

PEMANFAATAN LIMBAH KERAMIK SEBAGAI PENGGANTI ABU BATU PADA LAPIS ASPAL BETON

Andi Batari Angka¹⁾, Syahlendra²⁾

^{1,2)} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Waste is a material that is wasted or discarded from a source of activity or natural processes, and does not or does not have economic value yet, for example construction waste especially floor ceramic waste. In this study, the waste was used as a substitute for stone ash for concrete asphalt layer (AC-BC). The aim of this study was to determine the largest percentage of ceramic waste that could replace stone ash material to produce AC-BC layers that still met specifications based on the Marshall test. In this study stone ash substitution experiment with ceramic waste of 0, 25, 50, 75, and 100% has done. The results of the study showed that the Optimum Asphalt Levels of the mixture was 5.29%. The results of the Marshall test on the optimum asphalt content of the five types of mixtures, produced Marshall parameters that all almost met the specifications. The stability value has decreased to 25% levels, then increased to 50% levels and decreased to 100% levels. Ceramic level that met the requirements according to specifications was up to 80.4%. The ideal ceramic waste stone ash used in concrete asphalt layer (AC-BC) was limited until a percentage of 58%.

Keywords: Ceramic Waste, Ceramic Stone Ash, AC-BC layer, Marshall Test, Optimum Asphalt Levels

1. PENDAHULUAN

Aspal beton merupakan campuran antara agregat bergradasi rapat dan aspal dengan perbandingan tertentu. Pada pembuatan campuran beton aspal tersebut agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) serta aspal sebagai bahan ikat, dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu. Aspal beton merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Kualitas campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat sebagai bahan penyusun dan aspal sebagai pengikat. Ketersediaan bahan lapis keras yang mencukupi dan memenuhi spesifikasi dituntut mutlak keberadaannya dalam pembangunan prasarana jalan yang berkelanjutan.

Limbah merupakan bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber aktivitas atau proses alam, dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, salah satu contoh jenis limbah yaitu limbah konstruksi. Beberapa jenis material konstruksi yang rusak dan sudah tidak dapat digunakan kembali akan menjadi limbah konstruksi. Salah satunya adalah keramik, baik keramik lantai maupun genteng. Dengan Menggunakan limbah keramik lantai sebagai agregat halus (abu batu) bisa menjadi alternatif lain sebagai material pengganti dan dapat mengurangi jumlah penggunaan material alam serta memanfaatkan limbah sebagai bahan daur ulang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Bahan Jalan dan Aspal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus (abu batu dan limbah keramik lantai) dan aspal Pen 60/70 serta *Marshall Test*

Metode pelaksanaan penelitian meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapan bahan dan peralatan
Persiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan
- b. Pengujian karakteristik material
Pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus (abu batu dan keramik) dan pengujian aspal pen 60/70.
- c. Rancangan campuran
Menghitung proporsi agregat gabungan dan menghitung kadar aspal rencana
- d. Pembuatan benda uji
Benda uji (briket) dibuat sebanyak 15 sampel (setiap kadar aspal masing-masing dibuat sebanyak 3 benda uji) berdasarkan kadar aspal rencana yang diperoleh dari perhitungan.

¹ Korespondensi Penulis: Andi Batari Angka, 085342284762, andibatariangka_batari@yahoo.co.id

- e. Pengujian briket dengan alat tekan *Marshall test*
Masing-masing benda uji di *Marshall test* untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO)
- f. Pembuatan benda uji (briket) dengan menggunakan kadar aspal optimum dengan limbah keramik
- g. Pengujian benda uji (briket) dengan alat tekan *Marshall test*
- h. Perhitungan parameter *Marshall*, dengan indeks kekuatan sisa.

Rancangan Campuran AC-BC dilakukan dengan urutan sebagai-berikut:

1. Perhitungan proporsi masing-masing agregat untuk memperoleh gradasi campuran dan kadar aspal rencana.
2. Pembuatan benda uji masing-masing tiga briket setiap kadar aspal, berdasarkan kadar aspal rencana yang diperoleh dari hasil perhitungan yaitu 6% kemudian divariasikan dengan selisih 0,5 %, dua kadar aspal dibawahnya dan dua kadar aspal diatasnya sehingga kadar aspal rencana yang digunakan yaitu, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%.
3. Mengukur ketebalan briket pada tiga sisinya, kemudian timbang kering, timbang kondisi SSD, dan timbang dalam air, untuk mengetahui kepadatan, VIM, VMA, dan VFB
4. Tekan benda uji dengan alat tekan marshall untuk memperoleh nilai stabilitas dan flow.
5. Gambar grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VIM, VMA, dan VFB, stabilitas dan flow
6. Analisis kadar aspal optimum (KAO) yang memenuhi syarat sebagai campuran AC-BC
7. Pembuatan benda uji dengan campuran menggunakan kadar aspal optimum, dan uji karakteristiknya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Campuran AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*)

a. Penentuan Proporsi Agregat Gabungan

Proporsi agregat gabungan diperoleh dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*).

