

Penggunaan Bola *Styrofoam* sebagai Agregat Halus pada *Lightweight Self Compacting Concrete*

ACHMAD FAUZI¹, BERNARDINUS HERBUDIMAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email : ahmad2001.af@gmail.com

ABSTRAK

Hasil penelitian scc dengan campuran normal dan penggunaan bola styrofoam d 1-2 40% sebagai pasir pada agregat halus pada pengujian berat jenis dan kuat tekan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Nilai berat jenis pada scc dengan campuran normal pada umur 28 hari sebesar 2.315 Kg/m³ dan substitusi bola styrofoam 40% pada umur 28 hari sebesar 2,111 Kg/m. Nilai kuat tekan pada scc dengan campuran normal pada umur 28 hari sebesar 31.94 MPa dan substitusi bola styrofoam 40% pada umur 28 hari sebesar 22.800 MPa. Pada penelitian ini memenuhi kuat tekan beton struktural minimal kuat tekan 17 MPa, pada standar beton ringan tidak memenuhi menurut SNI 2487:2013.

Kata kunci: *Lightweight Self Compacting Concrete, Styrofoam, Berat Jenis, Kuat Tekan*

ABSTRACT

The results of the SCC study with a normal mixture and the use of d 1-2 40% Styrofoam balls as sand in fine aggregate in the specific gravity and compressive strength tests at the age of 7 days, 14 days, and 28 days. The specific gravity value in the SCC with a normal mixture at the age of 28 days was 2,315 Kg / m³ and the substitution of 40% Styrofoam balls at the age of 28 days was 2,111 Kg / m³. The compressive strength value in the SCC with a normal mixture at the age of 28 days was 31.94 MPa and the substitution of 40% Styrofoam balls at the age of 28 days was 22,800 MPa. In this study, it meets the minimum compressive strength of structural concrete of 17 MPa, but the lightweight concrete standard does not meet SNI 2487: 2013.

Keywords: *Lightweight Self Compacting Concrete, Styrofoam, Specific Gravity, Compressive Strength*

1. PENDAHULUAN

Pengembangan *lightweight self compacting concrete* menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi konstruksi dan mengurangi beban struktur, *lightweight* memiliki keunggulan berupa berat jenis yang lebih rendah, sedangkan *self compacting concrete* memiliki kemudahan dalam pengerjaan tanpa harus pemadatan mekanis. Salah satu material alternatif yang dapat digunakan sebagai agregat ringan adalah *styrofoam*. Beton yang dibuat dengan penambahan *Styrofoam* dapat disebut Beton-*Styrofoam* (*Styrofoam concrete*). *Styrofoam* mempunyai berat jenis sangat kecil. Penggunaan *Styrofoam* dalam beton ringan dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar, atau sebagai pengganti agregat halus. Namun, penggunaan *styrofoam* berpotensi memengaruhi sifat mekanis beton. Maka dari itu, perlu dilakukannya kajian eksperimental untuk mengetahui pengaruh *styrofoam* terhadap sifat *self compacting concrete*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Ringan (*lightweight self compacting concrete*)

Beton ringan (*Lightweight Concrete*) merupakan beton dengan agregat dan berat volume yang setimbang (*equilibrium density*). Dan untuk mendapatkan berat isi beton yang ringan, salah satu metodenya dengan melakukan standarisasi yang sesuai dimana agregat ringan berfungsi sebagai agregat pada beton. Menurut SNI 2487:2013, beton dapat digolongkan sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 kg/m^3 . *Self-Compacting Concrete* merupakan beton yang mampu mengalir dan memadat sendiri tanpa menggunakan alat vibrator, sehingga dapat mengisi cetakan dan ruang dengan tulangan rapat secara optimal. Konsep SCC pertama kali dikembangkan di Jepang pada awal tahun 1980-an dan berhasil diaplikasikan dalam bentuk prototipe pada tahun 1988 (Okamura & Ouchi, 2003). Beton ini memiliki tingkat kelecakan (*workability*) yang tinggi, sehingga mampu mencapai pemadatan penuh tanpa segregasi, menjadikannya efektif untuk konstruksi dengan geometri kompleks dan kepadatan tulangan tinggi (EFNARC, 2005).

