

SIFAT MEKANIS BETON KULIT KERANG (*Anadara grandis*)

Annisa Arifandita Mifshella ¹⁾, Monita Olivia ²⁾, Lita Darmayanti ²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

email: annisa.arifandita@gmail.com

ABSTRACT

This study is to evaluate the mechanical properties namely compressive strength and splitting tensile strength of concrete using clamshell powder as a partial cement substitute. The clamshell powder was made from grinding Anadara grandis shells that were burnt at furnace brick and filtered using no #200 sieve. An initial investigation was carried out to make concrete specimens with partial replacement of shells powder using 2%, 4%, 6% and 8% of the weight of cement. The results of the initial study showed that the optimum clamshell powder proportion to get a high compressive strength was 4%. The specimens for compressive strength and splitting tensile strength were manufactured using 4% clamshell powder as a partial cement substitution. The specimens were tested at the age of 7, 28, and 91 days. The results showed that the compressive strength of concrete using clamshell powder has lower strength than normal concrete for all age of specimens. On the other hand, the splitting tensile strength of concrete using clamshell powder was higher than normal concrete.

Keyword: clamshell powder, compressive strength, tensile strength, OPC

1. PENDAHULUAN

Perkembangan inovasi di bidang teknologi konstruksi dan peningkatan kepedulian manusia pada lingkungan menjadikan konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan menjadi sebuah pilihan baru. Berbagai usaha dan inovasi untuk menghasilkan konstruksi berkualitas tetapi ramah lingkungan tidak hanya sebatas penggunaan teknologi konstruksi semata maupun instrumen terbaru, tetapi juga mulai menggunakan jenis-jenis material konstruksi dari limbah konstruksi maupun bahan alam. Penelitian yang meneliti limbah sebagai bahan penyusun dalam

campuran beton telah banyak dilakukan misalnya penggunaan abu terbang batu bara (fly ash), abu hasil kalsinasi sampah dan abu sisa pengolahan kayu (Susanti, 2009). Selain itu beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah makanan laut seperti kulit udang (chitosan) dan kulit kerang dapat dijadikan sebagai bahan penyusun dalam campuran beton (Syafpoetri, 2013).

Kerang laut (*Anadara grandis*) merupakan salah satu kerang yang banyak terdapat di perairan Indonesia dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan protein

yang tinggi. Akan tetapi, kulit kerang merupakan bagian dari kerang yang tidak bisa dikonsumsi, sehingga hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah rumah tangga. Pemanfaatan limbah kulit kerang selama ini hanya terbatas untuk kerajinan tangan serta perhiasan padahal limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yaitu zat kapur (CaO) sebesar 66,70%, alumina dan senyawa silika (Siregar, 2009) sehingga dapat dijadikan alternatif bahan pengganti semen untuk campuran beton.

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa penggunaan limbah kulit kerang sebagai bahan pengganti sebagian semen telah menghasilkan kuat tekan beton untuk beton normal sebesar 40,056 MPa, untuk kadar Bubuk kulit kerang optimum sebesar 6% dari berat semen yang dibutuhkan (Bahtiar dan Hidayat, 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji sifat mekanik beton yakni kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang menggunakan bubuk kulit kerang sebagai pengganti sebagian semen pada umur 7, 28 dan 91 hari.

Manfaat dari penelitian ini adalah penggunaan bubuk kulit kerang sebagai substitusi semen pada campuran beton diharapkan dapat memberikan alternatif pengolahan limbah kulit kerang (*Anadara grandis*), mengurangi tingkat pencemaran lingkungan dan mengurangi pemakaian semen dalam campuran beton.

Kuat tekan beton (f'_c) adalah kemampuan beton untuk menerima gaya per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi

pula mutu beton yang dihasilkan. (Mulyono, 2003)

Kuat tekan beton (f'_c) dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dengan :

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm²)

Kuat tarik belah beton adalah kemampuan beton menanggung beban yang tegak lurus sumbu bahannya. Menurut SNI 03-2491-2002 besarnya tegangan tarik beton (tegangan rekah beton) dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi DL}$$

dengan :

f_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban maksimum (N)

D = diameter silinder (mm)

L = panjang silinder (mm)

Hubungan antara kuat tarik belah beton dengan kuat tekan beton sesuai ACI 318-05 adalah sebagai berikut :

$$f_{ct} = 0,56\sqrt{f'_c}$$

dengan :

f_{ct} = kuat tarik belah beton (MPa)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

2. METODE PENELITIAN

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen, menggunakan semen OPC (*Ordinary Portland Cement*) Tipe I merek Andalas
- Agregat halus berupa pasir yang berasal dari *quarry* PT. Minang Tunas Jaya, Rimbo Panjang Kabupaten Kampar
- Agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari *quarry* PT.

