

PENGGUNAAN *SLAG* NIKEL DALAM PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

Nur Aisyah Jalali¹⁾, Hasmar Halim²⁾, Agus Salim³⁾
^{1),2), 3)} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to determine the amount of nickel slag in paving blocks, compressive strength, and water absorption. The benefits are to reduce environmental pollution and the use of sand and cement. Paving blocks are made from a mixture of cement, fine aggregate (sand and nickel slag), and water. The test specimens (21x10.5x8 cm) have a composition of 1:3, 1:4, and 1:5 (volume ratio), and slag level of 0%, 25%, 75%, and 100% against the sand. The results show that most of the specimens meet the required size. Nickel slag can increase compressive strength, where the slag level of 75% and 100% enter the quality I, and can reduce water absorption.

Keywords: *nickel slag, paving block, compressive strength, water absorption.*

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya perkembangan bisnis properti di Indonesia, maka dapat dipastikan bahwa kebutuhan akan bahan-bahan bangunan juga akan meningkat. Penggunaan bahan untuk lapis permukaan pada perkerasan *interblock* yang dikenal dengan nama *paving block* semakin meningkat. Hal ini ditandai dengan banyaknya permintaan, dimana sebelumnya *paving block* hanya dipakai untuk perkerasan halaman parkir hotel, pertokoan, perkantoran, dan perumahan, kini telah digunakan untuk lapangan parkir pelabuhan, perkerasan jalan di lingkungan kampus, dan perumahan; tergantung pada mutu yang digunakan.

Dengan semakin meluasnya penggunaan *paving block* sebagai bahan perkerasan, maka diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan mutu *paving block*, salah satunya dengan menggunakan bahan pengganti yakni *slag* (limbah) nikel dari PT. ANTAM di Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Bijih nikel ANTAM yang diekspor memiliki kadar nikel 1% hingga di atas 2%, sedangkan feronikel memiliki kadar karbon tinggi maupun rendah sesuai permintaan konsumen. Jumlah nikel yang mampu diproduksi PT. ANTAM setiap tahunnya berkisar 18.000-20.000 ton nikel dalam feronikel (Tni). Volume *slag* pada tahun pelaporan 2014 adalah sebesar 773.600 ton (<http://biz.kompas.com>, 2016). *Slag* yang dihasilkan dari produksi nikel PT. ANTAM dimanfaatkan sebagai lapisan dasar jalan (*roadbase*) di lokasi internal Izin Usaha Pertambangan Unit Bisnis Pengembangan Nikel (IUP UBPN) Sulawesi Tenggara (www.antam.com, 2016).

Banyaknya jumlah *slag* nikel yang dihasilkan namun masih kurang dimanfaatkan, mendorong diadakannya penelitian tentang penggunaan *slag* nikel sebagai bahan bangunan. Dengan memanfaatkan limbah nikel, maka hal ini dapat menjadi alternatif pemecahan masalah limbah bagi industri nikel, dan bagi pengusaha *paving block* dapat menjadi kegiatan yang memiliki nilai ekonomi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase yang tepat penggunaan *slag* nikel sebagai bahan pengganti sebagian pasir pada *paving block* pada perbandingan semen dan pasir 1:3, 1:4, dan 1:5, serta untuk mengetahui sifat fisis (kuat tekan dan penyerapan air) *paving block* akibat adanya *slag* nikel.

Manfaat yang diharapkan yakni sebagai salah satu cara mengurangi limbah baik pada industri maupun lingkungan di sekitarnya, sebagai alternatif pemecahan masalah dalam hal penanganan limbah pada wilayah pertambangan dan industri nikel, untuk menghemat penggunaan material penyusun *paving block*, seperti semen dan pasir, serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat timbunan limbah *slag* nikel yang tidak tertangani dengan baik.

