

Perbandingan Mix Desain Beton menurut SNI dengan Bina Marga terhadap Kuat Tekan SCC

Dwi Nurtanto^{1,*}, Hernu Suyoso¹, Nanin Meyfa Utami¹, Winda Tri Wahyuningtyas¹, Wiwik Yunarni W.¹

Departemen Teknik Sipil, Universitas Jember, Jember¹

Koresponden*, Email: dwinurtanto999@gmail.com

Info Artikel		Abstract
Diajukan	15 Januari 2019	<i>In this study, two design mixes used continuous gradation according to the Indonesian National Standard (SNI) and Bina Marga at self compaction concrete (SCC). SCC uses superplasticizer variations of about 0.9%, 1%, and 1.1% by weight of cement. The study conducted in the laboratory structure of the University of Jember. The specimens were cylindrical 10x20 cm and subjected to compression tests at 3 and 28 days. The results of the study at the age of 3 days showed a mixture of SNI concrete and Bina Marga Concrete with the addition of 0.9% superplasticizer, which has the highest compressive strength. At 28 days, the addition of 0.9% superplasticizer in the SNI Concrete mixture and the addition of 1% superplasticizer in the Bina Marga Concrete mixture has the highest compressive strength</i>
Diperbaiki	12 Juli 2020	
Disetujui	3 Agustus 2020	

Keywords: high quality, SCC, compressive strength, gradation

Abstrak
Dalam penelitian ini, dua mix desain menggunakan gradasi menerus menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Bina Marga pada *Self Compaction Concrete* (SCC). SCC menggunakan variasi superplasticizer sekitar 0,9%, 1%, dan 1,1% dari berat semen. Penelitian dilakukan di laboratorium struktur Universitas Jember. Spesimen berbentuk silindris 10x20 cm dan dikenai uji kompresi pada umur 3 dan 28 hari. Hasil penelitian pada usia 3 hari menunjukkan campuran beton SNI dan Beton Bina Marga dengan penambahan 0,9% *superplasticizer* yang memiliki kekuatan tekan tertinggi. Pada 28 hari, penambahan 0,9% *superplasticizer* dalam campuran Beton SNI dan penambahan 1% *superplasticizer* dalam campuran Beton Bina Marga memiliki kekuatan tekan tertinggi.

Kata kunci: mutu tinggi, SCC, kuat tekan, gradasi

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan infrastruktur terus berkembang, akomodasi, seperti halnya pembangunan jalan tol, jembatan, MRT, yang membutuhkan beton mutu tinggi dalam pembangunannya. Beton mutu tinggi memiliki durabilitas dan kepadatan yang lebih tinggi daripada beton normal. Kekuatan beton dipengaruhi oleh nilai faktor air semennya (fas). Nilai fas yang rendah akan memiliki kuat tekan yang tinggi namun menurunkan *workability* beton tersebut [1].

SCC mampu mengalir dengan beratnya sendiri, mampu mengisi cetakan dengan baik dan mencapai pematatan sempurna meskipun pada pekerjaan dengan penulangan yang rapat [2][3], sehingga dapat disimpulkan SCC memiliki *workability* tinggi [4], pematatan dan mampu memenuhi tempat tanpa alat bantu sehingga beton SCC mampu menutupi kekurangan dari beton mutu tinggi yang memiliki fas kecil sehingga sulit dalam pematatannya [5][6].

Material/bahan pembentuk beton adalah campuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, air, agregat kasar, dan agregat halus dengan perbandingan yang baik [7]. Agregat kasar adalah salah satu komposisi beton dimana agregat kasar yang biasa digunakan adalah batu pecah dengan ukuran

bervariasi dan memiliki tingkat keausan yang berbeda-beda [8][9][10], penggunaan agregat kasar secara seragam dan menerus berpengaruh terhadap kuat tekan beton [11][12]. Agregat menerus memiliki keuntungan dimana dapat mengisi pori-pori beton dan lebih padat dikarenakan ukuran bermacam-macam sehingga saling mengisi [13][14][15].

Dari tinjauan tersebut, pada penelitian ini pengaruh penggunaan agregat menerus menurut SNI [16] dan spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan [17] pada beton SCC, sehingga akan berdampak baiknya mutu yang digunakan. Beton SCC direncanakan dengan kuat tekan 50 MPa pada umur 28 hari dengan benda uji silinder Ø10x20 cm.

