

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 216 - 224	SURABAYA 2018	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website : tekniksipilunesa.org

Email : REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL	i
DAFTAR ISI	ii
• Vol. 01 Nomor 01/rekat/18 (2018)	
PENGARUH PERSENTASE COAKAN PADA DENAH BANGUNAN STRUKTUR FLATSLAB TERHADAP GAYA GESER DAN SIMPANGAN <i>Wahyu Putra Anggara, Bambang Sabariman,</i>	01 – 09
PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH DENGAN LIMBAH MARMER TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON GEOPOLIMER PADA NaOH 15M <i>Binti Nur Fitriahsari, Arie Wardhono,</i>	10 – 15
PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH MARMER PADA FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON GEOPOLIMER PADA MOLARITAS 10M <i>Imam Agus Arifin, Arie Wardhono,</i>	16 – 23
PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN TINGGI BADAN MANUSIA TERHADAP 3 KELOMPOK YANG BERBEDA <i>Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno,</i>	24 – 33
PENGARUH PENAMBAHAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH SURABAYA BARAT TERHADAP NILAI POTENSIAL SWELLING <i>Oryn Wijaya, Machfud Ridwan,</i>	34 – 40
PENGARUH PENGGUNAAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) PADA PAVING BLOCK DENGAN CAMPURAN LIMBAH KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN <i>Hilal Achmad Ghozali, Arie Wardhono,</i>	49 – 55
ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGURUKAN DI PROYEK JAVA INTEGRATED INDUSTRIAL PORTS AND STATE (JIPE) DI GRESIK - JAWA TIMUR (Studi Kasus : proyek pembangunan “Java Integrated Industrial Ports and State (JIPE), Gresik) <i>Laras Wulandari, Mas Suryanto,</i>	56 – 64
ANALISIS PRODUKTIVITAS PEMANCANGAN DENGAN ALAT JACK-IN PILE JENIS HYDROLIC STATIC PILE DRIVER PADA PROYEK APARTEMEN GRAHA GOLF SURABAYA <i>Brian Widyan Hadi-Mas Suryanto HS,</i>	65 – 72

ANALISIS PERBEDAAN VOLUME NAIK TURUN PENUMPANG DI TIAP-TIAP STASIUN PEMBERHENTIAN KA KOMUTER SURABAYA-SIDOARJO (SUSI) <i>Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno,</i>	73 – 82
STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, FLY ASH DAN PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE SEBAGAI ALTERNATIF PEMBUATAN BETON RINGAN SELULER <i>Mita Sari, Muhammad Imaduddin,</i>	83 – 88
STUDI PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE, CATALYST, MONOMER DAN KAPUR SEBAGAI SUBSTITUSI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER <i>Wahyu Wicaksono, Muhammad Imaduddin, Yogie Risdianto,</i>	89 – 94
PENGARUH PENGGUNAAN BGA (BUTON GRANULAR ASPHALT) PADA PERENCANAAN ASPAL BETON AC-WC PEN 60/70 DENGAN MENGGUNAKAN FLY-ASH SEBAGAI FILLER <i>Mohamad Yusup Awang Ma'ruf, Yogie Risdianto,</i>	95 – 101
PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BATA RINGAN TERHADAP POTENSIAL SWELLING PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA <i>Rinaldy Bayuwirawan, Nur Andajani,</i>	102 – 109
PENGENDALIAN MUTU GENTENG BETON MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL DI PT. VARIA USAHA BETON <i>Miftakhul Jannah, Hasan Dani,</i>	110 – 117
PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PASIR PADA PAVING BLOCK <i>Fitria Laila, Yogie Risdianto,</i>	118 – 122
PENGGUNAAN LAWELE GRANULAR ASPHALT (LGA) PADA PEMBUATAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) PEN 60/70 DENGAN FLY ASH SEBAGAI FILLER <i>Diana Atminingtias, Yogie Risdianto,</i>	123 – 127

PEMODELAN BIAYA RUMAH TINGGAL BERDASARKAN HSPK KOTA SURABAYA

Vina Oktavia, Mas Suryanto HS, 128 - 133

ANALISIS PENAMBAHAN SERBUK BATU GAMPING TERHADAP NILAI POTENSIAL SWELLING PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK

Ylma Yatif Sarotul Ynsiah, Nur Andajani, 134 – 140

ANALISA KONSEP CADANGAN WAKTU PADA PENJADWALAN PROYEK (STUDI KASUS : PROYEK HOTEL & APARTMENT CITY SQUARE MARGOREJO, SURABAYA)

Gumelar Sophia Maghfiroh, Mas Suryanto HS, 141 – 154

PENGARUH PENGGUNAAN *STEEL FIBER* PADA PEMBUATAN BETON MUTU NORMAL DENGAN SUBSTITUSI *COPPER SLAG* SEBAGAI PENGGANTI PASIR