Minang Tunas Jaya, Rimbo Panjang Kabupaten Kampar.

- Air berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Kulit kerang (*Anadara grandis*) yang digunakan berasal dari restoran *seafood* yang ada di Pekanbaru.

Tahap persiapan pada penelitian ini meliputi penyiapan bahan dan peralatan untuk penelitian. Persiapan dan pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau. Bahan penyusun beton tersebut adalah *ordinary portland cement* tipe I, limbah kulit kerang, agregat halus, dan agregat kasar yang berasal dari quarry PT. Minang Tunas Jaya Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar. Sedangkan untuk limbah kulit kerang yang digunakan terlebih dahulu dibakar di tungku pembakaran batu bata kemudian dihancurkan lalu disaring menggunakan saringan no. 20. Kulit kerang yang digunakan sebagai pengganti semen adalah kulit kerang yang lolos saringan no. 200.

Sebelum digunakan dalam pembuatan campuran, pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap bahan dasar beton berupa pasir dan batu pecah. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan zat organik dalam pasir, pemeriksaan kadar lumpur pada pasir, pemeriksaan specific gravity dan absorption pasir dan batu pecah,, analisa saringan pada pasir dan batu pecah, pemeriksaan berat volume pada pasir dan batu pecah, dan pemeriksaan kadar air pada pasir dan batu pecah. Sedangkan untuk bubuk kulit kerang,

pemeriksaan yang dilakukan adalah pemeriksaan karakteristik kimia dengan cara mengirimkan sampel ke Pusat Sumber Daya Geologi di Bandung untuk dianalisa kandungan kimianya.

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Benda uji dibuat menggunakan cetakan silinder. Benda uji dibuat dengan menggunakan metode campuran ACI dengan kuat tekan rencana f'_c 35 MPa untuk umur 28 hari. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman selama 7, 28 dan 91 hari.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian sifat mekanis beton yaitu kuat tekan dan kuat tarik belah.. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah pada umur 7, 28 dan 91 hari. Prosedur pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton mengacu pada SNI 03-1973-1990 dan SNI 03-2491-2002.

Dari data penelitian yang telah dikumpulkan dapat dilakukan analisa hasil penelitian. Analisa hasil penelitian merupakan pembahasan dari penelitian tersebut. Setelah dilakukan analisa penelitian, kemudian dapat diperoleh kesimpulan dari analisa tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pemeriksaan *absorption* agregat kasar lebih rendah daripada SNI 03-1970-1990 yaitu antara 2-7% hal ini memperlihatkan bahwa daya serap agregat kasar terhadap air kecil. Karen daya serapnya yang kecil, pada pembuatan beton air perlu dikurangi

untuk mempertahankan nilai FAS (Sitompul, 2012). Pada kondisi padat berat volume agregat halus telah memenuhi standar yaitu lebih dari 1,2 kg/cm³. Kepadatan agregat menyebabkan volume pori beton mengecil dan menyebabkan kuat tekan akan bertambah.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis (gr/cm ³)	
a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,68
b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60
c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,63
d. <i>Absorption (%)</i>	1,08
Kadar air (%)	0,52
Modulus kehalusan	7,11
Keausan (%)	27,50
Berat volume	
a. Kondisi padat	1,38
b. Kondisi gembur	1,37

Kadar air agregat kasar tidak memenuhi persyaratan yaitu 3%-5%, hal ini disebabkan karena ketika pengujian kadar air berlangsung, agregat kasar telah dalam keadaan kering akibat terkena sinar matahari. Nilai modulus kehalusan agregat kasar telah memenuhi persyaratan yaitu antara 5-8%. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar diperoleh bahwa, gradasi agregat kasar telah memenuhi batas gradasi agregat kasar butir maksimum 20 mm menurut *British Standard*. Keausan agregat kasar telah memenuhi standar yaitu dibawah 40%.