2.2 Komposisi *Self-Compacting Concrete*

Komposisi pada campuran *Self-Compacting Concrete* berbeda dengan komposisi pada campuran konvensional. Perbedaan ini tidak hanya terletak pada powder *Self-Compacting Concrete* dan semen pada beton konvensional sebagai bahan pengikat, tetapi juga pada proporsi agregat kasar. Proporsi agregat kasar pada *Self-compacting concrete* lebih sedikit jika dibandingkan dengan agregat pada beton konvensional yang proporsinya lebih banyak. Campuran *self-compacting concrete* yang digunakan mengacu pada penelitian Okamura dan Ouchi yaitu mengurangi agregat halus sebesar 40% dari volume silinder, rasio water/powder, menggunakan *superplasticizer* dan mengurangi agregat kasar sebesar 50% dari berat isi padat agregat kasar.

2.2.1 *Fly Ash*

Berdasarkan (SNI 2640:2014), mendefinisikan *fly ash* batubara adalah abu terbang residu halus yang dihasilkan dari pembakaran atau pembubukan batubara dan di transportasikan oleh aliran udara panas. Pada intinya *fly ash* batubara mengandung unsur kimia antara lain Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3), Fero Oksida (Fe_2O_3) dan Kalsium Oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu Magnesium Oksida (MgO), Titanium Oksida (TiO_2), Alkaline (Na_2O dan K_2O), Sulfur Trioksida (SO_3), Fosfor Oksida (P_2O_5) dan Karbon (Anonim, 2008). Menurut (Djwantoro, 2001) menjelaskan, sebenarnya *fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, Oksida Silika yang terkandung di dalam *fly ash* batubara akan bereaksi secara kimia dengan Kalsium Hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan akan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat.

2.2.2 *Superplasticizer*

Berdasarkan (ASTM C494 dan British Standard 5075) *superplasticizer* merupakan bahan tambah kimia yang digunakan untuk mengurangi penggunaan air, sehingga dapat menghasilkan adukan dengan nilai faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama. Hal ini mengakibatkan kuat tekan beton akan menjadi lebih tinggi. Dalam penelitian ini digunakannya *superplasticizer* dari produk PT. Sika INDONESIA dengan merek Sika ViscoCrete-3115 N. Sika ViscoCrete-3115 N ini merupakan generasi ketiga untuk beton dan mortar. Pengembangan ini terutama untuk beton dengan kemampuan mengalir tinggi dengan *workability* yang sangat baik.

2.2.3 Bola *Styrofoam*

Styrofoam merupakan polimer sintetis berbahan dasar polystyrene (poli-feniletena) yang berasal dari monomer styrene hasil perengkahan minyak bumi. Material ini termasuk termoplastik yang bersifat ringan, tahan terhadap asam dan basa, namun memiliki daya ikat dan daya serap air yang rendah. *Styrofoam* berbentuk foam diperoleh melalui pemanasan polystyrene yang mengandung hidrokarbon volatil sehingga butiran mengembang saat terkena uap panas (Cowd, 1991). Dalam penelitian ini digunakan butiran *styrofoam* berdiameter 1–2 mm sebagai substitusi agregat halus dan 6–7 mm sebagai substitusi agregat kasar.

2.3 *Slump Flow Test Self-Compacting Concrete*

Menurut SNI 9024-2021 cara uji *slump flow self-compacting concrete* dengan kerucut yang dibalik dengan ukuran agregat maksimum 25 mm meliputi peralatan yang digunakan, proses pengujian dan pengukuran hasilnya. Beton yang pada saat pengecoran mengalir yang menghasilkan padat dan bebas dari segregasi tanpa melakukan pemadatan mekanis.

2.4 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan besarnya nilai beban tekan per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu (SNI 03- 1974-1990)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada pencampuran beton SCC (*Self Compacting Concrete*) adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus dari pasir Garut.
2. Agregat kasar dengan ukuran maksimal 10 mm
3. Sement portland dengan merek tiga roda.
4. Air dari laboratprium Institut Teknologi Nasional Bandung.
5. *Fly ash* dari PLTU Paiton dengan tipe F
6. *Superplasticizer* dengan merek Sika ViscoCrete 3115 N.
7. Bola *styrofoam* d 1-2 mm dan bola *styrofoam* d 6-7 mm