Yetty Asri Ovianti, Yogie Risdianto, 155 – 159

PENGARUH PASIR KUARSA SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON

Aka Asyhar Setiawan, Arie Wardhono, 160 – 166

PENGARUH ZEOLIT SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON

Ahmad Shofiul Iqbal, Arie Wardhono, 167 – 175

ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN *ONE GALAXY MIXED USE DEVELOPMENT PHASE 1* SURABAYA

Andrean Wahyu Purbo Leksono, Mas Suryanto H.S., 176 – 185

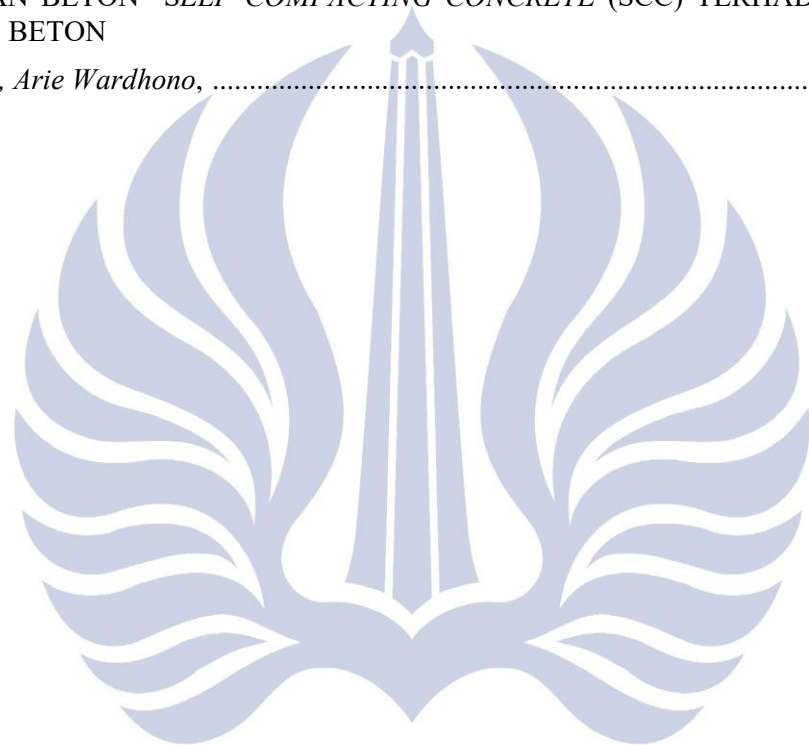
PENGARUH *COPPER SLAG* SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI PASIR PADA CAMPURAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON

Dimas Satriyo Abrihananto, Arie Wardhono., 186 – 194

PENERAPAN REKAYASA NILAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN PUNCAK *CENTRAL BUSINESS DISTRICT* (CBD) SURABAYA

Erda Adyatma Samtiariko, Mas Suryanto H.S., 195 – 200

PENGARUH <i>FLY ASH</i> SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON <i>SELF COMPACTING CONCRETE</i> (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON <i>Bagus Tri Destyanto, Arie Wardhono,</i>	201 - 208
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA DENGAN PENGGUNAAN <i>CATALYST, MONOMER, DAN FLY ASH</i> SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER <i>Mochamad Eky Zakariya, Yogie Risdianto,</i>	209 - 215
PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON <i>SELF COMPACTING CONCRETE</i> (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON <i>Moch. Ilham Akbar, Arie Wardhono,</i>	216 - 224



UNESA

Universitas Negeri Surabaya

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton

Moch. Ilham Akbar

Mahasiswa S1-Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: moch.akbar@mhs.unesa.ac.id

Arie Wardhono

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Self compacting concrete memanfaatkan berat sendiri untuk dapat mengalir mengisi ruangan tanpa ada proses pemadatan sama sekali. Penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dalam beton yang cukup tinggi mampu memperkecil ruang antar agregat sehingga beton yang dihasilkan lebih padat dan dapat meningkatkan sifat *workability* dan kemampuan alir beton. Pada umumnya *Self compacting concrete* memerlukan penggunaan *superplasticizer* untuk meningkatkan workabilitas dan daya alir beton.

Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian dari semen pada sifat *Self compacting concrete*. Pembuatan benda uji menggunakan silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan 3 variasi abu ampas tebu sebesar 2%, 4%, dan 6% dan penambahan *viscocrete* 0,6% dari berat binder dan diuji kuat tekan dan porositas beton pada umur 28 hari. Penambahan abu ampas tebu terhadap pengujian beton kondisi segar (*fresh properties*) dari variasi 2%, 4%, dan 6% telah memenuhi standart yang telah ditetapkan EFNARC.

Pengujian kuat tekan pada umur 28 hari pada variasi 0% ke 2% mengalami penurunan kuat tekan rata-rata 3,73%, pada variasi 2% ke 4% mengalami penurunan kuat tekan rata-rata 1,72% sedangkan pada variasi 4% ke 6% mengalami penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 2,92%. Pengujian porositas beton pada variasi 0% ke 2% mengalami kenaikan porositas rata-rata 1,7%, pada variasi 2% ke 4% mengalami penurunan 0,28% sedangkan variasi 4% ke 6% mengalami kenaikan porositas rata-rata 0,52%.

Kata Kunci: *self compacting concrete, abu ampas tebu, kuat tekan, porositas.*

Abstract

Self compacting concrete use heavy own can flow fill space without there was a process of solidification at all. The use of bagasse as a substitute for cement in high enough concrete to minimize space between the aggregates so that the concrete is produced more dense and can improve properties workability and the ability of concrete flow. In general *Self compacting concrete* requires use *superplasticizer* to increase workabilitas and concrete flow.

The purpose of this study to know the effect of adding ashes of bagasse as material partial replacement of the cement on the properties *Self compacting concrete*. Preparation of the test object using a cylinder diameter sized 15 cm and high 30 cm with 3 variation of bagasse ash 2%, 4%, and 6% and addition *viscocrete* 0,6% of the weight of the binder and tested compressive strength and porosity of concrete at age 28 day. The addition of bagasse ashes against concrete testing fresh properties of variations 2%, 4%, and 6% has met the established standards EFNARC.

