

PENGARUH PENGGUNAAN *SOIL STABILIZATION* TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN AGREGAT HALUS BERKADAR LUMPUR TINGGI

Muhammad Gilang Indra¹⁾, Ismeddiyanto²⁾, Zulfikar Djauhari²⁾,

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S1, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil

Laboratorium Teknologi Bahan Teknik Sipil Universitas Riau

Program Studi Teknik Sipil S1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. H.R. Soebrantas KM. 12,5 Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru 28293

E-mail: muhammad.gilang@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This research was conducted to identify soil stabilization effect on mechanical properties of concrete with high mud content. According to SNI 03-2461-2002 code, the fine aggregate should must contain mud more than 5% of as weight. In this research, soil stabilization of 1% from mud weight was added to concrete mixtures. The percentages of mud added to the concrete mixture in this research were 5%, 10%, 15%, 20% and 23%. A 15x30 cm cylinder is curing in normal water for 28 days to study its compressive strength, tensile strength and elasticity modulus with expectation of 20 MPa in the concrete quality. The result of the research shows an optimum increase in the compressive strength to the concrete with 20% variation mud content. By adding the soil stabilization, compressive strength of the concrete is increased by 30.14% compared to a concrete without the soil stabilization. The value of tensile strength of concrete with 5% variation mud content added soil stabilization lower by 2.60% compared to a variations of a concrete without mud content. The value of the elasticity modulus of concrete with 23% variation mud content added soil stabilization lower by 152.34% compared to a variations of a concrete without mud content. This research concludes that a high mud level concrete with soil stabilization has a higher concrete quality compared to the a high mud level concrete without soil stabilization.

Keywords : *Compressive strength, tensile strength, elasticity modulus, soil stabilization, mud*

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang sering dipakai dan diminati karena merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan material konstruksi lainnya (Syaka, 2013). Beton terbentuk dari campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam

cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan (Kandi *et al.*, 2012). Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton dengan mengisi sekitar 70 % dari total volume beton. Semen digunakan sebagai bahan perekat sedangkan air sebagai bahan pembantu guna reaksi kimia selama proses pengikatan dan perawatan beton.

Beton mempunyai beberapa keunggulan dibanding bahan lain, yaitu durabilitas tinggi (tahan lama), kuat tekan yang cukup tinggi, perawatan relatif lebih mudah, tahan api dan cuaca. Sedang kekurangan beton antara lain daktilitas

bahan rendah, kuat tarik rendah, penyusutan cukup besar dan pelaksanaan perlu waktu/umur (Purwanto & Priastiw, 2012).

Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan tentunya tidak terlepas dari ketersediaan material beton seperti kerikil, pasir dan semen. Pemilihan bahan-bahan dalam pembuatan beton sangat penting untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan. Kekuatan, keawetan dan sifat beton bergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukannya, maupun cara pengerjaan selama penguangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Baskoro & Trinugroho, 2013). Namun pada kenyataannya di lapangan banyak ditemukan material penyusun beton yang tidak memenuhi kriteria yang sudah ditentukan.

Kadar lumpur yang tinggi pada agregat halus adalah salah satu permasalahan yang dapat menghambat pekerjaan dan membuat rendahnya mutu beton. Lumpur adalah jenis agregat dengan kekuatan yang rendah dan banyak menyerap air, sehingga adukan/campuran beton bisa berubah. Semakin banyak kandungan lumpur dalam campuran beton akan membutuhkan semen yang semakin banyak pula untuk mengikat permukaan antar masing masing agregat dan kekuatan konstruksi akan semakin kecil (Rahmadianty *et al.*, 2017). Kadar lumpur agregat normal yang diijinkan untuk agregat halus (pasir) maksimal 5%. Tetapi pada praktiknya di lapangan ditemukan kadar lumpur pada agregat halus melebihi ambang standar 5% yang mana hal ini tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai bahan pembuat beton.

Hasil penelitian Septianto (2017) menunjukkan bahwa penggunaan agregat halus berkadar lumpur hingga 10% untuk campuran beton mengalami penurunan kuat tekan sebesar 42,05% dibandingkan campuran beton dengan agregat halus tanpa lumpur.

