

PEMANFAATAN PASIR/KERIKIL SISA PENAMBANGAN BATU KAPUR PADA CAMPURAN PAVING BLOCK

THE UTILIZATION OF LIMESTONE WASTE SAND/GRAVEL IN CONCRETE BLOCK PAVING MIXTURE

Etri Suhelmidawati ^{1a*}, Zulfira Mirani ^{2a}, Fauna Adibroto ^{3a}, Syofiardi ^{4a}

^a Politeknik Negeri Padang Teknik Sipil, Kampus Limau Manis Padang 2516, Indonesia
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: etri.sarins@gmail.com raninawaf@gmail.com; fauna_adibroto@yahoo.com
syofiardi@pnp@gmail.com

ABSTRACT

The utilization of limestone mining waste sand and gravel in paving block mixture is one of innovation in the utilization of waste material. This research is expected to be one of the solutions in utilizing waste material that has economic value and is in accordance with paving block standards. In the making of paving block samples by using literature studies, material preparation, testing of material properties, planning concrete mixtures, compressive strength test, and analyzing the obtained data. The standard used is based on SNI 03 – 0691 – 1996. The purpose of making paving blocks with sand and silica gravel from limestone mining is to create an innovative product that can be mass production and has economic selling value. This research can be done by the community as a form of small scale business, which also can increase the income of the community. The method used in this research is an experimental method, which was conducted in the concrete laboratory of Padang State Polytechnic, by going through a series of material tests for each coarse and fine aggregate, both silica sand and silica gravel, as well as natural sand and natural gravel. Based on the test results of the compressive strength test, at the age of 21 days, the highest compressive strength was obtained at 15.134 MPa.

Keywords: limestone mining waste, silica sand, paving block, compressive strength

I. PENDAHULUAN

Bata beton (*paving block*) adalah suatu material bangunan berupa beton pracetak yang komposisinya terdiri dari campuran pasir, kerikil dan bahan pengisi lainnya dengan semen sebagai bahan perekatnya. Semen yang digunakan adalah semen PCC produksi PT. Semen Padang. Bahan yang digunakan untuk pengurangan pemakaian bahan agregat (pasir dan kerikil) atau sebagai bahan pengisi dalam proses pembuatan *paving block*, adalah pasir silika dan kerikil silika.

Penggunaan *paving block* saat ini terus meningkat untuk diaplikasikan pada jalan setapak, trotoar, halaman atau pelataran parkir, dan jalan kompleks perumahan. *Paving block* mempunyai keunggulan yaitu mudah dalam pemasangannya karena tidak membutuhkan keahlian khusus dan juga tidak memerlukan alat berat dalam proses pemasangannya. Selain itu, pemeliharaan material ini cukup mudah dan ekonomis karena dapat dipasang kembali setelah dibongkar jika terdapat kerusakan [1]. Kebutuhan pasir dan kerikil yang

tinggi untuk pembangunan, menyebabkan harganya juga cukup tinggi.

Masalah yang cukup sering ditemui di lapangan antara lain adalah sering ditemui mutu kuat tekan dari paving block yang rendah, karena penggunaan material yang kurang bermutu atau tidak sesuai dengan standar pengujian material [6]. Oleh sebab itu, pada penelitian ini ditekankan pada pencapaian mutu kuat tekan yang sesuai dengan standar SNI, melalui serangkaian pengujian material yang sesuai standar, dengan memanfaatkan limbah hasil penambangan Bukit Kapur.

Pasir silika yang digunakan adalah pasir bukit karang berupa material sisa dari produksi batu kapur untuk bahan baku pabrik semen. Bahan baku tersebut berasal dari hasil penambangan Bukit Kapur di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang. Pasir silika ini terbuang dan hanyut ke aliran sungai. Pasir ini tidak digunakan untuk bahan baku semen, karena kandungan kapurnya sedikit sekali. Pasir silika bertekstur agak kasar dan berwarna

kecoklatan dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan.

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah mengupayakan penggunaan pasir silika dan kerikil silika sisa penambangan batu kapur bahan baku pabrik semen untuk campuran pembuatan *paving block* melalui penelitian kinerja laboratorium yang dihasilkan dari campuran tersebut, dan mendapatkan komposisi campuran paving block yang paling optimal dan sesuai standar mutu nasional.

Pada Tabel 1 [2] ditampilkan sifat-sifat fisik dari paving block. Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO₂ (*silicon dioksida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO₂) [3,4]. Silika biasa diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku.

