

**SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BETON *SELF COMPACTING*  
*CONCRETE* (SCC)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1  
(S1) pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia



Oleh :

Nur Khalim Baihaqi

2006878

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2024**

SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BETON *SELF COMPACTING  
CONCRETE* (SCC)

Oleh :

Nur Khalim Baihaqi

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

© Nur Khalim Baihaqi 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

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

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BETON *SELF COMPACTING***  
***CONCRETE (SCC)***

Disetujui dan disahkan oleh :

**Pembimbing I**



**Istiqomah, S.T., M.T.**  
NIP. 19711215 200312 2 001

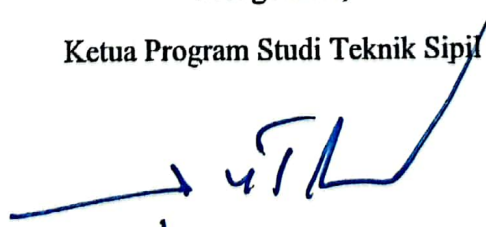
**Pembimbing II**



**Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.**  
NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Dr. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng.**  
NIP. 197703072008121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Substitusi Serbuk Kaca pada Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)**” ini beserta seluruh isinya adalah 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 atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan dan ada klaim dari pihak lain terhadap tugas akhir ini.

Bandung, Agustus 2024

Pembuat Pernyataan

Nur Khalim Baihaqi

NIM. 2006878

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Substitusi Serbuk Kaca pada Beton *Self Compacting Concrete* (SCC)” ini dengan tepat waktu. Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia.

Tugas akhir ini ditulis berdasarkan tinjauan pustaka dari Standar Nasional Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia dan berbagai sumber berupa artikel dalam jurnal khususnya mengenai struktur dan material beton. Adapun dalam penyusunan tugas akhir ini banyak pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun secara tidak langsung, oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Istiqomah, S.T., M.T., dosen pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan dan arahan pada tugas akhir ini.
2. Bapak Ben Novarro Batubara, S.T., M.T., dosen pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan dan arahan pada tugas akhir ini.
3. Bapak 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 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan pembelajaran selama masa perkuliahan.
5. Bapak Mudi dan Ibu Siti Ekawati, orang tua penulis yang telah senantiasa mengirimkan doa dan dukungan sehingga mendukung kelancaran pada penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh anggota keluarga besar Bapak Mudi dan Ibu Siti Ekawati yang telah senantiasa memberikan doa dan dukungan sehingga mendukung kelancaran pada penyusunan tugas akhir ini.
7. Tim Penelitian yaitu saudara Ridwan, Raden, Arel, Aria, Bagas, dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam pengujian material dan penyelesaian penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kekeliruan dan kekurangan sehingga jauh dikatakan sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat lebih baik lagi dalam penyusunan laporan penelitian. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

## SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC)

Nur Khalim Baihaqi<sup>1</sup>; Istiqomah, S.T., M.T.<sup>2</sup>; Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.<sup>3</sup>  
*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Email: lim@upi.edu*

### ABSTRAK

Semen digunakan sebagai bahan utama komponen pengikat agregat pada beton. Penambangan batu kapur yang digunakan sebagai bahan semen memiliki dampak ekologi pada lingkungan, sedangkan kebutuhan semen semakin meningkat. Salah satu inovasi substitusi material beton adalah serbuk kaca karena memiliki potensi untuk menggantikan sebagian semen dengan kandungan silica (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi yaitu sekitar 70%. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi serbuk kaca pada semen terhadap karakteristik beton segar dan kuat tekan pada beton *Self Compacting Concrete* (SCC). Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimen dengan perbandingan kuat tekan beton tiap variasi substitusi serbuk kaca terhadap semen, yaitu 0%, 8%, 9%, 10%, 11%, dan 12%. Untuk mendapatkan karakteristik beton SCC, ditambahkan *admixture superplasticizer* Visco-Crete 1003 sebesar 1,5% terhadap berat semen. Hasil penelitian menunjukkan beton SCC dengan substitusi serbuk kaca pada semen mengalami penurunan *flowability*, *filling ability*, dan *passing ability*. Beton SCC substitusi serbuk kaca umur 28 hari memiliki rata-rata kuat tekan berturut-turut dari variasi paling rendah adalah 35.71 MPa, 39.43 MPa, 41.08 MPa, 42.48 MPa, 41.55 MPa, dan 39.30 MPa. Hal tersebut menunjukkan persentase substitusi serbuk kaca sebesar 10% memiliki kuat tekan maksimum.

