

BATA BETON (PAVING BLOCK) GEOPOLIMER DENGAN VARIASI KONSENTRASI SERAT SABUT KELAPA

Anni Susilowati, Krisno Arif Simanullang dan Lauditta Aprilia¹

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok 16425

Telepon/Fax : (021)7270053, (021)7270036 Ext.218

Email: ¹hippie.queen2@gmail.com

ABSTRACT

Paving blocks geopolymer concrete is a product of the research material mixture of coarse aggregate (gravel), fine aggregate (sand), fly ash, Na₂SiO₃ and NaOH. One of the problems is the use of paving blocks or cracks caused by tensile stress and urge that occurs, due to the traffic load exceeds his ability. By adding variety to the mix of coco fiber paving block, is expected to improve on the mechanical properties of the mixture is as strong compressive strength and bending. The aim of this study was to analyze the physical and mechanical properties of geopolymer paving block with coco fiber variations and to obtain optimum levels of coco fiber of compressive strength and flexural strength geopolymer paving block. The method used in this study is the experimental method is to make the test specimens in the form of paving blocks are added coconut coir fiber with a variation of 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6% of the weight of the fly ash. With the addition of coconut fiber can decrease the compressive strength of the paving blocks on a variation of 0.2%, down by 7.2% of the variation of 0%. As for the increased variety of coco fiber can improve the flexural strength of paving blocks geopolymer on the variation of 0.2% increased by 37.55% of the variation of 0%. The optimum fiber content on bending strength can not be determined because of the test results obtained value of any variation of coconut fiber is still rising.

Keywords: paving block, geopolymer, Coconut Coir Fiber, Compressive Strength, Strong Flexible, Fibre Optimum levels.

ABSTRAK

Paving block geopolimer merupakan produk dari beton yang merupakan material hasil riset campuran dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), fly ash, Na₂SiO₃ dan NaOH. Salah satu permasalahan penggunaan paving block adalah terjadinya pecah atau retak yang disebabkan oleh tegangan tarik dan desak yang terjadi, akibat beban lalu lintas melebihi kemampuannya. Dengan menambahkan variasi serat sabut kelapa pada campuran paving block, diharapkan akan meningkatkan terhadap sifat-sifat mekanik campuran tersebut seperti kuat tekan dan kuat lenturnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa sifat fisik dan mekanik paving block geopolimer dengan variasi serat sabut kelapa serta untuk mendapatkan kadar optimum serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur paving block geopolimer. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu dengan membuat benda uji berupa paving block yang ditambahkan serat sabut kelapa dengan variasi 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6% dari berat fly ash. Dengan penambahan serat sabut kelapa dapat menurunkan kuat tekan pada paving block pada variasi 0,2% turun sebesar 7,2% dari variasi 0%. Sedangkan untuk penambahan variasi serat sabut kelapa dapat meningkatkan kuat lentur pada paving block geopolimer pada variasi 0,2% naik sebesar 37,55% dari variasi 0%. Kadar serat optimum terhadap kuat lentur belum dapat ditentukan karena dari hasil pengujian yang didapat nilai dari setiap variasi serat sabut kelapa masih terus naik.

Kata Kunci: paving block, geopolimer, Serat Sabut Kelapa, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Kadar Serat Optimum.

PENDAHULUAN

Pada saat sekarang ini bahan bangunan banyak yang terbuat dari unsur-unsur semen. Sebagai contoh *paving block*, batako, asbes semen dan lain sebagainya. Bahan bangunan yang terbuat dari unsur semen dapat dijumpai di banyak tempat

dan hampir semua elemen bangunan disekitar lingkungan kita. Semen yang kita jumpai saat ini merupakan salah satu faktor pemicu pemanasan global (Hardjito, 2002). Karena dalam proses produksi semen terjadi pelepasan karbon dioksida (CO₂) yang sangat banyak ke atmosfer yang menghasilkan emisi gas

rumah kaca yang dapat merusak lingkungan. Untuk mengatasi efek buruk tersebut maka perlu dicari material lain sebagai bahan pengganti semen.

Bata Beton (*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* (Laksmi, 2010).

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 / 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). Untuk meningkatkan kekuatan dan kualitasnya dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah. Bahan tambah yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa serat. Serat yang dipilih adalah serat sabut kelapa.

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 direpihkan 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.

