar geopolimer ini.
- c. Fly ash yang digunakan merupakan hasil pembakaran batu bara. Fly ash didapatkan di PLTU. Nagan Raya.
- d. Larutan sodium NaOH 10M. larutan NaOH yang digunakan ini dalam bentuk cair dengan molaritas 10M.
- e. Larutan sodium silika Na₂SiO₃ yang digunakan siap pakai. Sodium silika ini bertekstur cair dan kental. Kandungan dalam sodium silika ini adalah Na₂O 18%, SiO₂ 36%, H₂O 46%.
- f. Air bersih atau Aguades, didapatkan dengan membeli di toko kimia. Pemakaian aguades dimaksudkan agar air yang digunakan lebih murni.

Dalam penelitian ini terdapat 4 mix design yang digunakan antara lain sebagai berikut :

1. Mix design A
 - Perbandingan antara binder (*fly ash* dan larutan alkali) dan agregat adalah 30:70.
 - Agregat adalah pasir 100% : abu batu 0%.
 - Perbandingan antara *fly ash* dan larutan alkali (70:30).
 - Larutan alkali dari NaOH (10M) dan Na₂SiO₃ adalah 1:1.
 - Penambahan air 50% dari berat *fly ash*.
2. Mix design B
 - Perbandingan antara binder (*fly ash* dan larutan alkali) dan agregat adalah 30:70.
 - Agregat adalah pasir 80% : abu batu 20%.
 - Perbandingan antara *fly ash* dan larutan alkali (70:30).
 - Larutan alkali dari NaOH (10M) dan Na₂SiO₃ adalah 1:1.
 - Penambahan air 50% dari berat *fly ash*.
3. Mix design C
 - Perbandingan antara binder (*fly ash* dan larutan alkali) dan agregat adalah 30:70.
 - Agregat adalah pasir 50% : abu batu 50%.
 - Perbandingan antara *fly ash* dan larutan alkali (70:30).
 - Larutan alkali dari NaOH (10M) dan Na₂SiO₃ adalah 1:1.
 - Penambahan air 50% dari berat *fly ash*.
4. Mix design D
 - Perbandingan antara binder (*fly ash* dan larutan alkali) dan agregat adalah 30:70.
 - Agregat adalah pasir 0% : abu batu 100%.
 - Perbandingan antara *fly ash* dan larutan alkali (70:30).
 - Larutan alkali dari NaOH (10M) dan Na₂SiO₃ adalah 1:1.
 - Penambahan air 50% dari berat *fly ash*.

Pada penelitian ini dilakukan 2 perawatan terhadap *mix design* antara lain sebagai berikut :

1. Dioven selama 6 jam pada suhu 80°C
2. Dibungkus plastik selama 3 hari

Tabel 1.
Kebutuhan Material Setiap Sampel

Jenis	Mix Design
-------	------------

Material	Mix A (gr)	Mix B (gr)	Mix C (gr)	Mix D (gr)
Pasir	192.50	154	96.25	0
Abu batu	0	38.5	96.25	192.50
Fly ash	57.75	57.75	57.75	57.75
NaOH	12.38	12.38	12.38	12.38
Na ₂ SiO ₃	12.38	12.38	12.38	12.38
Air	28.90	28.90	28.90	28.90

Langkah –langkah pembuatan beton pengisi *paving block* geopolimer adalah sebagai berikut :

1. Siapkan bahan sesuai komposisi yang telah ditentukan
2. Siapkan alat yang akan digunakan diantaranya:
 - Wadah untuk mengaduk mortar
 - Kaus tangan pelindung dari karet
 - Cetakan beton pengisi *paving block* (5cm x 5cm x 5cm).
3. Campur larutan NaOH 10M yang telah cair, Na₂SiO₃ dan juga penambahan air, hingga tercampur homogen untuk membuat larutan alkali.
4. Campur *Fly ash* dengan Agregat (pasir dan abu batu), aduk dengan tangan (memakai pelindung kaus tangan dari karet) hingga merata.
5. Masukkan larutan alkali ke dalam campuran *Fly ash* dan pengisi, aduk dengan tangan (memakai pelindung kaus tangan dari karet) hingga merata.
6. Tuangkan mortar pada cetakan yang sudah di lumuri dengan oli agar nanti pada saat pembongkaran dari cetakan mortar mudah dipisahkan dari cetakan dan didapat permukaan sisi mortar yang halus. Penuangan pertama mortar pada cetakan yaitu 1/3 bagian dari cetakan, tumbuk dengan besi kubus ukuran 3cm x 3cm x 3cm sebanyak 32 kali secara merata pada permukaan atasnya, begitu seterusnya hingga penuh 1 cetakan.

