

PEMANFAATAN *STEEL SLAG* UNTUK BAHAN BAKU PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

Zulmahdi Darwis¹, Soelarso dan Wili Bakhtiar

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email : ¹Zulmahdi_d@yahoo.com

ABSTRAK

Meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan *paving block* sebagai bahan bangunan, perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan bahan pengganti yang dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan *paving block*. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah limbah industri peleburan baja yaitu *steel slag*. *Steel slag* merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dimanfaatkan sebagian kecil saja, agar pemanfaatannya menjadi optimal perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan *steel slag* khususnya sebagai bahan baku pada *paving block*. Penelitian ini menggunakan *steel slag* sebagai bahan baku *paving block* dengan perbandingan 1:4 dengan air 0,5 dan 0,6 dari berat semen, dengan komposisi *steel slag* sebagai pengganti pasir, abu batu, *screening* dan pengganti semua agregat. Jumlah masing-masing benda uji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari sebanyak 3 buah. Jadi jumlah benda uji adalah 120 buah *paving block* untuk pengujian kuat tekan dan 10 buah *paving block* untuk pengujian penyerapan air. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan *steel slag* sebagai bahan baku dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*. Perbandingan 1:4 dengan air 0,5 dari berat semen didapat kuat tekan *paving block* tertinggi pada komposisi A5 sebesar 30,83 MPa, dan masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996), sedangkan pada perbandingan 1:4 dengan air 0,6 dari berat semen didapat kuat tekan *paving block* tertinggi pada komposisi A5 sebesar 29 MPa, dan masuk dalam mutu B (SNI 03-0691-1996). Sedangkan hasil penyerapan air menunjukkan bahwa penggunaan *steel slag* menghasilkan *paving block* lebih baik dengan mutu B (SNI 03-0691-1996).

Kata Kunci : Paving Block, Steel Slag, Kuat Tekan, Penyerapan Air

ABSTRACT

Increased development activity and many uses of paving block as a building material, it is worth the effort to get conducted replacement material that can be used as aggregate in the manufacture of paving block. One of the alternatives that can be used are the industrial waste smelting steel is steel slag. Steel slag is a waste that has not been exploited optimally

and only utilized a small part only, in order to be optimally need any research on utilization of steel slag as raw materials in particular on the paving block This research using steel slag as raw materials for paving block by comparison 1 : 4 with water 0,5 and 0.6 of the weight of cement , with the composition of steel slag as a substitute for sand , ashes stone, screening and a substitute for all the aggregate. Amount of each test piece at the age of 7, 14, 21, and 28 days of 3 pieces. So the number of test specimens are 120 pieces of paving block for compressive strength testing and 10 pieces of paving block for testing water absorption. The results of the research can be concluded that use of steel slag as a raw material can increase the compressive strength of paving block. With water at 1 : 4 ratioby weight of cement 0,5 obtained the highest compressive strength of paving block A5 on the composition of 30,83 MPa, and included in the quality of B (SNI 03-0691-1996), while the ratio of 1 : 4 by weight 0,6 water cement obtained the highest compressive strength of paving block on the composition of the A5 at 29 MPa, and included in the quality of B (SNI 03-0691-1996). While the results of water absorption showed that the use of steel slag paving block produce better quality B (SNI 03-0691-1996).

Keywords : Paving Block, Steel Slag, Compressive Strength, Water Absorption

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan *paving block* sebagai bahan bangunan, perlu dilakukan upaya untuk mendapatkan bahan pengganti yang dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan *paving block*. Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah limbah industri peleburan baja yaitu *steel slag*. *Steel slag* merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dimanfaatkan sebagian kecil saja, agar pemanfaatannya menjadi optimal perlu adanya penelitian tentang pemanfaatan *steel slag* khususnya sebagai bahan baku pada *paving block*.

