

## **PENGENDALIAN KUALITAS *BLAINE* (KEHALUSAN) SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN PADA INDUSTRI SEMEN DI PT.SEMEN BATURAJA (PERSERO) PANJANG**

Muhammad Amin<sup>1)</sup> Zoraya<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI

<sup>2</sup>PT.SEMEN BATURAJA (Persero) Pabrik Panjang

E-mail: muha047@lipi.go.id

### **ABSTRACT**

Portland cement is produced by grinding cement klinker consisting of calcium silicate hydraulic. Important character of the cement is the compressive strength. The characters are quite affecting the compressive strength is blaine ( fineness of grain ) on cement ,because the fine grain cement it will also increase the compressive strength of cement. To determine the compressive strength of the cement, portland cement that has known its blaine value mixed with quartz sand with a certain ratio and the addition of water to form a dough and then molded into the shape of a cube with a size of 5 x 5 x 5 cm, after the age of 3, 7, and 28 days and undergoing treatment with subsequent immersion test specimens for compressive strength test. From the results, the effect of fineness of cement is proportional to the compressive strength. Based on testing conducted as many as 15 pieces of sample then obtained the smallest value of blaine (fineness of grain) is 3329 cm<sup>2</sup>/g with the compressive strength of 177 kg/cm<sup>2</sup> at the third day, the compressive strength of 220 kg / cm<sup>2</sup> at the seventh day and the compressive strength of 296 kg / cm<sup>2</sup> at 28th day. While the biggest blaine (fineness of grain) value is 3658 cm<sup>2</sup>/g with the compressive strength of 231 kg/cm<sup>2</sup> at the age of third day, the compressive strength of 282 kg/cm<sup>2</sup> at the seventh day and the compressive strength of 363 kg / cm<sup>2</sup> at the age 28th day. With the blaine value results as mentioned above, the grain fineness of cement that produced by PT.Semen BATURAJA ( Persero ) is compliant with the minimum standard that is equal to 2800 cm<sup>2</sup> / g according to SNI 15-7064-2004standards blaine test results closely enough because figure shows the accuracy of the final figure of 3.616 %, which means that they meet the requirements of a margin of error of less than 5 %

**Keywords** : cement, blaine, fineness, compressive strength, industry

### **ABSTRAK**

Semen Portland adalah semen yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik. Sifat yang cukup penting dari semen adalah kuat tekannya. Karakter yang cukup mempengaruhi kuat tekan adalah *blaine* (kehalusan butir) pada semen, karena semakin halus butir semen maka akan semakin meningkat pula kuat tekan dari semen. Untuk mengetahui kuat tekan semen maka semen portland yang telah diketahui nilai *blainenya* (kehalusan butir) dicampur dengan pasir kuarsa dengan perbandingan tertentu dan penambahan air hingga terbentuk adonan lalu dicetak menjadi bentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm, setelah berumur 3, 7,dan 28 hari dan mengalami perawatan dengan perendaman selanjutnya benda uji dilakukan uji kuat tekannya. Dari hasil penelitian didapatkan pengaruh

kehalusan (*blaine*) semen berbanding lurus terhadap kuat tekan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan sebanyak 15 buah sample maka didapat nilai terkecil dari *blaine* (kehalusan butir) yaitu  $3329 \text{ cm}^2/\text{gr}$  dengan nilai kuat tekan sebesar  $177 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 3 hari, nilai kuat tekan sebesar  $220 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 7 hari dan nilai kuat tekan sebesar  $296 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 28 hari. Sedangkan nilai terbesar *blaine* (kehalusan butir) yaitu  $3658 \text{ cm}^2/\text{gr}$  dengan nilai kuat tekan sebesar  $231 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 3 hari, nilai kuat tekan sebesar  $282 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 7 hari dan nilai kuat tekan sebesar  $363 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 28 hari. Dengan hasil nilai *blaine* seperti tersebut diatas maka kehalusan butir dari semen milik PT.SEMEN BATURAJA (Persero) Panjang sudah memenuhi persyaratan standar minimum yaitu sebesar  $2800 \text{ cm}^2/\text{gr}$  sesuai dengan standar SNI 15-7064-2004 dan hasil uji blaine cukup teliti sebab angka ketelitian akhir menunjukkan angka sebesar 3,616 % yang berarti masih memenuhi persyaratan margin error dibawah 5 %

