

KAJIAN EKSPERIMEN PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT ADHESIF UNTUK PERBAIKAN KERAMIK DINDING

Dika Pratama^{1,*}), Rizki Febri Astuti¹), Mochammad Tri Rochadi¹), Kusdiyono¹)

¹)Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang Semarang 50275 Telepon (024) 76480569

^{*})Email: dikapratama333@gmail.com rizkifebri.rfa@gmail.com

Abstract

The release of ceramics is an undesirable event, one of the causes is the presence of trapped air which causes the area attached to the wall to decrease. To reduce this, additional ingredients / smaller silica fume additives ($<1\mu\text{m}$) can be used to fill the hollow part. The purpose of this study was to measure and compare the properties of ceramic adhesives with and without the addition of silica fume to ceramic adhesives, and to determine the percentage of addition of silica fume to obtain the most optimal adhesive strength. The method used is an experimental method in the laboratory by conducting tests of ceramic adhesion based on ASTM C 482-02 and SNI 03-4877-1998. The level of addition of silica fume used is 5, 10, 15, and 20% of the weight of cement. The test results show that there is a "very strong" relationship between the addition of silica fume and ceramic adhesive properties in increasing the strength of the adhesive power as evidenced by correlation analysis with an R2 value of 0.9042. The strength of the adhesive power of ceramics without silica fume as a control variable is 1.4146 MPa, while the strength with a mixture of silica fume is 1.8051 MPa, 1.9606 MPa, 1.8811 MPa, and 1.5666 MPa, respectively. The regression analysis showed that the highest / optimum strength was achieved when the proportion of silica fume addition was 10.8% of the weight of cement with a sticky power strength value of 1.9637 MPa or an increase of 38.82% on the control variable which did not use the added silica fume material

Kata kunci : *Sifat adhesif keramik, daya rekat keramik, silica fume.*

PENDAHULUAN

Pelapisan dinding dengan keramik bertujuan untuk menambah nilai estetika, mempermudah perawatannya dan menahan rembesan air pada dinding. Keramik dinding memiliki spesifikasi khusus dimana keramik harus melekat kuat dan mampu menahan gaya gravitasi. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa semen dapat digunakan sebagai perekat keramik dinding. Pemilihan dan penggunaan jenis semen secara

langsung mempengaruhi karakteristik rekatan pada dinding. Persyaratan adukan untuk pekerjaan pasangan harus memiliki sifat-sifat diantaranya adalah cukup plastis dan mudah dikerjakan, menghasilkan rekatan yang baik, merekat satu sama lain, mengisi celah-celah dengan rapat dan merata, dapat menahan gaya-gaya vertikal atau horizontal (PEDC,1987).

Lepasnya keramik merupakan kejadian yang tidak diinginkan karena dapat mengakibatkan kerugian materiil

maupun moril. Menara Suara Merdeka sebanyak 12 kasus lepasnya keramik dinding terjadi selama bulan Agustus sampai Oktober. Salah satu penyebabnya adalah adanya udara terperangkap yang menyebabkan luasan yang melekat pada dinding berkurang. Semakin banyak udara yang terperangkap pada permukaan bidang tempel maka semakin rendah kekuatannya, begitu pula sebaliknya. Untuk mengurangi hal tersebut dapat digunakan bahan tambah (*additive*) yang ukuran partikelnya lebih kecil guna mengisi bagian yang berongga. Salah satu *additive* tersebut adalah *silica fume*. Dalam “Silica Fume User’s Manual” (2005) menyebutkan bahwa kandungan SiO₂ (Silika dioksida) > 85% dengan ukuran butiran < 1µm.

Dalam penelitian ini membahas permasalahan tentang pengaruh penambahan *silica fume* terhadap sifat adhesif keramik dinding. Penggunaan bahan tambah *silica fume* pada pasta semen sebagai material perekat diharapkan mampu memperbaiki kerusakan pada keramik dinding yang lepas. Sifat adhesif keramik dinding tersebut akan dibandingkan antara perekat dengan penambahan *silica fume* dan tanpa penambahan *silica fume*. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian yang bersifat eksperimental tentang penambahan *silica fume* sebagai bahan tambah perekat untuk memperbaiki keramik dinding.