Pengujian benda uji yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

- a). Pengujian Kuat Tekan
Kuat tekan *paving block* geopolimer dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L}$$

P = beban hancur (kgf)

L = luas bidang tekan (cm²)

- b) Pengujian Penyerapan Air

Penyerapan air beton *paving block* geopolimer dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

A = berat basah (gram)

B = berat kering (gram)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a). Analisa Pasir

- Hasil Kadar Air Pasir

Tabel 2.
Hasil Kadar Air Pasir

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Berat Pasir SSD (W2)	263.00	Gr
2.	Berat Pasir Oven (W1)	256.40	Gr
Kadar Air Pasir = (W2-W1)/W1 x 100%		2.574	%

- Hasil Kadar Organik Pasir

Tabel 3.
Hasil Kadar Organik Pasir

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Volume sampel	130	Gr
2.	Volume + Larutan pengekstrak NaOH 3%	200	Gr
Lebih Muda (negatif), organik rendah sehingga tidak membahayakan			

- Hasil Kadar Lumpur Pasir

Tabel 4.
Hasil Kadar Lumpur Pasir

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Berat Pasir kering (W1)	500.00	Gr

2.	Berat Pasir kering setelah dicuci (W2)	490.73	Gr
Kadar Lumpur = $(W1-W2)/W1 \times 100\%$		1.85	%

Analisa Abu Batu

- Hasil Kadar Air Abu Batu**

Tabel 5.
Hasil Kadar Air Abu Batu

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Berat Abu batu SSD(W2)	72.83	Gr
2.	Berat Abu batu Oven (W1)	71.91	Gr
Kadar Air Abu batu = $(W2-W1)/W1 \times 100\%$		1.279	%

- Hasil Kadar Organik Abu Batu**

Tabel 6.
Hasil Kadar Organik Abu Batu

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Volume sampel	130	Gr
2.	Volume + Larutan pengekstrak NaOH 3%	200	Gr
Lebih Muda (negatif), organik rendah sehingga tidak membahayakan			

- Hasil Kadar Lumpur Abu Batu**

Tabel 7.
Hasil Kadar Lumpur Abu Batu

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Berat Pasir kering (W1)	500.00	Gr
2.	Berat Pasir kering setelah dicuci (W2)	441.06	Gr
Kadar Lumpur = $(W1-W2)/W1 \times 100\%$		11.79	%

c). Analisa Fly Ash

- Hasil Kadar Air Fly Ash**

Tabel 8.
Hasil Kadar Air Fly Ash

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Berat Fly ash SSD (W2)	37.31	Gr
2.	Berat Fly ash Oven (W1)	37.00	Gr
Kadar Air Fly ash = $(W2-W1)/W1 \times 100\%$		0.838	%

- Hasil Kadar Organik Fly Ash**

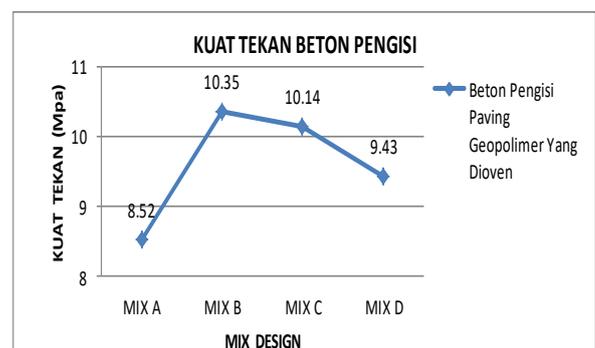
Tabel 9.
Hasil Kadar Organik Fly Ash

No	Percobaan	Jumlah	Unit
1.	Volume sampel	130	Gr
2.	Volume + Larutan pengekstrak NaOH 3%	200	Gr
Lebih Muda (negatif), organik rendah sehingga tidak membahayakan			