2. Metode

Dari referensi pengujian sebelumnya ada tiga macam metode yang dianggap dapat mewakili ketiga kriteria *workability*, yaitu:

Slump-flow

Slump-flow test dipakai untuk menentukan “*filling ability*” baik di laboratorium maupun di lapangan [18] dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi *workabilitas* beton berdasarkan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan

besaran diameter yaitu antara 60cm-75cm. Kriteria yang umum dipakai untuk penelitian *workabilitas* beton SCC berdasarkan tipe kontruksi adalah sebagai berikut:

- Untuk kontruksi vertikal, disarankan menggunakan *slump-flow* antara 65 cm sampai 70 cm.
- Untuk kontruksi horisontal disarankan menggunakan *slump-flow* antara 60 cm sampai 65 cm.

L-shape Box

L-shape Box dipakai untuk mengetahui kriteria “*passing ability*” dari beton SCC [18]. Dengan menggunakan *L-Box* dapat diketahui kemungkinan adanya *blocking* beton segar saat mengalir dan dapat dilihat *viskositas* beton segar yang bersangkutan. Dengan *L-Box* test akan didapat *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan antara H2/H1. Untuk test ini kriteria yang umum dipakai baik untuk tipe konstruksi vertikal maupun horisontal disarankan mencapai nilai *blocking ratio* antara 0,8 sampai 1,0.

V-funnel

V-funnel dipakai untuk mengukur *viskositas* beton SCC dan sekaligus mengetahui “*segregation resistance*” [18]. Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut ujung bawah alat ukur *V-funnel* diukur dengan besaran waktu antara 6 detik sampai maksimal 12 detik.

Metode Pengujian Beton Keras

Standart Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang dapat menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh alat uji kuat tekan [19].

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

dimana:

f_c' = kuat tekan (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang (mm²)

3. Hasil dan Analisa

Dari pengujian di laboratorium, data-data agregat halus dan agregat kasar digambarkan pada **Tabel 1**, dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
Keausan Batu Pecah	24,69	%
Berat Jenis	2,93	-
Resapan Air	0,81	%
Bidang Pecah Tertahan Ayakan No.4	96,93	%
Volume Batu Pecah	1423	kg/m ³
Kelembaban	0,54	%

Tabel 2. Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
Kelembapan	1,62	%
Berat Jenis	2,75	-
Air Resapan	2,51	%
Berat Volume	1295	kg/m ³
Analisa Saringan	Zona 2	-

Mix Design

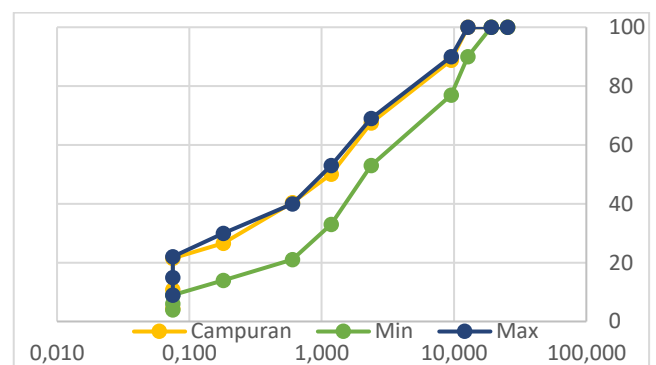
Rancangan campuran (*mix design*) *Self Compacting Concrete* (SCC) yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian ini adalah mix desan menurut SNI dan Bina Marga perkerasan lentur AC-WC.

Desain campuran komposisi beton menurut SNI dimana ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah maksimal 10 mm dengan fas 0,3. Didapatkan poporsi campuran sesuai **Tabel 3**.

Tabel 3. Proporsi Campuran Beton Per Benda Uji (SNI)

Variasi	Kode	Air (L)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	SP (L)
0,9% SP	S1	0,33	1,1	1,20	1,20	0,01
1% SP	S2	0,33	1,1	1,20	1,20	0,011
1,1% SP	S3	0,33	1,1	1,20	1,20	0,012

Desain campuran komposisi beton menurut Bina Marga untuk perkerasan lentur laston AC-WC digunakan agregat NA (*Natural Aggregate*), MA (*Medium Aggregate*), dan FA (*Fine Aggregate*).



Gambar 1. Grafik Batas Agregat Gradasi Menerus Sesuai Batas Laston AC-WC.

Gambar 1 menunjukkan gradasi agregat yang dipakai sesuai dengan gradasi menerus batas laston AC-WC.

