

PEMANFAATAN LIMBAH *SANDBLASTING* SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN *PAVING BLOCK*

Via Riswanayanti

Karmila Achmad, S.T., M.T. dan Totok Sulistyono, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

Abstrak

Perkembangan teknologi industri di Indonesia diikuti dengan masalah limbah. beberapa industri *steel fabrication construction* dan *sandblasting* menghasilkan limbah *sandblasting* dengan jumlah yang tidak sedikit. Pada penelitian ini peneliti menggunakan limbah *sandblasting* yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun *paving block* dan pengaruh penambahan limbah *sandblasting* dengan variasi pasir Palu dan pasir Samboja terhadap kuat tekan *paving block*.

Paving block ini menggunakan rasio semen : pasir, yaitu 1 : 5 dengan mengganti 50% dari rasio pasir dengan limbah *sandblasting* dan 50% sisanya kombinasi antara pasir palu dengan pasir samboja dan uji kuat tekan dilakukan pada usia 28 hari.

Karakteristik dari limbah *sandblasting* meliputi berat jenis (SSD) = 2,64; kadar air = 1,91%; kadar lumpur = 2,44 %; Modulus halus Butir (MHB) = 1,78. Hasil keseluruhan tersebut memenuhi syarat standar agregat halus, sehingga limbah *sandblasting* dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran *paving block*. Pengaruh kuat tekan *paving block* dengan limbah *sandblasting* 50% pada variasi campuran 30% pasir Palu dan 20% pasir Samboja dalam campuran *paving block* 1 : 5 mencapai mutu B yaitu 17 MPa.

Kata kunci: Limbah *Sandblasting*, *Paving Block*, Pasir Palu, Pasir Samboja, Kuat Tekan

Abstract

The development of industrial technology in Indonesia followed by waste problem as impact. Some industrial steel fabrication construction and sandblasting produce enormous the aims of the research is determining the characteristics of the paving block constituents and the effect of adding sandblasting waste substitutes to the compressive strength of paving blocks.

This paving block uses the ratio of cement: sand, which is 1: 5 by replacing 50% of the sand ratio with sandblasting waste and the remaining 50% is a combination of Palu sand and samboja sand and the compressive strength test is done at 28 days.

Characteristics of sandblasting waste include specific gravity (SSD) = 2.64; moisture content = 1.91%; mud content = 2.44%; Fine Modulus Grain (MHB) = 1.78. The overall results meet the standard requirements of fine aggregates, so that sandblasting waste can be used as a fine aggregate substitute for paving block mixtures. The effect of compressive strength of block paving with 50% sandblasting waste on a variation of 30% mixture of Palu sand and 20% Samboja sand in a 1: 5 mixture of paving blocks achieving B quality of 17 MPa.

Keywords : *Sandblasting Waste, Paving Block, Palu Sand, Samboja Sand, Compressive Strength*

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini, *paving block* lebih diminati dibandingkan perkerasan aspal maupun cor beton. Ditinjau dari lahan parkir di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Balikpapan yang menggunakan *paving block* mengalami kerusakan yang disebabkan karena terjadinya penurunan mutu akibat dari pencampuran dari pembuatan *paving block* tersebut dan pemasangan *paving block* yang tidak tepat, oleh karena itu penulis melakukan penelitian terhadap *paving block* dengan mutu B guna meningkatkan mutu *paving block* tersebut. Perkembangan teknologi industri di Indonesia diikuti pula dengan permasalahan yang muncul, yaitu masalah limbah. Sebagai contoh di Kalimantan Timur terdapat beberapa industri *steel fabrication construction* dan *sandblasting*. Industri ini menghasilkan limbah dari pekerjaan *sandblasting* dengan jumlah yang tidak sedikit. Akibat dari tidak adanya pengelolaan limbah dengan baik, sehingga limbah *sandblasting* ini didiamkan saja di lingkungan industri yang dapat mengakibatkan pencemaran udara.

Pengembangan variasi campuran *paving block* ini menggunakan limbah *sandblasting* dan perpaduan antara pasir lokal yaitu pasir Samboja dengan pasir Palu, sehingga judul penelitian ini adalah **“Pemanfaatan Limbah *Sandblasting* sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus pada Campuran *Paving Block*”** yang dapat memenuhi persyaratan mutu dengan kualitas yang baik.

