

LAPORAN PENELITIAN

“Studi Mengenai Batasan Maksimum Kadar Volume Pasir dalam Campuran Beton Cara SNI”

Priyanto Saelan, Ir., MT



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
BANDUNG - 2018**

Studi Mengenai Batasan Maksimum Kadar Volume Pasir dalam Campuran Beton Cara SNI

GUGUM GUNAWAN, PRIYANTO SAELAN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
Email: gugumgunawan215@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batasan maksimum volume pasir yang harus ditingkatkan agar kuat tekan beton tercapai tanpa merubah rentang kelecakan pada cara SNI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar maksimum volume pasir untuk w/c 0,40, slump 30 mm – 60 mm adalah 0,143 m³ untuk modulus kehalusan pasir (FM) 1,5; 0,169 m³ untuk FM 2,0; 0,201 m³ untuk FM 2,50; 0,253 m³ untuk FM 3,0; 0,304 m³ untuk FM 3,50; untuk slump 60 mm – 180 mm adalah 0,281 m³ untuk FM 1,50; 0,282 m³ untuk FM 2,0; 0,313 m³ untuk FM 2,50; 0,316 m³ untuk FM 3,0; 0,376 m³ untuk FM 3,50. Untuk w/c 0,50, slump 30 mm-60 mm adalah 0,163 m³ untuk FM 1,5; 0,184 m³ untuk FM 2,0; 0,224 m³ untuk FM 2,50; 0,278 m³ untuk FM 3,0; 0,332 m³ untuk FM 3,50; untuk slump 60 mm – 180 mm adalah 0,289 m³ untuk FM 1,50; 0,321 m³ untuk FM 2,0; 0,321 m³ untuk FM 2,50; 0,322 m³ untuk FM 3,0; 0,386 m³ untuk FM 3,50.

Kata kunci: volume pasir, SNI, FM

ABSTRACT

This research is performed to know maximum sand volume may be increased in other that the strength of concrete is achieved without changing range of workability in concrete mix. The results of tests showed that maximum sand volume for w/c 0,40 and 30 mm – 60 mm slump are 0,143 m³ to finess modulus (FM) 1,5; 0,169 m³ to FM 2,0; 0,201 m³ to FM 2,50; 0,253 m³ to FM 3,0; 0,304 m³ to FM 3,50; and 60 mm – 180 mm slump are 0,281 m³ to FM 1,50; 0,282 m³ to FM 2,0; 0,313 m³ to FM 2,50; 0,316 m³ to FM 3,0; 0,376 m³ to FM 3,50. For w/c 0,50, 30 mm – 60 mm slump are 0,163 m³ to FM 1,5; 0,184 m³ to FM 2,0; 0,224 m³ to FM 2,50; 0,278 m³ FM 3,0; 0,332 m³ to FM 3,50; and 60 mm – 180 mm slump are 0,289 m³ to FM 1,50; 0,321 m³ to FM 2,0; 0,321 m³ to FM 2,50; 0,322 m³ to FM 3,0; 0,386 m³ to FM 3,50.

Keywords: volume of sand, SNI, FM

1. PENDAHULUAN

Pada perancangan campuran beton cara SNI, kuat tekan beton hanya ditentukan oleh faktor air semen, sedangkan kadar pasir dalam agregat gabungan hanya berpengaruh pada kelecakan campuran beton segar. Semakin banyak kadar pasir dalam agregat gabungan, kelecakan campuran beton segar akan semakin berkurang. Kadar pasir dalam agregat gabungan untuk mencapai suatu kelecakan yang direncanakan bergantung pada ukuran maksimum agregat dan modulus kehalusan pasir. Semakin kecil modulus kehalusan pasir, maka semakin kecil kadar pasir dalam agregat gabungan, demikian pula sebaliknya. Agar pemodelan perancangan campuran beton cara SNI dapat diketahui keberlakuannya yaitu volume pasir hanya mempengaruhi kelecakan dan tidak berpengaruh terhadap kekuatan maka diperlukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar kandungan maksimum volume pasir dalam agregat gabungan untuk suatu nilai faktor air-semen yang tidak berpengaruh terhadap kuat tekan beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Campuran Beton Cara SNI 03-2834-2002