Penelitian tentang penggunaan *slag* sebagai bahan bangunan telah dilakukan oleh beberapa orang, diantaranya Sugiri (2005) yang melakukan penelitian tentang penggunaan *slag* nikel sebagai agregat dan campuran semen untuk beton mutu tinggi. Tujuannya untuk mengetahui kuat tekan beton yang menggunakan *slag* nikel baik sebagai agregat halus maupun agregat kasar. Benda uji dibuat dalam tiga variasi yakni beton normal, beton dengan agregat halus *slag* nikel, dan beton dengan agregat kasar *slag* nikel. Umur pengujian untuk semua variasi mulai 3, 14, 28, 56, dan 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal pada umur tersebut di atas berturut-turut sebesar 12,07 MPa, 22,06 MPa, 22,43 MPa, 30,38 MPa, dan 31,09 MPa. Dengan umur yang sama untuk beton yang menggunakan *slag* nikel sebagai agregat halus

¹ Korespondensi penulis: Nur Aisyah Jalali, Telp 085656978401, nuraisyahjalali@poliupg.ac.id

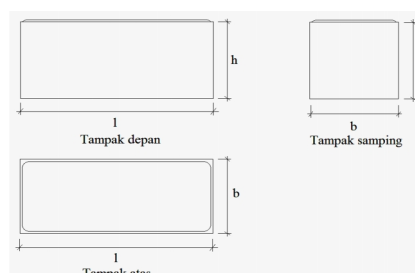
diperoleh kuat tekan sebesar 11,60 MPa, 17,44 MPa, 22,73 MPa, 39,21 MPa, 80,16 MPa, sedangkan kuat tekan beton yang menggunakan *slag* nikel sebagai agregat kasar yaitu 14,15 MPa, 27,27 MPa, 30,97 MPa, 35,38 MPa, dan 37,04 MPa. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa *slag* nikel dapat memperbaiki *interface* dengan matriks pastinya sehingga meningkatkan kekuatan beton. Ferdiansyah dan Anshary (2015) meneliti tentang kuat tekan dan penyerapan air *paving block* yang menggunakan *slag* nikel sebagai pengganti sebagian/seluruh pasir. *Slag* nikel yang digunakan berasal dari Kendari Sulawesi Tenggara. Benda uji dibuat pada perbandingan 1 semen dan 4 pasir, dimana variasi benda uji berupa persentase *slag* nikel (agregat halus) terhadap volume pasir sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata *paving block* berturut-turut sebesar 16,07 MPa, 21,20 MPa, 30,40 MPa, 31,90 MPa, dan 15,81 MPa, sedangkan hasil pengujian penyerapan air rata-rata *paving block* yakni sebesar 10,41%, 8,24%, 4,88%, 4,90%, dan 7,50%. Hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah kuat tekan maksimum terjadi pada persentase kadar *slag* 75%, untuk kadar *slag* 0% dan 100% masuk dalam mutu C, sedangkan kadar 25-75% masuk antara mutu A dan B. Hasil pengujian penyerapan air memberikan hasil berturut-turut masuk mutu D (kadar *slag* 0% dan 25%), mutu B (kadar *slag* 50 dan 75%), serta mutu C (kadar *slag* 100%).

Hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan bahwa adanya *slag* di dalam campuran beton maupun *paving block* dapat meningkatkan kuat tekannya, sedangkan penyerapan air memberikan hasil yang tidak mengecewakan meskipun memiliki nilai yang berbeda-beda. Penelitian tentang kuat tekan dan penyerapan air *paving block* dengan perbandingan 1:3, 1:4, dan 1:5 perlu dilakukan pada persentase 0% (normal), 25%, 75%, dan 100% kadar *slag*, dimana kadar 50% dapat diperoleh dari rata-rata antara kadar 25 dan 75% mengingat pentingnya pemanfaatan *slag* nikel dalam mengurangi limbah pencemar lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland (Tonasa), agregat halus berupa pasir dari Bili-bili, dan *slag* nikel dari Pomalaa Sulawesi Tenggara, serta Air dari PDAM. Peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam pembuatan batako meliputi peralatan untuk pengujian karakteristik pasir, peralatan untuk membuat benda uji, peralatan untuk pengukuran benda uji, pengujian kuat tekan dan pengujian penyerapan air.

