

**PENGARUH ABU DASAR (*BOTTOM ASH*) SEBAGAI BAHAN
SUBSTITUSI PASIR PADA SEBAGIAN SIFAT BETON SEGAR DAN
BETON KERAS**

Yogi Afrianda¹⁾, Alex Kurniawandy²⁾, Zulfikar Djauhari²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : yogiafrianda21@gmail.com

ABSTRACT

The research is a continuation of previous research that aims to obtain the characteristic of fresh and hard concrete using bottom ash as substitute material sand on normal concrete. At this stage of research focused on analyzing the bulk density, workability, permeability and sulfate resistance. The percentage of bottom ash waste that is used are 0% and 30% of the weight of the sand. The results show that using 30% of bottom ash decrease the workability and bulk density on concrete. Meanwhile, the use of 30% bottom ash also increase the value of permeability on the concrete. On testing of sulfate resistance, concrete with 0% of bottom ash increases the compressive strength at age of 28 days, then will decrease at the age of 56 days and 90 days. As well as on the concrete with 30 % of bottom ash, the compressive strength decreases at the age of 56 and 90 days.

Keywords : *bottom ash, bulk density, workability, permeability, sulfate resistance*

1. PENDAHULUAN

Pada era otonomi daerah saat ini kekuatan dan kelemahan yang dimiliki tidak bisa didiamkan begitu saja, untuk menghadapi ancaman resesi ekonomi dan sosial yang belum menunjukkan perbaikan yang meyakinkan. Penciptaan peluang baru yang lebih kreatif perlu dilakukan terutama pada potensi limbah industri yang masih terabaikan. Salah satu potensi limbah industri yang belum tergarap dengan baik adalah pemberdayaan dan pemanfaatan *bottom ash*, limbah bahan bakar batu bara. Hasil sampingan dari bahan bakar tersebut berupa limbah yang melayang berupa abu terbang (*fly*

ash) dan mengendap abu dasar (*bottom ash*).

Meskipun saat ini penelitian dan pemanfaatan mengenai abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) telah banyak dilakukan, akan tetapi untuk memanfaatkan bahan sampingan hasil industri utamanya di bidang konstruksi, maka harus tetap dilakukan penelitian atau kajian terhadap sifat fisik, kimia dan mekanik bahan-bahan tersebut.

Potensi *bottom ash* cukup besar mengingat bahan bakar minyak harganya melambung dan seiring dengan program pemerintah yang menggalakkan bahan bakar batu bara untuk industri. Bila potensi ini tergarap

dengan baik, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan limbah industri sekaligus dimanfaatkan untuk pembangunan. Mengingat potensi *bottom ash* cukup besar sudah selayaknya perlu dikaji dan dikembangkan guna menyejahterakan masyarakat.

Terkait dengan hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap sifat-sifat material abu terbang (*fly ash*) yang berasal dari Dumai tersebut. Kajian lanjutan untuk penelitian ini diarahkan kepada pengaruh pengujian ketahanan asam, berat isi, kelecakan, permeabilitas dan waktu ikat.

Penelitian mengenai sifat fisik dan kimia abu terbang yang berasal dari Dumai telah dilakukan sebelumnya oleh Kusuma (2013). Penelitian ini menggunakan abu terbang (*fly ash*) sebagai substitusi semen dengan variasi 0%, 10%, 20% dan 30% yang mencakup pengujian kuat tekan beton, absorpsi, porositas dan susut beton. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan beton masih termasuk dalam klasifikasi beton mutu normal dengan variasi optimum 30% dari berat semen.

Material yang digunakan adalah agregat kasar asal Danau Bingkuang kabupaten Kampar dan agregat halus asal muara takus kabupaten Kampar, Riau. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah sedangkan agregat halus yang digunakan adalah pasir alam. Adapun jenis pemeriksaan yang dilakukan tertera pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengujian Material

| No | Jenis Pemeriksaan | Standar |
|----|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Kadar lumpur (%) | ASTM C-142 |
| 2 | Berat jenis (gr/cm ³) | SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990 |
| 3 | Kadar air (%) | SNI 03-1971-1990 |

| | | |
|---|------------------------------------|------------------|
| 4 | Modulus kehalusan | SNI 03-1968-1990 |
| 5 | Berat volume (gr/cm ³) | SNI 03-4804-1998 |
| 6 | Ketahanan aus (%) | SNI 03-2417-1991 |
| 7 | Kandungan organik | SNI 03-2816-1992 |

Penelitian kimia dari abu dasar dilakukan di Laboratorium PT. Sucofindo Cibitung dapat dilihat pada Tabel 2 dan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis abu dasar dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau.

