

ANALISIS PROSES PENCAMPURAN BAHAN BAKU UTAMA *PORTLAND COMPOSITE CEMENT*

“Main Raw Material Mixing Process Analysis Of Portland Composite Cement Manufacture”

MUH. ILHAM KADAR¹, ANDI MUH. YUSUF RUSDI², A. HAFRAM², HASBI BAKRI²

1. Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo, Kendari
2. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar
Korespondensi e-mail: muhammadilhamkadar@uho.ac.id

ABSTRAK

Tingkat ketahanan dan kemampuan bahan perekat semen sangat tergantung dari komposisi kimia bahan baku yang digunakan industri untuk memproduksi semen, selain itu proses pemilihan, pengukuran serta proses pencampuran bahan baku yang tepat juga sangat mempengaruhi kualitas semen yang diproduksi, untuk itu dilakukan penelitian mengenai analisis proses pencampuran bahan baku utama *portland composite cement*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, mempelajari, dan menganalisis komposisi jenis-jenis bahan baku utama dan pencampurannya dalam proses pembuatan *Portland Composite Cement*. Teknik pengambilan data yang penulis gunakan dalam penulisan laporan penelitian memiliki beberapa tahapan yaitu tahapan pengambilan sampel, tahap pengeringan sampel, tahap penggilingan sampel, tahap pencetakan sampel dan tahap analisis sampel. Pengolahan data dilakukan setelah pengambilan data di lapangan. Adapun cara pengolahan datanya yaitu sampel yang telah di *press* ditembakkan dengan sinar X, dan hasilnya akan diketahui melalui komputer yang telah di sinkronkan dengan alat *X-Ray* tersebut. Hasil analisis jumlah kandungan nilai oksida yang didapatkan dipindahkan ke komputer pengendalian. Data tersebut disatukan dalam sebuah folder dengan menggunakan *microsoft office excel* untuk dijadikan dasar data pengendalian agar mutu yang dihasilkan tetap terjaga, serta untuk memudahkan operator dalam melakukan pengecekan mutu tiap-tiap sampel. Selain itu hasil data tersebut digunakan untuk laporan mutu bahan pembuatan semen. Setelah pengujian sampel dilakukan maka akan diketahui nilai kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , dan K_2O yang terdapat pada tiap-tiap sampel yang selanjutnya tiap sampel akan dihitung nilai *LSF*, *SM* dan *AM*. Hasil perhitungan data yang diperoleh selama 6 (enam) hari di lapangan dapat disimpulkan bahwa bahan baku utama *Portland Composite Cement* setelah melalui proses pencampuran pada *raw mill*, jumlah rata-rata *LSF* sebesar 106,96%, jumlah rata-rata *SM* sebesar 2,40, dan

Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota Kendari,
Provinsi Sulawesi Tenggara

Article History:

Submited 18 October 2022
Received in from 18 October 2022
Accepted 01 December 2022

Licensed By:

[Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

How to Cite:

Kadar, M.I., Rusdi, A.M.Y., Haftram, A., Bakri, H., 2022. Analisis Proses Pencampuran Bahan Baku Utama *Portland Composite Cement*. *Mining Science and Technology Journal*, 1 (2): 77-85.

Kadar, M.I., Rusdi, A.M.Y., Haftram, A., Bakri, H., 2022. *Main Raw Material Mixing Process Analysis Of Portland Composite Cement Manufacture*. *Mining Science and Technology Journal*, 1 (2): 77-85.



jumlah rata-rata AM sebesar 1,75%. Dari jumlah nilai rata-rata jelas bahwa kadar bahan baku utama memiliki kadar kualitas yang cukup baik serta telah memenuhi standar untuk kemudian digunakan pada proses pembuatan *Portland Compocite Cement* selanjutnya.

