

Pengaruh Batu Screening 5-10 mm Pada Campuran Beton Non-Shrinkage Terhadap Kuat Tekan Beton

Agus Adi Saputra¹, Farlin Rosyad²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang, Idnonesia

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang, Idnonesia

Email: ¹agusadisaputra45@gmail.com, ²farlin.rosyad@binadarma.ac.id

Abstrak

Pada pekerjaan konstruksi jembatan saat ini banyak yang menggunakan produk-produk beton beton pracetak, salah satunya yaitu produk voided slab. Untuk menyatukan antar produk voided slab dibutuhkan pekerjaan gouting mutu 40 Mpa pada umur beton 28 hari. Material grouting memiliki karakteristik tidak susut dan dapat mengalir dengan baik. Material grouting berupa semen instan yang sering digunakan adalah SikaGrout 215 yang mampu mencapai 65 Mpa pada umur beton 28 hari. Penggunaan SikaGrout 215 dinilai boros jika untuk pekerjaan grouting dengan mutu 40 Mpa. Penambahan batu screening 5-10 mm menjadi solusi agar penggunaan SikaGrout 215 menjadi lebih efektif. Penelitian menggunakan persentase penambahan batu screening sebanyak 10%, 30% dan 50% dari berat SikaGrout 215. Pelaksanaan penelitian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium PT. Wijaya Karya Beton Tbk. Tahapan penelitian meliputi pemeriksaan agregat kasar, pembuatan benda uji sebanyak 48 buah dan selanjutnya dilakukan kuat tekan beton. Dari hasil penelitian penambahan batu screening 5-10 mm dapat mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan jika dibandingkan dengan tidak ada penambahan material agregat kasar. Hasil pengujian kuat tekan beton pada persentase batu screening 10% sebesar 62,04 Mpa, persentase 30% sebesar 61,70 Mpa dan persentase 50% sebesar 58,40 Mpa.

Kata Kunci : SikaGrout, Batu Screening, Kuat Tekan

Abstract

At present, many bridge construction works use precast concrete products, one of which is voided slab products. To unite the voided slab products, 40 MPa quality gouting work is required at 28 days of concrete age. The grouting material has the characteristics of not shrinking and can flow well. The grouting material in the form of instant cement that is often used is SikaGrout 215 which is capable of reaching 65 MPa at 28 days of concrete age. The use of SikaGrout 215 is considered wasteful if it is for grouting work with a quality of 40 Mpa. The addition of 5-10 mm screening stones is a solution to make the use of SikaGrout 215 more effective. The study used the percentage addition of screening stones as much as 10%, 30% and 50% of the weight of SikaGrout 215. The implementation of the research on the compressive strength of concrete was carried out at the PT. Wijaya Karya Beton Tbk. The stages of the research include the examination of coarse aggregate, the manufacture of 48 specimens and then the compressive strength of the concrete. From the results of the study the addition of 5-10 mm screening stones can affect the

compressive strength of the resulting concrete when compared to no addition of coarse aggregate material. The results of testing the compressive strength of concrete at 10% screening stone percentage is 62.04 Mpa, 30% percentage is 61.70 Mpa and 50% percentage is 58.40 Mpa.

Keywords: SikaGrout, Screening Stone, Compressive Strength

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada pekerjaan konstruksi jembatan saat ini para pelaku konstruksi telah banyak yang menggunakan produk-produk beton pracetak, salah satunya yaitu produk voided slab pada konstruksi jembatan bentang pendek. Keuntungan menggunakan produk beton pracetak ini antara lain yaitu mutu beton yang lebih terjaga, pelaksanaan pekerjaan menjadi lebih cepat serta mutu pekerjaan yang lebih baik.

Untuk menyatukan antar produk voided slab dibutuhkan pekerjaan grouting dengan mutu 40 Mpa pada umur beton 28 hari. Material grouting yang sering digunakan yaitu SikaGrout 215 yang diproduksi oleh PT. Sika Indoneisa.

Karena penggunaan material semen instan ini hanya ditambahkan air saja, maka jumlah pemakaiannya juga sangatlah boros. Apalagi jika digunakan untuk pengisi celah antar produk voided slab, tentunya membutuhkan material semen instan yang sangat banyak. Padahal harga semen instan hampir tiga kali lipat dari harga semen portland biasa, sehingga biaya yang dibutuhkan juga besar.