Tabel 2. Komposisi kimia abu dasar

| Logam Oksida | Persentase (%) |
|------------------------------------|----------------|
| <i>SiO₂</i> | 74,78 |
| <i>Al₂O₃</i> | 12,38 |
| <i>Mg</i> | 0,52 |
| <i>Fe</i> | 5,43 |
| <i>CaO</i> | 1,55 |

Sumber: Laboratorium PT. Sucofindo Cibitung

Desain campuran (*mix design*) beton pada penelitian ini mengikuti langkah perhitungan metode SNI 03-2834-1993 yang mengadopsi metode ACI 211.1-9: *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Mutu beton yang direncanakan pada penelitian ini adalah beton dengan kuat tekan rencana 250 kg/cm². Penelitian ini menggunakan substitusi abu dasar yaitu 30% dari berat pasir. Komposisi campuran yang didapat tertera pada berikut ini.

| | |
|---------------|----------------------------|
| Semen | :488,89 kg/m ³ |
| Air | : 173,03 kg/m ³ |
| Agregat Kasar | : 988,40 kg/m ³ |
| Agregat Halus | : 459,49 kg/m ³ |
| Abu Dasar | : 196,92 kg/m ³ |

2. METODE PENELITIAN

2.1. Benda Uji

Perencanaan jumlah benda uji yang akan dibuat pada penelitian ini adalah 42 benda uji. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi diameter 10 cm, tinggi 20 cm sebanyak 36 sampel yang digunakan untuk pengujian ketahanan terhadap sulfat dan berat isi. Benda uji berbentuk kubus 15 x 15 x 15 cm sebanyak 4 sampel yang akan digunakan untuk pengujian permeabilitas. Selanjutnya benda uji sebanyak 2 sampel digunakan untuk pengujian kelecakan.

2.2. Pengujian Beton

Pengujian sifat mekanis beton pada penelitian ini berupa pengujian kelecakan, berat isi, permeabilitas, ketahanan terhadap sulfat. Pengujian kelecakan dilakukan berdasarkan SNI 03-1972-1990.

Pada pengujian ketahanan terhadap sulfat digunakan dua jenis air untuk perendaman benda uji yaitu, asam sulfat dan air biasa sebagai kontrol penelitian. Nilai derajat keasaman (pH) dari rendaman asam sulfat adalah 4,00. Sebelum benda uji dimasukkan ke dalam rendaman asam, terlebih dahulu benda uji berada pada rendaman air biasa selama 28 hari. Setelah masa perawatan pada air biasa selama 28 hari selesai, dilanjutkan pada rendaman asam dan air biasa sebagai pengontrol pada umur 56 dan 90 hari.

Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990,

Pengujian permeabilitas dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI-S-36-1990-03 dan DIN 1048.

Pengujian berat isi beton dilakukan saat setelah pengadukan campuran beton dilakukan. Pengujian berat isi beton mengacu pada SNI 03-1973-1990 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji berat isi beton

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dapat dibahas meliputi hasil pengujian karakteristik material, hasil pengujian kelecakan beton, hasil pengujian berat isi beton, hasil pengujian hasil permeabilitas beton, hasil pengujian ketahanan terhadap sulfat.

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Material

Pengujian karakteristik material menghasilkan data-data yang digunakan dalam perencanaan campuran (*mix design*) beton. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik material

| Jenis Pemeriksaan | Hasil Agregat Halus | Hasil Agregat Kasar | Standar Spesifikasi |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Kadar Lumpur (%) | 4,36 | - | <5 |
| Berat Jenis (gr/cm ³) | | | |
| a. <i>Apparent specific gravity</i> | 2,66 | 2,74 | 2,58-2,83 |
| b. <i>Bulk specific gravity on dry</i> | 2,63 | 2,57 | 2,58-2,83 |
| c. <i>Bulk specipy gravity on SSD</i> | 2,64 | 2,63 | 2,58-2,83 |
| d. <i>Absorption (%)</i> | 0,44 | 2,38 | 2-7 |
| Kadar air (%) | 3,82 | 2,99 | 3-5 |
| Modulus kehalusan | 3,94 | 6,91 | 1,5-3,8 |
| Kandungan zat organik | No.3 | - | No.3 |
| Keausan (%) | - | 29,20 | 27-40 |
| Berat Volume | | | |
| a. Kondisi padat | 1,83 | 1,46 | >1,2 |
| b. Kondisi lepas | 1,68 | 1,32 | >1,2 |