Steel slag merupakan hasil pembakaran tinggi yang dihasilkan oleh industri peleburan baja yang secara fisik menyerupai agregat kasar. Seiring dengan semangat pelestarian lingkungan, maka perusahaan penghasil limbah mencari solusi pemanfaatan limbah tersebut. Limbah padat *steel slag* mempunyai butiran partikel berpori pada permukaannya. Limbah ini merupakan material dengan gradasi yang baik, dengan variasi ukuran partikel yang berbeda-beda.

Berdasarkan penelitian sebelumnya limbah *steel slag* dapat digunakan sebagai agregat kasar dan agregat halus dalam bahan konstruksi dan campuran perkerasan aspal.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan *paving block* dengan menggunakan *steel slag* sebagai pengganti agregat.
2. Memanfaatkan limbah *steel slag* sebagai material alternatif dalam pembuatan *paving block*.

1.3. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada akademisi dan industri peleburan baja, tentang bahan alternatif limbah *steel slag* yang digunakan sebagai agregat dalam campuran *paving block*.
2. Memberi kontribusi untuk perkembangan ilmu dan teknologi tentang material *paving block*.
3. Mengurangi ketergantungan penggunaan material agregat dari alam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ida Nurmawati (2006) dalam penelitiannya tentang Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan *Paving Block*. Serbuk gergaji merupakan bahan yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi sampah karena pemanfaatannya yang relative kecil. Melihat potensi serbuk gergaji yang belum maksimal, penulis tertarik untuk meneliti pengaruh penambahan serbuk gergaji dalam pembuatan *paving block*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keausan, porositas serta kuat tekan *paving block* dengan penambahan serbuk gergaji. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Pembuatan *paving block* dibuat dari pasir muntilan, semen Nusantera type I, dan serbuk gergaji yang berasal dari Industri Penggergajian Kayu desa Kaligading, Kecamatan Boja. Benda uji penelitian dibuat dengan 5 perlakuan substitusi serbuk gergaji yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Hasil pengujian terhadap air secara visual terlihat air tidak berwarna dan berbau. Hasil pengamatan terhadap semen, kemasan semen tidak mengalami cacat dan keadaan

butiran semen tidak mengalami penggumpalan. Hasil pengujian pasir didapat gradasi pasir termasuk zona 2. Persyaratan analisis data meliputi normalitas data dan homogenitas data. Hasil pengujian terhadap normalitas data terlihat bahwa data kuat tekan, porositas dan ketahanan aus *paving block* kurang dari nilai kritis L atau $Lo < L$ (5%) sehingga data berdistribusi normal. Hasil homogenitas data kuat tekan, porositas dan ketahanan aus *paving block* untuk $\alpha = 5\%$ dengan dk 4 diperoleh χ^2 hitung $< \chi^2$ tabel, sehingga data homogen. Hasil pengujian kuat tekan *paving block* dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% serbuk gergaji terhadap berat semen masing-masing sebesar 310,644 kg/cm²; 292,371 kg/cm²; 271,052 kg/cm²; 253,794 kg/cm²; 208,619 kg/cm². Hasil pengujian porositas *paving block* dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% serbuk gergaji terhadap berat semen masing-masing sebesar 3,697%; 4,469%; 4,833%; 5,469%; 5,894%. Hasil pengujian ketahanan aus *paving block* dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% serbuk gergaji terhadap berat semen masing-masing sebesar 0,0268 mm/mnt; 0,0354 mm/mnt; 0,0412 mm/mnt; 0,0497 mm/mnt; dan 0,0746 mm/mnt. Untuk analisa regresi pada perhitungan kuat tekan *paving block* didapat koefisien determinasi sebesar 0,6988; porositas sebesar 0,6968 dan ketahanan aus sebesar 0,7113. Hasil dari penelitian ini terlihat bahwa ada penurunan kuat tekan seiring dengan penambahan serbuk gergaji. Untuk itu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan substitusi pembuatan *paving block*.