Hasil pengujian karakteristik agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pemeriksaan *absorption* lebih

rendah daripada standar yaitu 2-7%, hal ini menunjukkan bahwa daya serap agregat halus kecil. Kadar air agregat halus tidak memenuhi standar yaitu lebih dari 5%. Hal ini disebabkan karena ketika pemeriksaan kadar air agregat berlangsung, material dalam keadaan basah setelah terkena hujan.

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus menunjukkan bahwa kadar lumpur agregat halus telah memenuhi persyaratan yaitu di bawah 5%, sehingga agregat halus tidak perlu dicuci untuk digunakan pada campuran beton. Pemeriksaan modulus kehalusan agregat halus telah memenuhi standar yaitu antara 1,5-3,8. Kepadatan agregat halus telah memenuhi standar, yaitu lebih dari 1,2 kg/cm³. Kepadatan agregat yang tinggi, menyebabkan volume pori pada beton mengecil, sehingga kuat tekan beton akan bertambah. Kadar organik agregat halus juga memenuhi standar yaitu dibawah warna no. 3, kadar organik yang tinggi menyebabkan beton yang rapuh dan kuat tekannya akan berkurang.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus

Jenis pemeriksaan	Hasil
Kadar lumpur (%)	2,60
Berat Jenis (gr/cm ³)	
a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,70
b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,62
c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,65
d. <i>Absorption (%)</i>	1,24
Kadar air (%)	5,43
Modulus kehalusan	2,86
Berat volume	
a. Kondisi padat	1,76
b. Kondisi gembur	1,65
Kadar organik	No. 2

Hasil pemeriksaan karakteristik kimia dari bubuk kulit kerang (*Anadara grandis*) dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa kadar CaO pada kerang lebih rendah dari semen *portland* yaitu 60-65% (Neville, 2011). Kadar CaO yang tinggi menyebabkan proses pengikatan yang berjalan dengan lambat akan tetapi kuat tekan beton akan meningkat (Syafpoetri, 2013).

Tabel 3. Kandungan Kimia Kulit Kerang

Parameter	Persentase kandungan kimia (%)
SiO ₂	1,60
Al ₂ O ₃	0,92
CaO	51,56
MgO	1,43
Na ₂ O	0,08
K ₂ O	0,06
H ₂ O	0,31
HD	41,84

Sumber : PSDG (2014)

Trial dilakukan untuk memperoleh kadar optimum bubuk kulit kerang dalam campuran beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Hasil kuat tekan *trial* beton dapat dilihat pada Tabel 4.

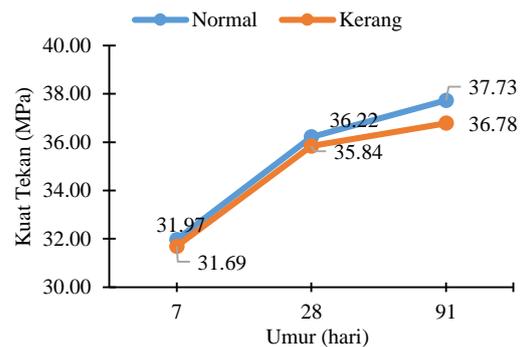
Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan *Trial* Beton Bubuk Kulit Kerang

Kadar Kerang dalam Semen	Berat (kg)	Kuat Tekan (MPa)
2%	12,75	29,99
	13,00	31,69
4%	12,85	32,54
	13,05	32,26
6%	12,82	28,86
	12,89	28,86

8%	12,94	30,84
	12,97	30,27

Dari hasil pengujian kuat tekan hasil *trial* diperoleh kadar optimum beton adalah sebesar 4% dari berat semen. Sehingga kadar optimum kerang ini dapat digunakan untuk pembuatan benda uji.

Uji kuat tekan dilakukan pada umur 7, 28 dan 91 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Hasil uji kuat tekan beton kulit kerang dan beton normal dapat dilihat pada Gambar 1.