Tabel 1. Sifat-sifat Fisik Paving Block [2]

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air, rata-rata (%)
	Rata-rata	Minimu	Rata-rata	Maksi mum	
	A	40	35	0,090	
B	20	17,5	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Pasir silika banyak digunakan dalam kegiatan industri yang dalam pemanfaatannya digunakan sesuai dengan karakteristik diantaranya digunakan sebagai produksi pembuatan gelas, pembuatan keramik, penyaring (filter) produksi air bersih, pengecoran beton, *sandblasting* untuk membersihkan kerak karat besi seperti mesin, pipa, plat dan sebagainya [5].

Bahan-bahan yang digunakan untuk *paving block* sama dengan concrete hollow block. *Paving block* terbuat dari bahan beton seperti agregat (batu pecah, pasir) bahan pengikat hidrolis (semen) dan air. Seperti pada pembuatan beton lainnya, persyaratan yang diperlukan untuk agregat, semen dan air yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti tercantum pada Spesifikasi Bahan-bahan beton. Bahkan pembuatan paving block ini juga bisa memanfaatkan abu terbang dari sisa pembakaran batu bara [6].

II. METODE PENELITIAN

A. Proses Pembuatan Paving Block

Paving block dapat diproduksi secara mekanis, semi mekanis, atau dengan cetak tangan. Pada umumnya *paving block* yang diproduksi dengan peralatan mekanis memiliki mutu yang lebih tinggi daripada dengan cara lainnya [7,8].

Bahan-bahan dicampur dalam perbandingan tertentu sesuai dengan peruntukan dan mutu yang direncanakan, kemudian dicetak dan dipadatkan dengan mesin getar, lalu disimpan pada tempat yang terlindung dari panas matahari langsung serta dari hembusan angin yang berlebihan [6,7].

Paving block yang digunakan untuk jalan setapak, pertamanan dan lain-lain yang tidak menerima beban berat dapat menggunakan mutu kelas III, dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen dengan 5 bagian berat pasir, dengan cara konvensional (penekanan ± 20 kg/cm²). Untuk menjaga agar lebih tahan terhadap keausan dapat diberi lapisan kepala setebal 1 cm dengan perbandingan campuran 1 bagian berat semen dengan 3 bagian berat pasir dan faktor air semen yang digunakan berkisar antara 0,3 – 0,4 [6].

Untuk membuat *paving block* berkualitas tinggi, yang akan digunakan terus menerus khususnya di tempat dengan beban berat (misalnya tempat parkir), perbandingan adukan sebaiknya sebagai berikut : 1 bagian semen : 2 bagian pasir : 3 bagian kerikil + air secukupnya [6].

Untuk membuat *paving block* bermutu rendah, dapat digunakan lebih sedikit semen dan lebih banyak pasir sungai yang bersih pada adukan beton, yaitu : 1 bagian semen : 2 bagian pasir : 4 bagian kerikil + air secukupnya, 1 bagian semen : 4 bagian pasir + air secukupnya

Paving block bermutu rendah ini dapat digunakan di dalam rumah, di halaman depan dan belakang rumah, dimana tidak ada beban berat yang menekan lantai.

B. Klasifikasi dan Persyaratan Mutu

Berdasarkan SNI 03 – 0691 – 1996, dapat diketahui [2]:

- a. Klasifikasi
 - Bata beton mutu A digunakan untuk jalan
 - Bata beton mutu B digunakan untuk pelataran parkir
 - Bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki
 - Bata beton mutu D digunakan untuk taman dan penggunaan lain
- b. Persyaratan Mutu
 - Sifat tampak
Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan

cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapikan dengan kekuatan jari tangan.

- Ukuran
Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
- Sifat fisika
- Ketahanan terhadap natrium sulfat
Bata beton apabila diuji dengan cara seperti pada butir.
- Tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1 %.