3.2 Hasil Pengujian Keleccakan Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump, yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya (Tri Mulyono, 2004). Pada penelitian ini untuk menjaga tingkat *workability* dilakukan dengan penambahan air pada campuran. Tingkat *workability* beton segar ditentukan dari nilai slump, pada penelitian ini nilai slump yang direncanakan berkisar antara 75-100 mm. Penambahan air mengakibatkan perubahan nilai FAS pada campuran.

Hasil pengujian slump pada variasi 0% diperoleh nilai 75 mm dengan penambahan air 5,39 kg, sedangkan pada variasi 30% diperoleh nilai slump 75 mm dengan penambahan air 26,98 kg. Dari masing-masing pengujian tersebut dapat dilihat bahwa dengan nilai slump sama yaitu 75 mm, variasi abu dasar 30% membutuhkan penambahan air yang lebih banyak dibanding variasi abu

dasar 0%. Hasil tersebut menunjukkan penggunaan abu dasar cenderung meningkatkan kebutuhan air pada campuran beton. Peningkatan tersebut dikarenakan penyerapan (*absorption*) abu dasar yang tinggi. Penyerapan abu dasar yang tinggi mengakibatkan jumlah air yang diserap pada proses pencampuran akan meningkat. Sehingga hal ini mengakibatkan beton dengan variasi abu dasar 30% memiliki tingkat keleccakan yang lebih rendah dibanding beton variasi abu dasar 0%.

3.3 Hasil Pengujian Berat Isi Beton

Pengujian ini dilakukan terhadap contoh beton segar yang mewakili suatu campuran beton. Tujuan pengujian ini memperoleh angka yang benar dari berat isi beton. Maksud metode ini adalah sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat isi (*unit weight*) beton segar (*fresh concrete*) serta banyaknya pasir per meter kubik beton. Pada pengujian ini digunakan cetakan silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.

Hasil pengujian berat isi pada beton variasi abu dasar 0% yaitu 2420

kg/m³ sedangkan pada variasi abu dasar 30% yaitu 2303 kg/m³. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa penggunaan variasi abu dasar 30% cenderung menurunkan nilai berat isi pada beton. Hal tersebut dikarenakan berat isi pada beton berbanding lurus dengan berat jenis pada material penyusun beton. Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik di laboratorium, abu dasar memiliki berat jenis yang lebih rendah dibanding pasir yaitu 1,97 gr/cm³. Semakin banyak penggunaan abu dasar pada beton maka semakin menurunkan berat isi pada beton tersebut. Hal ini mengakibatkan beton dengan menggunakan substitusi abu dasar memiliki berat isi beton yang lebih rendah dibanding beton tanpa substitusi abu dasar.

3.4 Hasil Pengujian Permeabilitas Beton

Pengujian permeabilitas dilakukan pada benda uji dengan campuran abu dasar yang maksimum (30%) saat berumur 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui angka permeabilitas dari beton dengan substitusi abu dasar 30% dari berat semen terhadap beton normal (0%).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan abu dasar 30% memiliki angka permeabilitas lebih tinggi dibanding variasi abu dasar 0%. Hal tersebut dikarenakan penyerapan abu dasar yang tinggi cenderung meningkatkan faktor air semen pada campuran beton. Semakin tinggi faktor air semen maka akan semakin banyak pula pori-pori yang saling berhubungan sehingga beton mempunyai permeabilitas yang tinggi. Dengan faktor air semen yang tinggi dalam pembuatan beton berarti ada kelebihan air dalam campuran beton. Air ini berguna untuk menambah kelecakan beton sehingga mudah dicetak. Sedangkan air yang diperlukan untuk hidrasi adalah sangat sedikit sehingga sisanya akan menguap. Pada saat air ini menguap dan keluar dari beton maka akan timbul pori-pori yang saling berhubungan hingga mencapai permukaan beton. Pori-pori inilah yang akan menjadi jalan atau kanal bagi gas ataupun zat cair dari luar untuk masuk ke dalam beton. Karena itu beton dengan penyerapan yang tinggi akan meningkatkan angka permeabilitas dari beton tersebut. Hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian permeabilitas beton variasi abu dasar 30%

| No. Sampel | Tipe/Ukuran Benda Uji | Permeabilitas | Rerata |
|------------|-----------------------|---------------|--------|
| 1 | Kubus 15x15x15 | 6.107 | 5.500 |
| 2 | Kubus 15x15x15 | 4.893 | |