Dari latar belakang dan permasalahan di atas, maka penelitian yang dilakukan bertujuan: 1) untuk mengukur sifat adhesif keramik

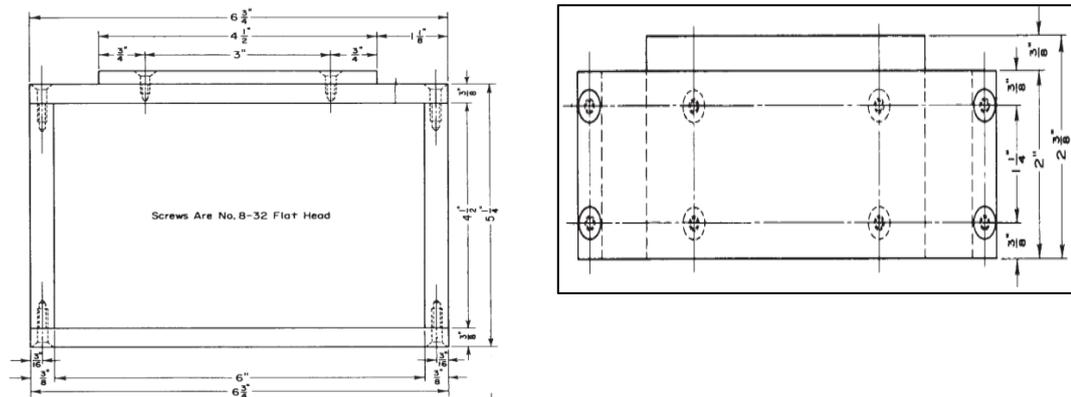
dinding dengan penambahan *silica fume* pada perekat keramik, 2) untuk membandingkan sifat adhesif keramik dinding dengan penambahan *silica fume* dan tanpa penambahan *silica fume* pada perekat keramik, dan 3) untuk menentukan persentase penambahan *silica fume* guna memperoleh kekuatan adhesif paling optimal.

METODE PENELITIAN

Pada pembuatan benda uji menggunakan cara yang terdapat dalam ASTM C 482-02 dan SNI 03-4877-1998, diawali dengan membuat mortar plester dengan komposisi campuran 1PC : 3PP. Dimensi cetakan mortar disesuaikan dengan standar yang ada seperti terlihat pada Gambar 1. Tahap selanjutnya, diamkan mortar dalam waktu tidak kurang dari 1 jam atau lebih dari 1,5 jam. Lapis permukaan belakang benda uji/keramik dengan adukan perekat setebal tidak kurang dari 0,8 mm atau lebih dari 1,6 mm. Komposisi adukan yang dimaksud merupakan bahan susun adukan perekat dengan penambahan *silica fume* yang divariasikan (5%, 10%, 15%, dan 20%) dan tanpa penambahan *silica fume* dengan faktor air semen = 0,36. Tempelkan contoh keramik di atas lapisan mortar dengan salah satu sisi lurusnya ditonjolkan 6,4 mm. Atur posisi keramik, tekan dengan kuat sehingga seluruh permukaan lapisan perekat menempel dengan baik terhadap lapisan mortar, kemudian bersihkan kelebihan adukan perekat yang berada di sekitar sisi keramik. Gambar 2 menunjukkan contoh benda

uji mortar plester yang telah ditemplei

keramik.



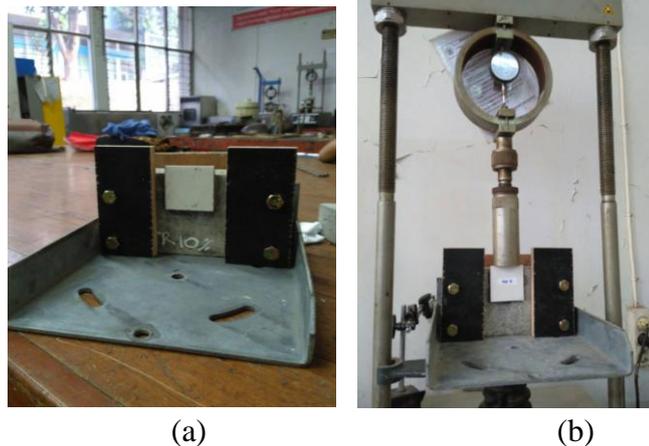
Gambar 1. Cetakan mortar



Gambar 2. Benda Uji Daya Rekat Keramik

Uji eksperimental kekuatan daya rekat keramik dilakukan berdasarkan dalam ASTM C 482-02 dan SNI 03-4877-1998 dengan menggunakan mesin uji tekan *Multitester* kapasitas