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan mendapatkan kekuatan yang direncanakan. Pada perancangan campuran beton yang menjadi kriteria dasar dalam perancangannya adalah kekuatan tekan dan hubungannya dengan faktor air-semen yang digunakan, serta jumlah air yang diperlukan untuk mencapai kelecakan campuran beton segar yang diinginkan. Menurut aturan SNI, kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang terdapat pada **Persamaan 1** yaitu:

$$f_{cr} = f'_c + 1,64 S_r \quad \dots(1)$$

dengan:

f_{cr} = kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan pada umur 28 hari [MPa],

f'_c = kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari [MPa],

S_r = deviasi standar rencana [MPa],

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

n = jumlah data/nilai hasil uji,

x_i = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji,

$\bar{x}$ = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus = $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$.

Pada perancangan campuran beton cara SNI, kadar persentase pasir yang terdapat dalam total agregat gabungan dipengaruhi oleh ukuran butir agregat maksimum, faktor air-semen, dan nilai *slump* yang direncanakan. Proporsi kandungan kadar pasir yang terdapat dalam agregat gabungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus **Persamaan 2**, dimana rumus persamaan yang digunakan yaitu:

$$V_c + V_{CA} + V_{FA} + V_w + V_A = 1 \text{ m}^3 \text{ beton} \quad \dots(2)$$

dengan:

V_c = volume absolut semen dalam 1 m³ beton,

V_{CA} = volume absolut agregat kasar dalam 1 m³ beton,

V_{FA} = volume absolut agregat halus dalam 1 m³ beton,

V_w = volume absolut air dalam 1 m³ beton,

V_A = volume udara dalam 1 m³ beton.

2.2 Pengaruh Volume Pasir Pada Campuran Beton Cara SNI

Volume pasir dalam campuran beton cara SNI hanya berpengaruh terhadap pencapaian nilai *slump*. Untuk mencapai suatu nilai *slump* yang direncanakan pada suatu nilai faktor air-semen yang dibutuhkan, semakin besar modulus kehalusan pasir, yaitu semakin kasar pasir, semakin besar volume pasir yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *slump* tersebut. Jika nilai modulus kehalusan pasir tidak berubah sedangkan volume pasir diperbesar dari yang semestinya, maka campuran beton segar yang dihasilkan akan semakin kental dan nilai *slump* yang terjadi semakin rendah. Jika pasir semakin ditambah maka campuran beton segar akan semakin kental dan akhirnya tidak bisa dikerjakan. Dengan demikian maka kadar maksimum volume pasir dalam campuran beton harus dibatasi agar campuran beton segar tetap dapat dikerjakan. Jika volume pasir dikaitkan dengan kuat tekan beton maka keterkaitan ini dapat dijelaskan melalui rumus Dreux Gorisse pada **Persamaan 3** yaitu:

$$f_c = G * f_{pc} * \left(\frac{c}{w} - 0,5 \right) \quad \dots(3)$$

dengan:

f_c = kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari [MPa],

f_{pc} = kekuatan tekan mortar semen umur 28 hari [MPa],

G = faktor granular [0,35–0,65],

$\frac{c}{w}$ = rasio berat semen terhadap berat air.

Oleh Thesia, Z. (2013) faktor granular dirumuskan seperti pada **Persamaan 4** yaitu:

$$G = k * V_{FA} \quad \dots(4)$$

dengan:

k = konstanta yang nilainya diberikan pada **Tabel 1**,

V_{FA} = volume pasir dalam 1 m³ beton.

