

Studi Mengenai Aplikasi Perancangan Campuran Beton Cara SNI pada Beton Memadat Mandiri (SCC) dengan Pendekatan Modulus Kehalusan Agregat Gabungan

OLOAN OKTAVIANUS¹, PRIYANTO SAELAN¹

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: oloanoktavianus14@gmail.com

Received 30 November 201x / Revised 30 Desember 201x / Accepted 30 Januari 201x

ABSTRAK

Konsep dasar campuran beton memadat mandiri (SCC) terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan superplasticizer dengan kadar agregat halus lebih banyak dari agregat kasar. Tujuan penelitian ini untuk membuktikan bahwa perancangan campuran beton SNI dapat diaplikasikan pada beton SCC. Perancangan campuran beton SNI memiliki sejumlah persyaratan. Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah persyaratan gradasi agregat yang dinyatakan dalam parameter modulus kehalusan agregat gabungna. Persyaratan modulus kehalusan agregat gabungan dapat dipenuhi untuk kadar pasir yang tinggi yaitu 50%-60% dari agregat gabungan. Hasil analisis pada penelitian menunjukkan perancangan campuran cara SNI dapat digunakan untuk merancang campuran beton SCC tanpa menggunakan material tambahan, dengan menggunakan agregat maksimum 20 mm dan kadar pasir diantara 50% - 60%.

Kata kunci: beton memadat mandiri (SCC), modulus kehalusan, superplasticizer, cara SNI

ABSTRACT

The basic concept of self-compacting concrete mix (SCC) consists of cement, coarse aggregate, fine aggregate and a superplasticizer with more fine aggregate content than coarse aggregate. The purpose of this research is to prove that the design of SNI concrete mix can be applied to SCC concrete. The design of the SNI concrete mix has a number of requirements. One of the requirements that must be met is the aggregate gradation requirement which is expressed in the combined aggregate fineness modulus parameter. The requirements for fineness modulus of combined aggregate can be met for high sand content of 50%-60% of the combined aggregate. The results of the analysis in this study show that the SNI method of mix design can be used to design SCC concrete mixtures without using additional materials, using a maximum aggregate of 20 mm and a sand content of between 50% - 60%.

Keywords: self-compacting concrete (SCC), fineness modulus, superplasticizer, SNI method

1. PENDAHULUAN

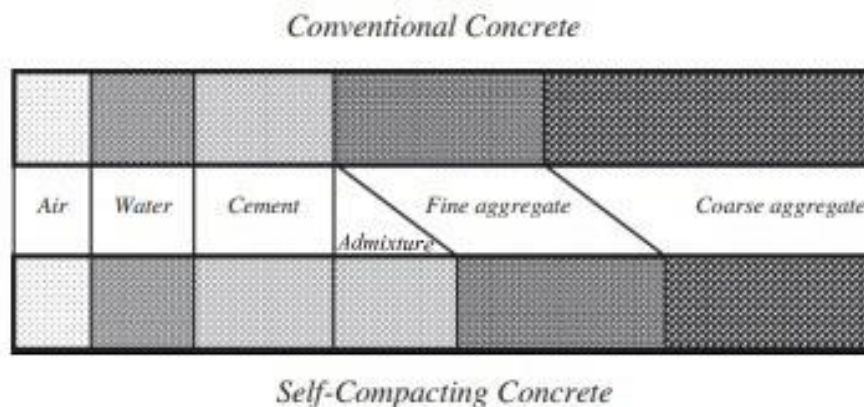
Perhitungan komposisi bahan dalam perancangan beton SCC belum didasarkan pada cara-cara yang perhitungannya dibakukan seperti cara-cara yang dilakukan pada beton konvensional. Penggunaan campuran beton SCC menjadi pilihan apabila kondisi tulangan dalam keadaan rapat atau dimensi strukturnya tidak membutuhkan pengecoran jika digunakan campuran beton biasa yang ditargetkan. Konsep dasar campuran beton SCC terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus dan superplasticizer dengan kadar agregat halus lebih banyak dari agregat kasar.