50 kN dan alat bantu penjepit (*fixture*) yang berfungsi untuk memegang benda uji yang terpasang agar posisinya tetap tegak selama pembebanan berlangsung. Lihat Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian kekuatan daya rekat keramik, (a) benda uji dan penjepit, (b) pengujian menggunakan mesin kuat tekan *multitester*

Data penelitian diambil dari hasil pemeriksaan di laboratorium terhadap bahan semen, agregat dan pengujian kuat daya rekat keramik. Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap bahan semen portland pozolan dan agregat halus selanjutnya dijadikan sebagai bahan susun mortar/adukan. Adukan perekat tanpa *silica fume* dijadikan sebagai variabel kontrol,

sementara komposisi bahan susun adukan perekat dengan penambahan *silica fume* ditetapkan 4 variasi (5%, 10% , 15% , 20%) dengan faktor air semen sama dan konsistensi yang sama. Pengujian kekuatan daya rekat keramik ditetapkan umur 7, 14, dan 28 hari, sehingga jumlah benda uji sebanyak 75 buah seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan variasi campuran, umur uji dan jumlah sampel

Adukan Perekat	Penambahan <i>silica fume</i> (dari berat semen)	Umur Uji (hari)			Jumlah Benda Uji
		7	14	28	
Kontrol	0%	5	5	5	15
Variabel 1	5%	5	5	5	15
Variabel 2	10%	5	5	5	15
Variabel 3	15%	5	5	5	15
Variabel 4	20%	5	5	5	15
Jumlah Keseluruhan					75

Catatan :
Semua jenis campuran dengan fas sama

Persamaan-persamaan dasar yang digunakan adalah:

$$B = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana :
B = kekuatan daya rekat keramik (MPa);
P = beban maksimum (N);
A = luas permukaan keramik yang direkat (mm²).

Analisa data yang digunakan adalah regresi dan korelasi.

Pengaplikasian metode statistik ini dimaksudkan untuk menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui bagaimana pola variabel dependen dapat diprediksikan melalui variabel independen (Supardi, 2016). Pola ini akan terlihat jelas jika ditampilkan dalam bentuk grafik baik berupa garis regresi linier ataupun non linier. Analisis korelasi merupakan suatu bentuk analisis infrensial yang digunakan untuk mengetahui derajat atau kekuatan hubungan, bentuk atau hubungan kasual dan hubungan timbal balik diantara variabel-variabel penelitian, selain itu analisis ini juga dapat digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh suatu variabel bebas atau beberapa variabel bebas secara bersama terhadap variabel terikat melalui analisis koefisien determinasi (Supardi, 2016). Menurut Kuncoro (2007) nilai koefisien determinasi (R^2) adalah diantara nol dan satu. Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variasi