1.2 Rumusan Penelitian

Berdasarkan dengan uraian diatas, dapat disusun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana karakteristik dari limbah *sandblasting* sebagai bahan pengganti agregat halus pada *paving block*?
- 2) Bagaimana pengaruh penambahan limbah *sandblasting* dengan variasi pasir Palu dan pasir Samboja terhadap kuat tekan *paving block*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui karakteristik dari limbah *sandblasting* sebagai bahan pengganti agregat halus pada *paving block*.
- 2) Mengetahui pengaruh penambahan limbah *sandblasting* dengan variasi pasir Palu dan pasir Samboja terhadap kuat tekan *paving block*.

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Limbah *sandblasting* berasal dari pekerjaan *sandblasting* pada PT. Intipratama Global Teknik.
- 2) Agregat halus yang digunakan adalah pasir Palu dan pasir Samboja.

- 3) Benda uji berbentuk balok dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 8 cm sebanyak 25 buah.
- 4) Komposisi campuran pada *paving block* ini menggunakan perbandingan semen dan pasir, yaitu 1 PC : 5 PS.
- 5) Pengujian kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari.
- 6) Metode perancangan dan klasifikasi pada *paving block* yang digunakan adalah SNI 03 – 0691 – 1996.
- 7) Standar mutu yang direncanakan pada penelitian ini adalah mutu B yang digunakan untuk lahan parkir dengan kuat tekan 17 MPa.

1.5 Manfaat Penelitian.

Manfaat dari penulisan penelitian ini adalah:

- 1) Mendapatkan wawasan dan informasi bagi pembaca mengenai peningkatan kekuatan *paving block* dengan bahan pengganti agregat halus dari limbah *sandblasting*.
- 2) Mengurangi jumlah limbah *sandblasting* di lingkungan industri yang selama ini tidak terpakai dan tidak terolah dengan baik.

II. Landasan Teori

2.1 Paving Block

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 lainnyayang tidak mengurangi mutu bata beton itu (SNI 03-0691-1996).

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Paving Block

Menurut Sartika (2018) *paving block* memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut beberapa kelebihan dalam pemakaian *paving block* untuk bangunan dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya adalah:

- 1) Biaya pemeliharaan ringan dan mudah.
- 2) Dapat dengan mudah dibongkar kembali, sehingga perbaikan menjadi lebih murah.
- 3) Ketahanan tinggi terhadap bahan bakar minyak atau oli yang tumpah.

Kekurangan dalam pemakaian *paving block* untuk bangunan dibandingkan dengan bahan bangunan lainnya adalah:

- 1) Kurang baik difungsikan untuk ruangan jalan raya atau *protocol* yang dimana dilalui oleh kendaraan yang berkecepatan tinggi.
- 2) Pasangan *paving block* mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
- 3) Sering terjadi pemasangan yang kurang cocok sehingga mudah bergeser dari susunan pemasangannya sehingga menjadi renggang dan tidak rata.

2.3 Jenis Paving Block

Berdasarkan bentuknya, *paving block* memiliki beberapa jenis yaitu:

- 1) *Paving block* tipe bata (*trupave*),
- 2) *Paving block* tipe cacing (*zig-zag*),

- 3) *Paving block* tipe *trihex*,
- 4) *Paving Block* tipe segi enam (*hexagon*),
- 5) *Paving block* tipe uskup,

2.4 Bahan Penyusun *Paving Block*

Bahan penyusun *paving block* yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

1) Semen Portland

Semen Portland atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001).

2) Agregat Halus

agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat, tajam dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebgaaian besar terletak antara 5 mm (SNI 03-1750-1990).

3) Air

Fungsi air pada campuran *paving block* adalah untuk membantu reaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan.

4) Limbah *Sandblasting*

Sandblasting merupakan metode membersihkan atau mengupas lapisan yang menutupi sebuah obyek yang biasanya berbahan dasar metal/besi dengan bantuan butiran pasir kuarsa yang ditembakkan langsung dari sebuah kompresor bertekanan tinggi ke obyek, efeknya serupa dengan penggunaan amplas (Dermawan, 2018). Menurut Putra dan Sutikno (2016) pemanfaatan limbah sandblasting pada campuran paving block dengan pengurangan jumlah pasir sebesar 50% dari komposisi asli mampu menambah kekuatan paving block diumur 28 hari mendapatkan nilai (37,30 MPa), penyerapan air sebesar (3,54%) dan ketahanan aus sebesar (0,34%).