d) Data dan Analisa Beton Pengisi Paving Block Geopolimer

- Tes Kuat Tekan**

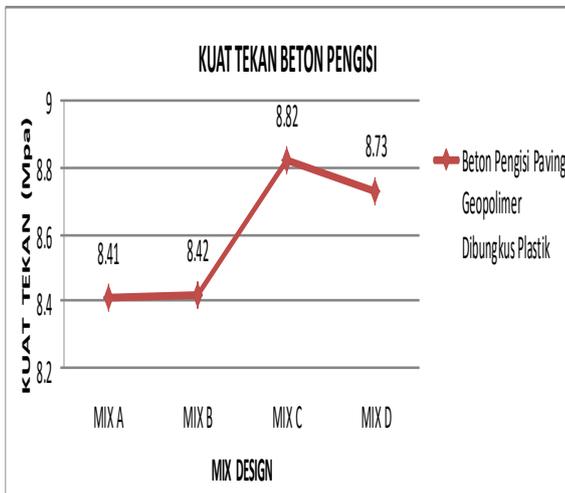
Dalam penelitian ini tes kuat tekan dilakukan 2 tahap pengetesan. Pertama pengetesan terhadap 3 benda uji yang di oven selama 6 jam pada suhu 80°C yang berukuran 5cm x 5cm x 5cm pada umur 21 hari dan kedua pengetesan terhadap 3 benda uji yang dibungkus didalam plastik selama 3 hari yang berukuran 5cm x 5cm x 5cm pada umur 21 hari. Dapat dilihat Gambar 1, menjelaskan bahwa nilai kuat tekan mix design B lebih baik menghasilkan kuat tekan 10,35 Mpa, sehingga semakin banyak penambahan abu batu semakin menurun kuat tekan. Kemudian dilanjutkan kepengetesan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 2, dapat dijelaskan bahwa mix design C lebih tinggi dengan nilai kuat tekan yaitu 8,42 Mpa maka dapat disimpulkan semakin banyak abu batu semakin tinggi tapi semakin berkurang pasir pada mix design juga semakin berkurang nilai kuat tekan



Gambar 1. Grafik kuat tekan beton pengisi paving block geopolimer yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan sampai umur 21 hari

Tabel 10.
Hasil Rata-Rata Kuat Tekan Beton Pengisi *Paving Block* Geopolimer Yang Dibungkus Plastik Selama 3 Hari Lalu Dibiarkan Sampai Umur 21 Hari

No	Keterangan	Dimensi			Luas bidang (cm ²)	Berat/Volume Gr	Beban hancur Kgf	Kuat Tekan Kgf/cm ²	Kuat Tekan Mpa	Umur Beton
		P cm	L cm	T cm						
1	MIX A	5	5	5	25	246.42	2145.33	85.81	8.41	21 hari
2	MIX B	5	5	5	25	258.26	2147	85.88	8.42	
3	MIX C	5	5	5	25	251.96	2250.33	90.01	8.82	
4	MIX D	5	5	5	25	252.77	2226.33	89.05	8.73	



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Pengisi *Paving Block* Geopolimer Yang Dibungkus Plastik Selama 3 Hari Lalu Dibiarkan Sampai Umur 21 Hari

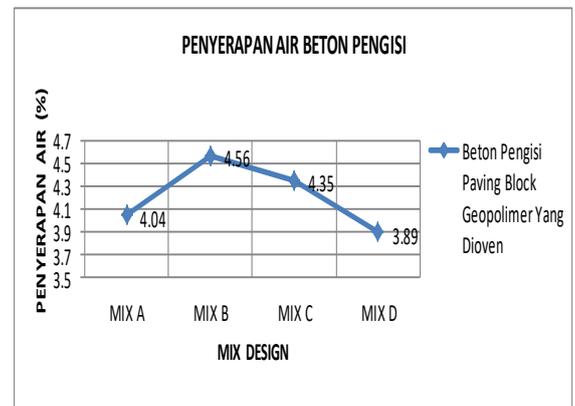
• **Tes Penyerapan Air**

Dalam penelitian ini tes penyerapan air dilakukan dengan 2 tahap terhadap 3 benda uji beton pengisi *paving block* geopolimer pada umur 21 hari. Dari Tabel 12 dan Gambar 3 menjelaskan bahwa penyerapan air rata-rata 4.21%, sehingga beton pengisi *paving block* geopolimer yang dioven selama 80°C masuk dalam mutu B sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Pada Tabel 13 dan Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa penyerapan air pada umur 21 hari rata-rata 7,51%, sehingga beton pengisi *paving block* geopolimer yang dibungkus plastik selama 3 hari masuk kategori mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996 karena melebihi nilai penyerapan air mutu B dari batas 6% mengenai uji resapan air *paving block*. Maka beton pengisi

paving block geopolimer yang dioven selama 80°C lebih baik dibandingkan beton pengisi *paving block* geopolimer yang dibungkus plastik selama 3 hari.