Desain campuran komposisi beton menurut Bina Marga dengan ukuran agregat maksimal 10 mm dengan fas 0,3. Didapatkan poporsi campuran sesuai **Tabel 4**.

Tabel 4. Proporsi Campuran Beton Per Benda Uji (Bina Marga)

Variasi	Kode	Air (L)	Semen (Kg)	MA (Kg)	NA (Kg)	FA (Kg)	SP (L)
0,9%SP	B1	0,33	1,1	1,18	0,83	0,35	0,01
1%SP	B2	0,33	1,1	1,18	0,83	0,35	0,011
1,1%SP	B3	0,33	1,1	1,18	0,83	0,35	0,012

Setelah proses pengecoran selanjutnya adalah pengujian beton segar. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton segar SCC dengan penggunaan variasi *superplasticizer*.

Beton Segar

Pada **Tabel 5** ditunjukkan hasil pengujian beton segar mengenai *passing ability*, *viscosity* dan *slump flow*.

Tabel 5. Hasil Pengujian Beton Segar

Kode	<i>V-funnel</i>	<i>L-Box</i>	<i>Slump Flow</i>	
	T (s) (7-13)	PA (cm) (0.8-1)	T50 (s) (3-6)	Dmax (cm) (55-85)
S1	11,50	0,92	6,46	80
S2	7,93	1,00	5,76	80
S3	7,71	0,97	4,61	80
B1	11,59	0,90	5,01	80
B2	7,78	0,90	4,89	85
B3	7,79	1,00	4,92	80

Menurut *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*, 2015, untuk pengujian *slump flow*, semua beton termasuk kelas SF3, untuk pengujian *passing ability* (L-Box) semua beton termasuk kelas PA2, dan untuk pengujian *Viscosity*, beton S2,S3, B2 dan B3 termasuk kelas VF1 (dibawah 8 detik), beton S1 dan B1 termasuk kelas VF2 (diatas 8 detik). [18]



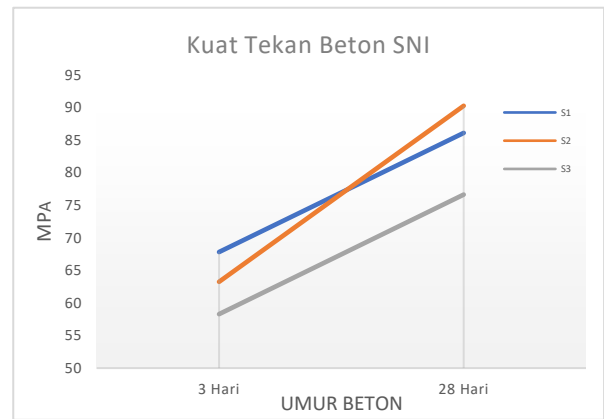
Gambar 2. Pengujian Beton Segar (a)V-Funnel, (b) L-Box, (c) Slump Flow

Kuat Tekan

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton SNI

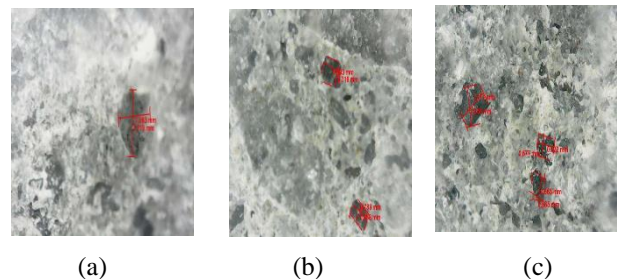
Kode	Kuat Tekan Rata Rata	
	3 hari	28 hari
S1	67,815	86,098
S2	63,246	90,265
S3	58,282	76,634

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 3. Kuat Tekan Rata-rata Beton SNI