Perancangan campuran beton cara SNI memiliki sejumlah persyaratan. Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah persyaratan gradasi agregat yang dinyatakan dalam parameter modulus kehalusan agregat gabungan. Persyaratan modulus kehalusan agregat gabungan dapat dipenuhi untuk kadar pasir yang tinggi yaitu 50% - 60% dari agregat gabungan. Berdasarkan konsep SCC bahwa kadar agregat halus lebih besar dari agregat kasar maka diduga perancangan campuran beton cara SNI dapat digunakan untuk merancang komposisi campuran beton SCC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Memadat Mandiri

Komposisi beton memadat mandiri secara umum dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Perbandingan komposisi beton konvensional dengan beton memadat mandiri

Beton SCC memiliki karakteristik dengan tingkat kelecakan yang baik sebagai beton segar. Berdasarkan spesifikasi dari EFNARC beton SCC memiliki kriteria yaitu mampu mengalir, mampu melewati celah sempit dan mampu untuk tidak terjadi segregasi. Adapun pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan kriteria beton SCC menurut EFNARC dan SNI dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perbandingan Kriteria Beton SCC menurut EFNARC dan SNI

Parameter	Standar Nilai		Spesifikasi
	Min	Max	
<i>Slump flow</i> ≤ 500 [mm]	510	590	SNI 4433-2016
<i>Slump flow</i> ≥ 500 [mm]	485	615	SNI 4433-2016
<i>Slump flow</i> [mm]			
SF 1	550	650	EFNARC
SF 2	660	750	EFNARC
SF 3	760	850	EFNARC
T ₅₀₀ [detik]	≤ 2		EFNARC
	> 2		EFNARC
V-funnel jika T ₅₀₀ ≤ 2	8		EFNARC
V-funnel jika T ₅₀₀ > 2	9	25	EFNARC
L-box			
PA 1	≥ 0.80 with 2 rebars		EFNARC
PA 2	≥ 0.80 with 3 rebars		EFNARC
Segregasi [%]			
SR 1	20		EFNARC
SR 2	15		EFNARC

2.2 Perancangan Campuran Beton SNI

Beton dibentuk dari campuran agregat kasar dan halus yang ditambahkan dengan pasta semen. Agregat halus akan mengisi rongga-rongga diantara agregat kasar dan pasta semen akan mengikat agregat kasar dan halus. Oleh karena itu perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus harus optimal. Berdasarkan SNI 03-2834-1993 kuat tekan yang ditargetkan dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1** yaitu:

$$f_{cr} = f_c + M \quad \dots(1)$$

dengan:

- f_{cr} = kuat tekan rata-rata yang ditargetkan,
 f_c = kuat tekan beton yang direncanakan ,
 M = nilai margin.

Menurut SNI-03-2847-2002, besarnya M adalah sebagai berikut:

1. $f_c < 21$ MPa, maka nilai $M = 7$ MPa.
2. $21 \leq f_c \leq 35$ MPa, maka nilai $M = 8,5$ MPa.
3. $f_c > 35$ MPa, maka nilai $M = 10$ MPa.

2.3 Kajian Teoritis Gradasi Agregat pada Cara SNI

Untuk mengetahui gradasi dari suatu agregat gabungan dapat dilakukan dengan menghitung modulus kehalusannya ataupun dengan menggambar grafik gradasinya. Modulus kehalusan agregat gabungan dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2**.

$$FM_{gab.} = (\%pasir \times FM_{pasir}) + (\%agregat\ kasar \times FM_{agregat\ kasar}) \quad \dots(2)$$

Jika modulus kehalusan agregat gabungan dengan butir maksimum 10 mm, 20 mm dan 40 mm dihitung menggunakan **Persamaan 2**, maka hasilnya tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Modulus Kehalusan untuk Agregat Gabungan dengan Butir Maksimum 10 mm, 20 mm, 40 mm