Untuk mengatasi tingkat pemakaian semen instan yang besar serta untuk tetap memudahkan dalam melakukan pekerjaan grouting pada celah antar voided slab yang hanya berkisar 5-10 cm, penambahan batu pecah screening 5-10 mm dapat dijadikan alternatif. Namun jumlah perbandingan yang tepat antara semen instan dan batu screening 5-10 mm agar kuat tekan beton tetap tinggi dan mencapai yang disyaratkan pada pekerjaan grouting produk voided slab belum ada ketentuannya.

Dari latar belakang di atas, maka Penulis memutuskan untuk melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Batu Screening 5-10 mm Pada Campuran Beton Non-Shrinkage Terhadap Kuat Tekan Beton”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Berapa perbandingan batu screening 5-10 mm pada campuran semen instan yang masih bisa digunakan pada pekerjaan grouting antar produk voided slab serta berapa kuat tekan beton yang dihasilkan dari masing-masing campuran;
- b. Apakah penambahan material batu screening 5-10 mm efektif menekan pemakaian material semen instan yang banyak.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Susut Beton

Susut adalah sifat beton yang menyebabkan mengecilnya volume beton akibat berkurangnya kadar air dan hilangnya kelembaban pada proses pengerasan. Pada dasarnya susut pada beton dibagi menjadi 2 yaitu: susut plastis dan susut pengeringan. Susut plastis adalah susut yang terjadi cepat atau sesaat setelah beton dicor. Sedangkan susut pengeringan adalah susut yang terjadi setelah beton mencapai titik keras dan proses hidrasi semen telah berakhir (Kevin Wijaya dan FX Supartono, 2020).

Susut beton dapat dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor tersebut antara lain :

a. Kadar agregat

Beton dengan kandungan agregat yang tinggi akan mengalami penyusutan volume yang semakin kecil. Dan jika semakin tinggi kadar agregatnya maka modulus elastisitas beton akan tinggi yang menyebabkan beton lebih tahan terhadap susut;

b. Faktor air semen

Semakin besar faktor w/c maka susut akan semakin besar;

c. Dimensi struktur

Nilai susut akan semakin kecil jika volume struktur semakin besar. Proses terjadinya susut akan semakin lama untuk struktur yang lebih besar karena membutuhkan banyak waktu agar pengeringan merata;

d. Kondisi lingkungan

Kelembaban relatif disekitar struktur beton juga mempengaruhi nilai susut, nilai susut akan semakin kecil jika di lingkungan dengan kelembaban relatif yang tinggi;

e. Penulangan

Beton bertulang akan mengalami susut lebih sedikit dibandingkan beton normal;

f. Jenis Semen

Susut karbonasi terjadi akibat reaksi CO_2 di udara dengan yang ada di pasta semen. Besarnya susut karbonasi bervariasi bergantung pada proses susut pengeringan atau susut karbonasi yang terjadi dahulu. Jika terjadi bersamaan maka nilai susut akan lebih kecil.

2.2. Grouting Beton

Grouting atau sementasi adalah suatu proses, dimana suatu cairan campuran antara semen dan air diinjeksikan dengan tekanan ke dalam rongga, pori, retakan dan sambungan beton yang selanjutnya cairan tersebut dalam waktu tertentu akan menjadi padat secara fisika maupun kimiawi.

Material grouting harus memenuhi persyaratan standar Corps of Engineer CRD C 621 atau American Society for Testing and Material ASTM C-1107,

memiliki karakteristik tidak menyusut serta dapat mengalir dengan baik (SNI 6880:2016).

2.3. SikaGrout 215

SikaGrout 215 New adalah semen grouting siap pakai yang mempunyai karakteristik tidak menyusut dengan waktu kerja yang sesuai untuk temperature lokal. Dapat mengalir sangat baik serta memenuhi persyaratan Corps of Engineer CRD C 621 dan ASTM C-1107 (Brosur SikaGrout 215 New).

2.4. Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang sangat penting. Air bereaksi dengan semen dan mendukung terbentuknya kekuatan pasta semen. Air dibutuhkan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton (Agung, 2018). Untuk bereaksi dengan Sika Grout 215 air yang dibutuhkan hanyalah 16% dari berat Sika Grout 215.

Kualitas air akan mempengaruhi kekuatan beton, maka kemurnian dan kualitas air untuk campuran beton perlu mendapat perhatian. Secara umum, untuk campuran beton diperlukan air yang memenuhi standar air minum yaitu air bersih, tidak berasa, tidak berbau dan dapat diminum.