Endah Safitri, Djumari (2009) dalam penelitiannya tentang Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (*Fly Ash*) Pada Produksi *Paving Block*. Limbah dari pemanfaatan batu bara sebagai sumber energi baru yang berupa abu terbang (*Fly Ash*) dewasa ini sangat melimpah. Salah satu usaha memanfaatkan limbah ini adalah memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Penelitian ini mengulas seberapa efisiensi penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pembuatan *paving block* pada komposisi campuran yang optimal ditinjau dari kuat tekan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan *fly ash* terhadap volume semen sebesar 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan 60% dapat meningkatkan kuat tekan *paving block*, sedangkan penambahan yang optimum *fly ash* adalah sebesar 33,29% sehingga didapat perbandingan campuran IPC:0,3329FA:5PS dengan kuat tekan 15,54 MPa, sedangkan untuk campuran pembanding tanpa menggunakan *fly ash* didapat kuat tekan sebesar 11,45 MPa, sehingga dengan penambahan *fly ash* pada kadar 33,29 % terhadap volume semen dapat meningkatkan kuat desak sebesar 4,25 MPa atau naik sebesar 37,12%, sedang untuk mencapai kuat tekan sebesar 15,54 MPa untuk campuran pembanding tanpa menggunakan *fly ash* didapat komposisi campuran IPC:4,14PS. Ditinjau dari segi ekonomis, harga *paving block* dengan bahan tambah *fly ash* dan yang tidak menggunakan bahan tambah *fly ash* pada kuat tekan yang sama yaitu 15,70 MPa diperoleh harga untuk setiap m² berturut-turut adalah Rp 33.006,32 dan Rp 33.740,53.

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 bata baton itu. (SNI 03-0691-1996), sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, *paving block* adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci.

Bata beton dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan.

Klasifikasi mutu *paving block*, adalah sebagai berikut :

1. Bata beton mutu A : digunakan untuk jalan
2. Bata beton mutu B : digunakan untuk pelataran parkir
3. Bata beton mutu C : digunakan untuk pejalan kaki
4. Bata beton mutu D : digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Menurut SNI 03-0691-1996, syarat mutu bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

1. Sifat tampak
Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Ukuran
Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8%.
3. Sifat fisika

Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada tabel 1.

Tabel.1. Sifat-sifat fisika

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/mnt)		Penyerapan Air Maksimal (%)
	Rata-rata	minimum	Rata-rata	minimum	
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	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

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

1. Limbah *Steel Slag* dari PT PURNA BAJA HECKETT
2. Semen tipe I merek TIGA RODA
3. Pasir dari Rangkas Bitung
4. Abu batu dari Bujonegara
5. *Screening* dari Bojonegara
6. Air yang digunakan adalah air dari instalasi air bersih di lokasi penelitian.

3.2 Benda Uji

Jumlah masing-masing benda uji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari sebanyak 3 buah. Jadi jumlah seluruh sampel benda uji adalah 120 buah untuk pengujian kuat tekan *paving block* dan 1 buah benda uji untuk pengujian penyerapan air pada masing-masing perbandingan.

Tabel 2. Macam Mix design dengan volume air 0,5 dari berat semen

Tipe	PC	Air	Agregat			Jumlah Benda Uji
20x10x6 cm	1	0,5	4			
A1	1	0,5	1AH	2AB	1SC	12
A2	1	0,5	1SS	2AB	1SC	12
A3	1	0,5	1AH	2SS	1SC	12
A4	1	0,5	1AH	2AB	1SS	12
A5	1	0,5	1SS	2SS	1SS	12
Total Benda Uji						60

Tabel 3. Macam Mix design dengan volume air 0,6 dari berat semen

Tipe	PC	Air	Agregat			Jumlah Benda Uji
20x10x6 cm	1	0,6	4			
B1	1	0,6	1AH	2AB	1SC	12
B2	1	0,6	1SS	2AB	1SC	12
B3	1	0,6	1AH	2SS	1SC	12
B4	1	0,6	1AH	2AB	1SS	12
B5	1	0,6	1SS	2SS	1SS	12
Total Benda Uji						60

Ket :
 AH = Agregat Halus (pasir)
 AB = Abu Batu
 SC = *Screening*
 SS = *Steel Slag*

