

**SUBSTITUSI PASIR SILIKA PENGGANTI SEMEN PADA BETON *SELF
COMPACTING CONCRETE***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi
Teknik Sipil



Oleh :

REYVALDO KARUNIAWAN PRADIPTA

1908998

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2023

**SUBSTITUSI PASIR SILIKA PENGGANTI SEMEN PADA BETON *SELF
COMPACTING CONCRETE***

Oleh:

Reyvaldo Karuniawan Pradipta

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

©Reyvaldo Karuniawan Pradipta 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2023

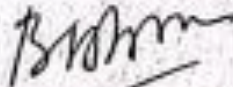
Hak Cipta dilindungi undang-undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
SUBSTITUSI PASIR SILIKA PENGGANTI SEMEN PADA BETON *SELF
COMPACTING CONCRETE***

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PEMBIMBING:

Pembimbing I



Drs. Budi Kudwadi, M.T.

NIP. 19630622 199001 1 001

Pembimbing II

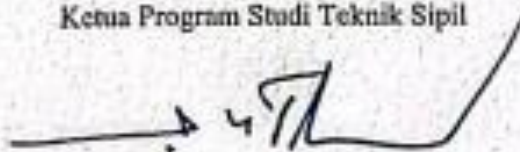


Ben Navarro Batubara, S.T., M.T.

NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Sipil



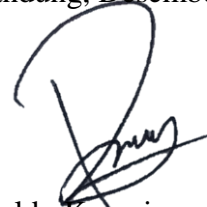
Dr. T. Ir. Juang Akhardia, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.

NIP. 19770307 200812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Substitusi Pasir Silika Pengganti Semen pada Beton *Self Compacting Concrete***” ini beserta isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2023



Reyvaldo Karuniawan Pradipta

NIM. 1908998

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Substitusi Pasir Silika Pengganti Semen Pada Beton *Self Compacting Concrete*”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan bukan karya yang sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan memberi inspirasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Bandung, Desember 2023



Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Proses pelaksanaan dan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari banyak pihak yang memberi bimbingan dan dukungan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Bapak Drs. Budi Kudwadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ben Novarro Batubara, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan arahan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Seluruh dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil yang telah memberi ilmu selama masa perkuliahan dan staf administrasi yang membantu penulis dalam keperluan administrasi.
5. Kedua orang tua penulis dan adik penulis, yaitu Bapak Mardiyono dan Ibu Sri Nursari serta Najwa Regina Putri yang selalu memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Teman-teman Lab. Struktur yang memberikan inspirasi dan masukan dalam pelaksanaan dan penyelesaian tugas akhir ini.
7. Seluruh teman dan sahabat yang terlibat dalam proses perjalanan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

SUBSTITUSI PASIR SILIKA PENGGANTI SEMEN PADA BETON *SELF COMPACTING CONCRETE*

**Reyvaldo Karuniawan Pradipta; Drs. Budi Kudwadi, M.T.¹; Ben Novarro
Batubara, S.T., M.T.²**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas
Pendidikan Indonesia*

Email: reyvaldo30@gmail.com

ABSTRAK

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton yang memiliki deformabilitas tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi bagian bekisting dengan beratnya sendiri tanpa mengalami segregasi. Pasir silika dipilih karena memiliki kandungan silika dioksida (SiO₂) yang tinggi sehingga dapat dikategorikan sebagai pozzolan yang dapat digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pasir silika sebagai bahan substitusi semen pada beton SCC. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari *filling ability*, *passing ability*, *segregation resistance*, dan kuat tekan beton. Karakteristik beton SCC dicapai menggunakan *superplasticizer* dengan kadar tetap sebesar 1,5%. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *viscocrete-1003*. Sampel beton yang digunakan memiliki diameter sebesar 10 cm dan tinggi 20 cm terdiri dari benda uji normal dan 4 variasi kadar pasir silika yang digunakan, yaitu 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan beton SCC memiliki kelecakan yang semakin tinggi seiring dengan peningkatan variasi pasir silika namun tetap tahan terhadap segregasi. Beton SCC dengan campuran pasir silika memiliki kuat tekan yang lebih besar dibanding beton SCC normal tanpa campuran pasir silika. Kuat tekan beton terbesar pada umur 28 hari mencapai 35,523 MPa pada variasi pasir silika 7,5%. Pada umur 56 hari kuat tekan beton terbesar mencapai 40,141 MPa pada variasi pasir silika 7,5%. Untuk melengkapi penelitian ini diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan persentase *superplasticizer* yang bervariasi.