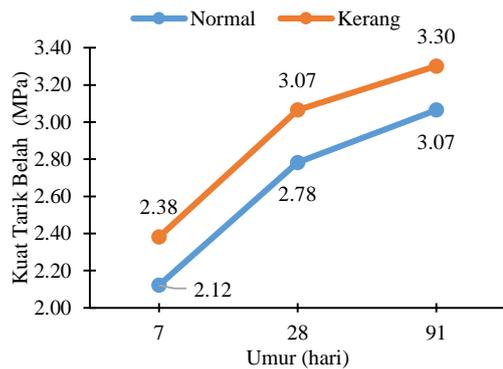
Gambar 1 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dan Bubuk Kulit Kerang

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton bubuk kulit kerang mengalami penurunan sebanyak 0,85% dari beton normal pada beton normal. Pada umur 28 hari, terjadi penurunan kuat tekan beton bubuk kulit kerang sebesar 1,05% dari beton normal. Pada umur 91 hari penurunan kuat tekan beton bubuk kulit kerang meningkat menjadi 2,5% dari beton normal.

Menurut (Murdock dan Brock, 1991) kandungan CaO kerang yang rendah menyebabkan kekuatan beton menjadi lebih rendah serta waktu

pengikatannya juga lebih lama. Hal ini sesuai dengan kandungan CaO pada bubuk kulit kerang hanya sebesar 51,56% sedangkan menurut (Neville, 2011) kandungan CaO dalam semen portland adalah 60 – 65%. Akan tetapi nilai kuat tekan beton bubuk kulit kerang sudah memenuhi kuat tekan rencana pada umur 28 hari.

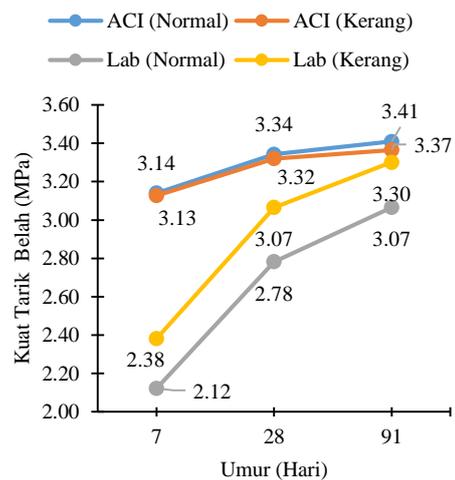
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 7, 28 dan 91 hari. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian uji kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Beton Normal dan Bubuk Kulit Kerang

Gambar 2 menunjukkan kuat tarik belah beton bubuk kulit kerang mengalami kenaikan sebanyak 10,89% dari beton normal pada umur 7 hari. Pada umur 28 hari kenaikan kuat tarik belah beton bubuk kulit kerang adalah sebesar 9,23% dari beton normal. Sedangkan pada umur 91 hari kenaikan kuat tarik belah beton bubuk kulit kerang lebih kecil dari pada kenaikan kuat tarik belah beton bubuk kulit kerang umur 28 hari yaitu sebesar 7,14%.

Pada beton bubuk kulit kerang kenaikan kuat tarik belah pada umur 7 hari ke 28 hari adalah sebesar 22,31%, sedangkan kenaikan kuat tarik belah beton bubuk kulit kerang dari umur 28 hari ke 91 hari adalah sebesar 7,14%. Nilai kuat tarik belah beton kulit kerang yang lebih tinggi daripada beton normal menunjukkan daya lekat pasta semen dengan agregat tinggi. Pada beton bubuk kulit kerang, pasta semen mengalami pengerasan yang optimal ketika beton 7 sampai 28 hari sehingga daya lekat beton menjadi lebih kuat.



Gambar 3 Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Rumus ACI 318-05 dan Hasil Uji Laboratorium

Sedangkan hubungan kuat tekan beton dengan kuat tarik belah beton normal dan beton bubuk kulit kerang dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan terjadi perbedaan nilai kuat tarik belah beton dari perhitungan menggunakan rumus ACI 318-05 dan hasil uji di laboratorium sebesar 13,49% untuk beton normal dan 16,14% untuk beton bubuk kulit kerang. Perhitungan

dengan rumus ACI 318-05 menggunakan kuat tekan untuk memperoleh nilai kuat tarik belah.

Perbedaan kuat tarik belah beton hasil pengujian dengan perhitungan rumus dapat disebabkan dengan berbagai faktor misalnya komposisi beton seperti agregat, faktor air semen, dan nilai slump yang digunakan (Mehta, 2006).