**Kata Kunci :** Beton, *Self Compacting Concrete*, Serbuk Kaca, Karakteristik, Kuat Tekan

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia ([lim@upi.edu](mailto:lim@upi.edu))

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia ([istiqomah@upi.edu](mailto:istiqomah@upi.edu))

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia ([bensnovr@upi.edu](mailto:bensnovr@upi.edu))

## **GLASS POWDER SUBSTITUTION IN SELF COMPACTING CONCRETE (SCC)**

**Nur Khalim Baihaqi<sup>1</sup>; Istiqomah, S.T., M.T.<sup>2</sup>; Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.<sup>3</sup>**  
Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational  
Education, Indonesia University of Education  
Email: [lim@upi.edu](mailto:lim@upi.edu)

### **ABSTRACT**

*Cement is used as main ingredient of aggregate binding component in concrete. Mining limestone which used as cement material has ecological impact on environment, while the need for cement is increasing. One of the concrete material substitution innovations is glass powder because the potential to replace some cement with fairly high silica (SiO<sub>2</sub>) content, namely around 70%. The research aims to determine the effect of glass powder substitution for cement on characteristics of fresh concrete and compressive strength of Self Compacting Concrete (SCC). The research carried out using experimental method by comparing compressive strength of concrete for each glass powder substitution variation, namely 0%, 8%, 9%, 10%, 11% and 12%. To obtain the characteristics of SCC concrete, superplasticizer admixture Visco-Crete 1003 was added at 1.5% the weight of cement. The research results showed that SCC concrete with substitution of glass powder for cement experienced a decrease in flowability, filling ability and passing ability. SCC concrete substituted with glass powder aged 28 days has an average compressive strength from the lowest variation, respectively, 35.71 MPa, 39.43 MPa, 41.08 MPa, 42.48 MPa, 41.55 MPa, and 39.30 MPa. This shows that glass powder substitution percentage of 10% has the maximum compressive strength.*

**Keyword :** **Concrete, Self Compacting Concrete, Glass Powder, Characteristics, Compressive Strength**

---

<sup>1</sup> Civil Engineering Study Program Student, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education ([lim@upi.edu](mailto:lim@upi.edu))

<sup>2</sup> Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education ([istiqomah@upi.edu](mailto:istiqomah@upi.edu))

<sup>3</sup> Lecturer in Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education ([bensnovr@upi.edu](mailto:bensnovr@upi.edu))



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Beton .....	7
2.2 Beton Self Compacting Concrete (SCC).....	8
2.2.1 Kelebihan Beton SCC .....	8
2.2.2 Kekurangan Beton SCC .....	9
2.2.3 Karakteristik Beton SCC.....	9
2.2.3.1 <i>Flowability</i> .....	9
2.2.3.2 <i>Viscosity dan Filling Ability</i> .....	10
2.2.3.3 <i>Passing Ability</i> .....	11

2.3	Bahan Penyusun Beton SCC .....	13
2.3.1	Semen Portland .....	13
2.3.2	Agregat Kasar.....	14
2.3.3	Agregat Halus.....	16
2.3.4	Air .....	17
2.3.5	<i>Admixture Superplasticizer</i> .....	17
2.3.5.1	Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ) .....	17
2.3.5.2	<i>Superplasticizer</i> .....	18
2.3.5.3	Prosedur Penggunaan .....	20
2.4	Serbuk Kaca .....	21
2.5	Faktor Proporsi Campuran .....	23
2.6	Uji Material .....	26
2.6.1	Uji Kadar Air.....	26
2.6.2	Uji Berat Isi .....	26
2.6.3	Uji Saringan .....	27
2.6.4	Uji Kadar Lumpur .....	27
2.6.5	Uji Keausan.....	27
2.6.6	Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat.....	28
2.6.7	Uji Konsistensi Normal dan Waktu Ikat Awal Semen Portland .....	29
2.7	Pengujian Beton .....	29
2.8	Uji Kuat Tekan Beton SCC .....	30
2.8.1.	Prosedur Uji Kuat Tekan Beton .....	31
2.9	Penelitian Terdahulu.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Metode Penelitian.....	37
3.2	Lokasi Penelitian .....	37