Ukuran Agregat [mm]	Persen tertahan [%]					
	10 [mm]		20 [mm]		40 [mm]	
	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas	Batas bawah	Batas atas
38	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	25	50
9.60	0	0	25	55	40	64
4.8	25	70	52	70	53	76
2.4	40	80	58	77	62	82
1.2	54	84	66	84	70	88
0.6	66	88	73	91	77	93
0.3	80	96	88	98	85	97
0.15	94	100	98	100	94	100
Tertahan Kumulatif	359	518	460	575	506	650
FM	3.59	5.18	4.60	5.75	5.06	6,50

2.4 Kajian Teoritis Aplikasi Cara SNI Pada Beton Memadat Sendiri (SCC) Dengan Pendekatan Modulus Kehalusan Gabungan

Penerapan cara SNI pada beton memadat mandiri dapat diaplikasikan dengan menggunakan konsep SCC yaitu menggunakan kadar pasir yang lebih banyak daripada agregat kasar. Jika pada cara SNI kadar pasir lebih banyak dan modulus kehalusan agregat gabungannya berada dalam rentangnya, maka dapat dipastikan jika ditambah dengan *superplastilizer* dia berperilaku SCC.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir dalam penelitian ini dibuat untuk mempermudah penyusunan alur kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian ini. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan menggunakan data sekunder dari penelitian-penelitian sebelumnya mengenai SCC. Data sekundernya adalah sebagai berikut:

1. Jurnal dari Fitri Yanto Hermansyah (2019) dengan judul "Studi Mengenai Pengaruh Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC)". *Mix Design* yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Campuran Beton SCC dengan Variasi Sika Visconcrete 3115N

Uraian	TM 1		TM 2		TM 3		TM 4		TM 5	
	FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]
Agregat Kasar	5,41	43	5,78	46	6,14	46	6,50	46	6,86	46
Pasir	2,93	57	2,93	54	2,93	54	2,93	54	2,93	54
Modulus Kehalusan Gabungan	4,00		4,24		4,41		4,57		4,74	
Agregat Kasar 20 mm [kg/m ³]	-		188,35		376,71		565,06		753,42	
Agregat Kasar 10 mm [kg/m ³]	681		565,06		376,71		188,35		-	
Pasir [kg/m ³]	918,5		918,5		918,5		918,5		918,5	
Semen [kg/m ³]	382		350		350		350		350	
Air [kg/m ³]	229		210		210		210		210	
Superplasticizer [%]	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	

2. Jurnal dari Andika Ade Indra Saputra dengan judul "Perilaku Fisik dan Mekanik *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan Pemanfaatan Abu Vulkanik Sebagai Bahan Tambahan Pengganti Semen". *Mix Design* yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Campuran beton SCC dengan variasi *Viscocrete 10*

Uraian	1	2
Semen [kg]	466	466
Air [kg]	205	205
Agregat Halus [kg]	978	978
Agregat Kasar 10 mm [kg]	801	801
<i>Viscocrete</i> [%]	0,8	1

3. Jurnal dari Iis Nurjamilah (2018) dengan judul "Kajian Karakteristik Beton Memadat Mandiri yang Menggunakan Serat Ijuk. *Mix Design* yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Campuran beton SCC dengan variasi *Sika Visconcrete 3115N*

Uraian	1
Semen [kg]	393,89
Air [kg]	190
<i>Filler</i> [kg]	69,51
Agregat Kasar [kg]	552,47
Agregat Halus [kg]	1.063
<i>Superplasticizer</i> [kg]	6,951

4. Jurnal dari Anggi Marina Korua (2019) dengan judul "*Kinerja High Strength Self Compacting Concrete* dengan Penambahan *Admixture* "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Belah". *Mix Design* yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Campuran Beton SCC dengan Penambahan Beton Mix

Campuran Beton	1
Semen [kg]	780
Air [kg]	165,75
Agregat Kasar [kg]	760
Agregat Halus [kg]	528
<i>Superplasticizer</i> [kg]	12,48

3.3 Analisis Data

Data sekunder hasil penelitian dianalisis dengan tahap sebagai berikut :