Tabel 1. Nilai k untuk $0,4 \leq G \leq 0,6$

No.	$V_{pasir}/V_{total\ agregat}$	k
1	$\leq 0,26$	3
2	$0,26 - 0,29$	2
3	$0,29 - 0,39$	1,8
4	$0,39 - 0,43$	1,5
5	$0,43 - 0,49$	1,8
6	$\geq 0,50$	1,5

(Sumber: Thesia, Z., 2013)

Berdasarkan **Persamaan 3** ini maka apabila volume pasir bertambah banyak, kuat tekan beton akan semakin bertambah karena nilai faktor granular meningkat. Hal ini bertentangan dengan cara SNI, karena peningkatan volume pasir tidak mempengaruhi kuat tekan beton, peningkatan volume pasir hanya mempengaruhi kelecakan campuran beton segar. Prediksi kuat tekan beton yang dirancang menggunakan cara SNI, dan diprediksi dengan cara Dreux, diperlihatkan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 30 mm–60 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,40

Campuran	Modulus Kehalusan Pasir	Air [kg]	Semen [kg]	Pasir [%]	Volume Pasir [m ³]	Volume Batu Pecah [m ³]	Prediksi Kuat Tekan Rencana [MPa]	
							SNI	Dreux
1	1,5	190	475	22	0,143	0,496	48	36,496
2	2	190	475	26	0,169	0,470	48	28,728
3	2,5	190	475	31	0,201	0,438	48	30,792
4	3	190	475	39	0,253	0,386	48	32,223
5	3,5	190	475	47	0,304	0,335	48	46,483

Tabel 3. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 30 mm–60 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,50

Campuran	Modulus Kehalusan Pasir	Air [kg]	Semen [kg]	Pasir [%]	Volume Pasir [m ³]	Volume Batu Pecah [m ³]	Prediksi Kuat Tekan Rencana [MPa]	
							SNI	Dreux
1	1,5	190	380	24	0,163	0,506	37	31,248
2	2	190	380	27	0,184	0,485	37	23,420
3	2,5	190	380	33	0,224	0,445	37	25,727
4	3	190	380	41	0,278	0,391	37	26,588
5	3,5	190	380	49	0,332	0,337	37	36,357

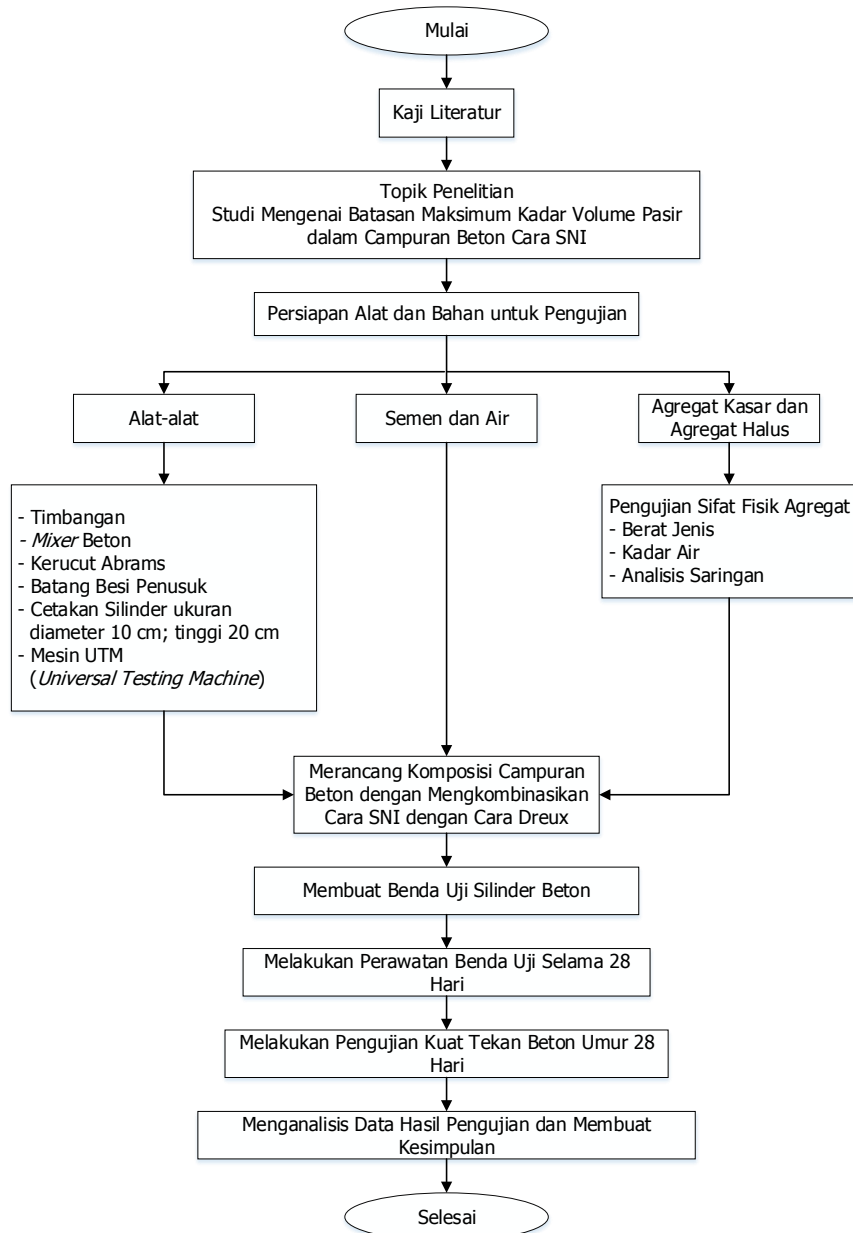
Agar model perancangan campuran beton cara SNI sejalan dengan perancangan campuran beton cara Dreux Gorisse maka nilai rasio volume pasir terhadap volume agregat gabungan harus dikoreksi agar menghasilkan kuat tekan yang sama. Jika koreksi volume pasir menyebabkan volume pasir menjadi meningkat agar kuat tekan yang direncanakan tercapai, maka hal ini akan menyebabkan kelecakan campuran beton berkurang dan akan keluar dari batasan nilai *slump* yang diatur dalam perancangan campuran beton cara SNI. Oleh karena itu volume pasir yang ditingkatkan harus dibatasi agar kelecakan tidak berubah, yaitu tetap dalam rentang nilai *slump* yang ditetapkan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan metode yang diperlihatkan pada **Gambar 1**.