2.5. Batu Screening 5-10 mm

Batu screening sebagai bahan penambah pada campuran beton Non-shrinkage yang digunakan pada penelitian ini diambil dari crushing plant PT. Wijaya Karya Beton Tbk. dan dilakukan pemeriksaan laboratorium terlebih dahulu. Pemeriksaan batu screening yang dilakukan adalah kadar air, analisa saringan, berat isi dan rongga udara, berat jenis, penyerapan air dan material lolos saringan nomor 200.

2.6. Lokasi Penelitian Kuat Tekan Beton

Pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium PT. Wijaya Karya Beton Tbk. Tegineneng di Prov. Lampung.

2.7. Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini adalah silinder dimensi 15 x 30 cm. Benda uji silinder dibuat sebanyak 12 buah pada setiap masing-masing variasi campuran beton non-shrinkage. Waktu pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 3, 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan 3 benda uji pada setiap variasi campuran dan umur beton. Keseluruhan benda uji yaitu berjumlah 48 buah.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Silinder

No.	Kode Benda Uji	Variasi Campuran Agregat	Umur Beton				Jumlah Benda Uji
			3 hari	7 hari	14 hari	28 hari	
1	BG-0	0%	3	3	3	3	12
2	BG-10	10%	3	3	3	3	12
3	BG-30	30%	3	3	3	3	12
4	BG-30	50%	3	3	3	3	12

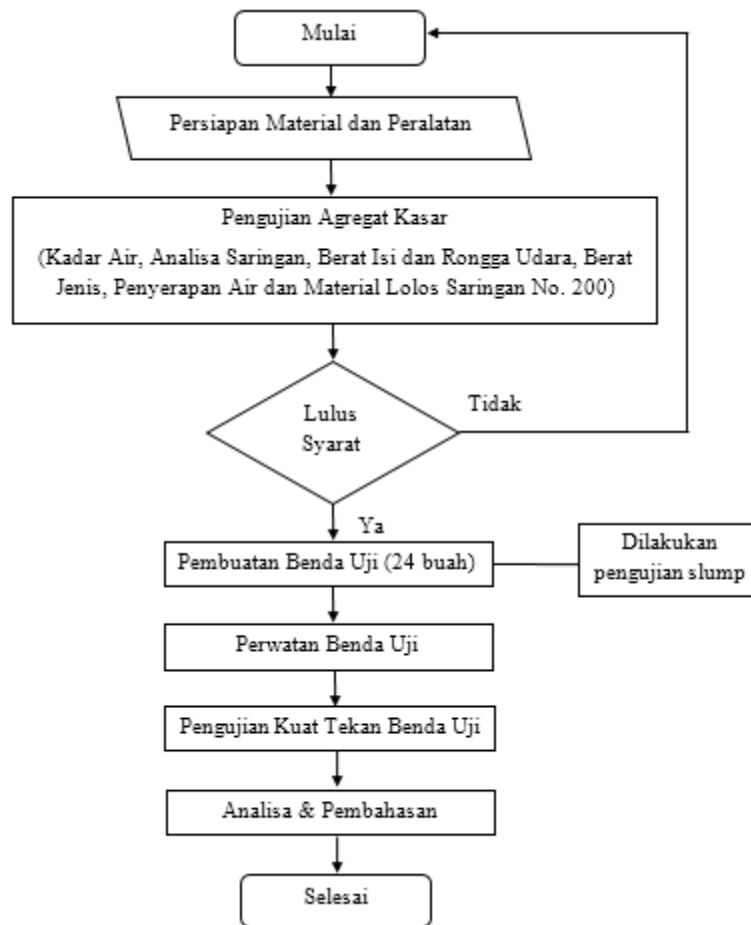
Sumber : Analisis Penelitian 2022

2.8. Pengujian Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari benda uji silinder yang telah dibuat. Tahapan pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

- a. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris;
- b. Operasikan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2-4 kg/cm² per detik;
- c. Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur dan catat beban maksimum yang terjadi;
- d. Perhitungan kuat tekan beton P/A ;
 P = Beban maksimum (kg)
 A = Luas Penampang Benda Uji (cm²)
- e. Pencatatan laporan hasil pengujian adalah :
 - 1) Perbandingan campuran
 - 2) Berat benda uji (kg)
 - 3) Dimensi benda uji (cm)
 - 4) Luas penampang benda uji (cm²)
 - 5) Berat isi (kg/cm³)
 - 6) Beban maksimum (kg)
 - 7) Kuat tekan beton (kg/cm², Mpa)
 - 8) Umur benda uji
- f. Umur beton saat pengujian yaitu 3, 7, 14 dan 28 hari;
- g. Hasil pengujian diambil nilai rata-rata dari 3 benda uji.