3.3	Sampel Penelitian .....	37
3.4	Material Penelitian .....	38
3.5	Prosedur Penelitian .....	40
3.6	Persiapan Alat dan Bahan.....	42
3.7	Perencanaan Campuran Beton SCC $f_c'$ 35 MPa .....	42
3.8	Pengujian Karakteristik Beton Segar SCC .....	42
3.9	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji.....	44
3.10	Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	44
3.11	Pengujian Berat Jenis Beton.....	45
3.12	Pengujian Kuat Tekan <i>Trial Mix</i> .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>46</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	46
4.1.1	Hasil Pengujian Karakteristik Beton SCC .....	46
4.1.1.1	<i>Slump-Flow</i> dan $T_{500}$ ( <i>Flowability</i> ) .....	46
4.1.1.2	<i>V-Funnel</i> ( <i>Viscosity</i> dan <i>Filling Ability</i> ).....	47
4.1.1.3	<i>L-Box</i> ( <i>Passing Ability</i> ) .....	48
4.1.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton .....	50
4.1.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	51
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	53
4.2.1	Pembahasan Hasil Pengujian Karakteristik Beton SCC .....	53
4.2.1.1	<i>Slump-Flow</i> dan $T_{500}$ ( <i>Flowability</i> ) .....	53
4.2.1.2	<i>V-Funnel</i> ( <i>Viscosity</i> dan <i>Filling Ability</i> ).....	55
4.2.1.3	<i>L-Box</i> ( <i>Passing Ability</i> ) .....	56
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Berat Jenis Beton .....	57
4.2.3	Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	58
4.2.3.1	Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	58

4.2.3.2	Kuat Tekan Beton Umur 14 hari .....	59
4.2.3.3	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	60
4.2.3.4	Perbandingan Kuat Tekan Beton Per Variasi Umur.....	61
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>65</b>
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Implikasi .....	65
5.3	Rekomendasi .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Base Plate Slump Flow .....	10
Gambar 2.2 V-funnel .....	11
Gambar 2.3 L-Box .....	12
Gambar 2.4 Dimensi L-Box.....	12
Gambar 2.5 Agregat Kasar.....	15
Gambar 2.6 Benda Uji Silinder Untuk Uji Kuat Tekan.....	31
Gambar 2.7 Mesin Tekan.....	31
Gambar 2.8 Penambahan Beban Konstan.....	31
Gambar 2.9 Beban Maksimum .....	32
Gambar 2.10 Pola Bentuk Pecah.....	32
Gambar 2.11 Contoh Formulir Pengujian Kuat Tekan Beton .....	33
Gambar 2.12 Kuat Tekan Variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% Serbuk Kaca.....	34
Gambar 2.13 Kuat Tekan Variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% Serbuk Kaca.....	35
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	41
Gambar 3.2 Alat <i>Slump-Flow</i> .....	43
Gambar 3.3 Alat <i>V-Funnel</i> .....	43
Gambar 3.4 Alat <i>L-Box</i> .....	44
Gambar 4.1 Pelaksanaan Uji Slump-Flow .....	47
Gambar 4.2 Pelaksanaan Uji T500.....	47
Gambar 4.3 Pelaksanaan Uji V-Funnel.....	48
Gambar 4.4 Pelaksanaan Uji H1 L-Box.....	49
Gambar 4.5 Pelaksanaan Uji H2 L-Box.....	50
Gambar 4.6 Diameter Slump-Flow .....	53
Gambar 4.7 Waktu Slump-Flow T500.....	54
Gambar 4.8 Waktu V-Funnel.....	55
Gambar 4.9 Nilai H2/H1 L-Box.....	56
Gambar 4.10 Rata-Rata Berat Jenis Beton.....	57
Gambar 4.11 Rata-Rata Kuat Tekan Umur 7 Hari.....	58
Gambar 4.12 Rata-Rata Kuat Tekan Umur 14 Hari.....	59
Gambar 4.13 Rata-Rata Kuat Tekan Umur 28 Hari.....	60
Gambar 4.14 Perbandingan Kuat Tekan menurut Umur Beton.....	61