Melihat kondisi tersebut, dituntut adanya peningkatan kualitas beton yang dihasilkan. Adapun solusi alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan bahan aditif untuk menetralkan kadar lumpur yang tinggi. Bahan aditif yang digunakan harus aman terhadap lingkungan dan dapat digunakan pada jenis tanah dengan kadar lumpur yang tinggi.

Difa soil stabilizer merupakan salah satu bahan aditif seperti serbuk halus yang terdiri dari komposisi mineral anorganik yang dikembangkan di Indonesia sehingga mengenal jenis-jenis tanah yang ada dan memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi. Dengan menguraikan air pada lapisan permukaan partikel-partikel tanah bahan aditif ini diharapkan mampu meningkatkan kuat tekan beton dan mengurangi tingkat kesulitan menggunakan agregat halus berkadar lumpur tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material ini terdiri dari pengujian karakteristik agregat kasar, agregat halus dan uji komposisi *soil stabilization*. Material yang digunakan adalah agregat kasar yang berasal dari Pangkalan, Kab, Lima Puluh Kota dan agregat halus berasal dari jalan Garuda Sakti Km.6 serta semen yang digunakan adalah semen PCC produksi PT. Semen Padang.

Adapun jenis pemeriksaan karakteristik material agregat kasar dan agregat halus terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat volume, ketahanan aus, berat jenis, kadar organik dan kadar lumpur. Pemeriksaan komposisi kimia *soil stabilization* dilakukan dengan mengirim sebagian sampel ke Laboratorium Kimia Instrumen Fakultas MIPA, Universitas Negeri Padang.

2.2 Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji

Perencanaan campuran (*mix design*) pada penelitian ini mengikuti metode ACI

211.1-9 dengan mutu rencana $f'c$ 20 MPa. Penggunaan *soil stabilization* sebagai bahan tambah 1% dari berat kandungan lumpur. Kandungan lumpur yang digunakan pada penelitian ini adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 23% dari berat agregat halus. Hasil perhitungan komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi campuran untuk $1m^3$ beton

Material	Komposisi (kg/m^3)
Semen	423,48
Air Normal	264,20
Agregat Kasar	1000,19
Agregat Halus	608,90

Jumlah benda uji sebanyak 3 benda uji untuk setiap variasi dan umur pengujian yaitu 28 hari di air normal. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150x300 mm.

2.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas. Pengujian dilakukan setelah benda uji direndam (*curing*) selama 28 hari.

2.3.1 Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton ($f'c$) adalah besarnya beban per satuan luas permukaan. Sampel beton diuji dengan cara dibebani dengan gaya tekan tertentu hingga hancur, hasil pengujian akan terlihat pada mesin uji kuat tekan beton. Berikut rumus pengujian kuat tekan:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \dots (1)$$

dengan :

$f'c$ = kuat tekan beton (N/mm^2 atau MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas permukaan benda uji (mm^2)



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan

2.3.2 Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah beban yang diberikan pada beton tegak lurus sumbu bahannya. Menurut SNI 03-2491-2002 kuat tarik belah dari benda uji dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad \dots (2)$$

dengan :

f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (N)

D = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)



Gambar 2. Pengujian Kuat Tarik Belah

2.3.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton menunjukkan kemampuan beton dalam menahan deformasi atau perubahan bentuk. Menurut ASTM C 469 modulus elastisitas beton dapat diperoleh melalui pengujian di laboratorium dengan rumus :

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005} \quad \dots (3)$$

dengan :

- E_c = modulus elastisitas beton (MPa)
 S_2 = tegangan saat 40% dari beban maksimum (MPa)
 S_1 = tegangan pada saat regangan longitudinal mencapai 50.10^{-6} (MPa)
 ϵ_2 = regangan pada saat S_2



Gambar 3. Pengujian Modulus Elastisitas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Material Agregat