Testing strong press at the age of 28 days concentrated in one in the variations of 0 % to 2 % has experienced a fall in strong press average 3,73 % , upon variations of 2 % to 4 % slipped to only their second strong press average 1,72 % while in the case of the variations of 4 % to 6 % has experienced a fall in strong press rata-rata as much as 2,92 % . Testing porosity concrete to variation 0 % to 2 % increased porosity the average 1.7 % , to variation 2 % to 4 % experience the decline in 0,28 % and variation 4 % to 6 % increased porosity the average 0,52 % .

Keyword: *self compacting concrete, ashes of bagasse, compressive strength, porosity.*

PENDAHULUAN

Pembangunan struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan menggunakan SCC (*Self Compacting Concrete*). SCC pertama kali dikembangkan di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan pada konstruksi beton pada awal tahun tahun 1990-an (Okamura et.al. 2003).

Salah satu pemecahan masalah untuk memperoleh struktur beton yang memiliki kepadatan serta ketahanan yang lebih baik adalah dengan menggunakan *Self Compacting Concrete (SCC)*. *Self Compacting Concrete (SCC)* merupakan beton yang memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa proses pemadatan. Kemampuan mengalir dengan tingkat ketahanan terhadap segregasi yang tinggi pada SCC disebabkan oleh pembatasan kandungan dan ukuran agregat yang lebih kecil dari pada beton konvensional, rasio air-semen (*w/c-ratio*) yang rendah, serta penggunaan *superplasticizer* yang memadai.

Self-Compacting Concrete (SCC) dapat diperoleh dengan cara variasi campuran beton yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bahan alam atau limbah industri. Penggunaan limbah industri merupakan alternatif yang baik, oleh karena itu pada penelitian ini dicoba menambah abu ampas tebu dan dikaji terhadap kuat tekan beton. Abu ampas tebu (AAT) merupakan sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu sendiri merupakan limbah hasil buangan dari proses pembuatan gula. AAT mempunyai kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O , MgO , dan P_2O_5 yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen dan diharapkan menambah kuat tekan beton karena butirannya yang relatif kecil dan mampu mengisi lubang pori pada beton.

Abu ampas tebu merupakan limbah dari pabrik gula yang tidak dimanfaatkan maupun tidak terpakai lagi. Di pabrik gula Candi, Sidoarjo terkumpul $\pm 3 \text{ m}^3$ perhari, abu ampas tebu yang terbuang dan menjadi limbah. Tetapi abu ampas tebu tersebut tidak akan berpengaruh apapun bila dicampur pada campuran beton tanpa di oven terlebih dahulu, karena kandungan *silica* atau *aluminium*

silica pada abu ampas tebu hanya akan terbentuk bila abu ampas tebu tersebut melalui proses pengovenan. (Papayianni et. al, 2005).

Superplasticizer dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal (ASTM C494-82). Penggunaan *superplasticizer* pada SCC meningkatkan *workabilitas* dari beton segar dengan tidak berpengaruh banyak pada nilai kuat tekan beton tersebut.

Pada penelitian ini kita gunakan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran pembuatan beton sehingga dapat memberikan nilai ekonomis pada beton dan tanpa mengurangi kekuatan yang diinginkan. Sehingga harga beton lebih murah dan limbah pabrik gula yang berupa abu ampas tebu juga dapat dimanfaatkan.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain proporsi campuran beton *Self Compacting Concrete* dengan penggunaan variasi penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen terhadap kuat tekan dan porositas beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai material pengganti semen pada campuran beton *Self Compacting Concrete* terhadap kuat tekan dan porositas beton dibandingkan beton *Self Compacting Concrete* konvensional terhadap pengujian *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shape Box Test*, dan *J-Ring Test* ?

Ditinjau dari rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Untuk mendapatkan desain proporsi campuran beton *Self Compacting Concrete* berbahan tambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen yang optimum terhadap kuat tekan dan porositas beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan Abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen pada kuat tekan dan porositas.

Dengan ini penelitian diharapkan agar hasilnya dapat bermanfaat:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Dapat memberikan ilmu dan wawasan kepada mahasiswa tentang desain campuran SCC dengan penggunaan variasi penambahan abu ampas tebu.
 - b. Dapat Mengembangkan percobaan yang sudah pernah dilakukan dan hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya terutama beton *Self Compacting Concrete*.

2. Bagi Akademis

- a. Dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain tentang pengaruh penambahan abu ampas tebu pada *Self Compacting Concrete* (SCC) terhadap kuat tekan dan porositas.
- b. Diharapkan dengan penggunaan abu ampas tebu dapat mengurangi penggunaan semen pada pembuatan beton yang harganya semakin tinggi. Untuk mempermudah di dalam penelitian dan mencegah terjadinya perluasan masalah serta mempermudah dalam memahami masalah, maka adanya pembatasan sebagai berikut:

1. Pengujian beton *Self Compacting Concrete* yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan porositas beton.
2. Pengujian campuran beton pada kondisi segar dilakukan *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shape Box Test*, dan *J-Ring Test*.
3. Desain campuran beton yang digunakan adalah desain beton $f'c$ 30 berdasarkan SNI 03-2834-2000 dipadukan dengan konsep beton SCC, antara lain jumlah agregat kasar tak lebih dari 50% volume beton, jumlah agregat halus berkisar 55% dari seluruh agregat.
4. Rasio *water/cement* dipertahankan 0,45.
5. Penambahan *superplasticizer* tipe *high range water reducer* sebesar 1,2% dari volume semen, *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika Viscocrete 1003
6. Menggunakan Abu ampas tebu limbah dari PG.Candi Sidoarjo.
7. Abu ampas tebu yang digunakan adalah abu batu berbentuk *powder* atau yang berukuran 100 *mesh*.
8. Batu Pecah / Kerikil yang digunakan maksimum ukuran 10 mm.
9. Pasir menggunakan jenis pasir lumajang yang didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton.
10. Benda uji menggunakan beton silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
11. Semen menggunakan merk Semen Gresik yang didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton yaitu tipe *Ordinary Portland Cement (OPC)*.
12. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Merak Jaya Beton