Nilai persentase agregat gabungan yang memenuhi spesifikasi adalah:

- Agregat kasar (Batu pecah 1-2) = 25%
- Agregat kasar (Batu pecah 0,5-1) = 35%
- Agregat halus (Abu batu) = 36%
- Filler = 4%

b. Penentuan Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% FF) + \text{Konstanta}$$

$$= 5.78 \longrightarrow 6\%$$

Digunakan kadar aspal rencana 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, dan 7%.

c. Hasil Pengujian *Marshall* Pada Campuran AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*)

Hasil pengujian *Marshall* adalah sifat campuran beraspal dan dapat diperoleh setelah seluruh persyaratan material, berat jenis, dan perkiraan kadar aspal rencana telah terpenuhi. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Marshall* Campuran AC-BC

Kadar Aspal	Berat Isi	VIM	VMA	VFB	Stabilitas	Flow	Rasio Partikel
5,0	2,340	4,966	14,446	65,656	1449,76	4,80	1,201
5,5	2,356	3,738	14,300	73,861	1389,39	5,60	1,199
6,0	2,357	3,060	14,641	79,106	1418,90	6,20	1,199
6,5	2,358	2,439	15,025	83,770	970,470	5,00	1,198
7,0	2,360	1,753	15,344	88,598	945,560	25,10	1,197
Spesifikasi							
Min.	-	3,5%	14%	65%	800 kg	2 mm	0,6
Maks.	-	5,5%	-	-	-	4 mm	1,2

Sumber : Analisa Hasil Pengujian

d. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum ditentukan berdasarkan persyaratan dalam spesifikasi umum 2018, pada campuran normal *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*

dari uji *Marshall 2 x 75* tumbukan, maka diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,29%.

Hasil *Marshall* Benda Uji dengan Menggunakan Abu Batu Limbah Keramik Sebagai Pengganti Abu Batu dari Batu Pecah

Tabel 2. Analisa Kebutuhan Bahan Limbah keramik untuk Campuran Benda Uji Laston *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*

Kadar Keramik	0%	25%	50%	75%	100%
Berat Sampel	1200	1200	1200	1200	1200
Aspal (%)	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
BP 1-2					
25%	300	300	300	300	300
BP 0.5-1					
35%	420	420	420	420	420
Abu Batu					
36%%	432	324	216	108	0
Abu Batu Keramik					
4%	0	108	216	324	432
Filler (Semen)					
4%	48	48	48	48	48
Total	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber: Hasil Analisis

Setelah pembuatan *bricket* dengan menggunakan bahan pengganti limbah keramik, selanjutnya dilakukan pengujian tekan *Marshall* setelah perendaman selama 30 menit pada suhu 60°C. Berikut adalah hasil pengujian *Marshall test* terhadap benda uji:

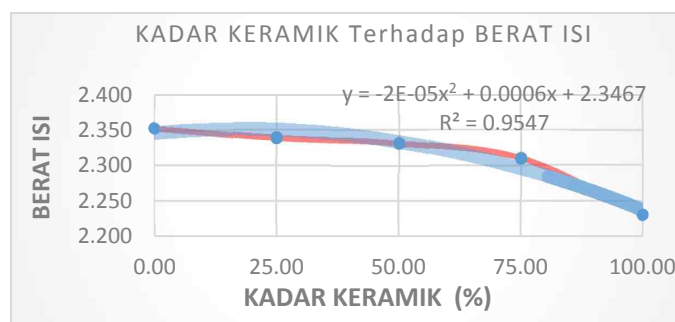
Tabel 3. Pengujian *Marshall* pada *Briket* Campuran *Asphalt Concrete –Binder Course (AC-BC)* dengan Menggunakan Limbah Keramik Sebagai Abu Batu.

