

## Studi Kuat Tekan *Self Compacting Concrete* Dengan Campuran Limbah Karbit Dan Limbah Marmer Pada Umur 7 Hari

Akmalusyakhir Sofian<sup>1</sup>, Ghuftron Baihaqi<sup>2</sup>, Dedy Juli Setiawan<sup>3</sup>,

Farinda Ayu<sup>4</sup>, Ali Murtopo<sup>5</sup>, Achmad Rafi'ud Darajat<sup>6</sup>

Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar Jalan Kapten Suparman No.39

E-mail: [akmalsofian.official@gmail.com](mailto:akmalsofian.official@gmail.com)

**Abstrak.** Pemanfaatan material limbah dan sisa perlu ditingkatkan untuk mengurangi sampah produksi, termasuk limbah karbit dan limbah marmer. Limbah karbit termasuk dalam limbah B3 yang perlu penanganan khusus dan limbah marmer lebih banyak terbuang dari pada dimanfaatkan kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *slump flow* dan kuat tekan beton SCC dengan memanfaatkan limbah karbit dan limbah marmer sebagai bahan tambah. Superplastisizer ditambahkan sebanyak 2% dari berat semen dengan nilai FAS sebesar 0.38. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton SCC dengan penambahan limbah karbit dan limbah marmer masuk dalam kategori beton SCC dengan nilai *slump flow* 660mm. Penambahan limbah marmer dapat mengurangi kuat tekan beton namun dapat mengurangi biaya produksi beton SCC.

Kata Kunci: *Baja Ringan, Jembatan Rangka, Pejalan Kaki, Keamanan*

**Abstract.** Utilization of waste and residual materials needs to be increased to reduce production waste, including carbide waste and marble waste. Carbide waste is included in B3 waste which requires special handling and more marble waste is wasted than reused. This study aims to determine the *slump flow* characteristics and compressive strength of SCC concrete by utilizing waste carbide and marble waste as added materials. Superplasticizer was added as much as 2% of the weight of cement with a FAS value of 0.38. The test results show that SCC concrete with the addition of carbide waste and marble waste is included in the SCC concrete category with a *slump flow* value of 660mm. The addition of marble waste can reduce the compressive strength of concrete but can reduce the cost of producing SCC concrete.

Keyword: *Mild Steel, Truss Bridge, Pedestrian, Security*

## PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang pesat perlu didukung dengan pemanfaatan material konstruksi yang ramah lingkungan. Optimalisasi pemanfaatan *waste material* perlu ditingkatkan agar eksploitasi terhadap material alam dapat dikurangi. *Waste material* dari beberapa industri yang sebenarnya dapat dioptimalkan pemanfaatannya dalam bidang konstruksi saat ini belum termanfaatkan dengan baik padahal apabila dijadikan bahan konstruksi dapat memberikan kualitas bahan bangunan yang tinggi. Bahan bangunan ramah lingkungan saat ini sangat dibutuhkan untuk menjaga generasi masa depan yang menjadi tujuan mengurangi konsumsi energi, emisi maupun sampah atau limbah agar terciptanya bumi yang nyaman (Imran, 2018)

Bahan bangunan dituntut untuk memenuhi beban persyaratan, kriteria desain, kemudahan produksi dan aplikasi. Salah satu teknologi beton saat ini yang telah dikenal dapat memenuhi kriteria tersebut adalah *self compacting concrete* (SCC) atau beton yang memadat

sendiri. SCC dapat memadat dengan sendirinya dengan memanfaatkan berat dan alirannya tanpa proses pemadatan. Biaya pembuatan material beton SCC umumnya lebih mahal dibandingkan beton biasa namun dalam pelaksanaannya menjadi lebih efektif karena tidak membutuhkan alat tambahan untuk memadatkan beton dan waktu menjadi lebih singkat dari beton biasa. Beton SCC cocok digunakan untuk proyek dengan durasi proyek yang panjang, biaya tidak langsung yang tinggi, proyek dengan tingkat kesulitan tinggi dan proyek di daerah yang padat dan perlu memperhatikan kebisingan Helen (2016).

Limbah karbit merupakan salah satu limbah yang dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya beracun (B3). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 mengenai Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah karbit termasuk dalam daftar limbah B3 dari sumber spesifik dengan kode limbah B356-1 dengan kategori bahaya kronis.