2.5 Syarat Mutu *Paving Block*

Untuk syarat mutu *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996, yaitu:

- 1) Sifat tampak *paving block* harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.
- 2) *Paving block* harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$.
- 3) *Paving block* apabila diuji dengan cara natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.
- 4) *Paving block* harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel berikut:

Tabel 1 Sifat-sifat fisik *paving block*

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks
	Rata-rata	min	Rata-rata	Maks	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

(Sumber: SNI 03-0691-1996)

2.6 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji. (SNI 03-0691-1996) Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana,

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm²)

2.7 Perawatan Benda Uji

Menurut Nihayyah (2018), *Curing* adalah perlakuan perawatan terhadap *paving block* selama masa pembekuan. Pengukuran *curing* diperlukan untuk menjaga kondisi kelembaban di dan suhu yang diinginkan pada *paving block*, karena suhu dan kelembaban di dalam secara langsung berpengaruh terhadap sifat-sifat *paving block*.

III. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental pada *paving block* yang memanfaatkan limbah *sandblasting* sebagai bahan pengganti agregat halus.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan untuk Uji Kuat Tekan *paving block*. Sedangkan pembuatan *paving block* dilaksanakan di Pabrik *paving block* di Jalan MT. Haryono RT.45 No.49 Balikpapan Selatan – Kalimantan Timur. Waktu penelitian dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Waktu Penelitian

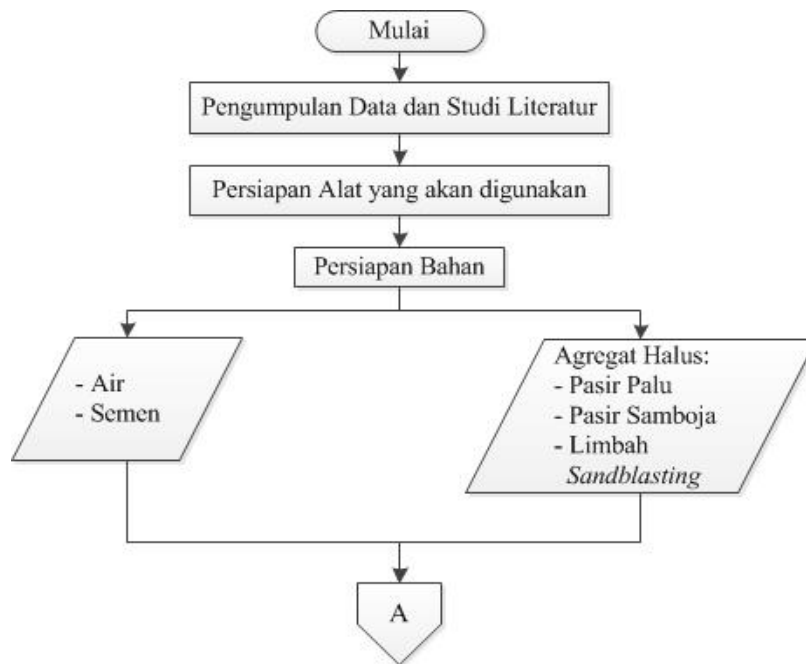
Jenis Kegiatan	Bulan															
	Maret				April				Mei				Juni			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan Data dan Studi Literatur																

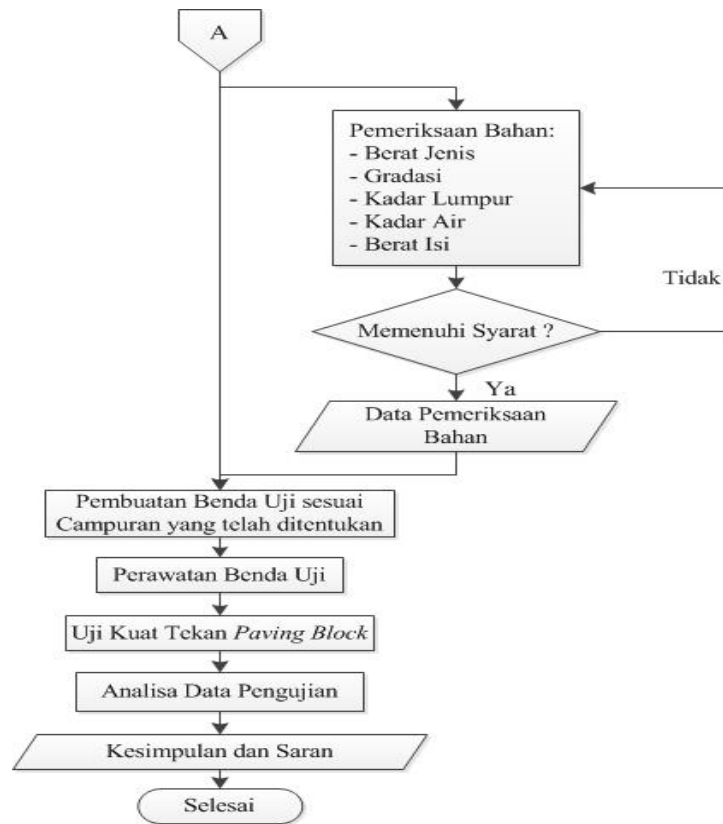
Proposal																		
Persiapan Alat dan Bahan																		
Pemeriksaan Bahan																		
Pembuatan Benda Uji																		
Perawatan Benda Uji																		
Pengujian Kuat Tekan Benda Uji																		
Analisa Data dan Kesimpulan																		