*Studi Mengenai Batasan Maksimum Kadar Volume Pasir
dalam Campuran Beton Cara SNI*



Gambar 1. Bagan alir metode penelitian

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan yaitu data primer. Data primer yang digunakan adalah data material yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian secara fisik, dimana data material yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 4**, data komposisi campuran beton menggunakan agregat kering udara dengan ukuran butiran maksimum 20 mm, dengan faktor air semen 0,40 dan 0,50 dengan nilai *slump* 30 mm–60 mm dan 60 mm–80 mm, dan data pengujian kuat tekan beton silinder umur 28 hari dengan benda uji silinder beton berukuran diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm.

Tabel 4. Sifat Fisik Material Bahan

Parameter		Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus
Berat jenis kondisi SSD	[kg/m ³]	3.150	2.605	2.546
Berat jenis kondisi kering udara	[kg/m ³]		2.460	2.434
Modulus kehalusan	[FM]			2,76
Kadar air kondisi SSD	[%]		6,33	5,04
Kadar air kondisi kering udara	[%]		5,44	4,38

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari:

1. Nilai *slump* sebesar 30 mm–60 mm, dan 60 mm–180 mm.
2. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,40 dan 0,50.
3. Modulus kehalusan pasir.

3.4 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian dengan rencana yang ingin dicapai, yang disajikan secara tabelaris.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil-Hasil Penelitian

Hasil-hasil pengujian tekan diperlihatkan pada **Tabel 5**, **Tabel 6**, **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Tabel 5. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 30 mm–60 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,40

Campuran		1	2	3	4	5
Modulus Kehalusan Pasir		1,5	2	2,5	3	3,5
Air	Semula	190	190	190	190	190
	Tambahan	33,126	33,074	33,095	32,927	32,926
Semen	[kg]	475	475	475	475	475
Pasir	[%]	22	28,93	26	43,44	31
Volume Pasir	[m ³]	0,143	0,188	0,169	0,281	0,201
Volume Batu Pecah		0,496	0,451	0,470	0,358	0,438
Prediksi Kuat Tekan Rencana	SNI [MPa]	48	48	48	48	48
	Dreux [MPa]	36,496	31,944	28,728	43,027	30,792
Kuat Tekan Rata-rata Umur 28 hari dari Umur Pengujian	Dreux [MPa]	26,599	30,992	25,359	25,807	27,722
<i>Slump</i> Aktual	[mm]	30	23	35	15	30
Umur Pengujian	[hari]	14	14	20	20	19