Gambar 4.15 Kuat Tekan menurut Variasi Substitusi dan Umur Beton.....	61
Gambar 4.16 Trend Rata-Rata Kuat Tekan Umur 28 Hari .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaan .....	7
Tabel 2.2 Syarat Kimia Utama.....	14
Tabel 2.3 Ketentuan Gradasi Agregat.....	16
Tabel 2.4 Kandungan Kimia Serbuk Kaca.....	22
Tabel 2.5 Standar Slump .....	25
Tabel 2.6 Rasio Air-Semen.....	26
Tabel 2.7 Kuat Tekan Variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% Serbuk Kaca .....	34
Tabel 3.1 Jumlah Sampel Penelitian Uji Kuat Tekan Beton.....	38
Tabel 3.2 Rekapitulasi Hasil Uji Material Semen.....	38
Tabel 3.3 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Halus .....	39
Tabel 3.4 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar .....	39
Tabel 3.5 Rekapitulasi Hasil Uji Material Serbuk Kaca .....	40
Tabel 3.6 Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton f'c 35 MPa.....	42
Tabel 3.7 Hasil Uji Karakteristik Beton Segar SCC.....	44
Tabel 3.8 Hasil Uji Kuat Tekan Trial Mix.....	45
Tabel 4.1 Hasil Uji Flowability.....	46
Tabel 4.2 Hasil Uji Viscosity dan Filling Ability .....	48
Tabel 4.3 Hasil Uji Passing Ability.....	49
Tabel 4.4 Hasil Uji Berat Jenis .....	50
Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan Umur 7 Hari.....	51
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan Umur 14 Hari.....	52
Tabel 4.7 Hasil Uji Kuat Tekan Umur 28 Hari.....	52
Tabel 4.8 Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur.....	62
Tabel 4.9 Konversi Kuat Tekan dan Umur Beton.....	62
Tabel 4.10 Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton .....	63

## DAFTAR PUSTAKA

- Abriantoro, A. P., & Susilowati, S. E. (2023). EKSPERIMEN SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BINDER UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON SELF-COMPACTING CONCRETE (SCC) PADA USIA 1 HARI. *JURNAL REKAYASA INFRASTRUKTUR*, 47-54.
- Ahmad, J., Martínez-García, R., de-Prado-Gil, J., Irshad, K., El-Shorbagy, M. A., Fediuk, R., & Vatin, N. I. (2022). Concrete with Partial Substitution of Waste Glass and Recycled Concrete Aggregate. *Materials*, 430.
- Amelia, R., Suhendra, & Amalia, K. R. (2021). Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 225-235.
- Andilolo, J., Ambali, D. P., & Paembonan, M. (2019). KARAKTERISASI SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP SIFAT FISIS-MEKANIS CAMPURAN BETON. *DynamicSainT*, 850-854.
- Assalam, M. F., Hardian, M. F., & Amalia. (2019). KARAKTERISTIK BETON SCC DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ABU SEKAM PADI. *Seminar Nasional Teknik Sipil* (pp. 1-20). Depok: Politeknik Negeri Jakarta.
- Azizah, Q. N., Syadiah, I. R., Hidayah, U., Zafitri, R., & Fabiani, V. A. (2023). Ekstraksi dan Karakterisasi Silika dari Limbah Kaca Laboratorium Kimia Dasar Universitas Bangka Belitung. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TERAPAN* (pp. 66-71). Manado: SEMNAS-SINTA.
- Batubara, F. Y., Afner, S. O., Priana, S. E., & Zudri, F. (2022). Analisa Kadar Lumpur Agregat Halus Dengan Volume Endapan Di Kota Payakumbuh Dan Kabupaten Limapuluh Kota. *Rang Teknik Journal*, 291-294.
- Dedyerianto, Asmin, L. O., & Isa, L. (2022). Pengaruh Penambahan Agregat Ban Bekas dan Limbah Botol Kaca Terhadap Karakteristik dan Kuat Tekan Batako. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 1139-1150.