1. Menganalisis kadar pasir dalam agregat gabungan
2. Menganalisis modulus kehalusan agregat gabungan berdasarkan FAS
3. Menghitung f_c prediksi 28 hari dengan cara SNI
4. Membandingkan hasil data sekunder dengan uji tekan f_c prediksi
5. Pembahasan dan kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian dimuat pada **Tabel 7** sampai dengan **Tabel 10**

Tabel 7. Hasil penelitian Fitri Yanto Hermansyah (2019)

Uraian		TM 1		TM 2		TM 3		TM 4		TM 5	
		FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]	FM	[%]
Agregat Kasar		5,41	43	5,78	46	6,14	46	6,50	46	6,86	46
Pasir		2,93	57	2,93	54	2,93	54	2,93	54	2,93	54
Modulus Kehalusan Gabungan	Hasil Uji	4,00		4,24		4,41		4,57		4,74	
	SNI	3,6 – 5,18		3,6 – 5,18 dan 4,6 – 5,75		3,6 – 5,18 dan 4,6 – 5,75		3,6 – 5,18 dan 4,6 – 5,75		4,6 – 5,75	
Agregat Kasar 20 mm [kg/m ³]		-		188,35		376,71		565,06		753,42	
Agregat Kasar 10 mm [kg/m ³]		681		565,06		376,71		188,35		-	
Pasir [kg/m ³]		918,5		918,5		918,5		918,5		918,5	
Semen [kg/m ³]		382		350		350		350		350	
Air [kg/m ³]		213		190		190		190		190	
Superplastilizer [%]		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
FAS		0,557		0,543		0,543		0,543		0,543	
Slumpflow [mm]	Hasil Uji	635		630		640		640		630	
	EFNARC	550-850		550-850		550-850		550-850		550-850	
T500 [detik]	Hasil Uji	4		5		4		4		5	
	EFNARC	>2		>2		>2		>2		>2	
V-funnel [detik]	Hasil Uji	11		10		11		11		10	
	EFNARC	9 – 25		9 – 25		9 – 25		9 – 25		9 – 25	
L-Box [H2/H1]	Hasil Uji	0,41		0,45		0,42		0,43		0,44	
	EFNARC	≥ 0.80		≥ 0.80		≥ 0.80		≥ 0.80		≥ 0.80	
Kuat Tekan Uji 28 hari [MPa]		28,6		28,9		28,7		27,8		27,1	
Kuat Tekan prediksi 28 hari [MPa]		26		26		26		26		26	

Tabel 8. Hasil penelitian Andika Ade Indra Saputra (2011)

Uraian		1	2
Semen [kg]		466	466
Air [kg]		205	205
Agregat Halus [kg]		978	978
Agregat Kasar 10 mm [kg]		801	801
Viscocrete [%]		0,8	1
FAS		0,44	0,44
Kadar Pasir [%]		55	55
Modulus Kehalusan Gabungan	Hasil Uji	3,937	3,937
	SNI	3,6 – 5,18	3,6 – 5,18
<i>Slumpflow</i> [mm]	Hasil Uji	590	590
	SNI	550 – 850	550 – 850
T_{500} [detik]	Hasil Uji	3,9	3,4
	SNI	> 2	> 2
<i>V-funnel</i> [detik]	Hasil Uji	13,5	9
	SNI	9 – 25	9 – 25
<i>L-box</i> [H2/H1]	Hasil Uji	0,826	0,826
	SNI	≥ 0.80	≥ 0.80
Kuat Tekan Uji 28 hari [MPa]		36	35,94
Kuat Tekan Prediksi 28 hari [MPa]		34	34

Tabel 9. Hasil penelitian Iis Nurjamilah (2018)