Penggunaan pada area tertentu (khusus) menuntut pengguna *paving block* dengan mutu lebih baik dari pada penggunaan pada pedestrian atau trotoar. Untuk dapat berfungsi dengan baik, dibutuhkan *paving block* yang mempunyai nilai kuat tekan, nilai kuat lentur, ketahanan aus dan ketahanan kejut yang tinggi. Untuk hal tersebut, maka dilakukan berbagai upaya untuk mendapatkan variasi dan jenis campuran bahan tambahan dalam pembuatan *paving block* agar mempunyai mutu, khususnya kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi. Salah satu caranya yaitu dengan melakukan penambahan berupa serat pada campuran *paving block*. Berbagai macam serat yang dapat digunakan pada campuran *paving block* berserat antara lain adalah : serat baja (*steel fiber*), serat polypropylene (*polypropylene fiber*) sejenis plastik mutu tinggi, serat kaca (*glass fiber*), serat karbon (*carbon fiber*), serta serat dari bahan alami (*natural fiber*), seperti ijuk, rambut, serat goni, dan serat serabut kelapa.

Serat serabut kelapa mempunyai sekam berserat pada bagian luarnya. Serat kelapa yang sering disebut sabut, dapat diambil dengan hanya merendam sekam dalam air atau sebagai alternatif lain diproses dengan mekanik. Serat yang pendek ini (hanya beberapa inci saja) digunakan untuk pembuatan tali selama berabad-abad. Sabut mempunyai modulus elastisitas rendah dan juga sensitif terhadap perubahan kelembaman

(Balaguru dan Shah, 1992). Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain.

METODE PENELITIAN

Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan kami gunakan terlebih dahulu diperiksa keakuratannya sesuai standar yang ditetapkan. Ini dimaksudkan agar hasil penelitian pun sebgus yang diharapkan dan sesuai dengan spesifikasi yang ada. Adapun variasi benda uji yang diuji seperti pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Komposisi Campuran *Paving Block* Geopolimer

No	<i>Fly Ash</i>	Ag. Kasar	Ag. Halus	NaOH	Na ₂ SiO ₃ / NaOH	Aktivator/ FA	Serat Serabut Kelapa
1	1	0,6	0,4	11 M	2	0,67	0%
2	1	0,6	0,4	11 M	2	0,67	0,2%
3	1	0,6	0,4	11 M	2	0,67	0,4%
4	1	0,6	0,4	11 M	2	0,67	0,6%

Pengujian Bahan

Pada agregat kasar dan agregat halus, pengujian yang dilakukan meliputi berat jenis dan penyerapan air, berat isi, analisa ayak dan kadar air.

Pembuatan Benda Uji

Langkah pertama yang dilakukan untuk membuat benda uji yaitu merendam NaOH yang berbentuk kristal ke dalam air selama 24 jam; kemudian campurkan NaOH yang sudah berupa larutan dengan Na₂SiO₃ dan aduk hingga tercampur merata; campurkan dengan fly ash, pasir, dan kerikil hingga campurannya homogen; setelah campurannya sudah homogen barulah masukkan serat serabut kelapa dan disebarakan secara merata, lalu aduk kembali; adonan dituang ke dalam cetakan dan dipadatkan kemudian didiamkan selama satu hari. Setelah satu hari, benda uji dibuka cetaknya dan dicuring. Hasil pengujian bahan dan