3.2 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai bahan yang akan digunakan saat dalam pengujian, sehingga bahan yang akan digunakan sesuai dengan perencanaan dan sesuai dengan mutu SNI. Pengujian yang dilakukan diantaranya berat jenis semen 3.129 gram/cm³ dan *fly ash* berat jenis 2.688 gram/cm³, agregat kasar analisa saringan sebesar 3.258% dan halus yaitu pengujian analisa saringan sebesar 6.135 % , berat jenis, berat isi agregat kasar 1.228 gram/cm³ berat isi agregat halus sebesar 1.572 gram/cm³, kadar air agregat kasar 3.574% dan kadar air agregat halus 3.708%, dan kadar lumpur agregat halus 4.605% dan kadar lumpur agregat kasar 0.427%, bola *styrofoam* d 1-2 berat jenis sebesar 0.014 gram/cm³ dan bola *styrofoam* d 6-7 berat jenis 0.0089 gram/cm³.

3.2 Hasil Perhitungan *Mix Design*

Berdasarkan *mix design* yang sudah direncanakan untuk beton silinder dengan kuat tekan rata-rata rencana sebesar 25 MPa, dengan substitusi parsial *Styrofoam* D 1-2 mm terhadap pasir sebagai agregat halus dan substitusi parsial *Styrofoam* D 6-7 mm terhadap batu pecah sebagai agregat kasar. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai mutu beton yang terbaik pada beton memadat sendiri dalam *workability* dan kuat tekan beton.

Tabel 2. Mix Design campuran beton normal (0%)

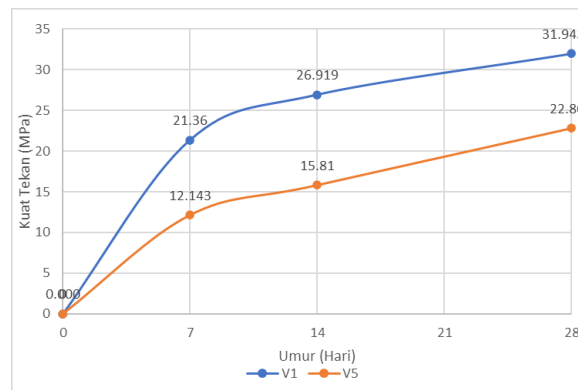
VARIASI 1	(100% Pasir ; 100% BP)				Vol. Silinder	0.00157
Campuran Beton	Substitusi Parsial (%)	Proporsi Campuran (Kg/m ³)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Volume (m ³)	Silinder (Kg)	Silinder dikali Safety (Kg)
Semen		448.42	3128	0.143	0.704	0.845
Fly Ash		96.19770904	2685	0.036	0.151	0.181
Air		213	1000	0.213	0.335	0.401
Sp		11.21052632	1045	0.011	0.018	0.021
Agregat Halus	100	688.9721715	2564	0.269	1.082	1.299
Styrofoam D1-2 mm		0			-	-
Agregat Kasar	100	802.368165	2602	0.308	1.260	1.512
Styrofoam D6-7 mm					-	-
Udara Terperangkap				0.020	-	-
Total Kebutuhan		2,260		1.0	3.550	4.26

Tabel 2. Mix Design campuran bola Styrofoam d 1-2 mm (40%)

VARIASI 5	(60% Pasir ; 40% Styrofoam D 1-2 mm ; 100% Batu Pecah)				Vol. Silinder	0.00157
Campuran Beton	Substitusi Parsial (%)	Proporsi Campuran (Kg/m ³)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Volume (m ³)	Silinder (Kg)	Silinder dikali Safety (Kg)
Semen		448.42	3129	0.143	0.704	0.845
Fly Ash		96.19770904	2685	0.036	0.151	0.181
Air		213	1000	0.213	0.335	0.401
Sp		11.21052632	1045	0.011	0.018	0.021
Agregat Halus	60	413.3833029	2564	0.161	0.649	0.779
Styrofoam D1-2 mm	40	1.777	14.2	0.125	0.003	0.003
Agregat Kasar	100	802.36816	2602	0.308	1.260	1.512
Styrofoam D6-7 mm					-	-
Udara Terperangkap				0.020	-	-
Total Kebutuhan		1,986		1.0	3.120	3.74

3.2 Hasil Penelitian

Hasil pengujian kuat tekan perbandingan beton normal dan beton campuran *styrofoam* d 1-2 mm 40% dapat dilihat pada **Gambar 1**