C. Keuntungan Paving Block

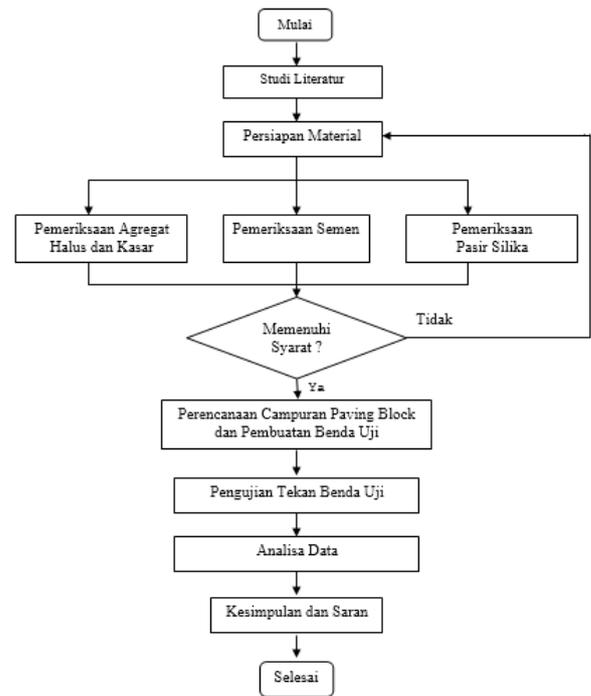
Paving block memiliki beberapa keuntungan : mudah dalam pemasangan dan pemeliharaan yang bersifat insidental, dapat diproduksi baik secara mekanis, semi mekanis, maupun di cetak tangan, tidak mudah rusak oleh kendaraan, memperindah lapisan permukaan, anti slip, ukuran lebih terjamin, konsep pembangunan berwawasan lingkungan, tidak mudah rusak oleh perubahan cuaca (tahan terhadap cuaca) dan lain-lain, daya serap terhadap air hujan cukup baik, sehingga dapat mengurangi genangan air di halaman, karena pemasangan antara satu dengan yang lain tanpa menggunakan perekat/adukan semen.

D. Bahan dan Alat

Pengujian yang berhubungan dengan komponen material penyusun campuran paving block . Material yang digunakan dalam penelitian meliputi :

- a. Agregat
Agregat standar digunakan kerikil batu pecah dari stone crusher produksi Quarry PT. Statika Mitra Sarana yang berlokasi di Sicincin Padang Pariaman serta agregat kasar alami dari sungai Lubuk Alung, sedangkan agregat halus pasir berasal dari Sungai Batang Anai Duku Padang Pariaman.
- b. Semen
Semen yang digunakan merupakan semen PCC produksi PT Semen Padang.
- c. Pasir/Kerikil Silika
Pasir dan kerikil silika merupakan limbah hasil dari penambangan Bukit Kapur di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang.

Kegiatan penelitian ini dilakukan menurut diagram rencana kerja seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Rencana Kerja

E. Rancangan Campuran

Rancangan campuran paving block akan dibuat dalam empat (4) variasi campuran diantaranya dengan substitusi pasir silika dan kerikil silika pada campuran paving block. Variasi dari campuran ini bertujuan mengetahui campuran yang paling baik diantara beberapa campuran paving block.

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan paving block sebelumnya di Laboratorium Bahan, jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, dengan berbagai variasi campuran (1:2:2, 1:2:3, 1:2:4), ternyata hasil uji kuat tekan tertinggi diperoleh dari campuran paving block dengan komposisi 1:2:2, dengan mutu K250. Maka untuk penelitian ini, digunakan hanya komposisi 1:2:2, dengan menggunakan pasir silika dan kerikil silika, sisa penambangan Bukit Kapur, sebagai bahan substitusi, pada campuran paving block.

Dalam pembuatan sampel, paving block akan dicetak dalam ukuran 20 x 10 x 10 cm namun sampel yang akan diuji dalam ukuran 10 x 10 x 10 mm. Oleh karena itu, sebelum paving block diuji harus dipotong 2 terlebih dahulu menggunakan gergaji besi. Pengujian sampel akan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Proses pembuatan paving block sampai pengujian dapat dilihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.