**Kata kunci:** Semen, Blaine, Kehalusan, Kuat tekan, Industri

## PENDAHULUAN

Semen portland komposit (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dengan gipsum dan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran bubuk semen Portland dengan bahan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik lain tersebut anatar lain terak tanur tiup, pozolan (trass), senyawa silikat, batu kapur dengan kadar bahan anorganik sebesar 6-35 % dari masa semen Portland. Pada umumnya proses pembuatan semen meliputi beberapa tahap yaitu: penambangan dan penyediaan unit bahan baku, pengeringan dan penggilingan (*drying and grinding*), pembakaran dan pendinginan (*kiln burning and cooling*), penggilingan akhir (*finishing grinding*) dan pengepakan (*packing*). Pada pembuatan semen didahului pada pembuatan klinker yaitu proses pengubahan secara fisik dan kimia tepung bahan baku menjadi klinker dimana klinker telah

mengalami proses pendinginan kemudian *digrinding* beserta sejumlah *additif* yang telah ditentukan sehingga mencapai ukuran partikel yang diinginkan.

Dalam industri semen untuk mempercepat proses hidrasi dan meningkatkan perkembangan kuat tekan dari produk semen maka pada umumnya dilakukan dengan menggiling lebih halus. Cara ini biasanya dipilih jika dari satu macam jenis klinker akan digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan semen dengan beberapa klasifikasi kuat tekan sehingga akan dihasilkan dengan kehalusan yang berbeda. Penggilingan campuran klinker dan gypsum menjadiu pertikel halus, dimaksudkan untuk mendapatkan sifat-sifat semen yang disyaratkan. Kehalusan material setelah keluar dari semen *mill* umumnya dilakukan dengan memantau luas permukaan material (*specific surface*). Proses dari hidrasi semen diawali dari permukaan partikel semen, semakin besar luas permukaan *specific* dari

semen akan meningkatkan kecepatan hidrasi yang pada akhirnya akan mempercepat proses pengikatan dan pengerasan semen.

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan merekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen merupakan bahan yang jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis (*hydraulic cements*), semen juga memberikan sifat sebagai bahan pengikat hidroli yang berbentuk bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker dengan gypsum sebagai bahan tambahan. Cara membuat benda uji pada pengujian kuat tekan semen adalah dengan membuat adonan semen yang telah dicampur pasir kuarsa dan ditambahkan air lalu dicaetak dengan bentuk kubus yang berukuran 5x5x5 cm, lalu dilakukan perawatan agar mendapatkan kualitas yang baik dengan jalan dilakukan membasahi benda uji yang umumnya dilakukan dengan membasahi benda uji agar tetap terjaga kelembabannya. Perawatan seperti ini dimaksudkan untuk mendapatkan kuat tekan yang tinggi sehingga menjadikan semen semakin awet, kedap air dan tahan aus dan pengujian dilakukan minimal pada umur 3 hari.

Sifat dan karakteristik semen dapat dibedakan antara semen yang satu dengan semen yang lainnya berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen Portland adalah kapur (CaO) sekitar 60-65%, silica (SiO<sub>2</sub>) sekitar 20-25% dan oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sekitar 7-12 %. Sifat-sifat semen dapat dibedakan menjadi dua yaitu; sifat kimia dan sifat fisik. Sifat fisik semen meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, kuat tekan, hilang pijar.