Pengujian material agregat kasar dan halus untuk pembuatan beton dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat dalam perencanaan campuran (*mix desain*) benda uji. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Material Agregat Kasar dan Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Standar Spesifikasi
Agregat Kasar			
1	Modulus Kehalusan	6,90	5-8
2	Berat Jenis		
	a. <i>Apparent specific gravity</i> (%)	2,77	2,58 - 2,83
	b. <i>Bulk specific gravity (kering)</i>	2,66	2,58 - 2,83
	c. <i>Bulk specific gravity (SSD)</i>	2,70	2,58 - 2,83
	d. <i>Absorption</i> (%)	1,47	2 - 7
3	Kadar Air (%)	0,76	3 - 5
4	Berat Volume (gr/cm ³)		
	a. Kondisi Padat	1,43	1,4 - 1,9
	b. Kondisi Gembur	1,28	1,4 - 1,9
5	Ketahanan Aus (%)	17,96	< 40

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Standar Spesifikasi
Agregat Halus			
1	Modulus Kehalusan	1,85	1,5-3,8
2	Berat Jenis		
	e. <i>Apparent specific gravity</i> (%)	2,80	2,58 - 2,83
	f. <i>Bulk specific gravity (kering)</i>	2,12	2,58 - 2,83
	g. <i>Bulk specific gravity (SSD)</i>	2,36	2,58 - 2,83
	h. <i>Absorption</i> (%)	11,48	2 - 7
3	Kadar Air (%)	3,20	3 - 5
4	Berat Volume (gr/cm ³)		
	c. Kondisi Padat	1,45	1,4 - 1,9
	d. Kondisi Gembur	1,29	1,4 - 1,9
5	Kadar Lumpur (%)	17,65	< 5
6	Kadar Zat Organik	No.3	≤ No.3

3.2 Hasil Pengujian Komposisi *Soil Stabilization*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan zat kimia yang terkandung di dalam *soil stabilization*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen Fakultas MIPA, Universitas Negeri Padang. Adapun komposisi kimia yang terkandung dalam *soil stabilization* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Komposisi Difa *Soil Stabilization*

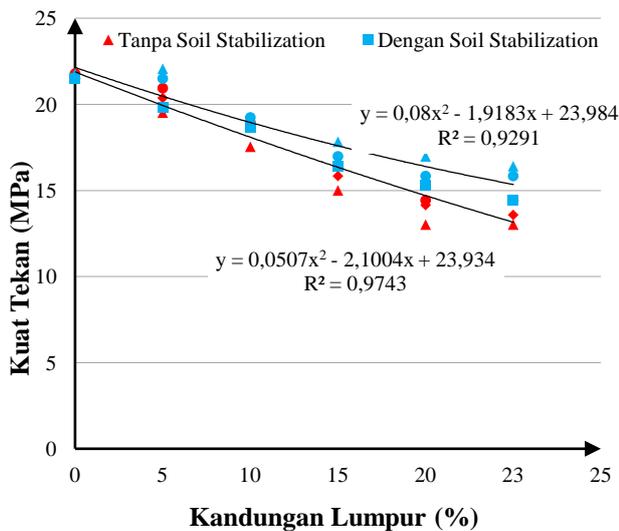
Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
P ₂ O ₅	%	1,22
SiO ₂	%	0,83
SO ₃	%	0,71
K ₂ O	%	14,63
CaO	%	35,55
Cl	%	46,84
V ₂ O ₅	%	0,01
Fe ₂ O ₃	%	0,04
TiO ₂	%	0,01
SrO	%	0,01
Br	%	0,15



Gambar 4. Tampak Visual Difa *Soil Stabilization*

3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan merupakan pengujian yang bersifat merusak karena menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu. Besarnya gaya yang menekan suatu luasan benda uji beton disebut kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan setelah benda uji direndam (*curing*) pada air biasa selama 28 hari. Hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

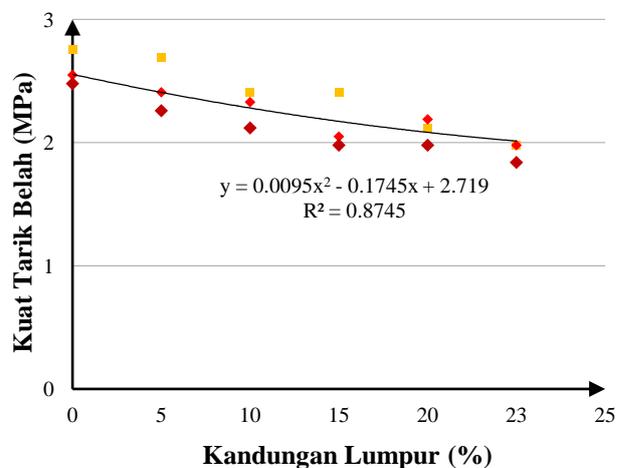
Berdasarkan Gambar 4, hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya kandungan lumpur pada campuran beton. Hal ini dikarenakan lumpur pada kandungan agregat dapat merusak ikatan antara pasta. Sehingga penggabungan semen dan air yang menjadi pasta seharusnya mengikat