Menurut (Neville, 2011), pengujian kuat tekan tidak terlalu memperhitungkan sifat agregat dalam pengujiannya, akan tetapi pada pengujian kuat tarik belah sifat agregat diperhitungkan sehingga terlihat sifat ikatan antara pasta semen dengan agregat pada beton.

Nilai kuat tarik belah beton hasil pengujian lebih rendah daripada hasil perhitungan rumus, dimana rumus ACI 319-05 menggunakan kuat tekan sebagai acuannya. Hal ini terjadi karena ketika pada umur 7 hari, rasio kuat tekan dan kuat tarik belah akan tinggi karena pada saat itu pasta semen dan agregat yang pada beton belum mengalami perlekatan yang sempurna. Akan tetapi ketika beton berumur 28 dan 91 hari, perbedaan kuat tarik belah hasil pengujian dengan perhitungan kuat tarik belah menggunakan rumus ACI 318-05 menurun. Hal ini terjadi, karena pasta semen sudah mengikat dengan agregat sehingga perbedaan antara kuat tekan dan kuat tarik belah menjadi lebih rendah sesuai dengan umur beton itu sendiri (Mehta, 2006).

Menurut (Wright dan Gregor, 2012) kuat tarik belah beton lebih cepat meningkat daripada kuat tekan beton, akan tetapi pada umur 7 hari atau pada umur awal beton kuat tarik belah beton meningkat lebih lambat daripada akar kuadrat dari kuat tekan beton. Hasil ini sesuai dengan Gambar

4.13, dimana kenaikan kuat tarik belah dengan menggunakan rumus lebih rendah daripada kenaikan kuat tarik belah beton hasil pengujian. Oleh karena itu kuat tarik belah hasil pengujian mengalami kenaikan signifikan daripada kuat tarik belah yang menggunakan rumus empiris ketika beton berumur 28 dan 91 hari.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- a. Hasil pengujian kuat tekan beton bubuk kulit kerang lebih rendah daripada beton normal. Hal ini dapat disebabkan rendahnya kandungan CaO bubuk kulit kerang yang lebih rendah daripada semen OPC.
- b. Hasil pengujian kuat tarik belah beton menunjukkan bahwa beton bubuk kulit kerang mempunyai kuat tarik belah yang lebih tinggi daripada beton normal hal ini disebabkan karena daya lekat pasta semen dengan agregat menjadi lebih kuat dengan ditambahkan bubuk kulit kerang.
- c. Kenaikan kuat tarik belah beton lebih tinggi pada umur 7-28 hari dibandingkan umur 28-91 hari. Hal ini disebabkan karena penambahan bubuk kulit kerang mempercepat pengikatan pasta semen dengan agregat pada umur awal beton.

5. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 318. 2005. *Building Code Requirement for Reinforced Concrete (ACI 318-05) and Commentary (ACI 318R-05)*, American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 391 pp.

- Bahtiar, R. dan Hidayat, W.** 2005. *Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang terhadap Kuat Desak Beton.* Skripsi Jurusan Teknik Sipil FTSP. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Maryam, S.** 2006. *Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Filler Terhadap Sifat-Sifat dari Mortar.* Skripsi FMIPA. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mulyono, Tri.** 2003. *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Murdock, L.J., L.M. Brock dan Stephanus Hendarko.** 1991. *Bahan dan Praktek Beton.* Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Nugraha, Paul & Antoni.** 2007. *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Neville, A. M.** 2011. *Properties of Concrete 5th Edition.* England : Pearson Education Limited.
- Siregar, S.M.** 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer.* Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Syafpoetri, Adi Nelvia.** 2013. *Pemanfaatan Pembuatan Abu Kulit Kerang (Anadara grandis) untuk Pembuatan Ekosemen.* Universitas Riau.
- SNI 03-1968-1990.** *Metode Pengujian tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1969-1990.** *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1970-1990.** *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-1971-1990.** *Metode Pengujian Kadar Air Agregat.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2417-1991.** *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.* Bandung : Badan Standar Nasional.
- SNI 03-2816-1992.** *Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar atau Beton.* Bandung : Badan Standar Nasional
- SNI 03-4804-1998.** *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat.* Bandung : Badan Standar Nasional.