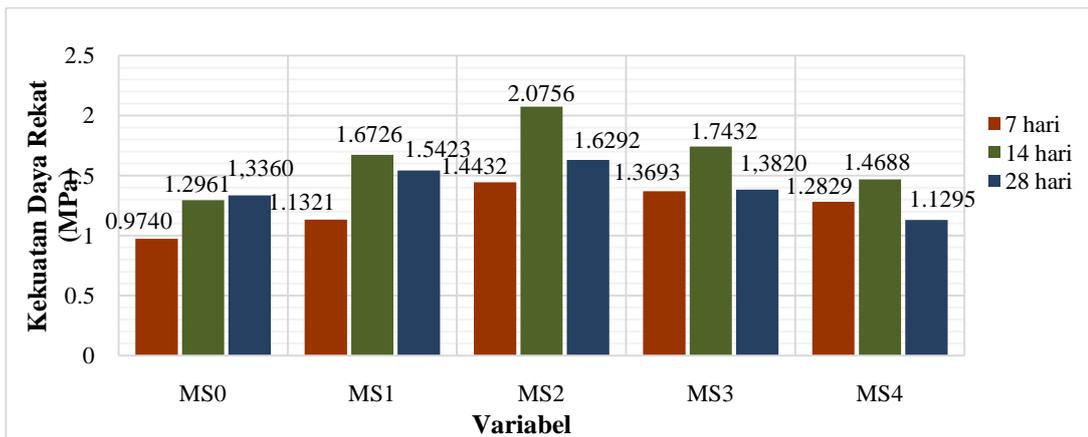
variabel dependen amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat adhesif keramik dilakukan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh penambahan *silica fume* pada adukan perekat terhadap kekuatan daya rekat keramik dinding. Pengujian ini dilakukan sesuai ASTM C 482-02 dan SNI 03-4877-1998 menggunakan alat mesin uji tekan *Multitester* kapasitas 50 kN. Pengujian masing-masing benda uji dilakukan setelah melewati masa perawatan selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Rata-rata hasil kekuatan daya rekat keramik pada saat pengujian untuk masing-masing variabel dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4, sedangkan pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata hasil pengujian kekuatan daya rekat setelah diestimasi ke dalam 28 hari.

Tabel 2. Hasil pengujian kekuatan daya rekat keramik rata-rata pada saat pengujian

Variabel	Rata-rata Kekuatan Daya Rekat Keramik Pada Saat Pengujian (MPa)		
	7 Hari	14 hari	28 hari
Kontrol (MS0)	0,9740	1,2961	1,3360
Variabel 1 (MS1)	1,1321	1,6726	1,5423
Variabel 2 (MS2)	1,4432	2,0756	1,6292
Variabel 3 (MS3)	1,3693	1,7432	1,3820
Variabel 4 (MS4)	1,2829	1,4688	1,1295



Gambar 4. Diagram hubungan variabel-kekuatan daya rekat

Tabel 3. Hasil pengujian kekuatan daya rekat keramik rata-rata pada umur 28 hari

Variabel	Rata-rata Kekuatan Daya Rekat Keramik Setelah Diestimasi ke Umur 28 Hari (MPa)			Rata-rata K. Daya Rekat
	7 Hari	14 hari	28 hari	
Kontrol (MS0)	1,4985	1,4728	1,3360	1,4358
Variabel 1 (MS1)	1,7417	1,9007	1,5423	1,7282
Variabel 2 (MS2)	2,2202	2,3587	1,6292	2,0694
Variabel 3 (MS3)	2,1066	1,9808	1,3820	1,8231
Variabel 4 (MS4)	1,9737	1,6690	1,1295	1,5908

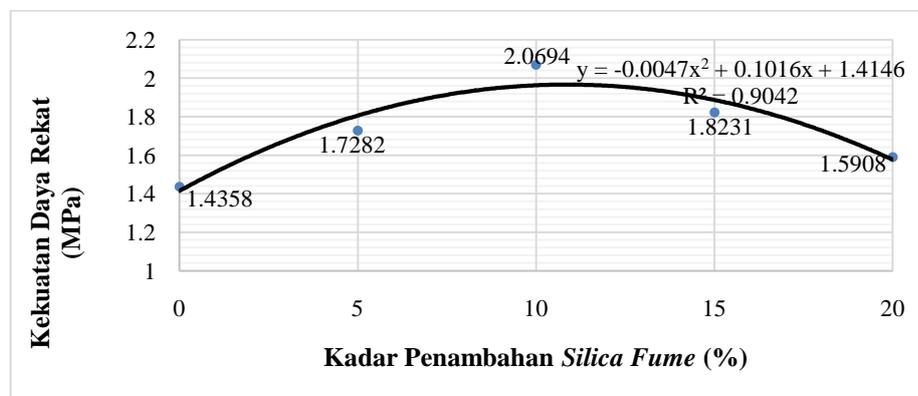
Dalam Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata kekuatan daya rekat masing-masing variabel, namun nilai tersebut belum bisa mewakili hasil semua sampel pengujian. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji regresi untuk mendapatkan nilai kekuatan daya rekat yang sebenarnya. Analisis regresi dapat dilakukan bersamaan dengan analisis korelasi dengan menggunakan program Microsoft Excel 2013 seperti yang ditampilkan pada Gambar 5. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5, pola garis regresi yang terbentuk berupa kurva parabola