Kata kunci: *Limestone, Clay, Pasir Silika, Pasir besi, Portland, LSF.*

ABSTRACT

The resilience and capability of cement adhesive is highly dependent on the chemical composition of raw materials used by the industry to produce cement. In addition, the process of selecting, measuring and mixing process of raw materials also greatly influences the quality of the cement produced, the main raw material of portland composite cement. This study aims to know, study, and analyze the composition of the main types of raw materials and mixing in the process of making Portland Compocite Cement. Data collection techniques that writers use in writing a research report has several stages. Namely stages of sampling, sample drying stage, the stage of grinding the sample, the sample printing stage and phase analysis of samples. Data processing is performed after data collection in the field. The data processing means that samples that have been in the press is fired with X-rays, and the results will be known by computer has been synchronized with the X-Ray tool. The results of analysis of the content of the oxide obtained value transferred to the control computer. The data is compiled in a folder by using Microsoft Office Excel to be the basis of the data in order to control the resulting quality is maintained, as well as to facilitate the operator in checking the quality of each sample. In addition the results of the data used for the manufacture of cement material quality report. After testing the samples is done it will be known the value of the content of SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , and K_2O contained in each sample then each sample will be calculated value of LSF, SM and PM. The result of calculation that obtained for 6 (six) days in the field can be concluded that the main raw material Portland Compocite Cement after going through the process of mixing the raw mill, the average number of LSF of 106.96%, the average amount of SM at 2.40 and the average amount of 1.75% AM from the total average value is clear that the levels of key raw materials at the company had a fairly good level of quality and fill the standards for use d in the letter production of the next Portland Compocite Cement.

Keywords: *Limestone, Clay, Silica Sand, sand iron, Portland, LSF.*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan tingkat kebutuhan manusia akan bahan bangunan yang lebih besar mendorong manusia kerap membutuhkan sesuatu yang lebih efektif dan efisien dalam memenuhi standar kebutuhan bahan perekat seperti semen (Syarif, 2018; Riyanto, 2015; Sutrisno dkk, 2013). Kebutuhan akan bahan perekat yang lebih kuat serta tahan terhadap segala kondisi pun kerap lebih dicari dan dibutuhkan sehingga terciptalah semen sebagai salah satu bahan perekat telah memenuhi standar dalam penggunaannya (Syarif dkk, 2017; Setiadji dkk, 2020; Damayanti dkk, 2016; Firdaus, 2007). Kebutuhan bahan perekat (semen) tersebut menyebabkan kegiatan penambangan batu gamping dengan metode open cut dan quarry untuk kebutuhan bahan baku semen semakin hari semakin marak dilakukan (dzakir,

2022b). Metode *open cut* banyak digunakan karena cenderung lebih aman karena metode penggaliannya dilakukan dengan membuat jenjang pada muka lereng untuk mencegah terjadinya longsor (dzakir, 2022a).

Semen *portland* merupakan semen yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan bahan tambahan berupa gypsum (Pratama dkk, 2022; Musnaeni, 2010). Tingkat ketahanan dan kemampuan bahan perekat semen sangat tergantung dari komposisi kimia bahan baku yang digunakan industri untuk memproduksi semen (Nur dkk, 2015). Proses pemilihan, pengukuran serta proses pencampuran bahan baku yang tepat juga sangat mempengaruhi kualitas semen yang diproduksi.

Untuk itu dilakukan penelitian mengenai analisis proses pencampuran bahan baku utama *portland composite cement*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui, mempelajari, dan menganalisis komposisi jenis-jenis bahan baku utama dan pencampurannya dalam proses pembuatan *portland compocite cement*.

METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh terdiri atas:

Data Primer:

1. Jenis dan komposisi bahan baku

Data Sekunder:

1. Data kualitas *limestone*
2. Data kualitas *clay*
3. Data kualitas silika
4. Data kualitas pasir besi
5. Data kualitas Raw mill

Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang penulis gunakan dalam penulisan laporan penelitian memiliki beberapa tahapan yaitu:

1. Tahapan Pengambilan Sampel
Pada tahapan ini sebelum masuk ke *Crusher* sampel bahan baku utama diambil untuk selanjutnya dianalisis agar dapat diketahui jumlah nilai kadar terdapat dalam tiap bahan baku utama.
2. Tahap pengeringan sampel
Proses pengeringan sampel dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam sampel tersebut, sehingga memudahkan untuk menganalisa kandungan nilai oksida yang terdapat pada bahan baku utama.
3. Tahap penggilingan sampel
Dalam tahap penggilingan sampel digunakan alat *grinding mill*, sebelum digiling terlebih dahulu dilakukan penimbangan sampel dan ditambahkan 1 butir pil *borat*, kegunaan dari pil ini yaitu agar sampel tersebut tidak melekat pada wadah saat penggilingan berlangsung. Proses ini dilakukan agar sampel tersebut mudah untuk di *press*.
4. Tahap Pencetakan Sampel
Sampel yang sudah digiling selanjutnya disimpan pada ring sampel yang telah diletakkan pada alat *press* dan selanjutnya tekan tombol on untuk mencetak sampel.

5. Tahap Analisis Sampel

Sampel yang telah di *press* ditembakkan dengan sinar X, dan hasilnya akan diketahui melalui komputer yang telah di sinkronkan dengan alat *X-Ray* tersebut.

6. Hasil analisis

Hasil analisis jumlah kadar yang telah diketahui dipindahkan ke komputer pengendalian. Data tersebut disatukan dalam sebuah folder dengan menggunakan software untuk dijadikan dasar data pengendalian agar mutu yang dihasilkan tetap terjaga, serta untuk memudahkan operator dalam melakukan pengecekan mutu tiap-tiap sampel. Selain itu hasil data tersebut digunakan untuk laporan mutu bahan pembuatan semen.

Teknik Pengolahan Data

Setelah didapatkan hasil analisis selanjutnya dilakukan perhitungan agar diketahui berapa jumlah kadar harus dipenuhi tiap jam agar mutu/kualitas campuran bahan baku memenuhi standar, dimana pengolahan data dilakukan menghitung dengan menggunakan *Microsoft excel*. Tiap data akan dihitung nilai LSF, SM dan AM dengan rumus sebagai berikut :

- a. LSF (*Lime Saturation Factor*) yaitu tingkat kejenuhan kapur bebas.

$$LSF = \frac{100 \cdot CaO}{2,8SiO_2 + 1,18Al_2O_3 + 0,65Fe_2O_3}$$

- b. SM (*Silica Modulus*) yaitu perbandingan antara Oksida silika dengan Oksida alumina & besi.

$$SM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

- c. AM (*Alumina Modulus*) yaitu perbandingan antara Oksida alumina dan besi.

$$AM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

Analisis Data

Dari hasil data yang diperoleh dengan beberapa tahapan-tahapan seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya yang berupa penjelasan mengenai proses pencampuran bahan baku utama *Portland composite cement*, dan menganalisis komposisi setiap bahan baku utama untuk pembuatan *Portland composite cement*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengawasan Mutu Pada Penyediaan Bahan Baku Utama

Pengawasan/pengontrolan kualitas pada bahan baku sangat penting, karena kualitas bahan baku sangat mempengaruhi terhadap hasil suatu produksi, maka pengontrolan kualitas bahan baku adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan *Limestone*

Pada prinsipnya *Limestone* bisa digunakan untuk pembuatan semen tergantung kadar kimia di dalamnya. *Limestone* yang baik dalam penggunaan pembuatan semen memiliki persentase kadar CaO > 50% (SNI 15-2049-1994) dan penggunaan *Limestone* dalam pembuatan semen itu sendiri sebanyak ± 80 %.

Dalam menghitung kadar CaCO_3 digunakan alat *X-Ray* untuk mendapatkan hasil perhitungan kadar CaO dalam CaCO_3 , jumlah standar kadar CaO yang ditetapkan perusahaan yaitu (50,00% - 56,00%).