Benda uji berupa bata beton untuk lantai (*paving block*) berukuran (p x l x t) 21 x 10,5 x 8 cm yang tampak-tampaknya ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan-bahan pencampur *paving block* terdiri atas semen, pasir, dan air, dengan komposisi semen dan pasir 1:3, 1:4, dan 1:5 (perbandingan volume). Variasi benda uji untuk setiap komposisi yakni 0%, 25%, 75%, dan 100% terhadap kebutuhan pasir.



Gambar 1. Tampak-tampak pada *paving block*

Metode pelaksanaan penelitian meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Persiapan bahan dan peralatan
Persiapkan semua bahan dan peralatan yang akan digunakan, termasuk *slag* nikel. *Slag* nikel diayak dengan saringan untuk agregat halus dengan besar butir maksimum 4,75 mm.
- Pengujian karakteristik material
Pengujian karakteristik pasir dan *slag* nikel meliputi pengujian berat volume, analisa saringan, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, kadar air, serta kadar organik yang mengacu pada SNI pengujian agregat (Balitbang Kimpraswil, 2003a). Semen portland diuji secara visual meliputi kemasan dan butiran semen, sedangkan pemeriksaan air meliputi bau dan warna.
- Perhitungan bahan-bahan pencampur *paving block*
Benda uji dicetak sesuai dengan ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 1. Perhitungan kebutuhan bahan dimulai dengan menentukan komposisi semen dan pasir (perbandingan volume) yakni 1:3, 1:4, dan 1:5, kemudian menghitung kebutuhan pasir dan *slag* nikel, dimana jumlah *slag* nikel diambil sebesar 0%, 25%, 75% dan 100% dari kebutuhan pasir. Jumlah bahan-bahan penyusun *paving block* (semen, pasir, dan *slag* nikel) yang diperoleh dalam satuan volume (m^3) dikonversi menjadi satuan berat (kg).
- Pembuatan benda uji
Benda uji dibuat dalam dua tahap, yaitu proses pencampuran bahan-bahan penyusun *paving block* dan proses pencetakan benda uji.

e. Perawatan benda uji

Kegiatan perawatan terdiri atas:

- 1) Proses pengeringan dimana setelah benda uji terlepas dari cetakan, diletakkan di atas papan/palet kemudian dipindahkan ke tempat terbuka untuk diangin-anginkan. Pada tahap ini, benda uji tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung.
- 2) Proses perawatan dilakukan dengan cara menyiram benda uji selama dua hari berturut-turut dan diletakkan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Setelah itu sesekali benda uji diperciki air agar benda uji tidak kering dan tidak mudah retak. Benda uji kemudian disimpan selama 26 hari untuk kemudian dilakukan pengujian.

f. Pengujian sifat fisis benda uji

Ada tiga jenis pengujian sifat-sifat fisis pada *paving block*, yaitu:

1) Pemeriksaan sifat tampak dan ukuran

Pengukuran benda uji meliputi pengukuran panjang, lebar, dan tebal, yang dilakukan paling sedikit tiga kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Pengujian tampak dan ukuran *paving block* dilakukan terhadap 16 buah benda uji untuk setiap variasi. Penyimpangan tebal bata beton untuk lantai yang diperkenankan kurang lebih 3 mm menurut SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b).

2) Pengujian kuat tekan

Benda uji ditekan hingga hancur dengan menggunakan mesin penekan yang dapat diatur kecepatannya. Arah penekanan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban di dalam penggunaannya. Kuat tekan benda uji dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \tag{1}$$

dimana:

P = beban tekan (N)

L = luas bidang tekan (mm²)

Menurut British Standard 6717 Part I. (1998), perhitungan kuat tekan *paving block* perlu dikoreksi akibat adanya tali air pada permukaan atas (sisi yang ditekan). Digunakan faktor koreksi 1,18 untuk *paving block* yang bertali air dengan ketebalan 80 mm.