Tabel 4.2 Hasil pengujian permeabilitas beton variasi abu dasar 0%

| No. Sampel | Tipe/Ukuran Benda Uji | Permeabilitas | Rerata |
|------------|-----------------------|---------------|--------|
| 1 | Kubus 15x15x15 | 3.914 | 4.125 |
| 2 | Kubus 15x15x15 | 4.336 | |

3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Sulfat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan beton di

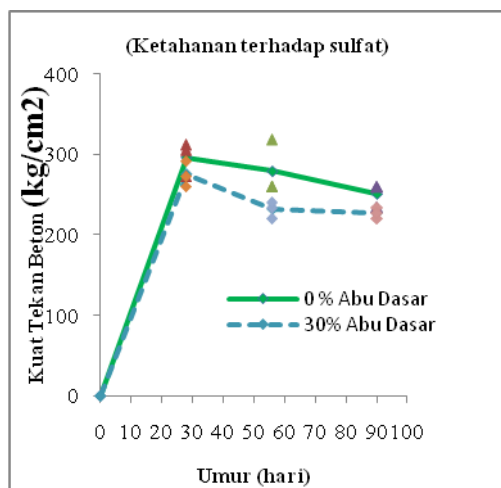
lingkungan asam terhadap beton dengan substitusi abu dasar ditinjau dari umur beton. Sebelum benda uji dimasukkan ke dalam rendaman asam,

terlebih dahulu benda uji berada pada rendaman air biasa selama 28 hari. Setelah masa perawatan pada air biasa selama 28 hari selesai, lalu dilanjutkan pada rendaman asam sulfat dan air biasa sebagai pengontrol pada umur 56 dan 90 hari.

Selanjutnya hasil pengujian kuat tekan beton terhadap sulfat pada beton dengan variasi abu dasar 0% dan 30% dapat dilihat pada tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Kuat tekan beton terhadap sulfat

| Variasi | Kuat Tekan Beton (Kg/cm ²) | | |
|---------------|--|----------------------|---------|
| | Rendaman Air Biasa | Rendaman Asam Sulfat | |
| | 28 Hari | 56 Hari | 90 Hari |
| Abu Dasar 0% | 296.606 | 279.286 | 251.141 |
| Abu Dasar 30% | 274.956 | 231.656 | 227.326 |



Gambar 2. Grafik kuat tekan terhadap Umur beton

Dari grafik dapat dilihat beton dengan menggunakan abu dasar 0% mengalami peningkatan kuat tekan beton pada umur 28 hari, selanjutnya beton mengalami penurunan kuat tekan pada umur 56 hari dan 90 hari. Penurunan kekuatan beton dari umur 56 hari sampai umur 90 hari adalah sebesar 10,07%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses hidrasi berjalan dengan baik pada rendaman air biasa. Air biasa dengan pH netral tidak terdapat kandungan asam yang bisa merusak beton. Sehingga proses hidrasi tidak terganggu oleh asam dan berjalan dengan baik. Proses hidrasi

beton tetap bereaksi sesuai dengan terjaganya kelembaban beton oleh rendaman air biasa. Pada rendaman asam sulfat juga terjadi penurunan kuat tekan beton sampai umur 90 hari seperti yang terlihat pada Tabel 5. Hal tersebut menunjukkan tingkat perusakan beton oleh asam sulfat sejalan dengan laju penurunan kuat tekan beton seiring dengan pertambahan umur beton sampai umur beton 90 hari. Akan tetapi, sejalan pertambahan umur beton, asam sulfat dengan pH = 4,00 terus menyerang ikatan struktur beton mulai dari tepi permukaan beton sampai masuk ke inti beton sehingga lambat laun akan melemahkan ikatan antar partikel di dalam beton dan mempengaruhi kekuatan beton. Hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton pada umur 90 hari.