partikel agregat, tetapi agregat yang mengandung lumpur tinggi pada permukaannya terdapat air yang membuat pasta tidak dapat mengikat agregat secara baik. Akibatnya kepadatan beton akan berkurang dan menurunkan kualitas mutu.

Nilai kuat tekan beton dengan penambahan *soil stabilization* mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton tanpa *soil stabilization*. Kenaikan nilai kuat tekan pada beton dengan penambahan *soil stabilization* menunjukkan bahwasanya *soil stabilization* sebagai bahan tambah dapat bekerja pada campuran beton dengan kadar lumpur yang tinggi. *Soil stabilization* bekerja dengan mengurai lapisan lumpur yang mengandung air pada permukaan agregat halus menjadi partikel-partikel kecil sehingga pasta dapat mengikat kuat pada agregat halus. Hal ini ditunjukkan dengan persentase peningkatan nilai kuat tekan beton.

3.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menanggung beban yang tegak lurus sumbu bahannya. Pengujian ini sama seperti pengujian kuat tekan, dilakukan setelah direndam (*curing*) pada air biasa selama 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan *Soil Stabilization*

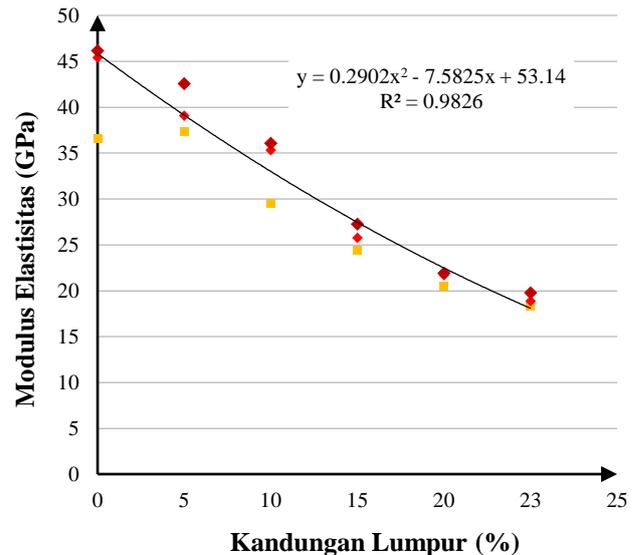
Berdasarkan hasil kuat tarik belah yang terlihat pada Gambar 5, terjadi penurunan kuat tarik belah seiring dengan bertambahnya kadar lumpur pada beton. Beton dengan variasi lumpur 23% mengalami penurunan kuat tarik belah sebesar 50% dibandingkan beton dengan variasi lumpur 0%. Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi lumpur 5% hanya mengalami penurunan sebesar 2,60% terhadap beton dengan variasi lumpur 0%. Hal ini disebabkan *soil stabilization* yang digunakan sebagai bahan tambah dapat menguraikan lumpur pada campuran beton sehingga ikatan semen pada beton tidak terganggu dan proses hidrasi terjadi lebih cepat dan lebih sempurna. Beton dengan variasi kadar lumpur 23% mengalami proses hidrasi yang lebih lambat karena lumpur menghalangi proses penggabungan antara semen dan agregat. Hal ini menyebabkan rekatan antara partikel agregat dan pasta semen akan berkurang sehingga kuat tarik belah beton akan menurun seiring bertambahnya kadar lumpur.