Self Compacting Concrete (SCC) adalah campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat (*vibrator*). SCC dapat memadat ke setiap sudut dari struktur bangunan dan dapat mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami *bleeding* dan segregasi.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *Self Compacting Concrete (SCC)* antara lain :

1. Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah pekerja.
2. Pemadatan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dieliminir.
3. Mengurangi kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitarnya
4. Meningkatkan kepadatan element struktur beton dan bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti *vibrator*.
5. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan. (Slamet Widodo, tanpa tahun) Pada studi pustaka ini akan dijelaskan material dan karakteristik dari *Self Compacting Concrete (SCC)*.

Self-compacting concrete (SCC), yang juga disebut *self-consolidating concrete*, merupakan beton yang dapat mengalir dan memadat dengan beratnya sendiri. SCC juga cukup kohesif untuk mengisi semua ukuran dan semua bentuk ruang kosong tanpa adanya segregasi atau *bleeding*.

Pada umumnya, SCC menggunakan dasar yang sama dengan beton konvensional dalam desain komposisi campuran, misal menggunakan metode DOE atau ACI, namun harus tetap memerhatikan konsep desain campuran SCC. Konsep desain campuran SCC antara lain jumlah agregat kasar tak lebih dari 50% volume beton, jumlah agregat halus berkisar 55% dari seluruh agregat, rasio *water/cement* tetap dipertahankan sekitar 0,3 dan menggunakan *plasticizer* sesuai dengan dosis masing-masing produk.

Proyek riset Eropa "Testing-SCC" menerbitkan standar pengujian untuk SCC segar yang menyebutkan tiga kunci karakteristik SCC segar yaitu *filling ability*, *passing ability* dan resistensi akan segregasi. Beberapa pengujian SCC segar yaitu diantaranya adalah tes *slump flow* dan tes *L-Box*. tes *slump flow* menginvestigasi *filling ability* dari SCC dengan dua parameter, yaitu diameter *flow* dan waktu untuk mencapai diameter 50cm (T50). Tes *L-box* menginvestigasi *filling ability* dari SCC dalam melewati jarak antar tulangan dengan parameter perbandingan ketinggian pada titik akhir (H_2) dan titik awal (H_1).

Metode test yang telah dikembangkan untuk menentukan karakteristik beton SCC yang bisa mewakili syarat adalah sebagai berikut.

1. *Slump Flow Test*

Pengujian dengan alat *Slump Cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari SCC. Dengan alat ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan.

2. *L-shaped Box*

L-shaped Box atau disebut juga dengan *Swedish Box* adalah alat berbentuk huruf L yang terbuat dari besi. Alat ini berfungsi untuk menguji *passing ability* dari SCC. Pada alat ini, antara arah horizontal dan vertical dibatasi dengan sekat penutup yang terbuat dari besi yang dapat dibuka dengan cara ditarik ke atas. Didepan sekat penutup tersebut terdapat halangan berupa tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan yang sesuai dengan keadaan di lapangan.

3. *V-Funnel Tes*

Metode pengujian ini berguna untuk mengevaluasi ketahanan segregasi material beton SCC. Alat yang digunakan adalah *v-funnel* (Ouchi, dkk, 2003). Berikut cara kerja alat *V-Funnel tes* :

- a. Penutup bagian bawah ditutup.
- b. Campuran beton segar diisikan pada *V-Funnel* sampai jenuh.
- c. Penutup bagian bawah dibuka sehingga campuran beton segar mengalir.
- d. Catat lama waktu beton mengalir hingga *V-Funnel* kosong.

4. *J-Rings Test*

Tes ini digunakan untuk menentukan *passing ability Self Compacting Concrete (SCC)*. Peralatan uji terdiri dari lingkaran tulangan baja terbuka dengan tulangan baja vertical. Model ini dapat dianggap sebagai model tulangan baja sesungguhnya. Diameter ukuran baja dan jarak antar tulangan dapat disesuaikan sesuai kondisi actual yang ingin dimodelkan. Peralatan tes ini dapat dikombinasi penggunaan dengan peralatan *slump flow test* sehingga dalam satu alat dapat digunakan untuk mengukur *filling ability* dan *passing ability*. Peralatan *J-Rings test* seperti pada *slump flow test* dimana campuran SCC dimasukkan hingga penuh dalam kerucut tanpa pemadatan dan pengetaran. Kemudian kerucut diangkat vertikal sehingga campuran akan mengalir ke luar lingkaran baja dan ada sebagian material yang tertahan di dalam lingkaran. *Passing ability* tes diukur dengan cara menghitung beda tinggi antara campuran di dalam lingkaran dengan di luar lingkaran. Ukur diameter akhir setelah campuran mengalir dalam 2 arah. Kriteria yang dipakai untuk nilai *passing ability* antara 0-10 mm.

METODE

Pada bab ini dijelaskan penelitian yang akan dilakukan merupakan jenis eksperimen yang

dilakukan dengan cara menambahkan abu ampas tebu pada beton *self compacting concrete*. Abu ampas tebu diambil dari limbah pabrik gula PG. Candi Baru Sidoarjo dengan pembarakan suhu 800⁰ C. Bentuk benda uji adalah silinder dengan cetakan ukuran 150 mm x 300 mm. Pada penelitian ini, campuran tambahan abu ampas tebu menggunakan kadar 2%, 4% dan 6% dari berat semen yang digunakan pada beton *self compacting concrete*. Masing – masing perbandingan terdiri dari 5 buah benda uji silinder (Berdasarkan SNI-3402-2008). Pengujian silinder dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine*.