Limbah karbit sebagai bahan tambah beton telah banyak diteliti. Hasilnya limbah karbit dapat memperbaiki kualitas beton dari segi sifat mekanisnya. Aprida dkk (2018) telah meneliti terkait kandungan senyawa penyusun limbah karbit, lihat Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan CaO pada limbah karbit sebesar 95.37%. Salah satu unsur pembentuk utama dari semen adalah Calsium yang berasal dari batu kapur (Rajiman, 2015). Kandungan kalsium yang cukup tinggi membuat limbah karbit ini memiliki sifat-sifat fisis yang menyerupai kalsium hidroksida, daya ikat terhadap air cukup tinggi, memiliki tekstur bahan berbutir, mempunyai bau yang khas, dan diameter butiran-butiran relatif lebih besar dibanding butiran lempung (Utomo, 2010). Penambahan limbah karbit merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi pozzolanic bila tercampur dengan SiO<sub>2</sub> dalam limbah karbit. Reaksi pozzolanic merupakan reaksi antara kalsium, silika atau aluminat dengan air sehingga membentuk suatu massa yang keras dan kaku yang hampir sama dengan proses hidrasi pada Portland Cement (Aswad, 2013)

**Tabel 1.** Komposisi senyawa penyusun limbah karbit (Aprida, 2018).

Komponen	Konsentrasi (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.61
SiO <sub>2</sub>	0.94
SO <sub>3</sub>	0.3
CaO	95.37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.48
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.25
MoO <sub>3</sub>	2.1
MgO	No intensity

Marmer adalah jenis batuan yang tersusun oleh sebagian besar mineral kalsit dan dolomit yang merupakan hasil proses metamorphosis kontak dari jenis batu gamping. Marmer banyak dimanfaatkan sebagai finishing pasangan dinding dan lantai karena karakteristiknya yang kuat dan mempunyai motif yang artistik. Pengolahan marmer dalam prosesnya menyisakan limbah marmer dengan ukuran yang beraneka ragam, lihat Gambar 3. Limbah batuan marmer rata-rata berbentuk seperti batu pecah yang tersebar di sepanjang jalur lintasan pertambangan dan tidak dimanfaatkan.



**Gambar 1.** Limbah pertambangan batu marmer.

Limbah marmer mempunyai karakteristik yang keras dan kuat. Limbah marmer umumnya berupa butiran-butiran mirip batu pecah dengan ukuran tertentu. Pada ukuran agregat kasar, limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai alternatif substitusi dan atau pengganti agregat kasar pengisi beton. Walau demikian, limbah marmer sebagai pengganti agregat kasar mempunyai kekurangan dibandingkan dengan batu pecah, antara lain permukaan relative lebih halus, kekerasan lebih rendah, dan serapan air cukup tinggi (Zuraidah dan Jatmiko, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja campuran beton dalam kondisi basah dan padat. Campuran beton dirancang dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya di laboratorium. Penambahan superplasticizer untuk mencapai karakteristik beton SCC yang *flowability*, *passability*, dan *viskositas* yang telah ditetapkan dalam EFNARC 2005.

## METODE

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari semen PCC tipe I, agregat halus pasir merapi, agregat kasar batu pecah, limbah karbit dan limbah pecahan marmer ukuran batu pecah diameter maksimal 20 mm dan superplastisizer. Bahan-bahan yang dipakai merupakan bahan agregat local. Limbah marmer didapatkan dari PT. Margola Marmer, Selorejo, Ngargoretno, Salaman, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah dan limbah las karbit didapatkan secara langsung dari bengkel las karbit sepanjang Jalan Magelang – Yogyakarta.

Aspek yang diteliti antara lain adalah slump flow dan kuat tekan pada umur 7 hari. Slump flow merupakan jarak terjauh aliran beton segar secara lateral dari tepi ke tepi. Slump flow menjadi tolok ukur beton segar bersifat flowable atau tidak sehingga aspek ini perlu diidentifikasi.

Kuat tekan pada umur 7 hari dilakukan untuk mengetahui karakteristik kuat tekan pada umur yang lebih awal. SCC dikategorikan beton berkinerja tinggi. Melalui pemilihan material dan desain yang tepat akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi pula. Beton SCC umumnya digunakan untuk beton mutu tinggi.