- DPU. (2018). *Spesifikasi Umum Divisi 7*. Dinas Pekerjaan Umum.
- EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*. SCC European Project Group.
- Hamdi, F., Lopian, F. E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D. S., . . . Hamkah. (2022). *Teknologi Beton*. Makassar: Tohar Media.
- Handayani, A., & Fahmi. (2020). SIKLUS PRODUKSI (CYCLE TIME) BETON PRACETAK DENGAN METODE BETON SELF COMPACTING CONCRETE (SCC) . *Rekayasa Sipil, Vol. 9 No. 1.*, 18-24.
- Hidayat, M. R. (2011). Pengaruh Penambahan SIK A Viscocrete-10 Sebesar 1,6% dan Bubuk Kaca Sebesar 4% dari Berat Semen terhadap Kuat Tekan Beton dan Slump (Penambahan Dilakukan Secara Bertahap Selama 60 Menit). *Doctoral dissertation Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- Hidayat, R., & Zulkarnain, F. (2021). Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*.
- Ikhsani, N., Darwis, I., & Trisnawathy. (2023). Studi Kekuatan Tekan Beton SCC (Self Compacting Concrete) Dengan Penambahan Fly Ash Menggunakan Perendaman Asam Sulfat. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 70-77.
- Jamal, M., Cawidu, W. A., & Simangunsong, J. E. (2023). Pengaruh Serbuk Kaca sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton. *KoNTekS*, 360-368.
- MacLaren, D. C., & White, M. A. (2003). Cement: Its chemistry and properties. *Journal of Chemical Education*, 80(6), 623.
- Mirajhusnita, I., Santosa, T. H., & Hidayat, R. (2020). Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton. *Eengineering* , 24-33.

- Nuruddin, I., Teguh, M., & Saputra, E. (2023). Karakteristik Optimum Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Serbuk Kaca. *Teknisia*, 34-42.
- PBI-1971. (1971). *PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- PUPR. (2015). *Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia (Chemical Admixture) dalam Beton*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rahma, A., Naber, N. E., & Ismail, S. I. (2017). Effect of Glass Powder on The Compression Strength and The Workability of Concrete. *Cogent Engineering*.
- Sary, R. K., & Jaya, M. A. (2021). Kajian Kerusakan Beton pada Atap Dak Rumah Tinggal. *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, 177-185.
- SK-SNI-03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- SK-SNI-S-04-1989-F. (1990). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI-03-1968-1990. (1990). *METODE PENGUJIAN TENTANG ANALISIS SARINGAN. AGREGAT HALUS DAN KASAR*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-1971-1990. (1990). *Metode pengujian kadar air agregat*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-2461-2002. (2002). *Spesifikasi agregat ringan untuk beton ringan struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-2495-1991. (1991). *SPESIFIKASI BAHAN TAMBAHAN UNTUK BETON*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI-03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton*. Badan Standarisasi Nasional.

- SNI-03-6826-2002. (2002). *Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland dengan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-6827-2002. (2002). *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1969:2008. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1969:2008. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1970:2008. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-1973-2016. (2016). *Metode uji densitas volume, produksi campuran dan kadar udara (gravimetrik) beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1974-2011. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-2417-2008. (2008). *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-2493-2011. (2011). *Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-7656:2012. (2012). *Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat, dan beton massa*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-ASTM-C117-2012. (2012). *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 m (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian*. Badan Standarisasi Nasional.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Wiryasa, N. M., & Sudarsana, I. W. (2009). PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN DALAM PEMBUATAN BATA BETON PEJAL. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 13, No. 1*, 39-46.