Adapun rancangan penelitian ditunjukkan sebagai diagram berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2014:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan sebagian abu ampas tebu dengan prosentase campuran abu ampas tebu yaitu 2%, 4% dan 6% dari berat semen.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2014:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan porositas beton.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2014:41). Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu faktor air semen, kerikil, pasir, air dan alat – alat yang digunakan.

Instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dipermudah olehnya (Suharsimi, 2004). Berikut adalah peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini :

1. Alat

- a. Satu set alat untuk pengujian bahan dan pembuatan benda uji.
- b. Satu set alat untuk pengujian benda uji:
 - 1) Timbangan analitis 26000 gr.
 - 2) Timbangan analitis 50 kg.
 - 3) Oven.
 - 4) Spatula.
 - 5) *Stopwatch*.
 - 6) Satu set alat slump tes.
 - 7) *V-funnel*.
 - 8) *L-Shape box*.
 - 9) *J-Ring*
 - 10) Cetakan silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.
 - 11) *Universal Testing Machine (UTM)*.

2. Bahan

- a. Pemilihan Semen
Semen yang digunakan adalah Semen Portland merk semen Gresik OPC Type I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik.
- b. Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah sebesar ½ inch. yang diambil dari Surabaya.
- c. Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari lumajang.
- d. Abu Ampas Tebu
Material Abu ampas tebu didapatkan dari pembuangan limbah pabrik gula candi Kabupaten Sidoarjo dengan ayakan lolos #100.
- e. *Superplasticizer*
Superplasticizer yang digunakan type F yang dijual diwilayah Surabaya.
- f. Air
Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari PDAM yang berada di Laboratorium Beton dan

Bahan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri

Pada pelaksanaan penelitian dilakukan untuk mengetahui kuat tekan dan porositas beton yang terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Pengujian Bahan

- a. Semen
 - 1) Berat jenis
 - 2) Konsistensi Normal
 - 3) Pengikatan awal
- b. Agregat Halus
 - 1) Percobaan Kelembapan Pasir
 - 2) Percobaan Berat Jenis Pasir
 - 3) Percobaan Air Resapan Pasir
 - 4) Percobaan Berat Volume Pasir
 - 5) Tes Kebersihan Terhadap Bahan Organik
 - 6) Tes Kebersihan Terhadap Lumpur
 - 7) Analisa Saringan Pasir
- c. Agregat Kasar
 - 1) Percobaan Kelembapan Batu Pecah
 - 2) Percobaan Berat Jenis Batu Pecah
 - 3) Percobaan Air Resapan Batu Pecah
 - 4) Percobaan Berat Volume Batu Pecah
 - 5) Tes Kebersihan Terhadap Lumpur
 - 6) Tes Keausan
 - 7) Analisa Ayakan Batu Pecah

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan perkembangan teknologi dari beton, dimana dalam metode mix desainnya juga mengalami perubahan-perubahan dari *mix design* sebelumnya. Mengingat dengan adanya bahan - bahan tambahan seperti Abu ampas tebu, maka sedikit banyak akan memberikan pengaruh pada hasil dari *mix design*. Untuk mendapatkan *mix design* yang optimal pada penelitian sifat fisik dan mekanik pada *Self Compacting Concrete* , maka dilakukan penyesuaian - penyesuaian dengan tetap menggunakan acuan SNI 03-2843-2000 sebagai dasar.

Tabel 1 Proporsi campuran (m³)

Bahan Campuran	Variasi Campuran per m ³			
	BSCC normal (Kg)	AAT 2% Mix 1 (Kg)	AAT 4% Mix 2 (Kg)	AAT 6% Mix 3 (Kg)
Air	205	205	205	205
Semen	455	446	437	428
Kerikil	817	817	817	817
Pasir	998	998	998	998
AAT	-	9.1	18.2	27.3
SP	5.46	2.73	2.73	2.73

Keterangan :

- AAT = Abu ampas tebu
- SP = *Superplasticizer*
- BSCC = Beton *Self Compacting Concrete* dasar

Variasi Campuran :

Campuran 1 = Abu ampas tebu 2% + Semen 98%

Campuran 2 = Abu ampas tebu 4% + Semen 96%

Campuran 3 = Abu ampas tebu 6% + Semen 94%

Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara merencanakan campuran beton *self compacting concrete* (SCC) berdasarkan perhitungan perbandingan bahan untuk benda uji (*mix design*). Selanjutnya menyiapkan bahan-bahan yang telah dihitung berat sesuai dengan perhitungan dari *mix design*, maka bahan-bahan dimasukkan kedalam mesin molen dan diaduk sampai homogen. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan dan porositas beton adalah berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm.

Adapun beberapa jenis pengujian yang digunakan pada beton *self compacting concrete* (SCC) antara lain:

1. Slump Test

Pengujian ini digunakan alat *Slump Cone* bertujuan untuk mengetahui nilai *slump* dari SCC. Dengan mendapatkan hasil nilai *slump*, maka hasil *slump* juga berkaitan dengan hasil uji *slump flow* pada beton segar.

Adapun cara kerja alat *Slump Cone* antara lain:

- Slump Cone* diletakkan dengan posisi diameter yang besar diletakkan di bawah. Di bagian dasar alat ini diletakkan papan yang datar.
- Campuran beton dimasukkan dalam *Slump Cone* sampai penuh. Campuran beton tersebut tidak boleh dirojok.
- Slump Cone* diangkat secara perlahan.
- Mencatat hasil nilai *slump* dengan mengukur ketinggian dari *slump*.