### Mix Desain

Rancangan campuran mortar dihitung dengan menggunakan rancangan volume absolut setiap bahan seperti air, semen, pasir, kerikil, limbah marmer, limbah karbit dan superplasticizer. Kuat tekan pada umur 28 hari direncanakan 45 MPa. Nilai FAS direncanakan 0.38 dan penambahan limbah karbit sebanyak 10% dari berat semen dan limbah marmer 10% dari berat agregat kasar. Persamaan mix desain berdasarkan persamaan dari Wulan dkk (2018) berikut:

$$\frac{W_w}{G_w \times \gamma_w} + \frac{W_c}{G_c \times \gamma_w} + \frac{W_{fa}}{G_{fa} \times \gamma_w} + \frac{W_{ca}}{G_{ca} \times \gamma_w} + \frac{W_{sp}}{G_{sp} \times \gamma_w} = 1 \quad (1)$$

$$W_w = (0.38 W_c) + (0.38 W_{lk}) \quad (2)$$

$$W_c = W_c \quad (3)$$

$$W_{lk} = 0.1 W_c \quad (4)$$

$$W_{fa} = W_{fa} \quad (5)$$

$$W_{ca} = (0.9 W_s) + (0.1 W_{lm}) \quad (6)$$

$$W_{sp} = 0.02 W_c \quad (7)$$

Dimana:

- Ww = berat air per meter kubik
- Wc = berat semen per meter kubik
- Wlk = berat limbah karbit per meter kubik
- Wfa = berat agregat halus per meter kubik
- Wca = berat agregat kasar per meter kubik
- Ws = berat split per meter kubik
- Wlm = berat limbah marmer per meter kubik
- Wsp = berat super plasticizer per meter kubik
- $\gamma_w$  = unit berat air

Berdasarkan perhitungan dan pemilihan material, komposisi campuran beton dapat terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Mix Desain per m<sup>3</sup>

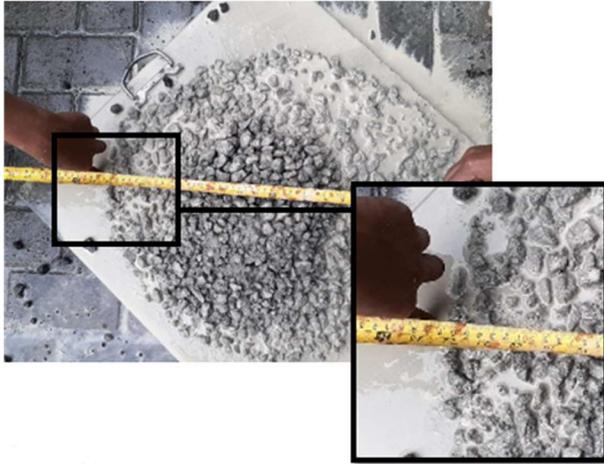
No	Keterangan	Satuan	Nilai
1	FAS	0.38	
2	Semen	410	Kg
3	Limbah karbit	41	Kg
4	Air	171	Kg
5	Pasir (agregat halus)	684	Kg
6	Split	920	Kg
7	Limbah marmer	92	Kg
8	Superplastisizer	8.2	Kg

## HASIL

### Slump Flow

Kinerja beton SCC dalam keadaan segar dapat ditentukan dari empat sifat utamanya. Setiap sifat dapat diamati dengan satu atau lebih pengujian. Keempat sifat tersebut antara lain nilai *slump flow*, nilai *passing ability*, *viskositas*, dan ketahanan terhadap segregasi.

Beton SCC dengan penambahan limbah karbit dan limbah marmer telah memenuhi persyaratan slump flow. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah 660 mm, lihat Gambar 2. . Nilai slump flow yang ditentukan dalam EFNARC (2005) adalah minimum 650 mm dan maksimum 800 mm. EFNARC merupakan federasi Eropa yang menangani bahan kimia konstruksi dan sistem beton spesialis. Indonesia sendiri telah memberikan persyaratan khusus bagi beton SCC dalam Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.7.23 tentang Spesifikasi Khusus Interim Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete, SCC*) untuk jalan non tol dan SKh-1.7.14 tentang Spesifikasi Khusus Interim Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete, SCC*) untuk jalan bebas hambatan dan jalan tol yang dikeluarkan khusus oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Persyaratan *slump flow* digolongkan dalam 3 kelas sesuai Tabel 3. Berdasarkan spesifikasi khusus tersebut beton SCC dengan penambahan limbah karbit dan limbah marmer masuk dalam beton SCC kelas SF2 dengan peruntukan untuk aplikasi umum seperti dinding dan kolom (jarak antar tulangan 60-200 mm).



Gambar 2. Slump Flow.