*Studi Mengenai Batasan Maksimum Kadar Volume Pasir
dalam Campuran Beton Cara SNI*

Tabel 6. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 60 mm–180 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,40

Campuran			1	2	3	4	5						
Modulus Kehalusan Pasir			1,5	2	2,5	3	3,5						
Air	Semula	[kg]	205	205	205	205	205	205	205	205	205		
	Tambahan		31,697	31,557	31,675	31,556	31,632	31,520	31,567	31,516	31,495	31,446	
Semen			[kg]	512,5	512,5	512,5	512,5	512,5	512,5	512,5	512,5		
Pasir			[%]	26	45,36	29	45,5	35	50,5	44	50,61	54	61
Volume Pasir			[m³]	0,162	0,281	0,180	0,282	0,217	0,313	0,273	0,316	0,334	0,376
Volume Batu Pecah			[m³]	0,450	0,331	0,432	0,330	0,395	0,299	0,339	0,296	0,278	0,236
Prediksi Kuat Tekan Rencana	SNI	[MPa]	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
	Dreux	[MPa]	27,514	43,011	30,668	43,146	33,266	39,860	41,734	40,247	42,624	47,990	
Kuat Tekan Rata-rata Umur 28 hari dari Umur Pengujian			Dreux [MPa]	28,082	29,763	29,772	36,117	29,772	33,314	31,026	38,146	39,164	44,504
Slump Aktual			[mm]	75	65	70	62	65	60	64	60	65	60
Umur Pengujian			[hari]	15	15	14	14	14	12	12	12	12	12

Tabel 7. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 30 mm–60 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,50

Campuran			1		2		3		4		5	
Modulus Kehalusan Pasir			1,5		2		2,5		3		3,5	
Air	Semula	[kg]	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
	Tambahan		34,665	34,630	34,642	34,518	34,594	34,480	34,531	34,404	34,468	34,403
Semen		[kg]	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
Pasir		[%]	24	28,5	27	42,66	33	47,46	41	57,06	49	57,17
Volume Pasir		[m³]	0,163	0,194	0,184	0,289	0,224	0,321	0,278	0,385	0,332	0,386
Volume Batu Pecah		[m³]	0,506	0,475	0,485	0,380	0,445	0,348	0,391	0,284	0,337	0,283
Prediksi Kuat Tekan Rencana	SNI	[MPa]	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Dreux	[MPa]	31,248	24,713	23,420	33,184	25,727	36,878	26,588	36,866	31,710	36,997
Kuat Tekan Rata-rata Umur 28 hari dari Umur Pengujian		Dreux [MPa]	19,854	22,988	19,853	21,421	20,115	28,348	28,888	30,238	31,588	32,398
Slump Aktual		[mm]	35	20	40	20	35	20	45	20	35	25
Umur Pengujian		[hari]	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10

Tabel 8. Komposisi Bahan dalam 1 m³ Beton yang Dirancang dengan Cara SNI dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm, Nilai *Slump* 60 mm–180 mm, Berat Jenis Pasir 2,546 t/m³, Berat Jenis Batu Pecah 2,605 t/m³, dan Nilai Faktor Air-Semen 0,50

Campuran		1	2	3	4	5
Modulus Kehalusan Pasir		1,5	2	2,5	3	3,5
Air	Semula	205	205	205	205	205
	Tambahan	33,399	33,267	33,368	33,230	33,322
Semen		410	410	410	410	410
Pasir		27	44,24	31	49,21	37
Volume Pasir		0,177	0,289	0,203	0,321	0,242
Volume Batu Pecah		0,468	0,356	0,442	0,324	0,403
Prediksi Kuat Tekan Rencana	SNI [MPa]	37	37	37	37	37
	Dreux [MPa]	22,580	33,167	23,311	36,851	27,785
Kuat Tekan Rata-rata Umur 28 hari dari Umur Pengujian		24,191	31,785	24,291	32,585	26,068
<i>Slump</i> Aktual		70	60	80	65	75
Umur Pengujian		9	9	8	8	8