2. Slump Flow

Pengujian ini digunakan alat *Slump Cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari beton *self compacting concrete* (SCC). Dengan alat *Slump Cone* ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan. Adapun cara kerja alat *Slump Cone* antara lain:

- Slump Cone* diletakan dengan posisi diameter yang kecil diletakan dibawah. Di bagian dasar alat ini diletakan papan yang datar.
- Campuran beton dimasukan dalam *Slump Cone* sampai penuh. Campuran beton tersebut tidak boleh dirojok.
- Slump Cone* diangkat secara perlahan.
- Waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm dicatat (SF50), 3 – 6 detik.
- Diameter maksimum yang dicapai aliran beton dicatat (SFmax), 65 – 75 cm.

3. L-Shaped Box

L-Shaped Box atau disebut juga *Swedish Box* adalah alat berbentuk huruf L yang terbuat dari besi. Alat ini berfungsi untuk menguji *passing ability* dari beton *self compacting concrete*. Cara kerja alat *L-Shaped Box* sebagai berikut:

- Sekat penutup ditutup.
- Campuran beton segar diisikan pada arah vertical sampai jenuh.
- Sekat penutup ditarik ke atas sampai terbuka sehingga campuran beton segar mengalir kearah horizontal.
- Melakukan pengamatan dan pengecekan perbedaan tinggi aliran beton arah horizontal.
- Dihitung berdasarkan rumus (12) dan dinyatakan tanpa satuan dengan ketelitian 0,01 (dua angka desimal).

$$PL = \frac{H2}{H1} \text{ atau } BL = 1 - \frac{H2}{H1}$$

Dimana :

H1 = Tinggi beton segar dalam *L – Box* yang tidak melewati tulangan

H2 = Tinggi beton segar akhir dalam *L – Box* setelah melewati tulangan.

4. V-Funnel

Pengunaan alat pengujian ini berguna untuk mengevaluasi ketahanan segregasi material beton *self compacting concrete*. *V-funnel flow time* adalah waktu yang diperlukan SCC untuk dapat melewati celah yang sempit dan menentukan *filling ability* dari SCC yang dapat diketahui dari adanya *blocking* atau segregasi yang terjadi. Cara kerja dari alat *V-Funnel* yaitu:

- Penutup bagian bawah ditutup.
- Campuran beton segar diisikan pada *V-Funnel* sampai jenuh
- Penutup bagian bawah dibuka sehingga campuran beton segar mengalir.
- Catat lama waktu beton mengalir hingga *V-Funnel* kosong.

5. J-Rings

Peralatan tes ini dikombinasikan penggunaan dengan peralatan *slump flow test* sehingga dalam satu alat dapat digunakan untuk mengukur *filling ability* dan *passing ability*. Cara kerja dari *J-Rings* adalah sebagai berikut:

- Peralatan *J-Rings test* seperti pada *slump flow test* dengan campuran SCC dimasukan hingga penuh dalam kerucut tanpa pemadatan dan penggetaran.

- b. Kemudian kerucut diangkat vertical sehingga campuran akan mengalir ke luar lingkaran baja dan ada sebagian material yang tertahan di dalam lingkaran.
- c. *Passing ability tes* diukur dengan cara menghitung beda tinggi antara campuran didalam lingkaran dengan diluar lingkaran.
- d. Ukur diameter akhir setelah campuran mengalir dalam 2 arah.

Kuat Tekan Beton Pengujian ini lakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari silinder beton yang mewakili spesimen beton dalam *mix design*. Pengujian ini dilakukan pada saat beton berusia 28 hari dengan masing - masing sebanyak 3 benda uji. Untuk mengetahui kualitas dari beton yang telah dilakukan tes tekan, perlu dilakukan standart deviasi. Jumlah data yang diambil dari masing-masing pengujian adalah sebanyak 3 buah. Rumus yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan beton yaitu:

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

Keterangan :

- Fc' = kuat tekan (MPa)
- P = beban tekan (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

Pada umumnya material beton mutu tinggi adalah sama dengan beton normal, dengan nilai porositas beton yang terjadi adalah cukup kecil sehingga didapatkan tingkat kepadatan yang cukup tinggi. Porositas beton dilakukan masing-masing sebanyak 2 benda uji. Nilai porositas beton ditentukan oleh faktor air semen (FAS) dari pasta. Semakin kecil FAS, maka akan semakin kecil porositasnya. Porositas suatu bahan secara umum dapat dinyatakan dengan rumus:

$$P = \left\{ \left(\frac{w_b - w_k}{v_b} \right) \times \left(\frac{1}{\rho_{air}} \right) \right\} \times (100\%)$$

Keterangan :

- P = Porositas
- Wb = massa basah sampel setelah direndam (gram)
- Wk = massa kering sampel setelah direndam
- Vb = volume benda uji (cm³)
- Pair = massa jenis air (gr/cm³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut pemaparan hasil penelitian ini:

1. Sifat Beton Segar SCC

Proses pengujian beton SCC normal untuk kontrol dimulai dari *slump test*, *slump flow test*, T50, T max, *V-funnel*, *J-Rings* dan *L-shape box*. Pada masing masing variasi penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen yang

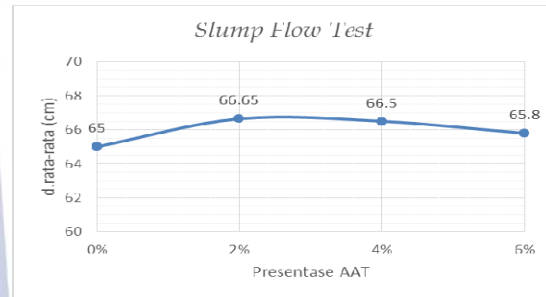
berpengaruh pada nilai kuat tekan dan porositas beton SCC.