Kata kunci: *self compacting concrete*, pasir silika, kuat tekan

¹ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia (bkudwadi@upi.edu)

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia (bensnovr@yahoo.com)

SUBSTITUTION OF SILICA SAND AS A REPLACEMENT OF CEMENT IN SELF COMPACTING CONCRETE

Reyvaldo Karuniawan Pradipta; Drs. Budi Kudwadi, M.T.¹; Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.²

Civil Engineering Undergraduate Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

Email: reyvaldo30@gmail.com

ABSTRACT

Self-compacting concrete (SCC) is concrete that has high deformability so that it is able to flow and fill formwork parts with its own weight without experiencing segregation. Silica sand was chosen because it has a high silica dioxide (SiO₂) content, so it can be categorized as a pozzolan, which can be used in concrete mixtures to increase the compressive strength of concrete. This research aims to utilize silica sand as a substitute for cement in SCC concrete. The tests carried out in this research consisted of filling ability, passing ability, segregation resistance, and concrete compressive strength. The characteristics of SCC concrete are achieved using a superplasticizer with a fixed content of 1.5%. The superplasticizer used is viscocrete-1003. The concrete samples used had a diameter of 10 cm and a height of 20 cm, consisting of normal specimens, and 4 variations of silica sand content were used, namely 2.5%, 5%, 7.5%, and 10%. Compressive strength tests were carried out at the ages of 7, 14, 28, and 56 days. The research results show that SCC concrete has higher workability along with increasing variations in silica sand but remains resistant to segregation. SCC concrete with a mixture of silica sand has a greater compressive strength than normal SCC concrete without a mixture of silica sand. The greatest compressive strength of concrete at 28 days reached 35.523 MPa in the 7.5% silica sand variation. At the age of 56 days, the greatest compressive strength of concrete reached 40.141 MPa in the 7.5% silica sand variation. To complete this research, further research is needed using varying percentages of superplasticizer.

Keywords: self compacting concrete, silica sand, compressive strength

¹ Lecturer in Civil Engineering Undergraduate Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education (bkudwadi@upi.edu)

² Lecturer in Civil Engineering Undergraduate Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education (bensnovr@yahoo.com)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 <i>Self Compacting Concrete</i>	7
2.3 Bahan Penyusun Beton.....	9
2.4 Pozzolan dan Pasir Silika	9
2.5 Perencanaan Campuran Beton.....	20
2.6 Kuat Tekan Beton.....	21
2.7 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Desain Penelitian	26
3.2 Lokasi Penelitian	26
3.3 Sampel Penelitian	26
3.4 Instrumen Penelitian	27
3.5 Prosedur Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Penyajian Data Hasil Penelitian	41