Tabel 6 dan **Gambar 3** menunjukkan kuat tekan beton SNI. Semua campuran kuat tekan rata-rata melebihi dari kuat tekan rencana, 50 Mpa. Pada umur 3 hari, kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton S1 (67,815 Mpa), beton dengan bahan tambahan additive *superplasticizer* sebesar 0,9%. Pada beton segar, beton S1 nilai *V-funnel* dan *Slump Flow* mempunyai nilai yang tertinggi dibandingkan dengan campuran lainnya. Pada umur 28 hari, kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton S2 (90,265 MPa), beton dengan bahan tambahan additive *superplasticizer* sebesar 1%. Berdasarkan **Gambar 4**, Hasil pengamatan permukaan beton dengan alat mikroskop digital dapat diketahui bahwa beton S1 memiliki dua rongga pori sebesar 2,194 mm dan 2,567 mm serta 2,174 mm dan 2,139 mm. Beton S2 dapat diamati dengan mikroskop digital memiliki 2 rongga pori dengan diameter rongga 0,803 mm dan 0,716 mm serta rongga kedua dengan diameter 0,783 mm dan 0,588 mm. Beton S3 dengan menggunakan mikroskop digital mempunyai rongga paling banyak bila dibandingkan dengan beton S1 dan S2 , terdapat 6 rongga pori dengan diameter rata-rata sebesar 0,440 mm, dan rongga – rongga kecil. Selain rongga, bentuk permukaan beton yang hancur pada S3 lebih kasar bila dibandingkan dengan beton S1 dan S2, ini menunjukkan reaksi ikatan antar elemen penyusun beton masih belum sempurna bila dibandingkan dengan S1 dan S2. Berkurangnya porositas atau jumlah pori yang lebih sedikit mempengaruhi kuat tekannya beton semakin meningkat[20].

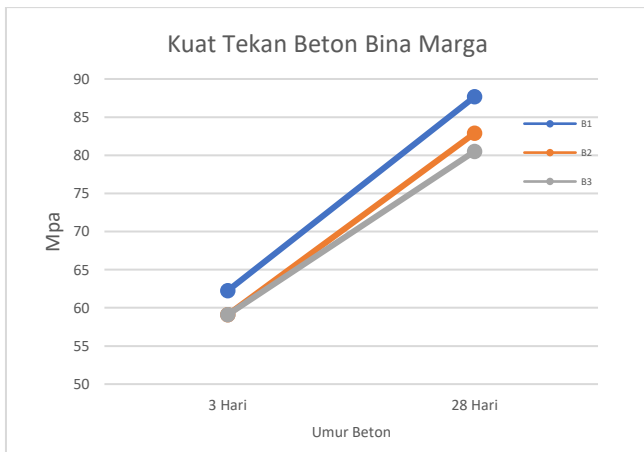


Gambar 4. Mikroskop Digital pada Beton SNI pada umur 28 hari, (a)S1, (b)S2, (c)S3

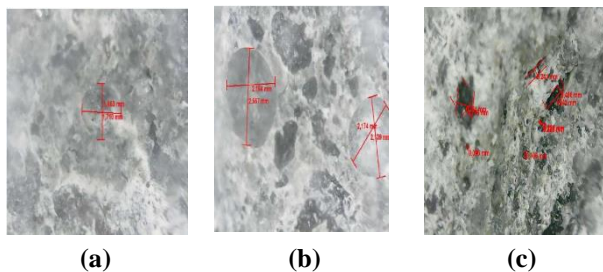
Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton Bina Marga

Kode	Kuat Tekan Rata Rata	
	3 hari	28 hari
B1	62,256	87,657
B2	59,108	82,887
B3	59,110	80,512

Sumber: Hasil Penelitian



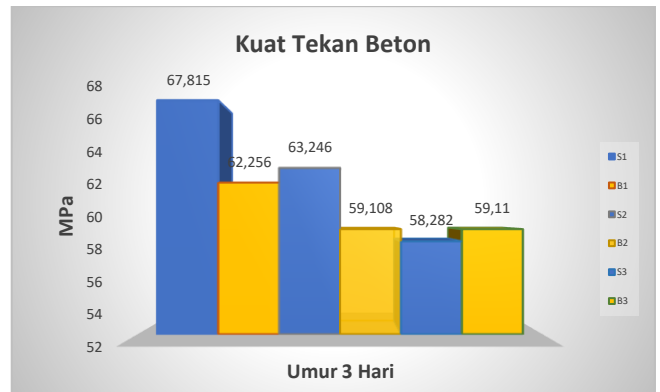
Gambar 5. Kuat Tekan Rata-rata Beton Bina Marga



Gambar 6. Mikroskop Digital pada Beton Bina Marga pada umur 28 hari, (a)B1, (b)B2, (c)B3