2.9. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Variasi Komposisi Benda Uji

Variasi komposisi benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Komposisi Benda Uji

No.	Kode Benda Uji	Komposisi Benda Uji		
		SikaGrout 215 (kg)	Batu Screening 5-10 mm (kg)	Air (liter)
1	BG-0	12	0	1,92
2	BG-10	12	1,2	1,92
3	BG-30	12	3,6	1,92
4	BG-50	12	6,0	1,92

Sumber : Analisis Penelitian 2022

3.2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Hasil uji kuat tekan beton yang dihasilkan dari penelitian ini disajikan dalam tabel.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 3 hari

No.	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (Cm)	Dimensi Benda Uji (Cm)	Beban Hancur (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
		Buat	Uji							
1	BG-0	29-08-22	01-09-22	3	11.83	24.0	15x30	745	42.16	
2	BG-0	29-08-22	01-09-22	3	11.86	24.0	15x30	742	41.99	42.14
3	BG-0	29-08-22	01-09-22	3	11.82	25.0	15x30	747	42.27	
4	BG-10	29-08-22	01-09-22	3	11.80	25.0	15x30	628	35.54	
5	BG-10	29-08-22	01-09-22	3	11.82	25.0	15x30	630	35.65	35.56
6	BG-10	29-08-22	01-09-22	3	11.83	25.0	15x30	627	35.48	
7	BG-30	29-08-22	01-09-22	3	12.10	24.0	15x30	658	37.24	
8	BG-30	29-08-22	01-09-22	3	12.08	24.0	15x30	655	37.07	37.20
9	BG-30	29-08-22	01-09-22	3	12.00	24.0	15x30	659	37.29	

10	BG-50	29-08-22	01-09-22	3	11.72	25.0	15x30	589	33.33	
11	BG-50	29-08-22	01-09-22	3	11.80	25.0	15x30	590	33.39	33.33
12	BG-50	29-08-22	01-09-22	3	11.82	25.0	15x30	588	33.27	

Sumber : Hasil Penelitian 2022

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 7 hari

No.	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (Cm)	Dimensi Benda Uji (Cm)	Beban Hancur (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
		Buat	Uji							
1	BG-0	29-08-22	05-09-22	7	11.86	24.0	15x30	871	49.29	
2	BG-0	29-08-22	05-09-22	7	11.85	24.0	15x30	875	49.52	49.39
3	BG-0	29-08-22	05-09-22	7	11.90	25.0	15x30	872	49.35	
4	BG-10	29-08-22	05-09-22	7	11.69	25.0	15x30	771	43.63	
5	BG-10	29-08-22	05-09-22	7	11.71	25.0	15x30	773	43.74	43.63
6	BG-10	29-08-22	05-09-22	7	11.73	25.0	15x30	769	43.52	
7	BG-30	29-08-22	05-09-22	7	11.90	24.0	15x30	761	43.06	
8	BG-30	29-08-22	05-09-22	7	11.95	24.0	15x30	765	43.29	43.12
9	BG-30	29-08-22	05-09-22	7	11.92	24.0	15x30	760	43.01	
10	BG-50	29-08-22	05-09-22	7	11.92	25.0	15x30	702	39.73	
11	BG-50	29-08-22	05-09-22	7	11.95	25.0	15x30	704	39.84	39.78
12	BG-50	29-08-22	05-09-22	7	11.90	25.0	15x30	703	39.78	

Sumber : Hasil Penelitian 2022

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 14 hari

No.	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (Cm)	Dimensi Benda Uji (Cm)	Beban Hancur (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
		Buat	Uji							
1	BG-0	29-08-22	12-09-22	14	10.82	24.0	15x30	938	53.09	
2	BG-0	29-08-22	12-09-22	14	10.80	24.0	15x30	940	53.19	53.19
3	BG-0	29-08-22	12-09-22	14	10.83	25.0	15x30	942	53.31	
4	BG-10	29-08-22	12-09-22	14	11.81	25.0	15x30	824	46.63	46.72
5	BG-10	29-08-22	12-09-22	14	11.79	25.0	15x30	826	46.74	