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji serta pengujian benda uji yaitu, satu set saringan, timbangan digital, cawan, oven, piknometer, ember, mesin uji kuta tekan beton, mesin surya baja *machinery multi block SB-305*, cetakan paving block, sekop, nampan atau *plywood*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah, semen, agregat halus (pasir Palu dan pasir Samboja), air, limbah *sandblasting*.

3.4 Metode Penelitian





Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk mengetahui sifat agregat halus serta limbah *sandblasting* yang digunakan dalam campuran *paving block*. pemeriksaan ini terdiri dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, berat isi dan gradasi (MHB).

3.6 Perencanaan Campuran *Paving Block*

Tabel 3 Rencana Campuran *Paving Block* umur 28 hari

No.	Variasi Campuran	Benda Uji (buah)
1	1 PC : 2,5 PP : 0 PS : 2,5 SB	5
2	1 PC : 0 PP : 2,5 PS : 2,5 SB	5
3	1 PC : 1,25 PP : 1,25 PS : 2,5 SB	5
4	1 PC : 1,5 PP : 1 PS : 2,5 SB	5
5	1 PC : 1 PP : 1,5 PS : 2,5 SB	5
Jumlah benda uji		25

Keterangan:

PC = *Portland Cement*

PP = Pasir Palu

PS = Pasir Samboja

SB = Limbah *Sandblasting*

3.7 Perawatan Benda Uji

Pada penelitian ini dilakukannya *curing* air. setelah *paving block* dicetak dan dibiarkan mengering selama \pm 24 jam. Pada *curing* ini *paving block* harus tetap dijaga kelembabannya kurang lebih selama 7 hari.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus dan Limbah *Sandblasting*

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus dan Limbah *Sandblasting*

No.	Jenis Pengujian	Nilai Uji			Syarat
		Pasir Palu	Pasir Samboja	Limbah <i>Sandblasting</i>	
1	Berat Jenis				
	SSD	2,54	2,25	2,64	-
	Penyerapan air	4,5 %	2,82 %	2,76 %	≤ 5 %
2	Kadar Air	2,79 %	3,82 %	1,91 %	≤ 5 %
3	Kadar Lumpur	2,36%	2,23 %	2,44 %	≤ 5 %
4	Berat Isi	1,91 gr/cm3	1,61 gr/cm3	1,71 gr/cm3	$\geq 1,2$ gr/cm3
5	Gradasi				
	MHB	3,65	1,81	1,78	1,5 - 3,8

Ditinjau dari nilai diatas, bahwa limbah *sandblasting* ini mempunyai nilai penyerapan air, berat isi volume, dan Modulus Halus Butir (MHB) yang hampir mendekati dengan pasir samboja. Namun pada berat jenis (SSD) dan kadar lumpur, nilai yang dimiliki limbah *sandblasting* termasuk paling tinggi dibandingkan dengan pasir Palu dan pasir Samboja. tetapi nilai-nilai yang dimiliki limbah *sandblasting* memasuki batas syarat yang ditentukan, sehingga limbah *sandblasting* dapat menggantikan 50 % jumlah pasir dari rasio perbandingan 1 PC : 5 Ps.