3) Pengujian penyerapan air

Benda uji direndam di dalam air hingga jenuh (24 jam), kemudian ditimbang beratnya dalam keadaan basah. Benda uji kemudian dikeringkan di dalam oven selama kurang lebih 24 jam pada suhu kurang lebih 105°C sampai beratnya pada dua kali penimbangan berselisih tidak lebih dari 0,2% penimbangan yang terdahulu. Pengujian penyerapan air pada *paving block* dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \tag{2}$$

dimana:

A = berat benda uji basah (kg)

B = berat benda uji kering (kg)

Adapun persyaratan kekuatan fisis bata beton untuk lantai berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan fisis bata beton untuk lantai

Mutu	Kuat tekan (MPa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata (%)
	Rata-rata	Terendah	Rata-rata	Tertinggi	
I	40	34	0,090	0,103	3
II	30	25	0,130	0,149	5
III	20	17	0,160	0,184	7

Sumber: SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b)

g. Menganalisis hasil pengujian

Hasil pengujian sifat-sifat fisis pada *paving block* diolah dengan cara dirata-ratakan untuk setiap variasi campuran kemudian dianalisis dengan melihat pengaruh *slag* nikel sebagai pengganti sebagian pasir dan membandingkan *paving block* tanpa *slag* nikel.

h. Kesimpulan

Hasil pengujian *paving block* disimpulkan dan diberikan saran-saran atau solusi atas penelitian yang telah dilaksanakan. Jika ditemukan kekurangan, kiranya dapat diberikan alternatif pemecahan masalah, dan jika terdapat kelebihan maka hal ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya, serta pengembangan material bangunan pada masa yang akan datang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisis *paving block* adalah sebagai berikut:

a. Pemeriksaan sifat tampak dan ukuran

Tabel 2. Hasil pengukuran rata-rata *paving block slag* nikel

No.	Kode benda uji	Komposisi semen dan pasir	Kadar <i>slag</i> nikel (%)	Ukuran (mm)		
				Panjang	Lebar	Tebal
1	PB 1:3-0	1 : 3	0	210	105	79,73
2	PB 1:3-25	1 : 3	25	210	105	82,49
3	PB 1:3-75	1 : 3	75	210	105	79,31
4	PB 1:3-100	1 : 3	100	210	105	82,30
5	PB 1:4-0	1 : 4	0	210	105	81,34
6	PB 1:4-25	1 : 4	25	210	105	80,94
7	PB 1:4-75	1 : 4	75	210	105	84,41
8	PB 1:4-100	1 : 4	100	210	105	83,38
9	PB 1:5-0	1 : 5	0	210	105	81,80
10	PB 1:5-25	1 : 5	25	210	105	82,59
11	PB 1:5-75	1 : 5	75	210	105	83,77
12	PB 1:5-100	1 : 5	100	210	105	90,14

Paving block yang diperiksa seluruhnya memiliki bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

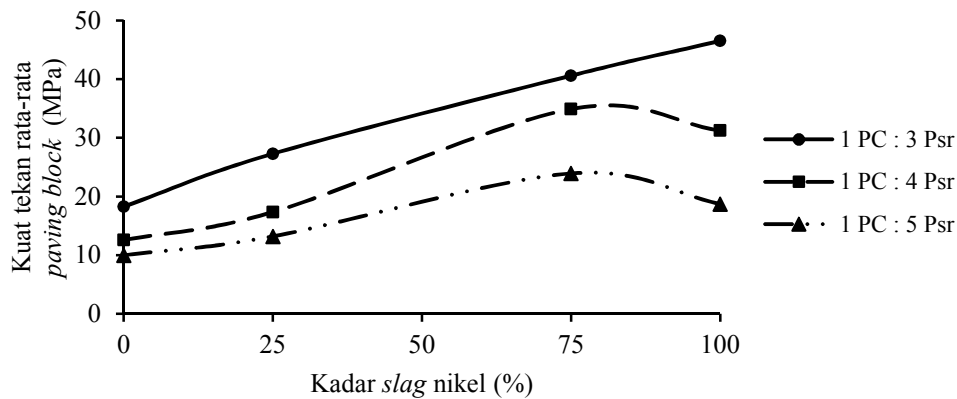
Hasil pengukuran rata-rata *paving block* hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2. Karena penyimpangan ukuran tebal *paving block* yang diperkenankan kurang lebih 3 mm, maka sebagian besar benda uji memenuhi persyaratan (variasi 1:3 pada seluruh kadar *slag*, variasi 1:4 pada kadar *slag* 0 dan 25%, serta variasi 1:5 pada kadar *slag* 0 dan 25%); sedangkan selebihnya tidak memenuhi karena melebihi ukuran yang disyaratkan.