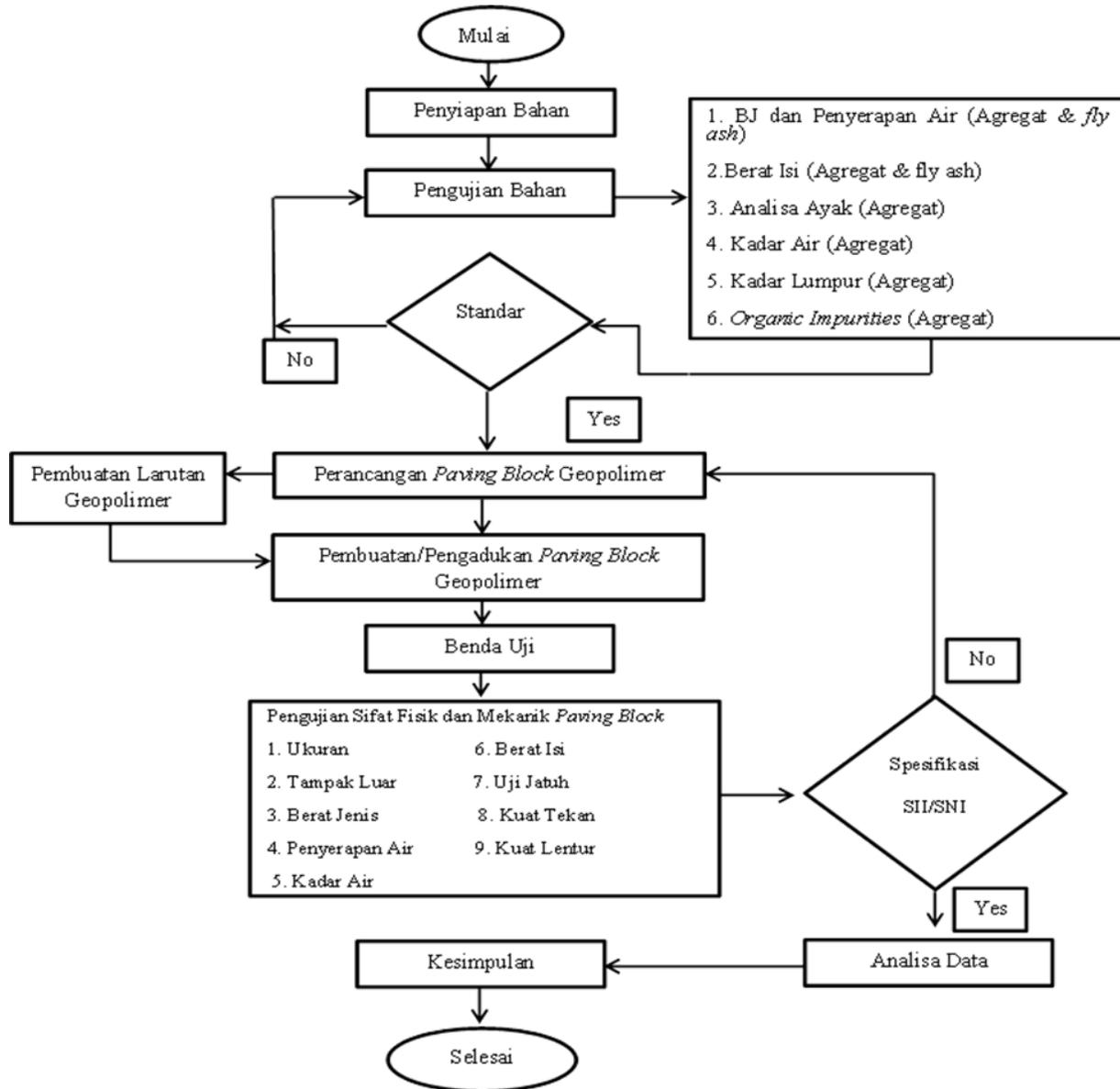
pembuatan benda uji dilakukan dan diharapkan mendapatkan hasil sesuai standar SNI.

Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Kuat tekan yang diharapkan ialah kuat tekan dengan nilai minimal 10 MPa.

Cara Penelitian

Penelitian dilakukan dengan empat tahap yaitu meliputi pengujian bahan baku, membuat rancang campuran *paving block* geopolimer, pembuatan benda uji, dan analisis hasil pengujian. Tahapan penelitian dapat dilihat dalam gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Lentur

Hasil perhitungan kuat lentur *paving block* geopolimer berdasarkan data pada Tabel 3.1

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 P \text{ (beban) maksimum} &= 8000 \text{ N} \\
 L \text{ (jarak tumpuan)} &= 150 \text{ mm} \\
 b \text{ (lebar benda uji)} &= 103 \text{ mm} \\
 h \text{ (tinggi benda uji)} &= 82 \text{ mm} \\
 \text{Kuat lentur} &= \frac{3 P L}{2 b h^2} \\
 &= \frac{3 \times 8000 \times 150}{2 \times 103 \times 82^2} \\
 &= 1,262 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur *Paving Block*

Variasi Serat Sabut Kelapa (%)	Kuat Lentur (Mpa)	Kuat Lentur Rata-rata (Mpa)
	1,262	
0	1,281	1,207
	1,078	
	1,884	
0,2	1,992	1,932
	1,921	
	2,296	
0,4	2,145	2,285
	2,412	
	2,561	
0,6	2,721	2,800
	3,116	

Dari hasil pengujian dapat dianalisa bahwa semakin banyak jumlah komposisi serat yang dipakai, maka semakin tinggi juga kuat lentur *paving block*. Dengan menambah persentase serat kedalam campuran *paving block* dapat menambah kuat geser dan kuat lentur (Sofian, 2010). Hal ini terbukti dari hasil pengujian yang diperoleh nilai rata-rata kuat lentur tertinggi terdapat pada penambahan serat

0,6 % dengan kuat lentur yang di dapat sebesar 2.79 MPa. Tetapi tidak memenuhi persyaratan DIN 18.500 dengan ketentuan kuat lentur minimal rata-rata 5 Mpa dan tidak kurang dari 4 Mpa untuk kuat lentur individu.