3.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan deformasi atau perubahan bentuk. Pengujian ini sama seperti pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, dilakukan setelah direndam (*curing*) pada air biasa selama 28 hari. Hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil modulus elastisitas yang terlihat pada Gambar 6, modulus elastisitas mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase lumpur pada beton. Nilai modulus elastisitas maksimum dari beton variasi lumpur 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 23% yakni masing-masing sebesar 46,13 GPa, 42,54 GPa, 36,05 GPa, 27,24 GPa, 21,90 GPa dan 19,76 GPa. Beton dengan variasi lumpur 23% mengalami penurunan modulus elastisitas sebesar 152,34%

dibandingkan beton dengan variasi lumpur 0%. Penurunan ini terjadi karena lumpur menghalangi ikatan semen, sehingga semen tidak dapat mengisi rongga pori pada beton secara baik. Hal ini mengakibatkan tingginya porositas pada beton sehingga menurunkan kemampuan menahan tegangan dan beton akan mudah mengalami keretakan apabila diberi suatu beban.



Gambar 7. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan *Soil Stabilization*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Kuat tekan beton dengan penambahan *soil stabilization* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa *soil stabilization*. Peningkatan kuat tekan optimum berada pada beton dengan variasi lumpur 20% sebesar 30,41% dengan nilai kuat tekan 13,02 MPa untuk beton tanpa *soil stabilization* dan 16,98 MPa untuk beton dengan penambahan *soil stabilization*.
2. Nilai kuat tarik belah beton dengan variasi lumpur 5% hanya mengalami penurunan sebesar 2,60% terhadap beton tanpa kandungan lumpur. Dengan nilai kuat tarik belah untuk beton tanpa

kandungan lumpur yaitu 2,76 MPa dan beton dengan kadar lumpur 5% yaitu 2,41 MPa.

3. Beton dengan variasi lumpur 23% mengalami penurunan modulus elastisitas sebesar 152,34% dibandingkan beton tanpa kandungan lumpur. Dengan nilai modulus elastisitas untuk beton tanpa kandungan lumpur yaitu 46,13 GPa dan beton dengan kadar lumpur 23% yaitu 19,76 GPa.
4. Nilai tegangan-regangan beton tanpa kandungan lumpur dan beton dengan kadar lumpur 5% menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan beton dengan variasi kadar lumpur lainnya. Nilai terbaik diperlihatkan beton tanpa kandungan lumpur, dimana beton tanpa kandungan lumpur dapat menahan tegangan sebesar 8,790 MPa dengan regangan yang kecil sebesar 0,00021 mm.
5. *Soil stabilization* sebagai bahan aditif berpotensi meningkatkan kekuatan beton yang memiliki agregat halus berkadar lumpur tinggi.

4.2 Saran

1. Perlu diteliti lebih lanjut reaksi kimia *soil stabilization* terhadap beton dengan agregat halus berkadar lumpur tinggi.
2. Perlu diteliti lebih lanjut persentase penggunaan *soil stabilization* agar mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Menambahkan umur perawatan beton untuk mengetahui batasan peningkatan kekuatan beton menggunakan *soil stabilization* dan seberapa besar pengaruhnya terhadap sifat mekanik beton.

5. DAFTAR PUSTAKA

ACI 211.1-91. (2000). Concrete Mix Design ACI 211. 1-91.
ASTM C 469. (2001). Standard Test Method for Static Modulus of

Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression.

- Baskoro, N. K., & Trinugroho, S. (2013). Pengaruh Variasi Pemanasan Suhu Tinggi dan Kadar Lumpur Sidoarjo Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Kuat Tarik Belah Beton.
- Kandi, Y. S., Ramang, R., & Cornelis, R. (2012). Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton (Studi Analisis Bahan Kapur Alam dan Pasir Laut Dari Kabupaten Sumba Barat Daya Provinsi Nusa Tenggara Timur), *1*(4), 74–86.
- Purwanto, & Priastiwi, Y. A. (2012). Pengaruh Kadar Lumpur pada Agregat Halus dalam Mutu Beton, *33*(2), 46–52.
- Rahmadianty, L., Mazaya, H., Purwanto, D., & Adi, R. Y. (2017). Analisa Campuran Beton Dengan Perbandingan Volume dan Pengamatan Karakteristik Beton Mutu Sedang, *6*(2), 55–69.
- Septianto, H. (2017). Pengaruh Kandungan Lumpur pada Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Normal.
- SNI 03-1974-1990. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 03-2491-2002. (2002). Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
- Syaka, D. R. W. (2013). Pembuatan Beton Normal dengan Fly Ash menggunakan Mix Desain yang Dimodifikasi.