Gambar 2. Proses memasukan material ke mesin cetak paving block



Gambar 6. Proses pengujian kuat tekan



Gambar 3 Paving block selesai dicetak



Gambar 4. Proses curing



Gambar 5. Proses pemotongan sampel

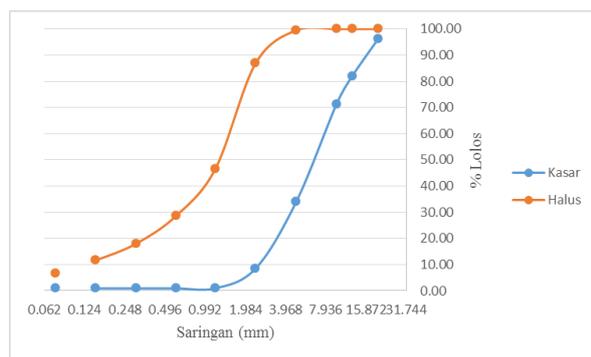


Gambar 7 Paving block setelah diuji tekan

III. PEMBAHASAN DAN HASIL

Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar maupun agregat halus ditampilkan pada Gambar 8. Berdasarkan hasil uji analisa saringan pada gambar terlihat bahwa persentase lolos agregat kasar maupun agregat halus memenuhi persyaratan SNI. Sedangkan hasil dari pengujian bobot isi kerikil dan pasir silika dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Pengujian bobot isi agregat kasar dan halus juga memenuhi standar persyaratan SNI yaitu berada pada rentang 1,6 – 1,8. Nilai yang melebihi rentang ini berarti agregatnya bisa digunakan untuk campuran beton

atau paving block dengan mutu lebih tinggi dari mutu biasa.



Gambar 8 Hasil Uji Analisa saringan

Tabel 2 Bobot Isi Agregat Kasar

Pemeriksaan	Padat Manual	
	Silinder 6 lt (kg)	Silinder 2.7 lt (kg)
Berat silinder (W1)	5.03	2
Berat silinder + agregat (W2)	17.5	7.2
Berat Silinder +air (W3)	11.85	4.745
Bobot isi kerikil (kg/liter)	1.828	1.894
Rata-rata (kg/liter)	1.861	

Tabel 3 Bobot Isi Agregat Halus

Pemeriksaan	Padat Manual	
	Silinder 6 lt (kg)	Silinder 2.7 lt (kg)
Berat silinder (W1)	5.03	2
Berat silinder + agregat (W2)	16.2	6.6
Berat Silinder +air (W3)	11.81	4.745
Bobot isi pasir (kg/liter)	1.647	1.676
Rata-rata (kg/liter)	1.662	

Hasil dari pengujian kadar butir halus lewat saringan no.200 pada kerikil silika dan pasir silika dapat dilihat pada Tabel 4. Sementara hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Hasil dari pengujian kadar butir halus lewat saringan 200, berat jenis dan penyerapan juga memenuhi standar persyaratan SNI. Dimana BJ SSD rata-rata sekitar 2,4 untuk agregat kasar dan 2,98 untuk agregat halus, serta penyerapan air 1,01% (agregat kasar) dan 4,2% (agregat halus).

Tabel 4 Kadar Butir Halus Lewat Saringan No.200

Pemeriksaan	Kerikil (kg)	Pasir (kg)
Berat benda uji awal (W1)	1.840	1.800
Berat benda uji setelah dioven (W2)	1.665	1.690
Berat benda uji tertahan ayakan no.200 setelah dioven (W3)	1.610	1.355
Kadar air (%)	10.511	6.509

Tabel 5 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan	Benda Uji I (kg)	Benda Uji II (kg)	Rata-rata
Berat benda uji kering (Bk)	0.495	0.495	
Berat benda uji jenuh (Wssd)	0.500	0.500	
Berat bejana berisi air (Bt)	0.745	0.745	
Berat bejana + benda uji + air (B)	1.055	1.010	
BJ Semu	2.676	2.152	2.414
BJ SSD	2.632	2.128	2.380
BJ Kering	2.605	2.106	2.356
Penyerapan (%)	1.010	1.010	1.010

Tabel 6 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan	Benda Uji I (kg)	Benda Uji II (kg)	Rata-rata
Berat benda uji kering (Bk)	0.480	0.480	
Berat benda uji jenuh (Wssd)	0.500	0.500	
Berat bejana berisi air (Bt)	0.800	0.815	
Berat bejana + benda uji + air (B)	1.135	1.145	
BJ Semu	3.310	3.200	3.255
BJ SSD	3.030	2.941	2.986
BJ Kering	2.909	2.824	2.866
Penyerapan (%)	4.167	4.167	4.167

Hasil pengujian keausan agregat kasar silika dengan berdasarkan tabel gradasi agregat berikut (Tabel 7), dengan gradasi D yaitu lolos saringan 6,3 dan tertahan saringan 4,75 sebanyak 2500 gram, dan lolos saringan 4,75 dan tertahan saringan 2,36 sebanyak 2500 gram (Gambar 9,10, dan 11).