6	BG-10	29-08-22	12-09-22	14	11.83	25.0	15x30	827	46.80	
7	BG-30	29-08-22	12-09-22	14	12.11	24.0	15x30	820	46.40	
8	BG-30	29-08-22	12-09-22	14	12.15	24.0	15x30	822	46.52	46.46
9	BG-30	29-08-22	12-09-22	14	12.09	24.0	15x30	821	46.46	
10	BG-50	29-08-22	12-09-22	14	11.85	25.0	15x30	761	43.06	
11	BG-50	29-08-22	12-09-22	14	11.88	25.0	15x30	765	43.29	43.10
12	BG-50	29-08-22	12-09-22	14	11.83	25.0	15x30	759	42.95	

Sumber : Hasil Penelitian 2022

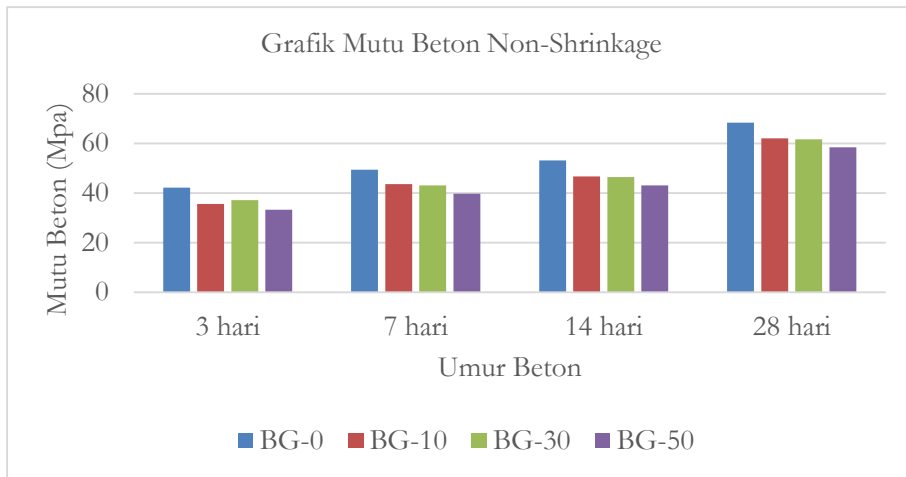
Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton 28 hari

No.	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	Berat Benda Uji (Kg)	Slump (Cm)	Dimensi Benda Uji (Cm)	Beban Hancur (Kn)	Tegangan Hancur (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
		Buat	Uji							
1	BG-0	29-08-22	26-09-22	28	10.83	24.0	15x30	1210	68.47	
2	BG-0	29-08-22	26-09-22	28	10.80	24.0	15x30	1205	68.19	68.45
3	BG-0	29-08-22	26-09-22	28	10.81	25.0	15x30	1214	68.70	
4	BG-10	29-08-22	26-09-22	28	12.08	25.0	15x30	1095	61.97	
5	BG-10	29-08-22	26-09-22	28	12.11	25.0	15x30	1098	62.14	62.04
6	BG-10	29-08-22	26-09-22	28	12.10	25.0	15x30	1096	62.02	
7	BG-30	29-08-22	26-09-22	28	11.95	24.0	15x30	1092	61.80	
8	BG-30	29-08-22	26-09-22	28	11.93	24.0	15x30	1090	61.68	61.70
9	BG-30	29-08-22	26-09-22	28	12.05	24.0	15x30	1089	61.63	
10	BG-50	29-08-22	26-09-22	28	11.83	25.0	15x30	1030	58.29	
11	BG-50	29-08-22	26-09-22	28	11.86	25.0	15x30	1031	58.34	58.40
12	BG-50	29-08-22	26-09-22	28	12.83	25.0	15x30	1035	58.57	

Sumber : Hasil Penelitian 2022

Secara lebih detail perbandingan mutu beton untuk masing-masing variasi campuran beton non-shrinkage dapat dilihat pada grafik 1.

Grafik 1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton



Sumber : Hasil Penelitian 2022

Dari grafik 1 dapat dilihat bahwa kuat tekan yang dihasilkan pada umur beton 28 hari untuk masing-masing variasi campuran yaitu 68,45 Mpa pada variasi tanpa penambahan agregat kasar, 62,04 Mpa pada variasi penambahan 10% agregat kasar, 61,70 Mpa pada variasi penambahan 30% agregat kasar dan 58,40 Mpa pada variasi penambahan 50% agregat kasar.

Dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat kasar pada campuran beton non-shrinkage akan berpengaruh terjadinya penurunan kuat tekan beton yang dihasilkan jika dibandingkan dengan hanya menggunakan material beton non-shrinkage saja. Selain itu, penambahan material agregat kasar juga dapat menekan penggunaan material beton non-shrinkage pada pekerjaan grouting yang tidak membutuhkan mutu yang tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

- 1) Dari syarat mutu material grouting yang disyaratkan pada pekerjaan grouting produk voided slab yaitu sebesar 40 Mpa, maka penambahan agregat kasar dengan ukuran 5-10 mm sebesar 50% dari berat material grouting yang mencapai mutu 58,40 Mpa pada umur beton 28 hari masih layak untuk digunakan;

- 2) Dengan adanya penambahan agregat kasar sebesar 50% dari berat material grouting maka akan sangat efektif mengurangi kebutuhan material semen instan yang cukup banyak.

4.2. Saran

Beberapa hal yang disarankan oleh penulis untuk pengembangan pada penelitian berikutnya yaitu :

- 1) Diketahui bahwa salah satu syarat beton grouting adalah beton yang tidak susut (non-shrinkage), maka perlu dilakukan uji susut terhadap beton grouting dengan penambahan material agregat kasar;
- 2) Nilai efektif kuat tekan beton dengan pencampuran batu screening 5-10 mm pada material beton non-shrinkage perlu dikonversi ke penggunaan biaya untuk mengetahui nilai biaya yang bisa dihemat;
- 3) Implementasi penggunaan material beton non-shrinkage dengan campuran agregat kasar sebaiknya tetap memperhatikan batasan mutu yang disyaratkan pada masing-masing pekerjaan grouting.

REFERENSI

- Wijaya, K., & Supartono, F. X. (2020). ANALISIS PENGARUH RANGKAK SUSUT BETON TERHADAP TEGANGAN DAN LENDUTAN BERDASARKAN BEBERAPA PERATURAN PADA JEMBATAN PRATEGANG. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(4), 1271-1282.
- Indonesia, S. N. (2016). *Spesifikasi beton struktural*. SNI-03-6880-2016.
- ASTM, C. (1999). 109/C 109 M-99,“. *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*,” *ASTM International, West Conshohocken, PA*.
- ASTM, C. C 348–2002,“. *Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars*”, *American Society for Testing and Materials Standard Practice C*, 348.
- ASTM, A. (2011). C496/C496M-17, Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens ASTM C-496. *West Conshohocken: ASTM International*.
- ASTM. (2003). ASTM-C 940-89: Standard test method for expansion and bleeding of freshly mixed grouts for preplaced-aggregate concrete in the laboratory.
- Nasional, B. S. (1989). SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam. *Jakarta: BSN*.
- Hermawan, A. R., & MULYA, E. S. (2014). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Campuran Agregat Dan Sikagrout 215. *Jurnal Poli-Teknologi*, 13(1).
- Meivishar, R. (2007). Optimalisasi Penambahan Split pada Sikagrout FM.
- Pratiwi, H., & Astutik, Y. S. (2020). STUDI KOMPARATIF KERUSAKAN BETON PADA STRUKTUR KOLOM YANG KEROPOS DENGAN METODE GROUTING. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(2), 92-103.
- Supriadi, A. E., & Nadia, N. (2013). STUDI ANALISIS LENTUR PADA BALOK TUMPUAN YANG MENGALAMI Pengeroposan BETON. *Konstruksia*, 4(2).
- Titania Ismail, S., & Putri, D. (2020). *Pengaruh Penggunaan Limbah Genteng Sebagai Subtitusi Kerikil Dan Sikagrout215 Sebagai Subtitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Penyerapan Beton* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).

- Nasional, B. S. (1998). SNI 03-4804-1998 (Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat). *BSN, Jakarta*.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1969-1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Nasional, B. S. (1996). SNI 03-4142-1996. *Metode Pengujian Jumlah Baban Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm)*.
- Lukens, R. P. (1981). ASTM E 171: Standard Specification for Standard Atmospheres for Conditioning and Testing Materials. *Annual ASTM Standards*, 41, 190-193.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 2493-2011: Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. *Dinas Pekerjaan Umum. Jakarta*.
- Indonesia, S. N. Indonesia 03-1971-2011. “. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*.
- Nasional, B. S. (2012). SNI ASTM C136: 2012: Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Jakarta: BSN*.