a. Pengujian *Slump Test* dan *Slump Flow test*

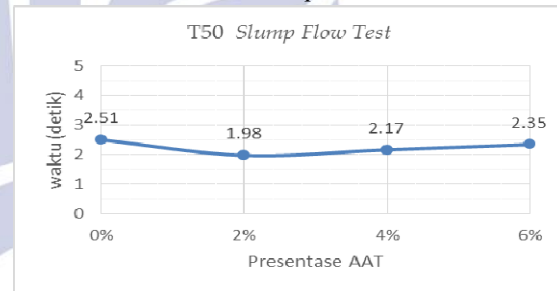
Tabel 2 Hasil rekap pengujian *Slump Flow*

Kadar Abu Apas Tebu	<i>Slump Flow Test</i>			
	Diameter Maksimal			Waktu
	d1 (cm)	d2 (cm)	d _{rata-rata} (cm)	t ₅₀ (dt)
0%	66	64	65	2.51
2%	67.3	66	66.65	1.98
4%	66	67	66.5	2.17
6%	65	66.6	65.8	2.35

(Sumber : Hasil pengujian dari Laboratorium PT.Merak Jaya Beton)



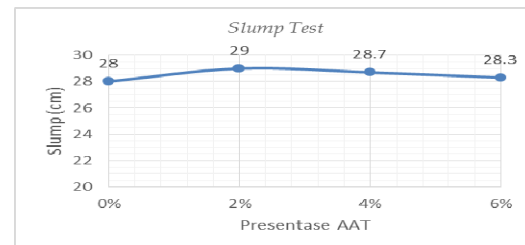
Gambar 2 Grafik hubungan antara *Slump flow* dengan kadar abu ampas tebu



Gambar 3 Grafik hubungan antara T50 *Slump Flow* dengan kadar abu ampas tebu

Tabel 3 Hasil rekap pengujian *Slump Test*.

Kadar Abu ampas tebu	<i>Slump Test</i>
	h (cm)
0%	28
2%	29
4%	28.7
6%	28.3

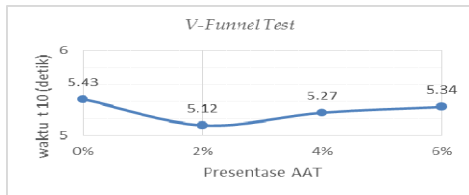


Gambar 4 Grafik hubungan antara *Slump* dengan kadar abu ampas tebu

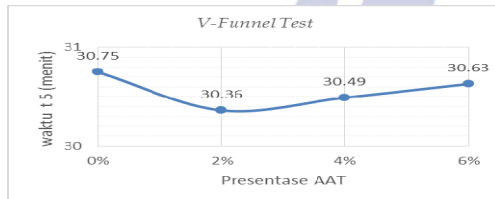
b. Pengujian *V-funnel test*

Tabel 4 Hasil rekap pengujian *V-funnel*

Kadar AAT	<i>V-Funnel Test</i>	
	t 10 (dt)	t 5 (mnt)
0%	5.43	30.75
2%	5.12	30.36
4%	5.27	30.49
6%	5.34	30.63



Gambar 5 Grafik hubungan antara t 10 (detik) *V-funnel* dengan kadar abu ampas tebu

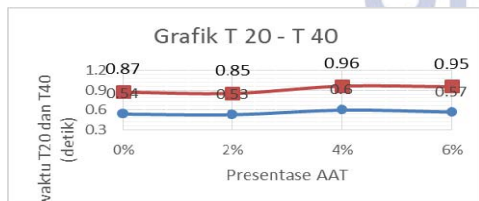


Gambar 6 Grafik hubungan antara t 5 (menit) *V-funnel* dengan kadar abu ampas tebu

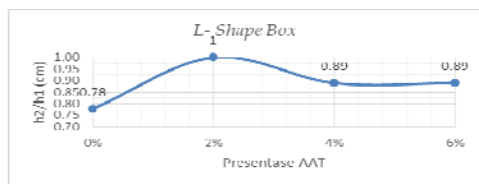
c. Pengujian *L-shape box test*

Tabel 5 Hasil pengujian *L-shape box*

Kadar Abu Ampas Tebu	<i>L-Shape Box</i>				
	t ₂₀ (dt)	t ₄₀ (dt)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₂ /h ₁
0%	0.54	0.87	9	7	0.8
2%	0.53	0.85	8	8	1
4%	0.6	0.96	9	8	0.89
6%	0.57	0.95	9	8	0.89



Gambar 7 Grafik hubungan antara T20 – T40 dengan kadar abu ampas tebu

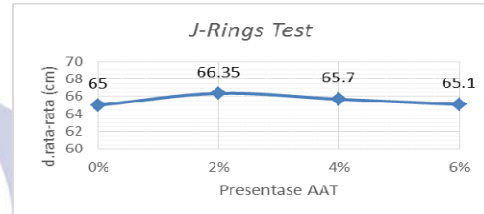


Gambar 8 Grafik hubungan antara h₂/h₁ *L-shape box* dengan kadar abu ampas tebu

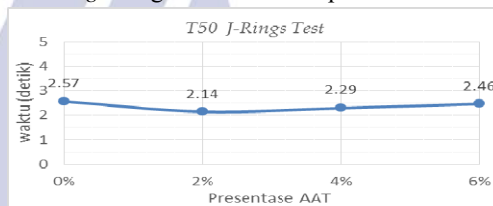
d. Pengujian *J-Rings test*

Tabel 6 Hasil rekap pengujian *J-Rings*

Kadar Abu Ampas Tebu	<i>J-Ring Test</i>			
	Diameter Maksimal			Waktu t ₅₀ (dt)
	d1 (cm)	d2 (cm)	d rata-rata (cm)	
0%	64	66	65	2.57
2%	66	66.7	66.35	2.14
4%	65	66.4	65.7	2.29
6%	65.4	64.8	65.1	2.46