Kuat Tekan

Hasil perhitungan kuat tekan *paving block* geopolimer berdasarkan data pada Tabel 5.26, Tabel 5.27, dan Tabel 5.28.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 p \text{ (panjang benda uji)} &= 201 \text{ mm} \\
 b \text{ (lebar benda uji)} &= 102 \text{ mm} \\
 A \text{ (luas permukaan benda uji)} &= p \times b = 201 \times 102 \\
 &= 20502 \text{ mm}^2 \\
 P \text{ (beban) maksimum} &= 374000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tekan} &= \frac{P}{A} = \frac{374000}{20502} = 18,242 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* umur 7 hari

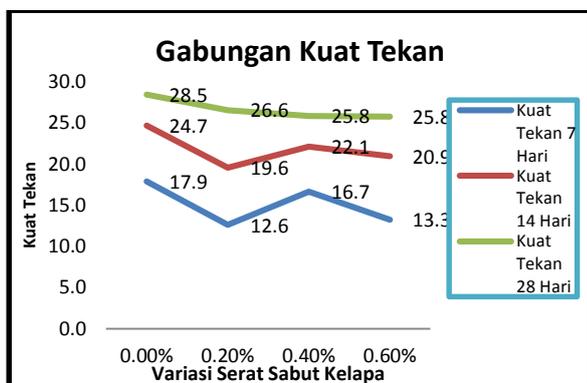
Variasi Serat Sabut Kelapa (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
	18,242	
0,00	16,876	17,9
	18,632	
	13,121	
0,20	12,473	12,6
	12,243	
	17,278	
0,40	16,065	16,7
	16,695	
	12,473	
0,60	14,438	13,3
	12,881	

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* umur 14 hari

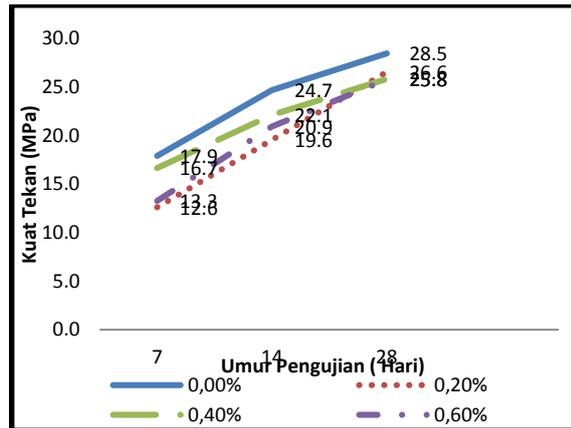
Variasi Serat Sabut Kelapa (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
0,00	23,503	24,7
	29,753	
	20,870	
0,20	18,069	19,6
	18,564	
	22,068	
0,40	22,338	22,1
	24,409	
	19,656	
0,60	20,245	20,9
	23,137	
	19,466	

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* umur 28 hari

Variasi Serat Sabut Kelapa (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
0,00	30,389	28,5
	25,723	
	29,311	
0,20	28,109	26,6
	26,846	
	24,752	
0,40	25,723	25,8
	26,694	
	25,122	
0,60	26,107	25,8
	25,368	
	25,910	



Gambar 2. Gabungan Kuat Tekan *Paving Block* Geopolimer



Gambar 3. Gabungan Umur Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Geopolimer

Analisis :

Dari hasil uji kuat tekan *paving block* geopolimer didapat nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 28,5 Mpa yaitu dari variasi serat sabut kelapa 0 % pada hari ke- 28, dan nilai kuat terendah yaitu sebesar 12,61 Mpa yaitu dari variasi 0,2 % pada hari ke -7. Untuk *paving block* dengan variasi serat sabut kelapa 0 %, 0,2 %,0,4 % dan 0,6 % untuk 14 hari dan 28 hari memenuhi persyaratan *paving block* mutu B (SNI 03-0691-1996) dengan ketentuan kuat tekan rata-rata sebesar 20 Mpa. Untuk *paving block* dengan variasi serat sabut kelapa 0 %, 0,2 %, 0,4 % dan 0,6 % untuk 7 hari memenuhi persyaratan *paving block* mutu C dengan ketentuan kuat tekan rata-rata sebesar 15 Mpa. Dari grafik gabungan umur pengujian kuat tekan *Paving Block* didapat kuat tekan dari hari ke-7 sampai hari ke-28 naik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai *paving block* geopolimer dengan variasi serat sabut kelapa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Ukuran dan toleransi *paving block* untuk semua variasi sabut kelapa memenuhi persyaratan British Standar 6717-1 1993.
- 2) Penyerapan air untuk semua variasi serat sabut kelapa memenuhi persyaratan SNI-03-0691-1996, yaitu