3.3 Pembuatan Benda Uji

1. Menyediakan dan menyiapkan alat dan bahan baku pembuatan *paving block*.
2. Menimbang masing-masing bahan baku tersebut dengan perbandingan yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Mencampur semua bahan baku dan lakukan pengadukan hingga adonan tersebut dianggap sudah homogen.
4. Masukkan campuran bahan baku kedalam cetakan, lalu di pukul dengan menggunakan pemukul.
5. Setelah permukaan *paving block* benar-benar rata, keluarkan *paving block* dari cetakan dan letakan diatas papan alas.
6. Diamkan hasil cetakan *paving block* tersebut sampai kurang lebih satu hari untuk memastikan *curing time* nya terpenuhi.
7. Setelah *curing time* nya terpenuhi, *paving block* tersebut disiram dengan air setiap hari.
8. Ulangi langkah a-g pada komposisi berikutnya.

3.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan Benda uji dilakukan sesuai dengan pelaksanaan pembuatan dilapangan, paving dengan block yang telah dicetak diletakkan pada rak papan yang bertingkat pada ruangan lepas. Benda uji dibasahi secara berkala sampai umur benda diuji.

3.5 Pengujian Benda Uji

- a. Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*
 - 1) Ambil satu buah sampel *paving block*.
 - 2) Masukkan kedalam alat *compression testing machine*, lalu nyalakan alat dengan menekan tombol *on*.
 - 3) Setelah *paving block* terlihat retak dan jarum mesin tidak bergerak, maka berarti *paving block* tersebut telah mencapai kekuatan tekan.
 - 4) Catat hasilnya.
 - 5) Lakukan langkah a-d terhadap *paving block* dengan umur 7, 14, 21 dan 28 hari.
- b. Pengujian Penyerapan Air
 - 1) Rendam benda uji dalam air hingga jenuh selama 24 jam, kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah.
 - 2) Keringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 105 °C, kemudian timbang dalam keadaan kering oven.

3.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Dan Bahan Dinas Pekerjaan Umum (PU) Provinsi Banten.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

a. Pasir Rangkas Bitung

Hasil pengujian didapatkan nilai Berat Jenis SSD pasir yaitu sebesar 2,55 gr/cc. Berat Jenis SSD adalah perbandingan antara berat agregat SSD dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C.

Nilai kadar air pasir didapat sebesar 7,27 %. Nilai persyaratan dalam SNI untuk kadar air agregat halus adalah ≤ 1 %. Berdasarkan nilai persyaratan SNI, kadar air yang didapat pada pengujian pasir tidak memenuhi syarat. Hal ini disebabkan karena pasir terkena hujan dan sinar matahari langsung (ditempatkan diluar ruangan). Kadar air adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapat gradasi pasir termasuk zona 2 (pasir agak kasar).

b. Abu Batu Bojonegara

Hasil pengujian didapatkan nilai Berat Jenis SSD abu batu yaitu sebesar 2,63 gr/cc. Berat Jenis SSD adalah perbandingan antara berat agregat SSD dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C.

Nilai kadar air abu batu didapat sebesar 0,92 %, kadar air adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapat gradasi abu batu termasuk zona 1 (pasir kasar).

c. *Screening* Bojonegara

Hasil pengujian didapatkan nilai Berat Jenis SSD *screening* yaitu sebesar 2,63 gr/cc. Berat Jenis SSD adalah perbandingan antara berat agregat SSD dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C.

Nilai kadar air *screening* didapat sebesar 0,61 %, kadar air adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapat gradasi *screening* termasuk zona 1 (pasir kasar).

d. *Steel Slag*

Hasil pengujian *steel slag* di dapatkan nilai berat jenis alami sebesar 2,73 gr/cc, berat jenis kering oven sebesar 3,1 gr/cc dan kadar air *steel slag* sebesar 3,58 %, berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapat gradasi *steel slag* termasuk zona 2 (pasir agak kasar).