4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	45
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI & REKOMENDASI		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Implikasi dan Rekomendasi	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN I		63
LAMPIRAN II		104
LAMPIRAN III.....		113
LAMPIRAN IV.....		128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Zona 1 Gradasi Pasir	12
Gambar 2. 2 Zona 2 Gradasi Pasir	13
Gambar 2. 3 Zona 3 Gradasi Pasir	13
Gambar 2. 4 Zona 4 Gradasi Pasir	13
Gambar 2. 5 Pengaruh Komposisi Semen Portland terhadap Kuat Tekan Beton .	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3. 2 Slump Flow Test	37
Gambar 3. 3 L-Box Test.....	38
Gambar 3. 4 V-Funnel Test.....	39
Gambar 4. 1 D-Flow & Slump Flow T500	45
Gambar 4. 2 Passing Ability	46
Gambar 4. 3 V-Funnel Time Flow	47
Gambar 4. 4 Rata-rata Berat Jenis Beton pada Setiap Variasi.....	48
Gambar 4. 5 Rata-rata Uji Tekan Beton Umur 7 Hari	49
Gambar 4. 6 Rata-rata Uji Tekan Beton Umur 14 Hari	50
Gambar 4. 7 Rata-rata Uji Tekan Beton Umur 28 Hari	51
Gambar 4. 8 Rata-rata Uji Tekan Beton Umur 56 Hari	52
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Uji Tekan Beton Umur 7, 14, 28 dan 56 Hari..	53
Gambar 4. 10 Persentase Optimum Pasir Silika pada Umur 28 Hari	55
Gambar 4. 11 Persentase Optimum Pasir Silika pada Umur 56 Hari	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mutu Beton dan Penggunaan	6
Tabel 2. 2 Klasifikasi Beton Berdasarkan Karakteristiknya	6
Tabel 2. 3 Persentase Berat Butir yang Lewat Ayakan.....	12
Tabel 2. 4 Persyaratan Gradasi Butir Agregat Kasar	15
Tabel 2. 5 Spesifikasi Fisik dan Kimia untuk Pozzolan.....	18
Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Penelitian untuk Uji Tekan Beton	27
Tabel 3. 2 Hasil Uji Material Agregat Halus	27
Tabel 3. 3 Hasil Uji Material Agregat Kasar	28
Tabel 3. 4 Spesifikasi Serbuk Pasir Silika	29
Tabel 3. 5 Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton f'c 30 MPa	35
Tabel 3. 6 Nilai Slump yang dianjurkan untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi ..	36
Tabel 3. 7 Kriteria Slump Flow Test pada Beton SCC	37
Tabel 3. 8 Kriteria Passing Ability pada Beton SCC	38
Tabel 3. 9 Kriteria V-Funnel Flow Time pada Beton SCC	39
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Filling Ability	41
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Passing Ability.....	41
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Segregation Resistance	42
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	42
Tabel 4. 5 Hasil Uji Tekan Beton Umur 7 Hari	43
Tabel 4. 6 Hasil Uji Tekan Beton Umur 14 Hari	43
Tabel 4. 7 Hasil Uji Tekan Beton Umur 28 Hari	44
Tabel 4. 8 Hasil Uji Tekan Beton Umur 56 Hari	44
Tabel 4. 9 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	53
Tabel 4. 10 Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton	54
Tabel 4. 11 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Pasir Silika	54

DAFTAR PUSTAKA

- Afta, R., Istiqomah, B. N. Batubara. (2021). Beton Self Compacting Concrete dengan Serbuk Kaca. *Jurnal Teknik Sipil Kokoh*, 19(2). Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- ASTM C 131 – 06. (2006). *Standard Test Method for Resistance of Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. West Conshohocken : ASTM International.
- ASTM C 494/C 494M – 05a. (2006). *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*. West Conshohocken : ASTM International.
- ASTM C 618 – 12a. (2013). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. West Conshohocken : ASTM International.
- BBIM, CEMBUREAU, ERMCO, EFCA, EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*. United Kingdom : European Federation of National Associations Representing for Concrete.
- British Standards Institution. (2006) *Concrete-Complementary British Standard to BS EN 206-1 Part 1: Method of specifying and guidance for the specifier*. United Kingdom : British Standards Institution.
- British Standards Institution. (2008) *Aggregates for Concrete, BS EN 12620:2002+A1:2008*. Brussels : European Committee for Standardization.
- Callister, W. D., D. G. Rethwisch. (2018). *Material Science and Engineering an Introduction Tenth Edition*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Concha, N. C., M. A. Baccay. (2020). Effects of Mineral and Chemical Admixtures on the Rheological Properties of Self Compacting Concrete. *International Journal of GEOMATE*, 18(66), 24 – 29. Japan : Geotechnique, Construction Materials and Environment.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1979). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Cipta Karya
- Diwanta, B. S., N. Bestari. (2015). *Pemurnian Pasir Silika Menggunakan Proses Sonikasi dalam Media Asam Oksalat* (Skripsi). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- EFNARC. (2002). *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*. United Kingdom : European Federation of National Associations Representing for Concrete.