Penambahan bahan organik seperti trass (pozolan) kedalam pembuatan PCC (*Portland Composite Cement*) pada dasarnya bertujuan untuk menghasilkan semen yang bermutu baik. Penambahan trass sebanyak variasi 5%, 10%, 15% dan 20% dapat dilihat hasil yang terbaik adalah penambahan trss sebanyak 15% dengan nilai blaine sebesar 4823 cm<sup>2</sup>/gr dengan kuat tekan umur 3 hari 258 kg/cm<sup>2</sup>, umur 7 hari 361 kg/cm<sup>2</sup> dan umur 28 hari 452 kg/cm<sup>2</sup> dan memenuhi persyaratan SNI 15-7064-2004. Sifat yang tak kalah penting dalam semen adalah densitas dan kehalusan semen yang akan mempengaruhi kuat tekan semen, berdasarkan pengujian yang dilakukan bahwa nilai kuat tekan berkisar 220-230 kg/cm<sup>2</sup> dengan densitas 3,01-3,06 gr/cm<sup>3</sup> mempunyai nilai kehalusan sebesar 3400-3900 cm<sup>2</sup>/gr.

Uji baline (kehalusan) dapat dilakukan dengan cara contoh semen dimasukan kedalam piringan logam atau kertas saring kedalam sel, kemudian ditekan kedalam sehingga kertas saring dan piringan logam berkedudukan tetap. Kemudian contoh semen yang telah siap ditimbang sesuai dengan berat pada saat kalibrasi lalu dimasukan kedalam sel dengan menggunakan corong plastik dan kuas kecil, dipukul perlahan-lahan untuk meratakan contoh didalam sel. Letakan selembat kertas saring diatas semen ditekan dengan

torak (penutup sel) sampai dengan torak memutar 90 derajat sedikit-sedikit, sambungkan tabung manometer, dinaikan fluida didalamnya dengan membuka saluran udara dan ditekannya pompa karet sampai melebihi garis batas atas dan saluran udara ditutup kembali. Dijalnlkan stopwatch pada saat cairan mencapai tanda batas atas dan dihentikan pada saat mencapai tanda batas bawah catat rentang waktu yang diambil dah hitung kehalusan butir.

Ket: S = luas permukaan t = waktu (detik)  
392,55 = factor konversi.



Gambar 1. Alat Uji Blaine (kehalusan semen)

Uji kuat tekan semen dilakukan berdasarkan SNI 15-2049-2004, pada alat

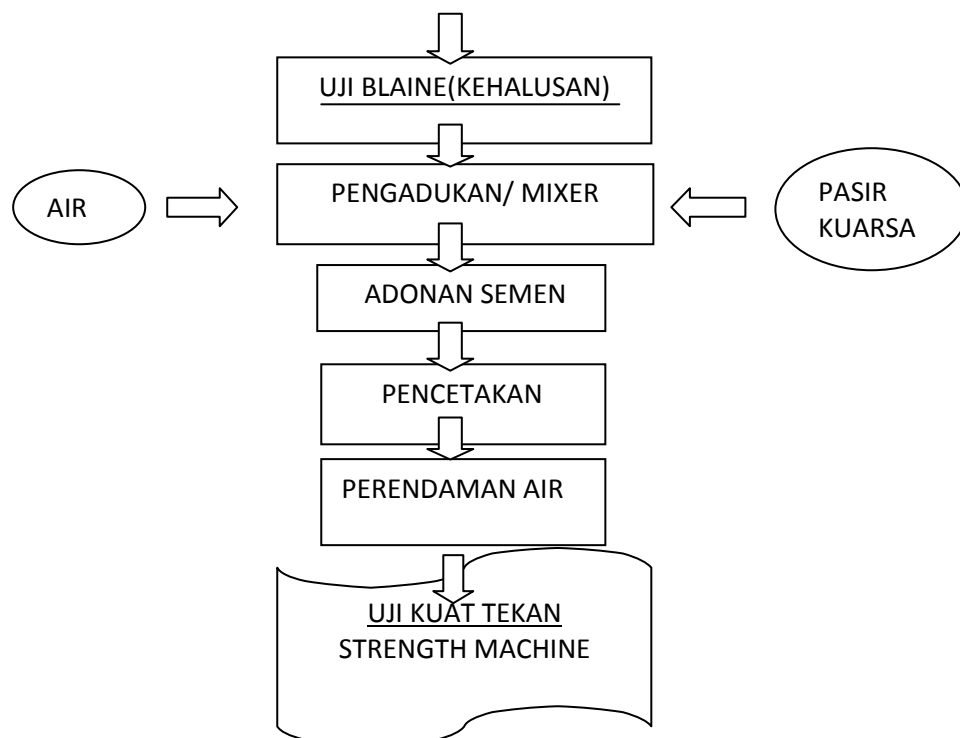
yang bernama *Hydraulic Compressive Strength Machine* dengan cara semen telah