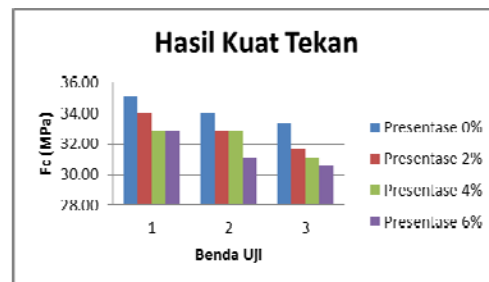
Gambar 9 Grafik hubungan antara d rata-rata *J-Rings* dengan kadar abu ampas tebu



Gambar 10 Grafik hubungan antara T50 *J-Rings* dengan kadar abu ampas tebu

Tabel 7 Hasil rekapitulasi pengujian kuat tekan SCC

Variasi	benda uji	Hasil Uji KN	F _c (Mpa)	F _c rata-rata (Mpa)
0%	1	620	35.09	34.10
	2	600	33.95	
	3	590	33.39	
2%	1	600	33.95	32.82
	2	580	32.82	
	3	560	31.69	
4%	1	580	32.82	32.25
	2	580	31.12	
	3	550	32.82	
6%	1	580	32.82	31.50
	2	550	31.12	
	3	540	30.56	



Gambar 11 Grafik hubungan antara kuat tekan dengan kadar abu ampas tebu

Tabel 8 Hasil rekap porositas beton

Kadar abu ampas tebu	Benda uji	Berat basah (gram)	Berat kering (gram)	Volume beton (cm ³)	P air (gr/c m ³)	Porositas	Rata-rata
0%	1	12975	12995	5303.6	1	0.38%	0,47%
	2	12830	12860	5303.6	1	0.57%	
2%	1	12265	12360	5303.6	1	1.79%	2,17%
	2	12290	12425	5303.6	1	2.55%	
4%	1	11815	11915	5303.6	1	1.89%	1,89%
	2	12130	12230	5303.6	1	1.89%	
6%	1	12335	12460	5303.6	1	2.36%	2,40%
	2	12080	12210	5303.6	1	2.45%	

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai material pengganti semen pada campuran beton *Self Compacting Concrete (SCC)* terhadap kuat tekan dan porositas beton, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kuat tekan maksimal pada umur 28 hari didapat pada komposisi campuran variasi abu ampas tebu dengan presentase 2% dari berat semen yaitu sebesar 32,82 Mpa, sedangkan pemakaian abu ampas tebu sebesar 4% dan 6% menyebabkan penurunan kuat tekan. Besarnya kuat tekan untuk kadar abu ampas tebu 4% sebesar 32,25 Mpa dan kadar abu ampas tebu 6% sebesar 31,50 Mpa. Hasil porositas terkecil didapat pada kadar abu ampas tebu 0% dengan rata-rata 0,47%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kuat tekan beton disebabkan karena adanya pengurangan dari berat semen.
2. Penambahan abu ampas tebu berpengaruh cukup tinggi mampu memperkecil ruang antar agregat sehingga beton yang dihasilkan lebih padat dan dapat meningkatkan sifat *workability* dan kemampuan alir beton, hanya saja karena pengaruh kadar abu ampas tebu yang menyerap air. Selain itu Peningkatan kuat tekan beton SCC dengan penambahan abu ampas tebu terjadi karena terjadi reaksi *pozzolanic* antara abu ampas tebu dan matriks semen sehingga dapat meningkatkan kekuatan ikatan dengan agregat. Pada variasi 2% dengan *slum flow* sebesar 66,65 cm dapat dikatakan mempunyai *workability* yang baik dan hasil kuat tekan sebesar 32,82 Mpa.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pengaruh penambahan abu ampas tebu sebagai material pengganti semen pada campuran beton *Self Compacting Concrete (SCC)* terhadap kuat tekan dan porositas beton, maka terdapat saran-saran sebagai berikut :

1. Dengan pengaruh variasi abu ampas tebu terhadap beton SCC diharapkan untuk penelitian selanjutnya, mampu dimanfaatkan kedalam struktur beton seperti kolom, balok dan plat
2. Perlu pertimbangani FAS dalam mix desain beton karena sifat abu ampas tebu sendiri yaitu menyerap air.
3. Abu ampas tebu sebaiknya digunakan sebagai filler.
4. Dapat dilakukan penelitian yang sama dengan variasi dimensi benda uji yang lebih banyak sehingga dapat diperoleh informasi relasi yang dimaksud.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 1611. *Standard Test Methods for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete*
- ASTM C 1621/C 1621M. *Standard Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring*
- EFNARC, BIBM, CEMBUREAU, EFCA, ERMCO. 2005. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete.*
- EFNARC, *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete.* 2002
- Okamura, H. & Ouchi, M. 2003. *Self Compacting Concrete.* Japan Concrete Institute. <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jact>
- Ouchi, Nakamura, Osterberg, Hallberg, dan Lwin 2003. *Applications of Self-Compacting Concrete in Japan Europe and The United States.* <http://fhwa.dot.gov/BRIDGE/scc.pdf>
- SNI, 03-2843-2000. *Metode Mix Design*
- Sugiyono, 2014. *Metode Statistika* : Bandung