- Hamdi, F., F. E. Lopian, M. Tumpu, Mansyur, Irianto, D. S. S. Mabui...Hamkah. (2022). *Teknologi Beton*. Makassar : CV. Tohar Media.
- Hardani, N. H. Auliya, H. Andriani, R. A. Fardani, J. Ustiawaty, E. F. Utami...R. R. Istiqomah. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta : CV. Pustaka Ilmu.
- Irawan, I., B. Kudwadi, B. N. Batubara. (2014). Pengaruh Silica Fume Terhadap Beton Mutu Tinggi Self Compacting Concrete. *Jurnal Teknik Sipil Kokoh* 12(2), 1 – 14. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Jakarta : Dirjen Bina Marga.
- Komati, G., R. K. Garre, S. V. C. Dasari. (2018). Effect of Mineral Admixtures and Quartz Sand on Workability and Compressive Strength of Self Compacting Concrete. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 7(5), 25 – 28.
- Li, Zongjin. (2011). *Advance Concrete Technology*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Mahmuda. (2019). *Karakterisasi Material Pasir Kuarsa di Sungai Saddang Kabupaten Pinrang dengan Menggunakan Metode X-Ray Diffraction (XRD)* (Skripsi). Makassar : Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Mulyono, T. (2015). *Teknologi Beton: Dari Teori ke Praktek*. Jakarta : Lembaga Pengembangan Pendidikan Universitas Negeri Jakarta.
- Ngudiyono, N. N. Kencanawati, R. Prakasa. (2022). Pemanfaatan Fly Ash sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen pada Beton Memadat Sendiri. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1), 55 – 61. Mataram : Universitas Mataram
- Okamura, H., dan M. Ouchi. (2003). Self-Compacting Concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1(1), 5–15. Japan : Japan Concrete Institute.
- Rahman, F. (2006). Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar. *INFO TEKNIK*, 7(2), 56 – 66. Banjarmasin : Universitas Lambung Mangkurat.
- Riyadi, M., Amalia. (2005). *Teknologi Bahan I*. Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta.
- Sahast, C. J., V. A. Noorhidana, L. Irianti, dan S. Sebayang. (2022). Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Smen dan Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan pada Self Compacting Concrete. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, 10(2), 359 – 372. Lampung : Universitas Negeri Lampung.

- Setiawan, A. A., dan A. Wardhono. (2018). Pengaruh Pasir Kuarsa Sebagai Material Pengganti Semen pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (SCC) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil (REKATS)*, 1(1), 160 – 166. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- SK SNI S-04-1989 F. (1989). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI ASTM C136-2012. (2012). *Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (ASTM C136-06, IDT)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2843-2000. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-4428-1997. (1997). *Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir*. Pusjatan – Balitbang PU.
- SNI 03-4804-1998. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 06-6867-2002. (2002). *Spesifikasi Abu Terbang dan Pozzolan Lainnya untuk Digunakan dengan Kapur*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 15-2048-2004. (2004). *Semen Portland*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969-2008. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1970-2008. (2008). *Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran, dan Kadar Udara Beton*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1971-2011. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1973-2008. (2008). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1974-2011. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2417-2008. (2008). *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2493-2011. (2011). *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

- SNI 2847-2013. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847-2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7565-2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS FT UGM.