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

a. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A Umur 7 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
A1	13,5	13,5	12	13	C
A2	23,5	22	20,5	22	B
A3	15	15,5	16	15,5	C
A4	11,5	13	12,5	12,33	D
A5	22	21,5	20	21,17	B

Berdasarkan tabel 4 diatas pada umur 7 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 13 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A2 sebesar 22 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 12,33 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996).

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A Umur 14 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
A1	18	17	19	18	B
A2	26	26,5	25,5	26	B
A3	19,5	21	19	19,83	B
A4	17,5	15,5	16	16,33	C
A5	25,5	25	25	25,17	B

Berdasarkan tabel 5 pada umur 14 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 18 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A2 sebesar 26 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 16,33 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996).

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block* Tipe A Umur 21 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
A1	19,5	19	19	19,17	B
A2	26,5	27,5	27	27	B
A3	21	21,5	21,5	21,33	B
A4	19	18	17	18	B
A5	28,5	27,5	27,5	27,83	B

Berdasarkan tabel 6 pada umur 21 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 19,17 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 27,83 Mpa, masuk ke dalam

mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 18 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996).

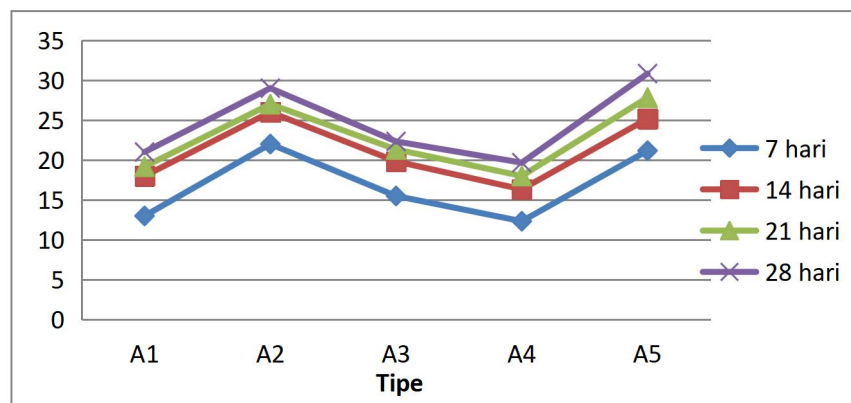
Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe A Umur 28 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
A1	21,5	20	21,5	21	B
A2	30,5	29	28,5	29,33	B
A3	22,5	22	22,5	22,33	B
A4	19,5	19,5	20	19,67	B
A5	31	31	30,5	30,83	B

Berdasarkan tabel 7 pada umur 28 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (A1) sebesar 21 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe A5 sebesar 30,83 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe A4 sebesar 19,67 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996).

Tabel 8. Perkembangan Kuat Tekan Paving Block Tipe A

Tipe	Kuat Tekan (MPa)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
A1	13	18	19,17	21
A2	22	26	27	29,33
A3	15,5	19,83	21,33	22,33
A4	12,33	16,33	18	19,67
A5	21,17	25,17	27,83	30,83



Gambar 1. Grafik Perkembangan Kuat Tekan Paving Block Tipe A

Berdasarkan tabel 8 dan gambar.1 diatas, menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik *paving block* normal maupun *paving block* yang bahan bakunya diganti *steel slag*. Peningkatan nilai kuat tekan *paving block* setiap umur rencana tersebut tidak seragam menunjukkan nilai yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapat pada komposisi A5 yaitu penggunaan *steel slag* sebagai pengganti semua agregat sebesar 30,83 MPa pada umur 28 hari.

b. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe B

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe B Umur 7 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata	Mutu
------	----------------------------	----------------------	------

	I	II	III	(MPa)	
B1	12,5	13	12	12,5	C
B2	20,5	19,5	20	20	B
B3	14	15	15	14,67	C
B4	10	11	11,5	10,83	D
B5	19	19,5	20,5	19,67	B

Berdasarkan tabel 9 pada umur 7 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 12,5 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B2 sebesar 20 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B4 sebesar 10,83 Mpa, masuk ke dalam mutu D (SNI-03-0691-1996).