membuka ke bawah dengan persamaan,

$$y = -0,0047x^2 + 0,1016x + 1,4146 \quad (2)$$

Dari persamaan (2) kekuatan daya rekat keramik tanpa *silica fume* yang dijadikan sebagai variabel kontrol yakni sebesar 1,4146 MPa, sementara kekuatan daya rekat keramik dengan campuran *silica fume* secara berturut-turut adalah 1,8051 MPa, 1,9606 MPa, 1,8811 MPa, dan 1,5666 MPa untuk variabel 1 sampai 4. Nilai ini yang kemudian dipakai untuk mewakili

kekuatan daya rekat semua sampel pengujian.



Gambar 5. Pengaruh penambahan *silica fume* terhadap kekuatan daya rekat

Adapun persentase peningkatan kekuatan daya rekat akibat adanya penambahan *silica fume* dari setiap variabel terhadap variabel kontrol (MS0) secara berturut-turut sebesar 27,60%, 38,59%, 32,98%, dan 10,75%. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium kekuatan daya rekat keramik tertinggi dicapai pada variabel MS2 dengan proporsi *silica fume* 10% dari berat semen dengan nilai kekuatan daya rekat rata-rata sebesar 1,9606 MPa. Namun hal ini perlu kita buktikan apakah benar proporsi tersebut yang menghasilkan kekuatan paling optimum. Adapun cara memperoleh proporsi paling optimal salah satunya adalah dengan menghitung turunan pertama fungsi persamaan (2). Nilai x atau kadar penambahan *silica fume* akan optimum jika turunan pertama fungsi persamaan (2) bernilai nol.

$$y = -0,0047x^2 + 0,1016x + 1,4146$$

$$y' = 0$$

$$-0,0094x + 0,1016 = 0$$

$$0,0094x = 0,1016$$

$$X = 10,8$$

untuk nilai $x = 10,8$, maka

$$y = -0,0047 \cdot (10,8)^2 + 0,1016 \cdot (10,8) + 1,4146$$

$$y = 1,9637$$

Dengan metode perhitungan ini diperoleh proporsi kadar optimum dengan penambahan *silica fume* sebesar 10,8% yang menghasilkan kekuatan daya rekat sebesar 1,9637 MPa. Memang secara sekilas kekuatan optimum diperoleh saat penambahan *silica fume* 10% namun proporsi optimum/tertinggi sebenarnya dicapai ketika kadar penambahan *silica fume* terhadap berat semen sebesar 10,8%. Penambahan *silica fume* pada perekat keramik dengan proporsi ini mampu meningkatkan kekuatan daya rekat keramik sebesar 38,82% terhadap variabel kontrol yang tidak menggunakan bahan tambah *silica fume*.

Dalam Gambar 5 juga menunjukkan besarnya nilai R^2 yang merupakan koefisien determinasi yaitu sebesar 0,9042 dan koefisien ini yang digunakan dalam memberikan makna bahwa penambahan *silica fume*

terhadap sifat adhesif keramik memberikan kontribusi untuk perbaikan keramik dinding sebesar 90,42% ($0,9042 \times 100\%$), sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti. Dengan demikian terdapat hubungan yang “sangat kuat” antara penambahan *silica fume* dengan sifat adhesif untuk perbaikan keramik dinding.