4.2 Perencanaan Campuran *Paving Block*

Tabel 5 Perencanaan Campuran *Paving Block*

Variasi	Semen (kg)	Pasir Palu (kg)	Pasir Samboja (kg)	Limbah <i>Sandblasting</i> (kg)	Air (Liter)	Banyak Benda Uji (buah)
1	2,167	5,417	0	5,417	2,175	5
2	2,167	0	5,417	5,417	2,175	5
3	2,167	2,708	2,708	5,417	2,175	5
4	2,167	3,250	2,167	5,417	2,175	5
5	2,167	2,167	3,250	5,417	2,175	5
		Total Benda Uji				25

Jumlah benda uji yaitu 25 buah dengan rasio perbandingan 1 PC : 5 Ps untuk kuat tekan selama 28 hari dengan 5 variasi, dimana setiap 1 variasi terdapat 5 pengulangan benda uji. Setiap variasi mengganti 50 % jumlah pasir dari rasio perbandingan diatas dengan limbah *sandblasting* dan 50% sisanya divariasikan dengan pasir Palu dan pasir Samboja.

4.3 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan *paving block* sebanyak 5 variasi. Setiap variasi dengan menggunakan mesin Surya Baja *Machinery Multi Block SB-305*.

4.4 Perawatan Benda Uji

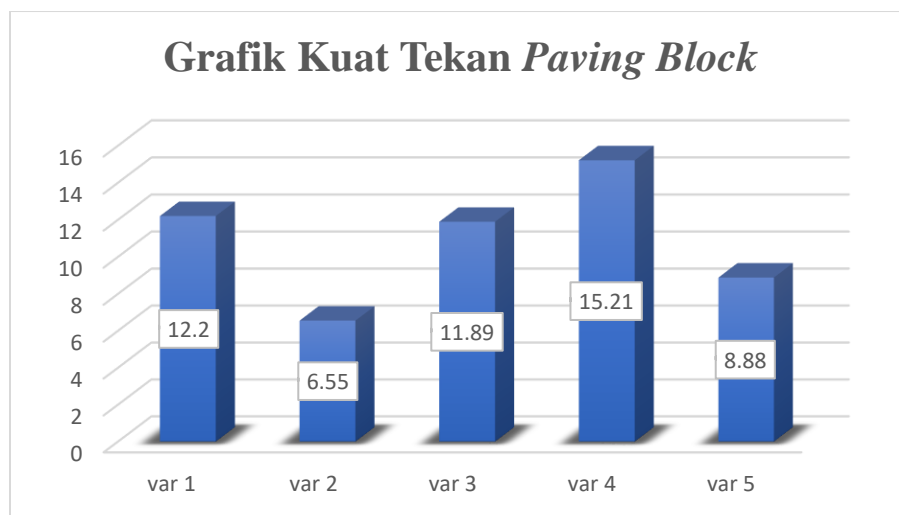
Curing air ini diperlukan untuk menjaga kondisi kelembapan pada *paving block*, dengan diterapkan *curing* sesegera mungkin dilakukan setelah *paving block* dicetak dan dibiarkan mengering selama ± 24 jam. Pada *curing* ini *paving block* harus tetap dijaga kelembabannya kurang lebih selama 7 hari.

4.5 Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Umur 28 Hari

No.	Nama Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Berat Benda Uji (kg)	Beban (KN)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata – rata Kuat Tekan (MPa)
Variasi 1 (1 PC : 2,5 PP : 2,5 SB)							
1	2,5 PP-A	220,5	3,510	340	340000	12,80	12,20
2	2,5 PP-B	220,5	3,825	320	320000	12,05	
3	2,5 PP-C	220,5	3,895	340	340000	12,80	
4	2,5 PP-D	220,5	3,850	300	300000	11,29	
5	2,5 PP-E	220,5	3,920	320	320000	12,05	
Variasi 2 (1 PC : 2,5 PS : 2,5 SB)							
1	0 PP-A	220,5	3,530	180	180000	6,78	6,55
2	0 PP-B	220,5	3,395	140	140000	5,27	
3	0 PP-C	220,5	3,435	200	200000	7,53	
4	0 PP-D	220,5	3,400	200	200000	7,53	
5	0 PP-E	220,5	3,310	150	150000	5,65	
Variasi 3 (1 PC : 1,25 PP : 1,25 PS : 2,5 SB)							
1	1,25 PP-A	220,5	3,710	340	340000	12,80	11,89
2	1,25 PP-B	220,5	3,805	350	350000	13,17	
3	1,25 PP-C	220,5	3,745	290	290000	10,92	
4	1,25 PP-D	220,5	3,855	300	300000	11,29	
5	1,25 PP-E	220,5	3,655	300	300000	11,29	
Variasi 4 (1 PC : 1,5 PP : 1 PS : 2,5 SB)							
1	1,5 PP-A	220,5	3,750	450	450000	16,94	15,21