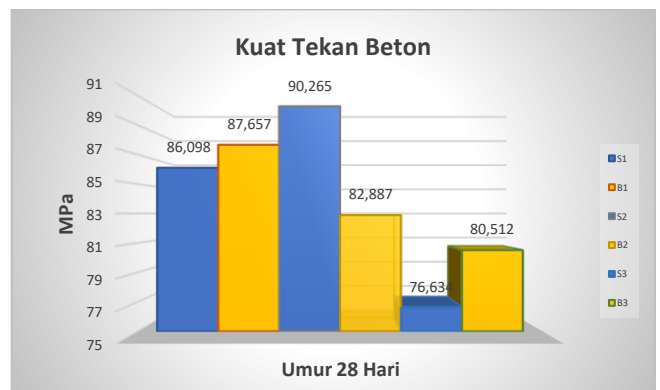
Tabel 7 dan Gambar 4 menunjukkan kuat tekan beton Bina Marga. Semua campuran kuat tekan rata-rata melebihi dari kuat tekan rencana, 50 Mpa. Pada umur 3 hari, kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton B1 (62,256 Mpa), beton dengan bahan tambahan additive *superplasticizer* sebesar 0,9%. Pada beton segar, beton B1, Tabel 5, nilai *V-funnel* dan *Slump Flow* mempunyai waktu yang lebih lama dibandingkan dengan campuran lainnya, ini menyebabkan nilai *segregation*nya lebih rendah dibanding dengan beton lainnya. Pada umur 28 hari, kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton B1 (87,657 MPa), beton dengan bahan tambahan additive *superplasticizer* sebesar 0,9%. Berdasarkan Gambar 6, hasil pengamatan dengan mikroskop digital beton B1 memiliki diameter rongga pori sebesar 1,463 mm

dan 1,710 mm. Beton S2 memiliki diameter rongga pori 1,363 mm dan 1,719 mm. Beton S3 memiliki rongga yang lebih banyak sebanyak 3 rongga, rata-rata diameter rongga pori sebesar 1,599 mm dan mempunyai permukaan yang lebih kasar dibandingkan beton B1 dan B2. Semakin banyak jumlah pori tertutup dalam beton, dan semakin sedikit jumlah pori terbukanya, maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan .[21]



Gambar 7. Kuat Tekan Rata-Rata Beton SNI dan Bina Marga Umur 3 hari

Gambar 7. Menunjukkan kuat tekan rata-rata dari beton SNI dan beton Bina Marga pada umur 3 hari. Dengan variasi bahan tambahan additive *superplasticizer* yang sama Beton SNI mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton Bina Marga, kecuali dengan penambahan additive *superplasticizer* sebesar 1,1%. Dari hasil pengujian beton segar pada Tabel 5., yang memiliki nilai waktu *V-Funnel* dan *Slump Flow* yang lebih lama mempunyai kuat tekan lebih tinggi di umur awal beton.



Gambar 8. Kuat Tekan Rata-Rata Beton SNI dan Bina Marga Umur 28 hari

Gambar 8. Menunjukkan kuat tekan rata-rata dari beton SNI dan beton Bina Marga pada umur 28 hari. Dengan variasi

bahan tambahan additive *superplasticizer* yang sama Beton Bina Marga mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton SNI, kecuali dengan penambahan additive *superplasticizer* sebesar 1%. Dari hasil pengamatan beton pada umur 28 hari dengan alat mikroskop digital menunjukkan jumlah dan diameter porositas mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin sedikit jumlah dan semakin kecil diameter porositas dalam beton akan semakin tinggi kuat tekan beton. [20][21]

Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton SNI dan Beton Bina Marga melebihi kuat tekan rencana, $f_c' = 50$ Mpa. Beton SNI dan Beton Bina Marga dalam Beton SCC mempunyai karakteristik kuat tekannya yang berbeda beda. Gradasi yang baik adalah gradasi yang menerus dimana seluruh ukuran butiran terdapat dalam agregat tersebut sehingga menciptakan butiran yang heterogen. Butiran yang heterogen akan mampu untuk menempatkan posisi untuk saling mengisi rongga-rongga yang kosong sesuai dengan ukurannya daripada butiran homogen.[10][9][13].

4. Simpulan

Dari hasil analisa dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Beton SNI dan Beton Bina Marga dengan penambahan *superplasticizer* 0,9%, 1% ,dan 1,1% memenuhi syarat sebagai *Self Compacting Concrete* (SCC).
- b) Hasil uji kuat tekan SCC umur 28 pada beton SNI dan beton Bina Marga melebihi kuat tekan rencana, 50 Mpa.