dibentuk kubus ukuran 5x5x5 cm diletakan pada mesin kuat tekan secara sentries, mesin dijalankan dengan penambahan beban anantara 2 – 4 kg/cm<sup>2</sup> perdetik. Lakukan pembebenan sampai benda uji mengalami kehancuran, catat beban maksimum yang terlihat pada jarum di mesin. Hitung kuat tekan semen yaitu besarnya beban persatuan luas<sup>[7]</sup>

$$F_c (\sigma) = p/A.$$
 Ket:  $\sigma$  = Tegangan (MPa). P = beban maksimal (N)  
A= luas penampang (mm)

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara satu dengan yang lainnya yaitu kehalusan semen dengan kuat tekan dan membandingkan hasilnya pada standar yang dijadikan acuan SNI, pengujian dilakukan dengan cara benda uji yang telah diketahui blaine (kehalusan) dibuat kubus ukuran 5x5x5 cm dan diuji kuat tekannya pada mesin *Hydraulic Compressive Strength Machine*. Proses pengujian contoh dapat diperlihatkan pada gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses Pengujian Blaine dan Kuat Tekan Semen Umur 3,7 dan 28 hari

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka didapatkan nilai *blaine* (kehalusan) pada

semen dan kuat tekan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Hasil Uji *Blaine* (kehalusan) dan Kuat Tekan Berdasarkan Umur Waktu (hari)

| NO.                          | BLAINE<br>(cm <sup>2</sup> /gr) | KUAT TEKAN SEMEN OPC (kg/cm <sup>2</sup> ) |              |               |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|--------------|---------------|
|                              |                                 | 3 HARI                                     | 7 HARI       | 28 HARI       |
| 1.                           | 3517                            | 217                                        | 264          | 327           |
| 2.                           | 3528                            | 204                                        | 265          | 327           |
| 3.                           | 3818                            | 202                                        | 282          | 325           |
| 4.                           | 3658                            | 202                                        | 262          | 333           |
| 5.                           | 3405                            | 189                                        | 240          | 307           |
| 6.                           | 3623                            | 208                                        | 268          | 305           |
| 7.                           | 3329                            | 231                                        | 280          | 316           |
| 8.                           | 3455                            | 197                                        | 248          | 331           |
| 9.                           | 3467                            | 185                                        | 245          | 296           |
| 10.                          | 3417                            | 187                                        | 237          | 325           |
| 11.                          | 3576                            | 184                                        | 228          | 340           |
| 12.                          | 3430                            | 199                                        | 234          | 317           |
| 13.                          | 3430                            | 185                                        | 256          | 301           |
| 14.                          | 3405                            | 177                                        | 220          | 321           |
| 15.                          | 3504                            | 209                                        | 259          | 363           |
| <b>Σ</b>                     | <b>52562</b>                    | <b>2976</b>                                | <b>3788</b>  | <b>4834</b>   |
| <b>Tekecil</b>               |                                 | <b>177</b>                                 | <b>220</b>   | <b>296</b>    |
| <b>Terbesar</b>              |                                 | <b>231</b>                                 | <b>282</b>   | <b>363</b>    |
| <b>X<sub>rata-rata</sub></b> |                                 | <b>198,4</b>                               | <b>252,5</b> | <b>322,26</b> |

Sumber: Laboratorium PT.SEMEN BATURAJA (PERSERO) Pabrik Panjang.

## PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 terlihat bahwa hasil uji *blaine* pada semen OPC merk Semen Baturaja dari 15 sample semua angka menunjukkan nilai yang melebihi dari yang disyaratkan minimum yaitu sebesar 2800 cm<sup>2</sup>/gr. Angka hasil uji *blaine* menunjukkan semakin besar

angka maka semakin halus butiran semen yang ada karena kehalusan dari suatu semen akan berpengaruh pada ikatan yang terbentuk antar partikel yang terdapat didalam semen itu sendiri. Semakin halus suatu semen maka luas permukaanya semakin besar, luas permukaan semen

mempengaruhi kereaktifan semen dengan air. Semakin besar permukaan semen maka semakin reaktif terhadap air, akan tetapi bila semen terlalu halus semen akan sangat reaktif terhadap air sehingga semen akan terhidrasi oleh uap air didalam *grinding mill* atau didalam proses penyimpanan sehingga semen akan mengalami kerusakan.

Hasil pengujian *blaine* (kehalusan) pada semen berjenis OPC merk semen baturaja menunjukkan angka yang signifikan terhadap uji kuat tekan dberdasarkan perhitungan angka *blaine* terkecil sebesar 3329 gr<sup>2</sup>/cm maka nilai uji kuat tekan pada umur 3 hari bernilai sebesar 177 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 7 hari naik kembali menjadi 220 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari menjadi lebih kuat lagi yaitu 296 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan angka terbesar dari *blaine* sebesar 3658 gr<sup>2</sup>/cm pun sama menunjukkan tren angka

meningkat dibandingkan pada angka *blaine* terkecil yaitu nilai uji kuat tekan pada umur 3 hari sebesar 231 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 7 hari sebesar 282 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada umur 28 hari semakin kuat yaitu sebesar 363 kg/cm<sup>2</sup>. Peningkatan nilai dari uji kuat tekan ini didasarkan pada hasil uji *blaine* yaitu semakin kecil ukuran partikel maka semakin kecil pula porositas yang ada pada semen sehingga akan terjadi ikatan yang padat dan sangat kompak maka akan meningkatkan pula kekuatan semen dan tak mudah hancur.

Kuat tekan adalah sifat kemampuan menahan suatu beban tekan dan kekuatan tekan pada umumnya pada umur 28 hari, dengan kadar C<sub>3</sub>S yang tinggi semen akan mempunyai kuat tekan awal yang besar sedangkan C<sub>2</sub>S akan menyebabkan semen mempunyai kekuatan tekan untuk waktu yang lama.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Untuk Ketelitian Uji *Blaine* (Kehalusan) Semen OPC

| NO. | X    | X <sub>rata-rata</sub> | $\Delta X = X_1 - X_{rata-rata}$ | $(\Delta X)^2$ |
|-----|------|------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1   | 3517 | 3504,13                | 12,87                            | 165,63         |
| 2   | 3528 | 3504,13                | 24                               | 576            |
| 3   | 3818 | 3504,13                | 313,87                           | 98514,37       |
| 4   | 3658 | 3504,13                | 153,87                           | 23675,97       |
| 5   | 3405 | 3504,13                | -99,13                           | 9826,75        |
| 6   | 3623 | 3504,13                | 118,87                           | 14130,07       |
| 7   | 3329 | 3504,13                | -175,13                          | 30670,51       |
| 8   | 3455 | 3504,13                | -49,13                           | 2413,75        |
| 9   | 3467 | 3504,13                | -37,13                           | 1378,64        |
| 10  | 3417 | 3504,13                | -87,13                           | 7591,63        |

|          |              |                |          |                  |
|----------|--------------|----------------|----------|------------------|
| 11       | 3576         | 3504,13        | 71,87    | 5165,29          |
| 12       | 3430         | 3504,13        | -74,13   | 5495,25          |
| 13       | 3430         | 3504,13        | -74,13   | 5495,25          |
| 14       | 3405         | 3504,13        | -99,13   | 9826,75          |
| 15       | 3504         | 3504,13        | -0,13    | 0,0169           |
| <b>Σ</b> | <b>52562</b> | <b>3504,13</b> | <b>0</b> | <b>224752,37</b> |