b. Pengujian kuat tekan *paving block*

Hasil pengujian kuat tekan *paving block* rata-rata ditunjukkan pada Tabel 3, sedangkan hubungan antara kadar *slag* nikel dengan kuat tekan rata-rata ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 3. Hasil pengukuran rata-rata *paving block slag* nikel

No.	Kode benda uji	Komposisi semen dan pasir	Kadar <i>slag</i> nikel (%)	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Mutu
1	PB 1:3-0	1 : 3	0	18,28	III
2	PB 1:3-25	1 : 3	25	27,28	II
3	PB 1:3-75	1 : 3	75	40,59	I
4	PB 1:3-100	1 : 3	100	46,50	I
5	PB 1:4-0	1 : 4	0	12,56	Di bawah III
6	PB 1:4-25	1 : 4	25	17,35	III
7	PB 1:4-75	1 : 4	75	34,91	I
8	PB 1:4-100	1 : 4	100	31,22	I-II
9	PB 1:5-0	1 : 5	0	9,98	Di bawah III
10	PB 1:5-25	1 : 5	25	13,20	Di bawah III
11	PB 1:5-75	1 : 5	75	23,93	II-III
12	PB 1:5-100	1 : 5	100	18,72	III



Gambar 2. Hubungan antara kadar slag nikel dengan kuat tekan rata-rata paving block

Dari pengujian kuat tekan terlihat bahwa paving block dengan komposisi campuran 1 : 3 mengalami peningkatan secara signifikan seiring dengan pertambahan kadar slag nikel, sedangkan variasi 1 : 4 dan 1 : 5 nilai kuat tekannya meningkat dari kadar slag 0 hingga 75% kemudian menurun pada kadar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya slag nikel sebagai pengganti pasir dapat meningkatkan kuat tekan paving block. Dari ketiga komposisi campuran, terlihat bahwa komposisi 1 : 3 memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi pada semua variasi kadar slag.

Berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b), paving block komposisi 1 : 3 dan 1 : 4 dengan kadar slag 75 dan 100% masuk kategori mutu I, sedangkan yang lain masuk pada mutu II, mutu III, bahkan ada yang tidak masuk kategori (di bawah mutu III).

c. Pengujian penyerapan air paving block

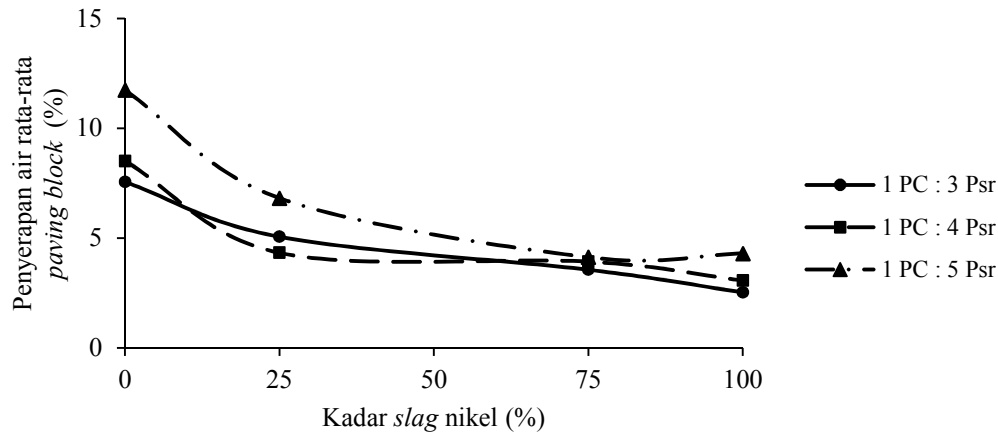
Hasil pengujian penyerapan air paving block rata-rata ditunjukkan pada Tabel 4, sedangkan hubungan antara kadar slag nikel dengan penyerapan air rata-rata ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 4. Hasil Pengujian penyerapan air rata-rata paving block slag nikel