Daftar Pustaka

- [1] H. Suyoso, D. Nurtanto, W. Yunarni, and U. Khazinatin, "Karakteristik Beton Mutu Tinggi dengan beberapa faktor air semen," *Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur – I*, 2017, p. 1–8.
- [2] F. Aslani, S. Nejadi, and B. Samali, "Instantaneous and time-dependent flexural cracking models of reinforced self-compacting concrete slabs with and without fibres," *Comput. Concr.*, vol. 16, no. 2, p. 223–243, 2015, doi: 10.12989/cac.2015.16.2.223.
- [3] M. Mazloom and M. Mehrvand, "Estimating of Torsional Capacity of Self Compacting concrete Beams," *Amirkabir J. Sci. Res. (Civil Environ. Eng. (AJSR - CEE))*, vol. 47, no. 1, p. 13–15, 2015.
- [4] W. C. Tang, P. C. Ryan, H. Z. Cui, and W. Liao, "Properties of Self-Compacting Concrete with Recycled Coarse Aggregate," *Adv. Mater. Sci. Eng.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/2761294.
- [5] R. López, Anahí & Tobes, J.M. & Giaccio, G. & Zerbino, "Advantages of mortar-based design for coloured self-compacting concrete," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 31, no. 10, p. 754–761, 2009.
- [6] Prakash Nanthagopalan and M. Santhanam, "Fresh and hardened properties of self-compacting concrete produced with manufactured sand," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 33, no. 3, p. 353–358, 2011.
- [7] D. P. Boedi Wibowo, Endang Kasiati, Triaswati Triaswati, "Pengaruh Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, 2012.
- [8] X. Yu and L. Sun, "Strength, microstructure, and thermal conductivity of the insulation wallboards prepared with rice husk fiber and recycled concrete aggregates," *PLoS One*, vol. 13, no. 9, p. 1–12, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0203527.
- [9] A. . Basid and Y. W, "Pengaruh Variasi Gradasi Agregat (Slag) Terhadap Kuat Tekan, Porositas Dan Kuat Tarik Belah Beton," *J. Media Tek. Sipil*, vol. 12, no. 1, 2014, doi: 10.22219/jmts.v12i1.2035.
- [10] D. A. Hamid, S. As'ad, and E. Safitri, "Pengaruh Penggunaan Agregat Daur Ulang Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Berkinerja Tinggi Grade 80," *J. Matrik Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, p. 43, 2014.
- [11] A. Junaidi, "Daur Ulang Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton," *J. Penelit. dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [12] Amiruddin, Ibrahim, and I. Sulianti, "Pengaruh Perubahan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Terhadap Jumlah Semen Untuk Pembuatan Beton Scc Dengan Bahan Tambah Sp430 Dan Rp260," *PILAR*, vol. 10, no. 2, p. 147–153, 2014.
- [13] R. Bayuaji, "Studi Kuat Tekan Beton Porus sebagai Material Alternatif Batu Bata dengan Metode Taguchi," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 1, 2014.
- [14] I. G. P. Raka, Tavio, and D. Tripriyono, "Beton Agregat Ringan Dengan Substitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar," *Konf. Nas. Tek. Sipil 4 (KoNTekS 4)*, vol. 4, no. KoNTekS 4, p. 173–180, 2010.
- [15] D. Nurtanto, "Kontribusi Kuat Lentur Polikarbonat Pada Pelat Beton Berpori," *J. Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 4, p. 1–6, 2017.
- [16] Badan Standardisasi Nasional-BSN, "SNI 03-3449 Tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan," 2002.
- [17] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan

Jembatan (General Specifications of Bina Marga 2018 for Road Works and Bridges),” no. September, 2018.

- [18] EFNARC, “Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete,” *Rep. from EFNARC*, vol. 44, no. February, p. 32, 2002, doi: 0 9539733 4 4.
- [19] Badan Standardisasi Nasional-BSN, “SNI 1974 : Standar Nasional Indonesia Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder Badan Standardisasi Nasional,” 2011.
- [20] P. Risdanareni, J. J. Ekaputri, and Triwulan, “The Influence of Alkali Activator Concentration to Mechanical Properties of Geopolymer Concrete with Trass as a Filler,” *Mater. Sci. Forum*, vol. 803, pp. 125–134, 2014.
- [21] O. A. Abdulkareem, M. M. A. B. Abdullah, K. Hussin, and K. N. Ismail, “Effects of Lightweight Aggregate Size and Grading on the Residual Strength of Lightweight Geopolymer Concrete Exposed to Elevated Temperature,” *Mater. Sci. Forum*, vol. 803, pp. 3–10, 2014.