SIMPULAN

Secara umum dari hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa kekuatan daya rekat keramik tanpa *silica fume* yang dijadikan sebagai variabel kontrol yakni sebesar 1,4146 MPa. Sementara kekuatan daya rekat keramik dengan campuran *silica fume* secara berturut-turut adalah 1,8051 MPa, 1,9606 MPa, 1,8811 MPa, dan 1,5666 MPa untuk variabel 1 sampai 4. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa kekuatan tertinggi/optimum sebenarnya dicapai saat proporsi penambahan *silica fume* sebesar 10,8% dari berat semen dengan nilai kekuatan daya rekat sebesar 1,9637 MPa. Penambahan *silica fume* pada perekat keramik dengan proporsi ini mampu meningkatkan kekuatan daya rekat keramik sebesar 33,82% terhadap variabel kontrol yang tidak menggunakan bahan tambah *silica fume*. Hasil pengujian korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang “sangat kuat” antara penambahan *silica fume* dengan sifat adhesif keramik dalam meningkatkan kekuatan daya rekat dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar

0,9042. Artinya, penambahan *silica fume* terhadap sifat adhesif keramik memberikan kontribusi untuk perbaikan keramik dinding sebesar 90,42%, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini diolah dari data laporan skripsi penulis di Program Studi Teknik Perawatan Dan Perbaikan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. BASF Indonesia yang telah memberikan kontribusi dalam pengadaan material bahan *Silica Fume* selama pelaksanaan penelitian skripsi penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada redaksi dan reviewer jurnal ini yang telah memberikan koreksi dan masukan bagi penyempurnaan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Annas, A., Ekaputri, J. J., Triwulan. (2016). “Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi dengan Tambahan Silica Fume”. Jurnal Teknik ITS. 5(1).
- ASTM C 482-02. Standard Test Method for Bond Strength of Ceramic Tile to Portland Cement Paste. United State: ASTM Internasional, 2002.
- ASTM C 1240-1995. Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures. United State: ASTM Internasional, 1995.

- Botas , S. M. S., Viega, M. R. S., Velosa, A. L. (2012). "Reapplication Mortars for Old Tiles: Characteristics of Tiles and Mortars and Selection Criteria". *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration*. 8(1). 124–139.
- Botas , S. M. S., Viega, M. R. S., Velosa, A. L. (2014). "Adhesion of Air Lime-Based Mortars to Old Tiles: Moisture and Open Porosity Influence in Tile/Mortar Interfaces". *Journal of Material in Civil Engineering*. 27(5).
- Fajrin, J., Pathurahman, Pratama L. G. (2016). "Aplikasi Metode Analysis Of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar". *Jurnal Rekayasa Sipil*. 12 (1).
- Holland, T.C. 2005. *Silica Fume User's Manual*. Lovettsville. SFA
- Kuncoro, M. 2007. *Metode Kuantitatif*. Yogyakarta. UPP STIM YKPN.
- Kusdiyono. 2011. *Bahan Bangunan 2*. Semarang. PP Polines.
- Kusdiyono. 2010. *Uji Bahan Bangunan 1*. Semarang. PP Polines.
- Kusdiyono. 2010. *Uji Bahan Bangunan 2*. Semarang. PP Polines.
- Polytechnic Educational Develepment Center. 1987. *Teknologi Bahan I*. Bandung. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Pendidikan Politeknik Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik.
- SNI 03-1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 2011.
- SNI 03-4877-1998. *Cara Uji Daya Rekat Keramik Terhadap Mortar*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1998.
- SNI 15-2049-2015. *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 2015.
- SNI 03-6861.1-2002. *Bahan Bangunan Non Logam*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 2002.
- SNI 03-2816-1992. *Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1992.
- SNI 03-4142-1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan Nomor 200*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1996.
- SNI 03-1968-1990. *Metode pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1990.
- SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1990.
- SNI 03-1970-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standar Nasional, 1990.
- Suseno, H. 2010. *Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil*. Malang. Bargie Media.

- S, S.U. 2016. Aplikasi Statistika dalam Penelitian. Jakarta. Change Publication.
- Tjokrodinuljo dan Kardiyono. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Wackerley, D.D., Mendenhall, W., Scheaffer, R.L. 2008. Mathematical Statistics with applications. Thompson Brooks/Cole. USA
- Winoto, A.D.Y. 2014. Ilmu Bahan Bangunan. Yogyakarta. Bintang Pustaka Abadi.