2	1,5 PP-B	220,5	3,885	410	410000	15,43	
3	1,5 PP-C	220,5	3,755	380	380000	14,30	
4	1,5 PP-D	220,5	3,690	390	390000	14,68	
5	1,5 PP-E	220,5	3,800	390	390000	14,68	
Variasi 5 (1 PC : 1 PP : 1,5 PS : 2,5 SB)							
1	1 PP-A	220,5	3.680	200	200000	7,53	8,88
2	1 PP-B	220,5	3.485	220	220000	8,28	
3	1 PP-C	220,5	3.635	270	270000	10,16	
4	1 PP-D	220,5	3.600	240	240000	9,03	
5	1 PP-E	220,5	3.535	250	250000	9,41	



Gambar 2 Grafik Kuat Tekan *Paving Block*

Dari grafik diatas diketahui hasil kuat tekan tertinggi pada *paving block* terdapat pada *paving block* variasi 4 dengan perbandingan 1 PC : 1,5 PP : 1 PS : 2,5 SB dimana 30% pasir Palu, 20% pasir Samboja dan 50% limbah *sandblasting* didapatkan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 15,21 MPa, namun ditinjau dari 5 pengulangan benda uji terdapat 1 benda dengan nilai 16,94 MPa hampir memasuki syarat mutu B yaitu 17 MPa. Pada variasi 2 dengan perbandingan 1 PC : 2,5 PS : 2,5 SB dimana 50% pasir Samboja dan 50% limbah *sandblasting* termasuk nilai rata-rata kuat tekan terendah yaitu 6,55 MPa.

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari data dan hasil penelitian ini, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Karakteristik dari limbah *sandblasting* meliputi berat jenis (SSD) = 2,64; kadar air = 1,91%; kadar lumpur = 2,44 %; Modulus halus Butir (MHB) = 1,78. Hasil keseluruhan tersebut memenuhi syarat standar agregat halus, sehingga limbah *sandblasting* dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran *paving block*.

- 2) Pengaruh kuat tekan *paving block* dengan limbah *sandblasting* 50% pada variasi campuran 30% pasir Palu dan 20% pasir Samboja dalam campuran *paving block* 1 : 5 mencapai mutu B yaitu 17 MPa.

5.2 Saran

Saran terkait dengan hasil pengujian yang telah dilaksanakan adalah:

- 1) Untuk memudahkan pekerjaan (*workability*) pada saat pencampuran, pembuatan, perawatan, dan pengujian, benda uji harus dilakukan dengan baik dan teliti agar hasil kuat tekan yang diperoleh sesuai dengan yang direncanakan.
- 2) Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya membuat benda uji dengan variasi nilai perbandingan pada limbah *sandblasting*.
- 3) Untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan mutu *paving block* yang lebih tinggi dan dapat digunakan untuk lahan parkir sebaiknya menggunakan perbandingan pasir Palu, pasir Samboja dan limbah *sandblasting* yaitu 1,5 : 1 : 2,5 SB.

Daftar Pustaka

- [1] Dermawan, Denny dan Mochamad Luqman Ashari. 2018. *Studi Komparasi Teknis Pemanfaatan Limbah B3 Sandblasting terhadap Limbah B3 Sandblasting dan Fly Ash sebagai Campuran Beton*. Universitas Diponegoro.
- [2] Nihayyah, Siti. 2018. "Pengaruh Variasi Limbah Cangkang Kerang terhadap Kuat Tekan Paving Block." JUTATEKS, Vol 2, No. 1, 89-93.
- [3] Putra, Yusuf Eka dan Sutikno. 2016. *Pemanfaatan Limbah Sandblasting sebagai Bahan Campuran Paving Block*. Universitas Negeri Surabaya.
- [4] Samekto, Wuryati dan Candra Rahmadiyanto. 2001. *Teknologi Beton*. Kanisius. Yogyakarta.
- [5] Sartika, Dewi. 2018. "Pengaruh Penambahan Flyash sebagai Bahan Tambah terhadap Kuat Tekan Paving Block." JUTATEKS, 2, 2, 10-13.
- [6] SNI 03-0691-1996. *Bata Beton (Paving Block)*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- [7] SNI 03-1750-1990. *Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- [8] SNI 03-1968-1990. *Langkah-Langkah Pemeriksaan Agregat Halus*, Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- [9] SNI 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- [10] SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- [11] SNI 03-1975-1990. *Metode Penyiapan secara Kering Contoh Tanah Terganggu dan Tanah-Agregat untuk pengujian*. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- [12] Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Penerbit Nafari. Yogyakarta