Selain itu untuk pembuatan semen diperlukan beberapa modulus sebagai standar kualitas pada perusahaan. Jumlah standar masing-masing modulus yang ditetapkan perusahaan yaitu (> 100%) Untuk LSF, (2,20-2,85%) SM, (1,55-1,85%) AM.

Dari data yang diperoleh seperti yang kita lihat pada (tabel 4.1), kecacatan yang penulis dapat menghitung masing-masing jumlah LSF, SM dan AM. Adapun hasil perhitungan dari ketiga modulus tersebut adalah sebagai berikut:

a. LSF (*Lime Saturation Factor*) yaitu tingkat kejenuhan kapur bebas.

$$LSF = \frac{100 \times 55,47}{2,8 \times 0,45 + 1,18 \times 0,37 + 0,65 \times 0,19}$$

$$LSF = \frac{5547}{1,26 + 0,4366 + 0,1235}$$

$$LSF = \frac{5547}{1,8201}$$

$$LSF = 3047,635$$

b. SM (*Silica Modulus*)

$$SM = \frac{0,45}{0,37 + 0,19}$$

$$SM = \frac{0,45}{0,56}$$

$$SM = 0,8036$$

c. AM (*Alumina Modulus*)

$$AM = \frac{0,37}{0,19}$$

$$AM = 1,9473$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan kadar *limestone* untuk memenuhi standar LSF, SM dan AM selama 6 (enam) hari.

Pada pengambilan sampel 7 (tujuh) dan 16 (enam belas) pada lampiran 1 (satu) dapat dilihat bahwa, dari data perhitungan didapatkan nilai LSF kurang dari standar yang dibutuhkan. Hal ini disebabkan oleh tingginya nilai kadar SiO dalam *limestone*. Pada penelitian ini, penulis menggunakan alat XRF (*X-Ray Fluorescence*) sebagai sarana pengambilan data. Untuk itu data yang dihasilkan berupa jumlah nilai oksida yang terkandung pada *limestone*.

2. Pemeriksaan Tanah Liat

Hal-hal yang diperiksa adalah:

Untuk pembuatan semen yang diperlukan adalah Al_2O_3 -nya, sehingga *clay* dengan kadar Al_2O_3 yang tinggi sangat baik untuk bahan baku pembuatan semen. Sedangkan bila kadar SiO_2 nya melebihi separuh dari jumlah Al_2O_3 maka *clay* itu termasuk jelek. Di alam, *clay* biasanya mengandung SiO_2 sebesar 46.5 %, sehingga termasuk baik. *Clay* harus memiliki kadar air ± 20 %, kadar SiO_2 tidak terlalu tinggi ± 46 %, dan penggunaan *clay* dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar ± 9 %. Pada penelitian ini, penulis menggunakan alat XRF (*X-Ray Fluorescence*) sebagai sarana pengambilan data. Untuk itu data yang dihasilkan berupa jumlah nilai kandungan bahan kimia yang terkandung pada tanah liat. Dari hasil data yang diperoleh dapat dihitung nilai kadar Al_2O_3 terhadap SiO_2 yaitu :

$$Al_2O_3 + \left(\frac{1}{2} \cdot Al_2O_3\right) > SiO_2$$

a. Sampel (1).

$$28,40 + \left(\frac{1}{2} \cdot 28,40\right) > 39,43$$
$$42,60 > 39,43$$

b. Sampel (2).

$$28,48 + \left(\frac{1}{2} \cdot 28,48\right) > 42,82$$
$$42,72 < 42,82$$

c. Sampel (3).

$$29,57 + \left(\frac{1}{2} \cdot 29,57\right) > 43,34$$
$$44,36 > 43,34$$

d. Sampel (4).

$$28,73 + \left(\frac{1}{2} \cdot 28,73\right) > 42,22$$
$$43,10 > 42,22$$

e. Sampel (5).

$$36,07 + \left(\frac{1}{2} \cdot 36,07\right) > 36,78$$
$$54,11 > 36,78$$

f. Sampel (6).

$$31,85 + \left(\frac{1}{2} \cdot 31,85\right) > 41,23$$
$$47,78 > 41,23$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan kadar *clay* untuk memenuhi standar nilai kadar Al_2O_3 terhadap SiO_2 selama 3 (tiga) hari dapat dilihat pada lampiran 2 (dua).