Pada beton dengan menggunakan variasi abu dasar 30% mengalami peningkatan kuat tekan pada umur 28 hari, selanjutnya pada rendaman asam sulfat mengalami penurunan pada umur 56 hari dan 90 hari seperti yang terlihat pada Gambar 2. Persentase penurunan kekuatan beton dari umur 28 hari sampai 56 hari adalah sebesar 15,75%, sedangkan dari umur 56 hari sampai 90 hari adalah

sebesar 1,87%. Penurunan kuat tekan yang drastis ini dikarenakan beton dengan menggunakan variasi abu dasar 30% memiliki angka permeabilitas yang lebih tinggi dibanding beton variasi abu dasar 0% sehingga serangan asam dengan mudah bisa masuk ke pori pori beton dan terus merusak produk hidrasi beton sampai ke inti beton. Hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton hingga umur 90 hari. Penurunan kuat tekan beton terus berlanjut seiring bertambahnya umur beton.

Berdasarkan DIN EN 206-1 tentang klasifikasi daya serang asam ditinjau dari nilai pH menyebutkan bahwa nilai pH antara 4,00 – 4,50 termasuk daya serang kuat (Beddoe & Dorner, 2005). Hal ini juga mendukung alasan di atas dikarenakan daya serang kuat tidak sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai penggunaan abu dasar sebagai substitusi pasir pada campuran beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pengujian workability, untuk nilai slump sama yaitu 75 mm, campuran beton dengan menggunakan substitusi abu dasar membutuhkan penambahan air yang lebih banyak yaitu 26,98 kg sedangkan pada campuran beton tanpa substitusi abu dasar membutuhkan penambahan air 5,39 kg dari jumlah air pada perencanaan campuran (*mix design*).
2. Berat isi beton menggunakan 30% abu dasar cenderung berkurang jika dibandingkan dengan berat isi 0% abu dasar.

3. Beton dengan substitusi abu dasar 30% memiliki nilai kuat tekan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan beton 0% substitusi abu dasar. Hal ini juga sejalan dengan pertambahan umur beton yang direndam dalam rendaman sulfat.
4. Angka permeabilitas beton dengan substitusi 30% abu dasar lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanpa substitusi abu dasar. Semakin meningkat penggunaan abu dasar, maka semakin meningkat angka permeabilitas pada beton.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu beberapa saran untuk ditindaklanjuti yaitu sebagai berikut:

1. Dalam proses pencampuran beton disarankan untuk lebih teliti lagi agar hasil yang didapatkan lebih maksimal.
2. Kontrol terhadap nilai derajat keasaman (pH) rendaman harus lebih diperhatikan sebagai indikator utama pengujian.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute (ACI) Committee 209. (1992). *Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures*. Journal ACI Committee 209.

American Concrete Institute (ACI) Committee 211.1. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal,*

- Heavyweight, and Mass Concrete.*
Journal ACI Committee 201.1.
- ASTM C 142 – 97.** 2004. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates.* United States: ASTM.
- Dorner, H.W. & Beddoe, R. E.** 2005. *Modelling acid attack on concrete: Part I. The essential mechanisms.* Germany: Technische Universität München
- Kusuma.** (2013). *pemanfaatan abu terbang (fly ash) sebagai bahan substitusi semen pada beton mutu normal.* Skripsi Jurusan Teknik.
- Mulyono, T.** (2004). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pradita,S.** (2013). *pemanfaatan abu dasar (bottom ash) sebagai bahan substitusi pasir pada beton mutu normal.* Skripsi Jurusan Teknik.
- SNI 03-1970-1990.** (1990). *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1971-1990.** (1990). *Metode Pengujian Kadar Air Agregat.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1969-1990.** (1990). *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1972-1990.** (1990). *Metode Pengujian Slump Beton.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990.** (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan*
- SNI 03-1974-1990.** (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Pekanbaru: Universitas Riau
substitusi pasir pada beton mutu normal. Skripsi Jurusan Teknik.
Pekanbaru: Universitas Riau
- SNI 03-2417-1991.** (1991). *Metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2816-1992.** (1992). *Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar atau beton.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002.** (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004.** (2004). *Semen Portland.* Bandung: Badan Standardisasi Nasional.