Tabel 11
Hasil Uji Penyerapan Air Beton Pengisi *Paving Block* Geopolimer Yang Dioven Selama 6 Jam Pada Suhu 80°C Lalu Dibiarkan Sampai Umur 21 Hari

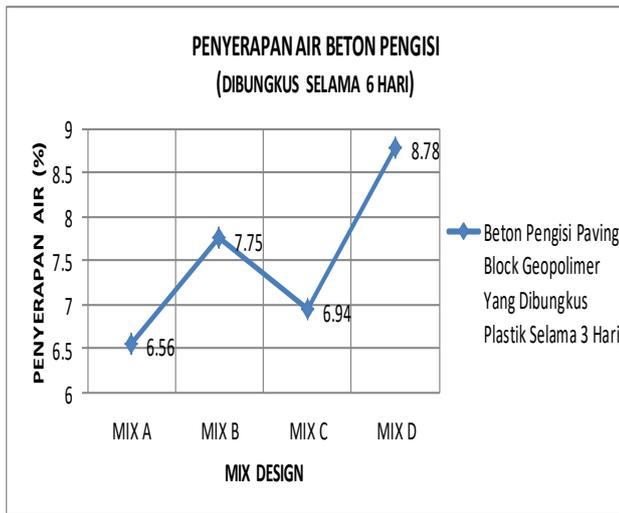
No	Percobaan	Berat Paving Basah (A)	Berat Paving Kering (B)	Penyerapan air (%)
		Gr	Gr	
1	MIX A	251.62	241.74	4.04
2	MIX B	256.64	245.44	4.56
3	MIX C	252.36	241.84	4.35
4	MIX D	258.9	249.2	3.89
Rata-rata				4.21



Gambar 3. Grafik penyerapan air beton pengisi *paving block* geopolimer yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan sampai umur 21 hari

Tabel 13
Hasil Uji Penyerapan Air Beton Pengisi *Paving Block* Geopolimer Yang Dibungkus Plastik Selama 3 Hari Lalu Dibiarkan Sampai Umur 21 Hari

No	Percobaan	Berat Paving Basah (A)	Berat Paving Kering (B)	Penyerapan air Rata-rata (%)
		Gr	Gr	
1	MIX A	248.61	233.31	6.56
2	MIX B	261.25	242.46	7.75
3	MIX C	254.18	237.83	6.94
4	MIX D	261.78	240.63	8.78
Rata-rata				7.51



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Penyerapan Air Beton Pengisi Paving Block Geopolimer Yang Dibungkus Plastik Selama 3 Hari Lalu Dibiarkan Sampai Umur 21 Hari

Tabel 15
Kesesuaian Hasil Pengujian Terhadap Sni 03-0691-1996

Perawatan	Kode	Kuat Tekan	Penyerapan Air	Klasifikasi
	Benda Uji	(Mpa)	(%)	Mutu
Dioven selama 3 jam dalam suhu 80°C	Mix A	8.52	4.04	IV
	Mix B	10.35	4.56	IV
	Mix C	10.14	4.35	IV
	Mix D	9.43	3.89	IV
Dibungkus plastik selama 6 hari	Mix A	8.41	6.56	IV
	Mix B	8.42	7.75	IV
	Mix C	8.82	6.94	IV
	Mix D	8.73	8.78	IV

e). **Kesesuaian Beton Paving Block Geopolimer Terhadap SNI 03-0691-1996 Tentang Paving Block**
 Berdasarkan SNI 03-0691-1996 mengenai paving block bahwa untuk mengetahui klasifikasi mutu paving block akan dijelaskan pada Tabel 14. Pada Tabel 15 dapat dijelaskan bahwa mix design masuk kategori Mutu D, maka dapat disimpulkan bahwa beton pengisi paving block geopolimer ini memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996.

Tabel 14
Syarat Fisis Berdasarkan Sni 03-0691-1996

Klasifikasi Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Penyerapan Air (maks)
	Rata-rata	Min	%
A	35	34.30	3
B	17	16.66	6
C	13	12.25	8
D	9.8	8.33	10