Tabel 7 Gradasi Agregat untuk Uji Keausan

Ukuran saringan				Gradasi dan berat benda uji (gram)							
Lolos saringan		Tertahan saringan		A	B	C	D	E	F	G	
mm	inci	mm	inci								
75	3,0	63	2 1/2	-	-	-	-	2500±50	-	-	
63	2 1/2	50	2,0	-	-	-	-	2500±50	-	-	
50	2,0	37,5	1 1/2	-	-	-	-	2500±50	5000±50	-	
37,5	1 1/2	25	1	1250±25	-	-	-	-	5000±25	5000±25	
25	1	19	3/4	1250±25	-	-	-	-	-	5000±25	
19	3/4	12,5	1/2	1250±25	2500±10	-	-	-	-	-	
12,5	1/2	9,5	3/8	10	2500±10	-	-	-	-	-	
9,5	3/8	6,3	1/4	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-	
6,3	1/4	4,75	No. 4	-	-	2500±10	2500±10	-	-	-	
4,75	No. 4	2,36	No.8	-	-	-	2500±10	-	-	-	
Total				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±10	10000±10	
Jumlah bola				12	11	8	6	12	12	12	
Berat bola (gram)				5000±25	4584±25	3330±20	2500±15	5000±25	5000±25	5000±25	



Gambar 9 Gradasi agregat tipe D untuk uji keausan dan mesin uji LA



Gambar 11 Penyaringan agregat setelah diuji dengan saringan 1,18



Gambar 10 Mesin uji LA

Tabel 8 Hasil Uji Keausan

Kondisi material	Berat (gram)	Persentase keausan (%)
Sebelum diuji (a)	5000	
Setelah diuji, yang tertahan (b)	4150	
Setelah diuji, yang lolos	700	
Keausan (a-b)/b x 100%		20.482

Berdasarkan hasil uji keausan kerikil silica dengan mesin Los Angeles, diperoleh nilai keausan sebesar 20,482% (Gambar 11 dan Tabel 8), yang kecil dari 40%, artinya kerikil silika ini bisa digunakan untuk beton mutu tinggi dan tahan aus. Bila nilai keausan lebih dari 40%, maka sesuai SNI, digunakan untuk beton mutu normal.

Hasil pengujian kuat tekan tekan paving block pada umur 7, 14, dan 21 hari dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 12. SPK adalah komposisi campuran semen, pasir alami dan kerikil split. SCC adalah komposisi campuran semen, pasir

silica, dan kerikil silica. SCK adalah komposisi campuran semen, pasir silica, dan kerikil split. SPC adalah komposisi campuran semen, pasir alami, dan kerikil silica. Dari keempat komposisi campuran ini, kuat tekan paving block bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur (waktu) pengujian.

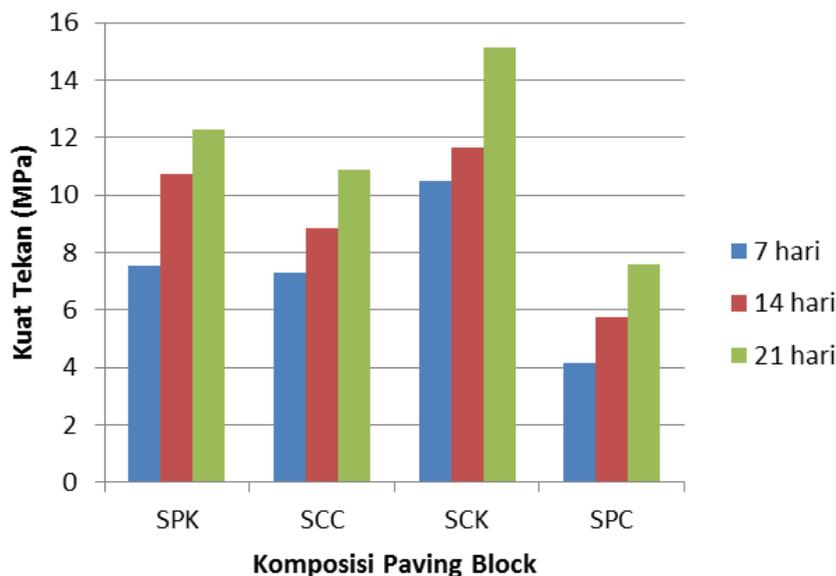
Dari Gambar 12 terlihat bahwa hasil kuat tekan tertinggi pada umur uji 21 hari adalah 15,134 MPa, dari komposisi semen PCC ditambah pasir silica dan kerikil split. Nilai kuat tekan tertinggi kedua ditunjukkan oleh komposisi SPK yaitu sebesar 12,302 Mpa, tertinggi ketiga oleh komposisi SCC sebesar 10, 854 MPa, dan nilai kuat teka yang paling rendah ditunjukkan oleh komposisi SPC yaitu sebesar 7, 595 MPa.