Nilai rata-rata (**X rata-rata**) = 52562/ 15 = 3504,13

$$\text{Jumlah Kuadrat Penyimpangan (JK)} = \Sigma (X_1 - X_{\text{rata-rata}})^2 = \Sigma (\Delta x)^2$$

$$= 224752,37$$

$$\text{Variasi (S}^2\text{)} = \frac{\text{JK}}{\text{N} - 1} = \frac{224752,37}{15 - 1}$$

$$= 16053,74$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\Sigma (X_1 - X_{\text{rata-rata}})^2}{\text{N} - 1}}$$

$$= 126,70$$

$$\text{Koefisien Variasi (RSD)} = \frac{\text{S}}{\text{X rata-rata}} \times 100 \%$$

$$= 3,616 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang terlihat pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa tingkat ketelitian pada uji *blaine* (kehalusan) yang dilakukan oleh laboratorium PT.Semen Baturaja (Persero) Pabrik Panjang dengan menggunakan alat *blaine* air *permeability* cukup teliti (presisi), hal ini terlihat pada angka RSD yang didapat sebesar 3,616 %. Angka sebesar 3,616 % masih berada dibawah ambang batas margin error 5 %.

metodenya, apabila alat yang digunakan cukup baik dan metode pengujian menggunakan standar yang telah ditentukan tetapi apabila manusia yang melakukan pengujian belum terlatih atau banyak problem maka hasilnya pun akan berpengaruh besar terhadap nilai presisi karena *human error* yang terjadi, begitupun sebaliknya dengan alat dan manusianya.

## KESIMPULAN

Hasil pengujian dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu; manusianya, alatnya dan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa kualitas

blaine (kehalusan) amat perlu dilakukan pada laboratorium pabrik semen karena tingkat kualitas blaine berpengaruh terhadap mutu kuat tekan atau berbanding lurus terhadap kuat tekan semen dan ini terlihat bahwa dengan angka blaine terkecil 3329  $\text{cm}^2/\text{gr}$  maka kuat tekan semakin meningkat seiring dengan umur waktu (hari) 3 hari = 177  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , pada umur 7 hari meningkat menjadi 220  $\text{cm}^2/\text{gr}$ , dan pada umur 28 hari semakin meningkat menjadi 296  $\text{cm}^2/\text{gr}$ , sedangkan angka blaine terbesar 3658  $\text{cm}^2/\text{gr}$  kuat tekan umur 3 hari 231  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , umur 7 hari 282  $\text{kg}/\text{cm}^2$  sedangkan umur 28 hari semakin meningkat menjadi 363  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Sedangkan tingkat ketelitian dari uji blaine masih memenuhi ambang batas margin error sebesar 3,616 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- <http://konafilandihara.blogspot.com>, Pengaruh Perbedaan Variasi Komposisi Terak Terhadap Kuat Tekan Mortar, diakses tgl 20 September 2014
- <http://rdianto.wordpress.com>, Kehalusan Semen, *Fineness by air permeability*, diakses tgl 2 Agustus 2013
- Mulyono, Tri, 2005, *Teknologi Beton*, Yogyakarta, Andi Offset
- American Concrete Institute, ACI, 1983, *Manual of Concrete Practice, Part 1, Material, Detroit American Concrete Institute*
- <http://pubon.blogspot.com>, Sifat dan Karakteristik Semen Portland, *Publisher online*, diakses tgl 24 Agustus 2014
- Quraniah Nur.A, 2012, Pengaruh Penambahan Trass Terhadap *Blaine*, Kuat Tekan *Mortar* dan *Setting Time* Semen Di PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO), Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- SK SNI 15-2049-2004 (2004), *Analisa Fisis Semen Portland*, Badan Standarisasi Nasional.
- Rahmawati Suci, 2010, *Telaah Pengaruh Densitas dan Kehalusan Semen Portland Terhadap Kuat Tekannya*, Universitas Jenderal Sudirman, Jurusan Fisika, Published on Fisika Unsoed.