IV. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dicapai pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Beton pengisi paving block geopolimer yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan dalam suhu kamar menghasilkan kuat tekan rata-rata 9,61 Mpa lebih besar daripada beton pengisi paving block geopolimer yang dibungkus plastik selama 3 hari lalu dibiarkan dalam suhu kamar dengan kuat tekan yaitu 8,60 Mpa.
2. Semakin tinggi variasi abu batu (0%, 20%, 50%, 100%) dalam campuran beton pengisi paving block geopolimer yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan dalam suhu kamar, maka nilai kuat tekan mengalami penurunan. Sedangkan variasi abu batu pada beton pengisi paving block geopolimer yang dibungkus plastik selama 3 hari lalu dibiarkan dalam suhu kamar nilai kuat tekan ada kecenderungan peningkatan kecuali pada penambahan abu batu 100% terhadap berat volume pasir mengalami penurunan dikarenakan resapan air pada abu batu tinggi yaitu 8,78% sedangkan resapan air pada pasir cenderung lebih kecil yaitu 6,56% .
3. Nilai kuat tekan tertinggi pada beton pengisi paving block geopolimer yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan dalam suhu kamar berumur 21 hari sebesar 10,35 pada variasi abu batu 20% . Sedangkan pada variasi abu batu 50%

beton pengisi *paving block* geopolimer yang dibungkus plastik selama 3 hari lalu dibiarkan dalam suhu kamar diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada umur 21 hari yaitu 8,82 Mpa.

4. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*, pada beton pengisi *paving block* geopolimer dengan perawatan yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan dalam suhu kamar memiliki kuat tekan rata-rata 9,61 Mpa sehingga dikategorikan sebagai *paving block* mutu D dan pada beton pengisi *paving block* geopolimer dengan perawatan yang dibungkus plastik selama 3 hari lalu dibiarkan dalam suhu kamar memiliki kuat tekan rata-rata 8,60 Mpa masuk kedalam kategori *paving block* mutu D.
5. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*, Berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*, pada beton pengisi *paving block* geopolimer dengan perawatan yang dioven selama 6 jam pada suhu 80°C lalu dibiarkan dalam suhu kamar memiliki nilai penyerapan air rata-rata 4,21% sehingga dikategorikan sebagai *paving block* mutu B dan pada beton pengisi *paving block* geopolimer dengan perawatan yang dibungkus plastik selama 6 hari lalu dibiarkan dalam suhu kamar memiliki penyerapan air rata-rata 7,51% masuk kedalam kategori *paving block* mutu C.

4.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) dan pengujian X-Ray Diffraction (XRD) untuk membuktikan secara ilmiah peningkatan kuat tekan pada Abu batu dan Fly ash.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode perawatan yang lebih tepat agar hasil kuat tekan dan penyerapan air yang dihasilkan lebih baik dan bisa memenuhi standar yang telah ditentukan

REFERENSI

- Adibroto, Fauna, 2014. *Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Paving Block*, Politeknik Negeri Padang.
- Anonim, 1989. "Pengujian Bata Beton Untuk Lantai (SNI-03-0691-1989)", Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Davidovits, J (1994), "Geopolymers, Man-Made Rock Geosynthesis and The Resulting Development of Very Early High Strength Cement", *Journal of Material Education*.
- Ekaputri, Januarti Jaya (2013), *Sodium Sebagai Aktivator Fly ash, Trass Dan Lumpur Sidoarjo Dalam Beton Geopolimer*, Insitut Teknologi Sepuluh November.
- Hardjito, D., Rangan, B.V. (2004), "Development and Properties of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete", *Research report GCI, Faculty of Engineering, Curtin University of Technology, Perth, Australia*.
- Musbar, Herry, M., Faisal, R. (2010), "Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Campuran Beton Agropolymer", *Laporan Penelitian Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- Musbar, ST. 2005. *Job Sheet Pengujian Bahan II. Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
- McCaffey, R. (2002), "Climate Change and The Cement Industry (Environmental Special Issue)", *Global Cement and lime Magazine*.
- Nugroho, Dimas, S., Triwulan, Ekaputri, J. (2015). "Penggunaan Limbah Hasil Pembakaran Batubara dan Cugar Cane Bagasse Ash (SCBA) pada Paving Geopolimer dengan Proses Steam Curing". Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Solfian, Mochamad. (2010), *Pengaruh Serat Kenaf (Hibiscus Cannabinus) Terhadap Kuat Lentur dan Kuat Geser Paving Block*, Universitas Islam Indonesia.
- Sutarno. (2007), "Pemanfaatan Abu Batu Limbah Stone Crusher untuk Bahan Paving Block". *Wahana Teknik Sipil*.
- Wijaya, Yulia, P. (2014), "Paving Geopolimer Dari Coal ash Limbah Pabrik", *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah*, Surabaya.
- Widodo, Slamet, Santosa, Agus, dan Prpto. (2003), "Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi dalam Produksi Self Compacting Concrete". Universitas Negeri Yogyakarta.