Berdasarkan pengujian ini nilai kuat tekan tertinggi dipengaruhi oleh jenis agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) yang digunakan. Dari keempat komposisi yang dicoba, terlihat bahwa penggunaan pasir silica dan kerikil split pada campuran ini sangat berpengaruh terhadap mutu kuat tekan dari paving block.

Jenis pasir silica yang berasal dari limbah penambangan Bukit Kapur ternyata mempunyai nilai berat jenis (BJ) yang lebih tinggi daripada kerikil silikanya. Dimana komposisi yang menggunakan kerikil silica ternyata menunjukkan hasil kuat tekan yang lebih rendah. Begitu juga dengan kombinasi kerikil dari split (batu pecah) menunjukkan hasil kuat tekan yang lebih tinggi daripada menggunakan kerikil silica.

Tabel 9 Hasil Uji Kuat Tekan

Komposisi	Kuat Tekan (MPa)		
	7	14	21
SPK	7.513	10.719	12.302
SCC	7.303	8.851	10.854
SCK	10.499	11.657	15.134
SPC	4.139	5.761	7.595



Gambar 12 Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diharapkan dengan adanya inovasi produk berbasis semen dengan produk berupa paving block dengan penggunaan material pasir silica dan kerikil silica dapat menjadi alternatif dalam pemanfaatan limbah pasir silica yang terbuang dan produk yang dihasilkan memiliki nilai jual. Pemanfaatan limbah ini diharapkan juga mampu dalam menekan angka biaya produksi namun tidak mengurangi kualitas dari paving block.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan umur 21 hari sebesar 15,134 MPa, tergolong kedalam Mutu C

untuk pejalan kaki (SNI 03-0691-1996). Hasil uji kuat tekan ini diharapkan bisa lebih tinggi lagi dengan pemilihan variasi komposisi campuran yang lain, akurasi dial pressing saat pencetakan paving block, dan kualitas dari agregat yang digunakan.

ACKNOWLEDGMENT

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada P3M PNP atas bisa terselenggaranya kegiatan penelitian ini, melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2021.

REFERENCES

- [1] Sukmana, N.C., Prasetyono, D.E., Anggraini, U., "Optimasi Komposisi paving Block Limbah pasir Silika Sand Blasting dengan Metoda Taguchi", *Chemica* Volume 4, Nomor 1, Juni 2017, 15-19, ISSN;2355-8776.
- [2] SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block), Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Bragmann, C.P and Goncalves, M.R.F. "Thermal Insulators Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure. Department of Materials, School of Engineering". Federal University of Rio Grande Do Sul, Brasil.2006
- [4] Della, V.P., Kuhn, I., and Hotza, D. Rice "Husk Ash an Alternate Source For Active Silica Production". *Materials Letters*. Vol. 57, pp. 818-821.2002.
- [5] Adi, Ari Sasmoko. "Analisa Penggunaan Pasir Silika sebagai Pengganti Agregat Halus pada Campuran Beton". *Jurnal Riset Pembangunan*. Vol. 1 No.1. 2018.
- [6] Adibroto, F dan Yelvi. "Pemanfaatan Limbah Batu Bara sebagai bahan Pengganti Sebagian Semen dan Agregat untuk Pembuatan paving Block". *Jurnal Rekayasa Sipil* Volume IV, No.1, April 2008. ISSN: 1858-3695.
- [7] Aris Setyo, A.A. "Analisis Kuat Tekan Beton dan Pengaruh Serapan Air dengan Objek Beton Bata (Paving Block), dari variasi Komposisi Penambahan Bahan Serat Fiber Polymeric Polypropylene (Plastik Mutu Tinggi)". Universitas Muhammadiyah Surakarta. Skripsi S1. 20-17.
- [8] Hambali, M., et al., "Pengaruh Komposisi Kimia Bahan Penyusun Paving Block Terhadap Kuat tekan dan Daya Serap Airnya". *Jurnal Teknik Kimia* No.4, Vol.19 Desember, 2013.