Pada pengambilan sampel 2 (dua) pada lampiran 2 (dua) dapat dilihat bahwa, dari data perhitungan didapatkan kadar SiO_2 nya melebihi separuh dari jumlah Al_2O_3 yaitu sebesar 0,10% dari standar yang dibutuhkan.

3. Pemeriksaan Pasir Silika

Hal-hal yang diperiksa adalah:

Pasir silika harus memiliki kadar SiO_2 minimal 80% dan $\pm 90\%$. Penggunaan pasir silika dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar $\pm 9\%$. Pada penelitian ini, penulis menggunakan alat XRF (*X-Ray Fluorescence*) sebagai sarana pengambilan data. Untuk itu data yang dihasilkan berupa jumlah nilai kandungan bahan kimia yang terkandung pada tanah liat. Pada pengambilan sampel 1, 6, 8, 11, 13, 17, 19, dan 23 pada lampiran 3 (tiga) dapat dilihat bahwa, dari data perhitungan didapatkan nilai kadar SiO_2 nya kurang dari standar yang dibutuhkan.

4. Pemeriksaan Pasir Besi

Hal-hal yang diperiksa adalah :

- Fe_2O_3 (*Ferro Oksida*) yang pada umumnya selalu tercampur dengan SiO_2 dan TiO_2 sebagai impuritiesnya. Karena Fe_2O_3 berfungsi sebagai penghantar panas dalam proses pembuatan terak maka kadar yang baik dalam pembuatan semen yaitu $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_3\text{O}_2 \geq 75\%$
- Penggunaan pasir besi dalam pembuatan semen itu sendiri sebesar $\pm 1\%$.

Pengawasan Mutu Dalam Penggilingan Bahan Baku Produksi

Pengontrolan mutu pada saat penggilingan bahan baku produksi adalah sebagai berikut :

Pemeriksaan Kualitas Penggilingan

Standart ukuran hasil Pencampuran

$$\text{LSF} = 97\%, \text{SM} = 2,10, \text{AM} = 1,50$$

Dari hasil data yang diperoleh, penulis dapat menghitung masing-masing jumlah LSF, SM dan AM. Adapun hasil perhitungan dari ketiga modulus tersebut adalah sebagai berikut:

- a) LSF (*Lime Saturation Factor*) yaitu tingkat kejenuhan kapur bebas.

1) Sampel (1).

$$\text{LSF} = \frac{100 \times 43,43}{2,8 \times 12,70 + 1,18 \times 3,23 + 0,65 \times 2,00}$$

$$\text{LSF} = \frac{4343}{35,56 + 3,81 + 1,30}$$

$$\text{LSF} = \frac{4343}{40,67}$$

$$\text{LSF} = 106,783$$

- b) SM (*Silica Modulus*)

1) Sampel (1).

$$\text{SM} = \frac{12,27}{3,23 + 2,00}$$

$$\text{SM} = \frac{12,27}{5,23}$$

$$\text{SM} = 2,43$$

- c) AM (*Alumina Modulus*)

1. Sampel (1).

$$\text{AM} = \frac{3,23}{2,00}$$

$$\text{AM} = 1,62$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran pencampuran bahan baku memenuhi standar LSF, SM dan AM.



KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bahan baku utama *Portland Compocite Cement* setelah melalui proses pencampuran pada *raw mill*, jumlah rata-rata *LSF* sebesar 106,96%, jumlah rata-rata *SM* sebesar 2,40, dan jumlah rata-rata *AM* sebesar 1,75%. Dari jumlah nilai rata-rata jelas bahwa kadar bahan baku utama memiliki kadar kualitas yang cukup baik serta telah memenuhi standar untuk kemudian digunakan pada proses pembuatan *Portland Compocite Cement* selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pimpinan dan semua staf pada PT. Semen Bosowa, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan yang telah memberikan kesempatan, bantuan fasilitas, dan bimbingan selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, A.S., Windu, H.K., Andaka, G., 2016. Pembuatan Regular Portland Semen dari Campuran Abu Vulkanik Gunung Merapi dan Batuan Kapur (Dari Juwangi dan Gunung Kidul). *Jurnal Inovasi Proses*, 1(1): 43-53. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/JIP/article/view/2029/1578>
- Dzakir, L.O., Amir, M.K., Priyanata, L.O, Kadar, M.I., 2022. Analisis Perbandingan Kadar MgO dan SiO₂ pada Nikel Kadar Rendah di Kabupaten Kolaka dan Kabupaten Kolaka Utara. *Jurnal Geomine*, 10 (1): 43 - 50.
- Dzakir, L.O., Ode, A.T.L., Hariono, H., Purnama, H., Riska, R., 2022. Studi Kemampugalian dan kemampugaruan Pada Penambangan Batu Gamping di Desa Kokapi, Kecamatan Sawa, Konawe Utara. *Mining Science and Technology Journal*, 1 (1): 53-58.
- Firdaus, A., 2007. Proses Pembuatan Semen Pada PT. Holcim Indonesia, tbk. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sultan Agung Tirtayasa. <https://rieko.files.wordpress.com/2007/12/proses-pembuatan-semen-pada-pt-holcim-indonesia-tbk.pdf>
- Musnaeni, M., 2010. Pembuatan dan Pengujian Pengikatan Awal dan Kekekalan Bentuk Semen Pozolan Kapur Yang Diperkaya Silikat Abu Sekam Padi. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nur, R.R., Hartanti, F.D., Sutikno, J.P., 2015. Studi Awal Desain Pabrik Semen Portland Dengan Waste Paper Sludge Ash Sebagai Bahan Baku Alternatif. *Jurnal Teknik ITS*, 4(2): 164-168. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/9868/2471>
- Pratama, S.W.I., Rauf, N., Juarlin, E., 2022. Pembuatan dan Pengujian Kualitas Semen Portland Yang Diperkaya Silikat Abu Ampas Tebu. *Jurnal Fisika FMIPA Unhas*. <https://core.ac.uk/download/pdf/77624169.pdf>
- Riyanto, H., 2015. Pengaruh Penggunaan Semen Pozzolan Tipe-A Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1): 684-695. <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTS/article/view/905/1230>



- Setiadji, B.H., Dewabrata, H., Lie, H.A., Alexander, S., 2020. Studi Penggunaan Semen Slag Sebagai Substitusi Semen Portland pada Beton. Siklus: Jurnal Teknik Sipil, 6(2): 117-128. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS/article/view/4595/2421>
- Sutrisno, A., Widodo, S., 2013. Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice. Jurnal Teknik Sipil. <https://eprints.uny.ac.id/10267/1/JURNAL%20TEKNIK%20SIPIL.pdf>
- Syarif, M., 2018. Analisis Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Sifat Fisis Semen Organik Terbuat Dari Bahan Limbah Daur Ulang. Jurnal Linears, 1(2): 85-90. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/linears/article/view/1813/1425>
- Syarif, M., et al., (2017). "A study Of Cement Made From Recycled Gerbage Materials Compared With Portland Cement". The Third International Cenferece on Sustainable Infrastructure and Built Environment (SIBE-2017) in Institut Teknologi Bandung (ITB).