KADAR KERAMIK	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STAB	FLOW	RASIO PARTIKEL
0	2,353	3,734	14,449	74,186	1392,25	5,63	1,199
25	2,339	4,327	14,983	71,148	847,01	3,23	1,175
50	2,331	4,659	15,287	69,574	1310,44	2,90	1,149
75	2,310	5,535	16,074	65,850	1152,50	3,40	1,125
100	2,230	8,823	19,003	53,588	251,61	2,47	1,102
Spesifikasi		3% - 5%	Min.14	Min.65	Min. 800	Min. 2	0,6 – 1,2

Sumber : Hasil Analisis Pengujian

Setelah mendapatkan hasil pengujian *Marshall* hasilnya digambarkan dalam grafik hubungan antara kadar Keramik dengan parameter-parameter yang telah dihitung.

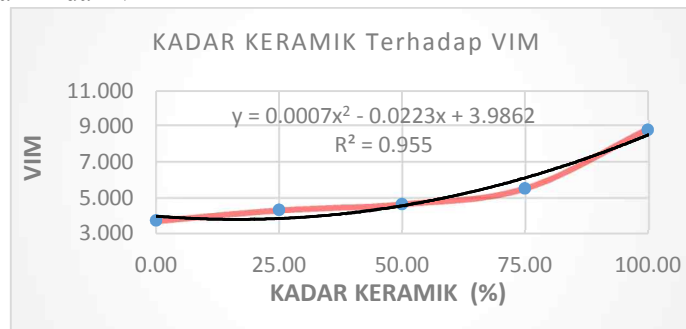
1) Hubungan antara Kadar Keramik dan Berat Isi



Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Keramik dan Berat Isi

Dari gambar grafik dapat dibaca bahwa penambahan kadar keramik akan mengurangi nilai berat jenis campuran hingga rongga dalam campuran terisi oleh aspal, dengan kata lain penambahan keramik akan mengurangi berat campuran dalam volume yang sama.

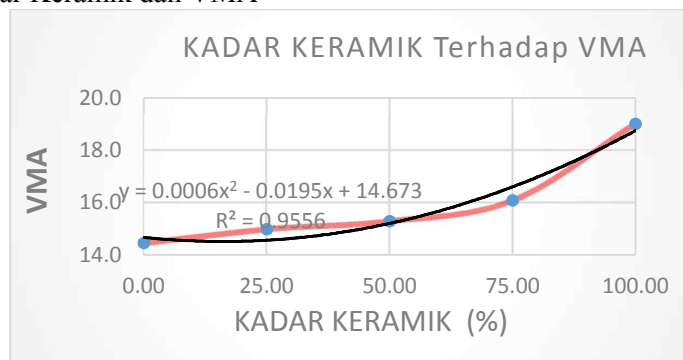
2) Hubungan antara Kadar Keramik dan VIM



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Keramik dan VIM

Pada gambar grafik di atas, nilai VIM pada campuran meningkat seiring bertambahnya kadar limbah keramik yang digunakan. Hal ini disebabkan karena limbah keramik mengandung banyak pori, sehingga seiring bertambahnya penggunaan limbah keramik maka rongga udara dalam campuran semakin besar. Nilai VIM yang disyaratkan untuk campuran *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)* dengan spesifikasi 3%-5%, jadi yang memenuhi syarat VIM yaitu pada kadar limbah keramik 0% sampai 58%.

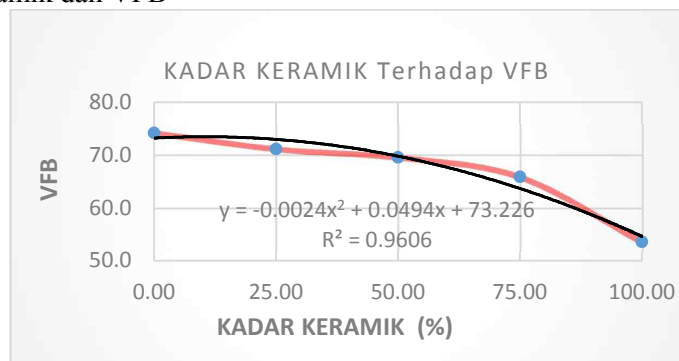
3) Hubungan antara Kadar Keramik dan VMA



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Keramik dan VIM

Grafik menunjukkan nilai VMA terhadap variasi kadar keramik cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar limbah keramik membuat ruang yang tersedia untuk menampung volume aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran semakin banyak seiring bertambahnya penggunaan limbah keramik dalam campuran. Nilai VMA yang disyaratkan dalam suatu campuran minimal 14%, yang memenuhi syarat VMA yaitu yang mengandung kadar *Keramik* 0% sampai 100%.