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe B Umur 14 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
B1	17	17,5	17,5	17,33	B
B2	24,5	24	24	24,17	B
B3	19	18	18,5	18,5	B
B4	14,5	15,5	14	14,67	C
B5	23,5	23	22	22,83	B

Berdasarkan tabel 10 pada umur 14 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 17,3 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B2 sebesar 24,17 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B4 sebesar 14,67 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996).

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe B Umur 21 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
B1	18,5	19	18	18,5	B
B2	26,5	26,5	24,5	25,83	B
B3	19	21	20,5	20,17	B
B4	16	14,5	16	15,5	C
B5	27	26	27	26,67	B

Berdasarkan tabel 11 pada umur 21 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 18,5 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 26,67 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B4 sebesar 15,5 Mpa, masuk ke dalam mutu C (SNI-03-0691-1996).

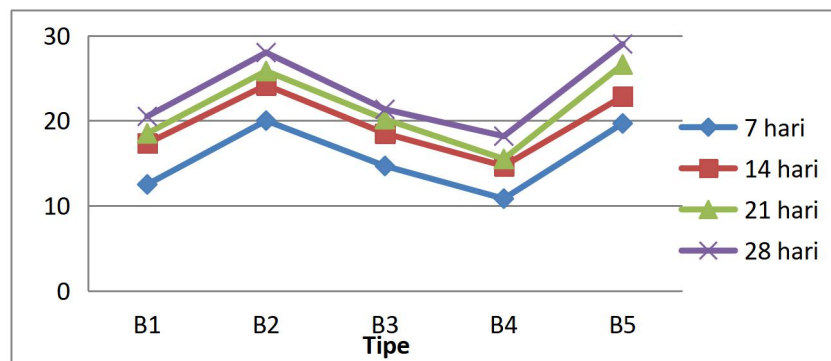
Tabel 12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block Tipe B Umur 28 Hari

Tipe	Kuat Tekan Benda Uji (MPa)			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Mutu
	I	II	III		
B1	20,5	21,5	19,5	20,5	B
B2	27,5	27,5	29	28	B
B3	21	21,5	21,5	21,33	B
B4	17	18,5	19	18,17	B
B5	27,5	30,5	29	29	B

Berdasarkan tabel 12 pada umur 28 hari hasil kuat tekan rata-rata *paving block* normal (B1) sebesar 20,5 Mpa. Kuat tekan terbesar terjadi pada *paving block* tipe B5 sebesar 29 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996). Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada *paving block* tipe B4 sebesar 18,17 Mpa, masuk ke dalam mutu B (SNI-03-0691-1996).

Tabel 13. Perkembangan Kuat Tekan Paving Block Tipe B

Tipe	Kuat Tekan (MPa)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
B1	12,5	17,33	18,5	20,5
B2	20	24,17	25,83	28
B3	14,67	18,5	20,17	21,33
B4	10,83	14,67	15,5	18,17
B5	19,67	22,83	26,67	29



Gambar 2. Grafik Perkembangan Kuat Tekan Paving Block Tipe B

Berdasarkan tabel 13 dan gambar 2 menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik *paving block* normal maupun *paving block* yang bahan bakunya diganti *steel slag*. Peningkatan nilai kuat tekan *paving block* setiap umur rencana tersebut tidak seragam menunjukkan nilai yang berbeda. Nilai kuat tekan terbesar didapat pada komposisi B5 yaitu penggunaan *steel slag* sebagai pengganti semua agregat sebesar 29 MPa pada umur 28 hari.