No.	Kode benda uji	Komposisi semen dan pasir	Kadar slag nikel (%)	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Mutu
1	PB 1:3-0	1 : 3	0	18,28	III
2	PB 1:3-25	1 : 3	25	27,28	II
3	PB 1:3-75	1 : 3	75	40,59	I
4	PB 1:3-100	1 : 3	100	46,50	I
5	PB 1:4-0	1 : 4	0	12,56	III
6	PB 1:4-25	1 : 4	25	17,35	II
7	PB 1:4-75	1 : 4	75	34,91	I
8	PB 1:4-100	1 : 4	100	31,22	I
9	PB 1:5-0	1 : 5	0	9,98	Di bawah III
10	PB 1:5-25	1 : 5	25	13,20	III
11	PB 1:5-75	1 : 5	75	23,93	I-II
12	PB 1:5-100	1 : 5	100	18,72	I-II

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyerapan air paving block dengan komposisi campuran 1 : 3 dan 1 : 4 mengalami penurunan secara signifikan akibat bertambahnya kadar slag nikel, sedangkan pada variasi 1 : 5 mengalami penurunan dari kadar 0 ke 25% kemudian meningkat pada kadar 75 dan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya kadar slag nikel sebagai pengganti pasir dapat menurunkan penyerapan air di dalam paving block.

Berdasarkan SNI 03-6861.1-2002 (Balitbang Kimpraswil, 2003b), paving block komposisi 1 : 3 dan 1 : 4 dengan kadar slag 75 dan 100% masuk kategori mutu I, sedangkan yang lain masuk pada mutu II, mutu III, bahkan ada yang tidak masuk kategori (di bawah mutu III).



Gambar 3. Hubungan antara kadar slag nikel dengan penyerapan air rata-rata paving block

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil pengukuran rata-rata paving block menunjukkan bahwa sebagian besar benda uji memenuhi persyaratan terutama komposisi campuran 1:3 pada seluruh kadar slag, komposisi 1:4 dan 1:5 pada kadar slag 0 dan 25%; sedangkan selebihnya tidak memenuhi karena melebihi ukuran yang disyaratkan.
- Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar slag nikel maka kuat tekan paving block semakin tinggi dan kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh komposisi campuran 1:3. Paving block komposisi 1 : 3 dan 1 : 4 dengan kadar slag 75 dan 100% masuk kategori mutu I, sedangkan yang lain masuk pada mutu II, mutu III, bahkan ada yang tidak masuk kategori (di bawah mutu III).
- Hasil pengujian penyerapan air menunjukkan bahwa besarnya kadar slag nikel sebagai pengganti pasir dapat menurunkan penyerapan air di dalam paving block. Paving block komposisi 1 : 3 dan 1 : 4 dengan kadar slag 75 dan 100% masuk kategori mutu I, sedangkan yang lain masuk pada mutu II, mutu III, bahkan ada yang tidak masuk kategori (di bawah mutu III).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2003a. *Metoda, Tata Cara, dan Spesifikasi, Bagian 2: Batuan, Sedimen, Agregat*. Jakarta.
- . 2003b. *Metoda, Tata Cara, dan Spesifikasi, Bagian 13: Kayu, Bahan Lain, Lain-lain*. Jakarta.
- British Standard 6717 Part I. 1998. *Precast Concrete Paving Blocks*. London
- Ferdiansyah dan Fauzan Achmad Anshary. 2015. *Kuat Tekan dan Penyerapan air Paving Block dengan Menggunakan Slag Nikel*. Tugas Akhir pada Politeknik Negeri Ujung Pandang: Tidak diterbitkan.
- <http://biz.kompas.com/read/2016/03/15/080000428/Ingin.Tingkatkan.Produksi.Nikel.ANTAM.Lakukan.Uji.Coba.CFPP> (Online), (diakses tanggal 05 Oktober 2016).
- http://www.antam.com/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=38 tentang penanganan limbah PT. Antam. (Online), (diakses tanggal 26 September 2016).
- Sugiri, Saptahari. 2005. "Penggunaan Terak Nikel sebagai Agregat dan Campuran Semen untuk Beton Mutu Tinggi". Dalam *Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, 1 (1)*.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Ujung Pandang atas bantuan dananya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.