Uraian		1
Semen [kg]		393,89
<i>Filler</i> [kg]		69,81
Air [kg]		190
Agregat Halus [kg]		1063
Agregat Kasar 20 mm [kg]		552,47
<i>Viscocrete</i> [kg]		6,951
FAS		0,48
Kadar Pasir [%]		65,8
Modulus Kehalusan Gabungan	Hasil Uji	4,29
	SNI	4,6 – 5,75
<i>Slumpflow</i> [mm]	Hasil Uji	615
	EFNARC	550-850
T_{500} [detik]	Hasil Uji	5,7
	EFNARC	> 2
<i>V-funnel</i> [detik]	Hasil Uji	15
	EFNARC	9 – 25
<i>L-Box</i> [H2/H1]	Hasil Uji	0,222
	EFNARC	≥ 0.80
Kuat Tekan Uji 28 hari [MPa]		31,52
Kuat Tekan prediksi 28 hari [MPa]		32

Tabel 10. Hasil penelitian Anggi Marina Korua (2019)

Uraian	1
Semen [kg]	780
Air [kg]	165,75
Agregat Halus [kg]	760
Agregat Kasar [kg]	528
Superplasticizer [kg]	12,48
FAS	0,2125
Kadar Pasir [%]	59
Modulus Kehalusan Gabungan	-
	4,29
	-
	4,6 – 5,75
<i>Slumpflow</i> [mm]	740
	615
	550-850
	550-850
T_{500} [detik]	-
	5,7
	> 2
	> 2
<i>V-funnel</i> [detik]	-
	15
	9 - 25
	9 – 25
<i>L-Box</i> [H2/H1]	-
	0,222
	≥ 0.80
	≥ 0.80
Kuat Tekan Uji 7 hari [MPa]	45,01
Kuat Tekan Uji 28 hari [MPa]	69,246
Kuat Tekan prediksi 28 hari [MPa]	70

4.2 Pembahasan

1. Kadar pasir seluruh campuran berada pada rentang 54% - 65,8%. Secara teoritis jumlah kadar pasir yang lebih banyak dari jumlah kadar agregat kasar maka komposisi seluruh campuran memenuhi kriteria komposisi beton SCC.
2. Dengan kadar pasir yang lebih banyak dari kadar agregat kasar, nilai modulus kehalusan seluruh campuran berada pada rentang 3,937 – 4,74. Dengan demikian nilai modulus kehalusan gabungan pada seluruh campuran memenuhi syarat pada SNI yaitu 3,6 – 5,18 untuk ukuran agregat maksimum agregat kasar 10 mm dan 4,6 – 5,75 untuk ukuran agregat maksimum 20 mm.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Slumpflow*, T_{500} , dan *V-funnel* yang terjadi memenuhi kriteria beton SCC menurut EFNARC.
4. Berdasarkan nilai FAS pada tiap campuran, dihitung kuat tekan prediksi menggunakan kurva kuat tekan beton vs FAS cara SNI. Hasil kuat tekan uji pada umur 28 hari dengan hasil kuat tekan prediksi 28 hari didapatkan hasil yang berdekatan. Dengan demikian perancangan campuran beton SCC dapat dilakukan dengan menggunakan cara SNI melalui pendekatan modulus kehalusan agregat gabungan.
Perancangan campuran beton SCC menggunakan cara SNI 03-2834-1993 melalui pendekatan modulus agregat gabungan dilakukan sebagai berikut:

(a) Menghitung kuat tekan target (f_t) dengan menggunakan **persamaan 3**;

$$f_t = f_c + M \quad \dots(3)$$

Dengan,

f_c = kuat tekan rencana pada umur 28 hari

M = nilai tambah

Besarnya M ditentukan oleh SNI 03-2847-2002 seperti pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Nilai M berdasarkan kuat tekan

f_c [MPa]	M [MPa]
<21	7
$21 \leq f_c \leq 35$	8,5
> 35	10

- (b) Menghitung FAS yang diperlukan untuk mencapai f_t berdasarkan kurva kuat tekan beton vs FAS;
- (c) Menentukan dosis *superplasticizer* dengan cara percobaan untuk mencapai kriteria *slump flow*. Dosis *superplasticizer* bergantung pada jumlah air dalam 1 m³ beton. Jika jumlah air banyak maka dosis *superplasticizer* akan sedikit, begitu juga jika jumlah air sedikit maka dosis *superplasticizer* akan lebih banyak. Disarankan jumlah air yang digunakan adalah untuk maksimal nilai *slump* 30 - 60 mm untuk menghindari terjadinya segregasi dan *bleeding*. Jumlah maksimum air dan dosis *superplasticizer* yang disarankan tertera pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Kebutuhan air dan *superplasticizer* berdasarkan ukuran agregat kasar maksimum 10-20 mm