Penggunaan air 0,5 dari berat semen menghasilkan kekuatan yang lebih baik, hal ini sesuai dengan standar perencanaan campuran beton yaitu semakin kecil factor air semen kuat tekan semakin tinggi.

c. Hasil Pengujian Penyerapan Air

Hasil pengujian penyerapan air sebagai berikut :

Tabel 14. Hasil Pengujian Penyerapan Air Paving Block Tipe A

Tipe	Penyerapan Air (%)	Mutu
A1	8 %	C
A2	3,6 %	B
A3	3,6 %	B
A4	3,7 %	B
A5	3,3 %	B

Berdasarkan tabel 14 hasil pengujian penyerapan air paving block normal A1 didapat sebesar 8 %, masuk kedalam mutu C (SNI 03-0691-1996). Nilai penyerapan air terkecil terjadi pada paving block A5 sebesar 3,3 %, masuk kedalam mutu B (SNI 03-0691-1996). Sedangkan nilai penyerapan air terbesar terjadi pada paving block A4 sebesar 3,7 %, masuk kedalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

Tabel 15. Hasil Pengujian Penyerapan Air Paving Block Tipe B

Tipe	Penyerapan Air (%)	Mutu
------	--------------------	------

B1	8,3 %	D
B2	3,8 %	B
B3	4 %	B
B4	4 %	B
B5	3,5 %	B

Berdasarkan tabel 15 hasil pengujian penyerapan air paving block normal B1 didapat sebesar 8,3 %, masuk kedalam mutu D (SNI 03-0691-1996). Nilai penyerapan air terkecil terjadi pada paving block B5 sebesar 3,5 %, masuk kedalam mutu B (SNI 03-0691-1996). Sedangkan nilai penyerapan air terbesar terjadi pada paving block B3 dan B4 sebesar 4 %, masuk kedalam mutu B (SNI 03-0691-1996).

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Penggunaan *steel slag* sebagai pengganti agregat pada komposisi A2, A3 dan A5, serta pada komposisi B2, B3 dan B5 dapat meningkatkan kuat tekan dari *paving block* normal (A1 dan B1). Sedangkan pada komposisi A4 dan B4 mengalami penurunan kuat tekan dari *paving block* normal.
- Penggunaan *steel slag* sebagai pengganti agregat pada komposisi A5 dan B5 menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 30,83 MPa dan 29 MPa pada umur 28 hari.
- Untuk pengujian penyerapan air pada komposisi A2, A3, A4 dan A5 serta pada komposisi B2, B3, B4 dan B5 termasuk kedalam mutu B (SNI 03-0691-1996).
- Berdasarkan pengujian kuat tekan dan pengujian penyerapan air *paving block* yang menunjukkan peningkatan atau kenaikan, maka *steel slag* dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan *paving block*.
- Penggunaan air 0,5 menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih baik dari penggunaan air 0,6.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan perbandingan campuran *paving block* yang berbeda.
- Karena limbah *steel slag* termasuk limbah B3, maka perlu dilakukan penelitian mengenai aspek lingkungan hidup apakah *steel slag* setelah dibuat menjadi *paving block* masih berbahaya atau tidak.
- Perlu dikaji studi kelayakannya agar dapat diterapkan dalam skala industri kecil dan menengah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ayatullah, Muhamad, Ari. 2012. *Pemanfaatan Sludge Scale Sebagai Bahan Baku Pembuatan Paving Block*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon.
- Nurmawati, Ida. 2006. *Pemanfaatan Limbah Industri Penggergajian Kayu Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Paving Block*. Universitas Negeri Semarang.
- Rommel, Erwin. 2011. *Teknologi Pembuatan Paving Block Dengan Material FCA (Fine Coarse Aggregate)*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Safitri, Endah. Djumari. 2009. *Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Pada Produksi Paving Block*. UNS Surakarta.
- SK SNI T-04-1990-F. *Tata Cara Pemasangan Block Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*. SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. SNI 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.

SNI 03-1971-1990. *Metode Pangujian Kadar Air Agregat*.
SNI 03-0691-1996. *Bata Beton (Paving Block)*.
SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*.

Triyono, Dwi, Deden. 2010. *Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Sawit Untuk Pembuatan Paving Block*. Universitas Negeri Semarang.

Wirayasa, Ngk Made Anom. I Nyoman Sagita. Agus Surya Wedasana. 2008. *Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Paving Block*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Universitas Udayana Denpasar.