Tabel 3. Kelas pengujian slump flow

No	Kelas	Slump Flow (mm)	Peruntukan
1	SF1	550-650	Beton tanpa penulangan maupun beton dengan penulangan yang sedikit (dengan jarak antar tulangan lebih besar 200mm) Pengecoran dilakukan dengan sistem pompa
2	SF2	660-750	Untuk aplikasi umum seperti dinding dan kolom (jarak antar tulangan 60-200 mm)
3	SF3	760-850	Biasanya diproduksi dengan ukuran maksimal agregat yang kecil dan digunakan pada struktur dengan penulangan rapat (jarak tulangan 30-60 mm)

### Kuat Tekan Umur 7 Hari

Hasil pengujian kuat tekan pada umur 7 hari didapatkan kuat tekan beton SCC dengan penambahan limbah karbit dan limbah marmer sebesar 19.85 MPa. Berdasarkan Peraturan Beton Indonesia tahun 1971 (PBI 71) rasio kuat tekan beton dengan semen PCC umur 7 hari adalah 0.65

dari kuat tekan umur 28 hari. Dapat diprediksi bahwa kuat tekan pada umur 28 adalah 30.54 MPa. Kuat tekan beton lebih kecil dari mix desain karena tambahan pecahan marmer memperlemah kuat tekanya. Kondisi yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Zuraidah dan Jatmiko (2007), Lestari (2021) dan Saputro (2022) bahwa penambahan limbah marmer dapat mengurangi kuat tekanya. Terlepas dari hal tersebut Saputro (2022) menyatakan bahwa walau mengurangi kuat tekan namun penambahan limbah marmer sebanyak 50% dari berat agregat kasar mempunyai nilai ekonomis paling tinggi terhadap kuat tekan dalam mengurangi biaya produksi.

### KESIMPULAN

Beton SCC dengan penambahan limbah karbit 10% dari berat semen, limbah marmer sebanyak 10% dari berat agregat kasar, superplastisizer sebanyak 2% dan FAS sebesar 0.38 mempunyai nilai *slump flow* 660 mm dan kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 19.85 MPa. Nilai slump flow masuk dalam kategori kelas SF1. Penambahan limbah marmer dapat mengurangi kuat tekan beton.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asward, N.H. (2012) Penggunaan Limbah Las Karbit Dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Paving Block. *Metropilar* Volume 11 Nomor 3
- Aprida, L.F., Dermawan, D., Bayuaji R. 2018. Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. Vol 1 No 1.
- Dauna, Helen (2016) Analisis penerapan beton SCC sebagai pengganti beton TRC pada proyek konstruksi. Masters thesis, Universitas Tarumanegara.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.7.23 tentang Spesifikasi Khusus Interim Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete, SCC*) untuk jalan non tol.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. Spesifikasi Khusus Interim SKh-1.7.14 tentang Spesifikasi Khusus Interim Beton Memadat Sendiri (*Self Compacting Concrete, SCC*) untuk jalan bebas hambatan dan jalan tol.
- EFNARC, 2005. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete Specification, Production and Use*.
- Imran, Mohammad. 2018. *Material Konstruksi Ramah Lingkungandengan Penerapan Teknologi Tepat Guna*.



Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo. Vol 6 No 2.

Lestari, A.D., 2021. Pengujian Kuat Tekan Pada Beton Dengan Limbah Marmer Sebagai Substitusi Agregat Kasar. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia Vol 6 No 1.

Peraturan Pemerintah Nomor 101. Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. (2014). Jakarta : Republik Indonesia

Rajiman. (2015). Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Dan Material Agregat Alam (Feldspart) Terhadap Sifat Fisik Beton. Tapak Vol. 4 No. 2 , 118-124

Saputro, M.Y.E., Hasanuddin, A., dan Nurtanto D., 2022. Pemanfaatan Limbah Batu Marmer sebagai Agregat Kasar pada Campuran Beton Perkerasan Kaku yang Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia, 7 (1), 2022, page 93 – 103

Utomo, H. M. (2010). Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Limbah Karbit Sebagai Bahan Tambah. Tugas Akhir. Universitas Negeri Yogyakarta

Wulan, S.A., Satyarno, I. dan Saputra, A., 2018. Mix Design of Self Compacting Concrete Based on Ultra High Compressive Strength Flow Mortar Mix. Journal of the Civil Engineering Forum Vol. 4 No. 1

Zuraidah, S. dan Jatmiko, R.A., 2007. Pengaruh Penggunaan Limbah Pecahan Batu Marmer Sebagai Alternatif Pengganti Agregat Kasar pada Kekuatan Beton. Jurnal Rekayasa Perencanaan Vol. 3 No. 3