Ukuran besar butir agregat maksimum [mm]	Jumlah air dalam 1 m ³ beton [kg]	Dosis <i>Superplasticizer</i> [%]
10	160	± 1
	213	
20	147	± 1,7
	190	

- (d) Menghitung jumlah semen berdasarkan nilai w/c dan jumlah air (w) yang digunakan.
- (e) Menghitung volume mutlak agregat gabungan dengan menggunakan **persamaan 4** sampai **persamaan 7**;

$$1 \text{ m}^3 \text{ beton} = V_c + V_w + V_{\text{agregat gab.}} + V_{\text{udara}} \quad \dots(4)$$

$$V_{\text{agregat gab.}} = 1 - V_c - V_w - V_{\text{udara}} \quad \dots(5)$$

$$V_c = \frac{BJ_c BJ_c}{w w} \quad \dots(6)$$

$$V_w = \frac{BJ_w BJ_w}{w w} \quad \dots(7)$$

Keterangan :

V_c = Volume semen [m³]

V_w = Volume air [m³]

$V_{\text{agregat gab.}}$ = Volume agregat gabungan [m³]

BJ_c = Berat jenis semen [kg/m³]

BJ_w = Berat jenis air [kg/m³]

- (f) Menentukan kadar persentase pasir dalam agregat gabungan pada rentang 52,5 % - 60 % dari agregat gabungan;
- (g) Menghitung BJ agregat gabungan dengan **persamaan 8**;

$$BJ_{\text{agregat gab.}} = \% \text{pasir} \times BJ_{\text{pasir}} + \% \text{agregat kasar} \times BJ_{\text{agregat kasar}} \dots(8)$$

- (h) Menghitung berat agregat gabungan dengan dengan **persamaan 9**;

$$\text{Berat agregat gab.} = V_{\text{agregat gab.}} \times BJ_{\text{agregat gab.}} \quad \dots(9)$$

- (i) Menghitung berat pasir dan batu pecah sesuai kadar masing-masing.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil-hasil yang telah dianalisis, maka dapat disimpulkan:

1. Perancangan campuran cara SNI dapat digunakan untuk merancang campuran beton SCC tanpa menggunakan material tambahan, dengan syarat agregat maksimum 20 mm dan kadar pasir diantara 50% - 60%.
2. Jumlah air yang disarankan adalah pada campuran scc untuk ukuran maksimum agregat 10 mm adalah 160 kg – 213 kg dan untuk ukuran maksimum agregat kasar 20 mm adalah 147 – 190.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dari data sekunder yang telah dianalisis pada penelitian ini, maka perlu dilanjutkan penelitian sebenarnya di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI. (2007). *Self-Consolidating Concrete ACI 237R-07*, USA: American Concrete Institute.
- Badan Standardisasi Nasional. (1993). *SNI 03-2834-1993 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 4433-2016 tentang Spesifikasi Beton Segar Siap Pakai*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*. European Project Group.
- Hermansyah, F. Y. (2019). *Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC)*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Korua, A. M. (2019). *Kinerja High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Belah*. Manado: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi .
- Nurjamilah, I. (2018). *Kajian Karakteristik Beton Memadat Sendiri yang Menggunakan Serat Ijuk*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Saelan, P. (2020). *Perancangan Campuran Beton Cara SNI Termodifikasi (Modified SNI Method)*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Saputra, A. A. (2011). *Perilaku Fisik dan Mekanik Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Abu Vulkanik Sebagai Bahan Tambahan Pengganti Semen*. Surabaya: Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.