Gambar 1, Kuat Tekan Self Compacting Concrete Penggunaan Bola Styrofoam D 1-2 mm Sebagai Terhadap pasir Sebagai Agregat Halus

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian menunjukan pada pengujian *slump flow test* pada penggunaan substitusi beton normal didapatkan nilai *slump flow* sebesar 52.5 cm dan pada penggunaan substitusi *styrofoam* d 1-2 mm 40% mendapatkan nilai 41 cm. Pada pengujian berat jenis dengan penggunaan substitusi beton normal dipatkan pada umur 28 hari sebesar 2.315 Kg/cm³, dan pada penggunaan substitusi *styrofoam* d 1-2 mm 40% didapatkan pada umur 28 hari sebesar 2.111 Kg/cm³. Meninjau hasil kuat tekan beton *self compacting concrete* pada penggunaan substitusi normal pada umur 28 hari didapatkan sebesar 31.94 MPa dan pada penggunaan *styrofoam* d 1-2 mm 40% pada umur 28 hari didapatkan sebesar 22.800 MPa. Pada penelitian ini untuk nilai *slump flow test* pada substitusi normal dapat masuk terhadap beton scc berdasarkan SNI 9024:2021, namun pada substitusi bola *styrofoam* d 1-2 mm 40% tidak memasuki terhadap berat jenis scc. untuk berat jenis tidak memasuki standar beton namun pada kuat tekan beton pada umur 28 hari dapat memenuhi kuat tekan beton minimal 17MPa untuk klasifikasi beton ringan struktural berdasarkan SNI 2487:2013.

DAFTAR RUJUKAN

- Agusri, M. R., & Hartoyo, P. (2021). *Pengaruh cangkang kerang sebagai substitusi agregat kasar dengan bahan tambah superplasticizer pada kuat tekan beton* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Agustin, C. P., Helmi, M., Noorhidana, V. A., & Isneini, M. (2025). Pengaruh Styrofoam sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar terhadap Sifat Mekanik Self-compacting Concrete (SCC). *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 405-416.
- Fendria, R., Irwan, I., & Sumantri, A. (2024). Desain Beton High Early Strength (HES) dengan Campuran Superplasticizer. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Arsitektur (JITAS)*, 3(1), 18-26.
- Khanafi, M. Y. (2023). *Analisis sifat-sifat mekanis beton self compacting concrete (SCC) dengan penambahan filler abu eceng gondok* (Master's thesis, Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia)).
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-compacting concrete. *Journal of advanced concrete technology*, 1(1), 5-15.
- Priyono, Y. J., & Nadia, N. (2014). Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia*, 5(2).
- Rismana, E., Sambowo, K. A., & Musalamah, S. (2022). Uji Kuat Tekan Bata Beton Untuk Pasangan Dinding Dengan Campuran Limbah Styrofoam (Expanded Polystyrene). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 18-25.
- Riyawan, E., & Olivia, M. (2013). Pengaruh Gradasi Agregat Kasar Lempung Bakar pada Beton Ringan. *Jurnal Teknobiologi*, 4(2), 109-112.
- Siahaan, N. S. M., Sumajouw, M. D., & Mondoringin, M. R. (2020). Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 635-644.

- Tafonao, G. J. P. (2025). PENGARUH PENGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN PASTA DAN MORTAR.
PT Sika Indonesia, Sika ViscoCrete-3115 N Technical Data Sheet
<https://share.google/Fy3yAwg1OqJjWOPMR>
- SNI 03-4804-1998, 1998, Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam
<https://share.google/iOBshxOIDMxHVZZuK>
- SNI 03-1968-1990, 1990, Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.<https://share.google/aLa6KvhDtqqypqTKt>
- SNI 1971:2011, 2011, Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan.<https://share.google/nFiFBSJn6DD6vYpFA>
- SNI 1974:2011, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder<https://share.google/ys7sU8extraEYtW3J3>
- SNI 9024:2021, 2021, Cara Uji Slump Flow pada Beton Memadat Sendiri
<https://share.google/G91DwClBeRa3JvIYy>
- SNI 03-2487: 2013, persyaratan beton struktural untuk beton ringan
<https://share.google/YQ3YABRci5r4hzJST>