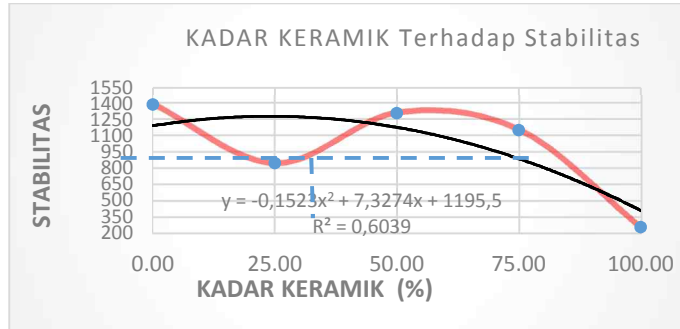
4) Hubungan antara Kadar Keramik dan VFB



Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Limbah Keramik dan VFB

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VFB menurun seiring dengan pertambahan kadar limbah keramik. Hal ini disebabkan karena sifat keramik yang berongga namun padat pada sisi luarnya sehingga aspal tidak masuk ke rongga keramik namun hanya menyelimuti keramik tersebut. Nilai VFB dalam spesifikasi minimal 65%, yang memenuhi persyaratan pada pengujian ini yang mengandung kadar abu batu limbah Keramik 0% hingga 70%.

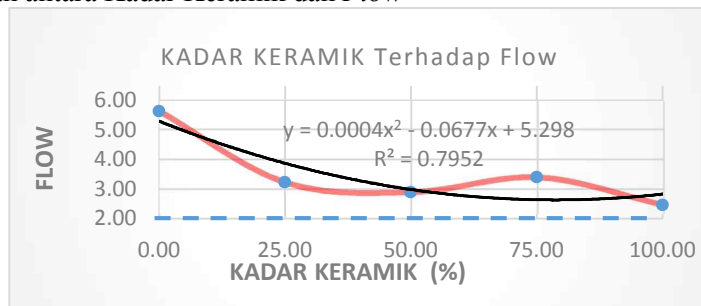
5) Hubungan antara Kadar Keramik dan Stabilitas



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Keramik dan Stabilitas

Pada grafik, nilai stabilitas menurun pada kadar 25% kemudian meningkat pada kadar 50% kemudian kembali turun hingga pada kadar 100% dimana kadar keramik yang memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi adalah hingga pada kadar keramik 80,4%.

6) Hubungan antara Kadar Keramik dan Flow



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Keramik dan Flow

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa seiring penambahan limbah keramik hingga pada kadar 50%, nilai kelelahan menurun, kemudian setelah itu nilai *flow* kembali mengalami peningkatan pada kadar 75% lalu menurun kembali pada kadar 100%. Hal ini disebabkan karena penambahan kadar limbah Keramik membuat campuran menjadi rapat sehingga deformasi akibat beban berkurang.

Hasil Marshall Sisa Benda Uji Menggunakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Abu Batu

Tabel 4. Pengujian *Marshall* Sisa pada *bricket* campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dengan menggunakan limbah keramik abu batu.

KADAR KERAMIK	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STAB	FLOW	RASIO PARTIKEL
25%	2,115	13,484	23,121	41,679	1175,97	3,28	1,185
50%	2,063	15,634	25,038	37,561	661,97	2,25	1,161
75%	2,148	12,168	21,966	44,608	1544,95	3,20	1,132
100%	2,081	14,914	24,414	38,911	1161,46	3,70	1,109

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

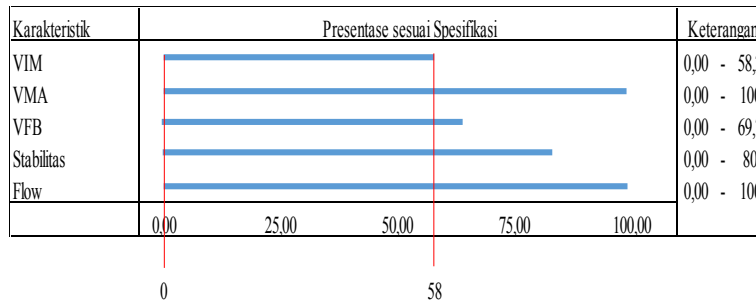
Setelah benda uji yang mengandung limbah keramik direndam selama 24 jam, maka diperoleh nilai Indeks Kekuatan Sisa sebagai berikut:

- 25% = 91.31%
- 50% = 66.10%
- 75% = 138.93%
- 100% = 72.74%

Sehingga, dapat disimpulkan benda uji yang memenuhi persyaratan adalah yang mengandung kadar limbah keramik 25% dan 75%. Persyaratan untuk stabilitas Marshall sisa setelah perendaman 24 jam dalam suhu 60°C yaitu minimal 90%.

Penentuan Kadar Limbah Keramik Ideal

Berdasarkan dari hasil uji Marshall pada campuran dengan menggunakan limbah keramik sebagai pengganti abu batu, maka diperoleh kadar keramik yang bisa digunakan adalah mulai pada kadar 0% hingga 58% seperti pada gambar di bawah.



Gambar 7. Grafik kadar limbah keramik yang diizinkan

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data terhadap aspal beton AC-BC yang memanfaatkan Limbah Keramik lantai sebagai Pengganti Abu Batu maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang digunakan pada campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) dengan variasi limbah keramik lantai sebagai Abu batu yaitu 5,58%.
2. Karakteristik pada campuran Aspal Beton Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) dengan variasi limbah keramik lantai sebagai bahan pengganti abu batu menghasilkan nilai VIM semakin meningkat seiring penambahan kadar keramik pada campuran. Namun pada nilai VMA dan VFB, semakin besar penggunaan keramik maka nilai dari VMA dan VFB semakin menurun.
3. Dari campuran aspal tanpa menggunakan variasi abu batu limbah keramik menghasilkan stabilitas Marshall yang lebih besar dari campuran aspal dengan menggunakan abu batu limbah keramik. Namun dengan variasi 25%, 50%, dan 75%. Memenuhi spesifikasi sehingga dapat digunakan untuk campuran beraspal.
4. Dari hasil pengujian Marshall dapat diambil untuk nilai penggunaan kadar limbah keramik lantai yang diizinkan adalah 0% hingga 58% dilihat dari parameter marshall yang hampir seluruhnya memenuhi spesifikasi kecuali nilai VIM dan VFB dikarenakan ada kadar limbah keramik tidak sesuai spesifikasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

Arif, Muhammad Syaiful. 2013. *Penggunaan Bahan Pengisi (filler) Serbuk Keramik, Ditinjau Dari Parameter Marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston)*. Malang: Universitas Islam Malang.

Arliningtyas, Swasti. 2016. *Analisa Kelayakan Limbah Keramik sebagai Pengganti Agregat Halus untuk Campuran Aspal Beton Ditinjau dari Nilai Stabilitas Marshall*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

ASTM D4791 – 99, *Tata Cara Uji Standar Untuk Kepipihan dan Kelonjongan Agregat*. America Standart Testing and Material

Bina Marga Direktorat Jendral. Spesifikasi Umum 2018. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Fadarsyah, Mukhlis, dan Sulaiman. 2014. *Pengaruh Penambahan Filler Granit dan Keramik pada Campuran Laston AC-WC terhadap Karakteristik Uji Marshall*. Aceh: Universitas Malikussaleh.

Hieronymus, Tanpa Tahun. *Pengertian Limbah*. Diakses dari www.romadecade.org (diakses tanggal 30 juli 2019)

Leolay. 2015, *Bahan Lantai Keramik*, Diakses dari <http://andalan68.wordpress.com> (diakses tanggal 30 juli 2019)

- Sandro Laila, William Sanajaya, Ronald Regen Ruhulesin, dan Rachmansyah. 2016. *Pengaruh Penggunaan Serbuk Keramik Sebagai Tambahan Agregat Halus Dalam Campuran Aspal*. Jakarta: Universitas Kristen Krida Wacana
- SNI - 03-1737-1989. 1989, *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Laston Untuk Jalan Raya*. 1989. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-4428-1997. 1997, *Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Cara Setara Pasir*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6877-2002. 2002, *Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus Yang Tidak Dipadatkan*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 06-2440-1991. 1991, *Metode Pengujian Kehilangan Berat*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1969:2008. 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2008. 2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standarisasi Nasional.