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel komposisi campuran dan kuat tekan rata-rata umur 28 hari maka dapat diketahui bahwa:

1. Secara umum nilai *slump* yang terjadi tidak sesuai dengan nilai *slump* yang direncanakan. Hal ini disebabkan oleh kondisi batu yang sangat kering sehingga campuran beton menjadi lebih kental.
2. Berkurangnya kelecakan campuran beton sebagian air diserap oleh agregat. Secara teoritis hal ini dapat menyebabkan faktor air-semen berkurang sehingga menyebabkan kuat tekan seharusnya meningkat. Yang terjadi adalah sebaliknya yaitu kuat tekan menurun.
3. Hasil pengujian yang terdapat pada **Tabel 5 – Tabel 8** memperlihatkan kecenderungan yang sama yaitu peningkatan volume pasir menyebabkan berkurangnya kelecakan beton yang ditandai dengan berkurangnya nilai *slump*, namun diiringi dengan peningkatan kuat tekan. Peningkatan kuat tekan ini sesuai dengan perilaku kuat tekan beton yang dirumuskan oleh Dreux pada **Persamaan 3**. Peningkatan volume pasir yang hanya mempengaruhi kelecakan beton menurut cara SNI tidak terjadi. Peningkatan volume pasir tidak hanya mempengaruhi kelecakan tetapi juga mempengaruhi kuat tekan beton.
4. Peningkatan volume pasir untuk meningkatkan kuat tekan beton yang dirancang pada *slump* rendah 30 mm–60 mm akan menyebabkan nilai *slump* yang terjadi keluar dari rentang yang ditentukan oleh SNI. Fenomena ini memberikan batasan bahwa pada nilai *slump* rendah tidak dapat dilakukan. Fenomena yang berbeda ditunjukkan pada nilai *slump* rencana yang lebih tinggi. Peningkatan volume pasir tidak menyebabkan kelecakan keluar dari rentang kelecakan. Hal ini disebabkan karena kelecakan yang tinggi mempunyai nilai rentang yang lebar. Dengan demikian peningkatan volume pasir pada cara SNI hanya bisa dilakukan pada campuran beton dengan kelecakan tinggi.
5. Kadar maksimum volume pasir yang tidak merubah kelecakan campuran beton bergantung pada modulus kehalusan pasir yang digunakan, faktor air-semen, dan nilai *slump* yang direncanakan. Kadar maksimum volume pasir tertera pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

Tabel 9. Nilai Maksimum Volume Pasir untuk Faktor Air-Semen 0,4

Modulus Kehalusan Pasir		1,5	2	2,5	3	3,5
Nilai <i>Slump</i>	30–60 [mm]	0,143	0,169	0,201	0,253	0,304
	60–180 [mm]	0,281	0,282	0,313	0,316	0,376

Tabel 10. Nilai Maksimum Volume Pasir untuk Faktor Air-Semen 0,5

Modulus Kehalusan Pasir		1,5	2	2,5	3	3,5
Nilai <i>Slump</i>	30–60 [mm]	0,163	0,184	0,224	0,278	0,332
	60–180 [mm]	0,289	0,321	0,321	0,322	0,386

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, analisis, dan pembahasan hasil pengujian maka dapat disimpulkan:

1. Volume pasir tidak hanya berpengaruh terhadap kelecakan campuran beton, tetapi berpengaruh juga terhadap kuat tekan beton pada cara SNI. Dengan demikian agar konsep campuran beton cara SNI dapat diterapkan, volume pasir menjadi parameter yang mengikat.
2. Kadar maksimum volume pasir pada cara SNI yang tidak merubah nilai kelecakan adalah seperti disajikan pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2834-2002 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Zakaria, T. (2013). *Studi Mengenai Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrise. Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil-Institut Teknologi Nasional-Bandung.