- dengan nilai penyerapan air rata-rata maksimum yang didapat 2,59 % < 3 % (syarat *paving block* mutu A).
- 3) Kadar air, berat jenis, dan berat isi *paving block* geopolimer masing-masing berkisar antara 2,728% sampai dengan 8,317%; 2,164 sampai dengan 2,658; 2,168 gr/cm³ sampai dengan 2,136 gr/cm³.
 - 4) Kuat tekan tertinggi *paving block* geopolimer dihasilkan dari *paving block* variasi 0%, penambahan serat sabut kelapa pada *paving block* geopolimer mempunyai kecenderungan menurunkan kuat tekan.
 - 5) Kuat lentur tertinggi *paving block* geopolimer dihasilkan oleh variasi 0,6%. Penambahan serat sabut kelapa pada *paving block* geopolimer mempunyai kecenderungan menaikkan kuat lentur *paving block*.
 - 6) Kadar serat optimum
Dilihat dari kuat lenturnya didapatkan kadar serat optimum 0,6% tetapi kondisi ini memungkinkan kuat lentur masih naik. Dilihat dari kuat tekannya tidak dapat ditentukan kadar serat optimum karena nilai kuat tekan *paving block* geopolimer tertinggi pada variasi 0% berdasarkan variasi yang dibuat kadar serat optimum yang didapatkan 0,2% dilihat dari kuat tekan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu penelitian tugas akhir ini terutama kepada penyandang dana penelitian Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan berupa dana untuk membantu kelancaran penelitian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adibroto, Fauna, 2014, Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan *Paving Block*, Politeknik Negeri Padang.
- [2] Ariatama, Ananta, 2007, Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat, Tesis, Teknik Universitas Diponegoro.
- [3] BS 6717-1, 1993, *Precast Concrete Paving Block Part I: Specification for Paving Block British Standard*.
- [4] Fitriani, Dian, 2010, Pengaruh Modulus Alkali Dan Kadar Aktivator Terhadap Kuat Tekan *Fly Ash-Based Geopolymer Mortar*, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta.
- [5] Hardjito, Djwantoro. 2005, *Studies of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete, Ph.D. Curtin University of Technology, Dept. of Civil Engineering*.
- [6] Januarti, Jaya., Resti dan Triwulan, 2013, Pasta Ringan Geopolimer Berbahan Dasar Lumpur Bakar Sidoarjo dan *Fly Ash* Perbandingan 3:1 Dengan Tambahan *Aluminium Powder* Dan Serat Alam, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7] Januarti, Jaya dan Triwulan, 2013, Sodium Sebagai Aktivator *Fly Ash*, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8] Mahmud, Joni dan Nurzal, 2013, Pengaruh Komposisi *Fly Ash* Terhadap Daya Serap Air Pada Pembuatan *Paving Block*, Institut Teknologi Padang.
- [9] Perdana, Giwangkara, 2012, Studi Sifat Mekanik *Paving Block* Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton Dan Bahan Tambahan Serat Ijuk, Universitas Indonesia.
- [10] Resmi, Sito, 2008, Kajian Tentang Aplikasi Serat Sintetis Dan Serat

Alami Untuk Campuran Beton,
Universitas Katolik Soegijapranata,
Semarang.

- [11] SNI 03 0691:1996, Bata Beton:
Jakarta: Badan Standarisasi
Nasional.
- [12] Sebayang, Surya, 2010, Pengaruh
Kadar Abu Terbang Sebagai
Pengganti Sejumlah Semen Pada
Beton Alir Mutu Tinggi, Universitas
Lampung.
- [13] Setiadji, Rudi, 2011, Sifat Mekanik
Beton Geopolimer Dengan Agregat
Tailing, Tesis, Universitas Gadjah
Mada.
- [14] Sofian, Mochamad, 2010, Pengaruh
Serat Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*)
Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat
Geser Paving Block , Universitas
Islam Indonesia.
- [15] Susandra, Dodi, 2014, Studi
Pemanfaatan Serbuk Kayu Sebagai
Bahan Baku Pembuatan Paving
Block, Universitas Muhammadiyah
Sumatera Barat.
- [16] Talanipa, Romy., Nini, dan
Zulkifly, 2013, Pengaruh
Penambahan Serat Sabut Kelapa
Terhadap Kuat Tekan Beton Pada
Beton Normal, Universitas
Haluoleo, Kendari.
- [17] Wallah and Rangan, 2006, Low
Calcium Fly Ash-Based
Geopolymer Concrete: Long-Term
Properties, Curtin University of
Technology, Perth, Australia.