

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	01	01	225 - 235	2018	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 Ghazali, 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)

Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno,73 – 82

STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, FLY ASH DAN PENAMBAHAN SERAT
POLYPROPYLENE SEBAGAI ALTERNATIF PEMBUATAN BETON RINGAN SELULER

Mita Sari, Muhammad Imaduddin,83 – 88

STUDI PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE, CATALYST, MONOMER DAN KAPUR
SEBAGAI SUBSTITUSI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER

Wahyu Wicaksono, Muhammad Imaduddin, Yogie Risdianto,89 – 94

PENGARUH PENGGUNAAN BGA (BUTON GRANULAR ASPHALT) PADA PERENCANAAN
ASPAL BETON AC-WC PEN 60/70 DENGAN MENGGUNAKAN FLY-ASH SEBAGAI FILLER

Mohamad Yusup Awang Ma'ruf, Yogie Risdianto,95 – 101

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BATA RINGAN TERHADAP POTENSIAL SWELLING PADA
TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA

Rinaldy Bayuwirawan, Nur Andajani,102 – 109

PENGENDALIAN MUTU GENTENG BETON MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS
CONTROL DI PT. VARIA USAHA BETON

Miftakhul Jannah, Hasan Dani,110 – 117

PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PASIR PADA
PAVING BLOCK

Fitria Laila, Yogie Risdianto,118 – 122

PENGGUNAAN LAWELE GRANULAR ASPHALT (LGA) PADA PEMBUATAN ASPHALT
CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) PEN 60/70 DENGAN FLY ASH SEBAGAI FILLER

Diana Atminingtias, Yogie Risdianto,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 PENGANTI PASIR

Yetty Asri Ovianti, Yogie Risdianto, 155 – 159

PENGARUH PASIR KUARSA SEBAGAI MATERIAL PENGANTI 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 PENGANTI 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

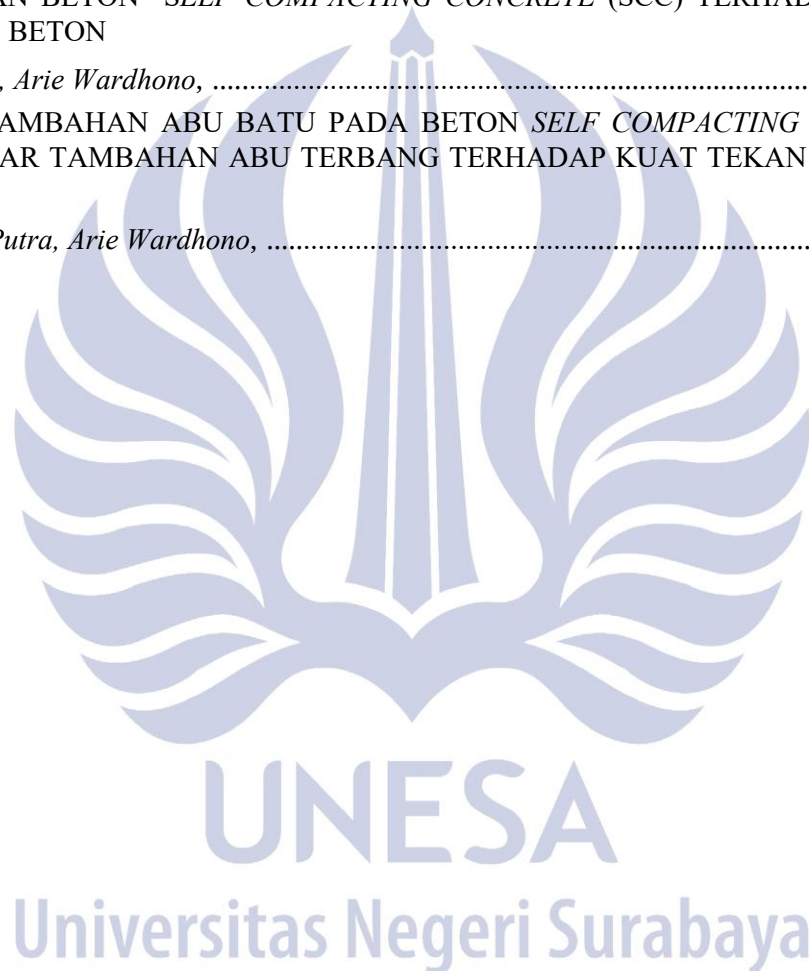
PENGARUH *COPPER SLAG* SEBAGAI MATERIAL PENGANTI PASIR PADA CAMPURAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON

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
PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATU PADA BETON <i>SELF COMPACTING CONCRETE</i> (SCC) BERBAHAN DASAR TAMBAHAN ABU TERBANG TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON <i>Tommy Haji Syah Putra, Arie Wardhono,</i>	225 - 235



Pengaruh Penambahan Abu Batu Pada Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) Berbahan Dasar Tambahan Abu Terbang terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton

Tommy Haji Syah Putra

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

E-mail: tommy_hajisyahputra@yahoo.com

Abstrak

Teknologi *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan alternatif yang digunakan pada struktur dengan perletakan tulangan besi terlalu rumit yang tidak memungkinkan dilakukan proses pemadatan campuran beton oleh manusia, tujuan dari pemadatan itu sendiri adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton. Beton *Self Compacting Concrete* mempunyai karakteristik dapat memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan vibrator.

Penelitian yang dilakukan dalam pembuatan *Self Compacting Concrete*, material abu batu digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) dengan kadar penambahan sebesar 0%, 10%, 17,5%, dan 25% dari berat semen pada campuran beton SCC. Material-material yang dibutuhkan untuk membuat beton SCC adalah semen portland, pasir lumajang, agregat kasar ukuran 5-10 mm, air dan *superplasticizer*. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton segar meliputi pengujian *flowability*, *filling ability*, *passing ability*, kuat tekan dan porositas.

Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan penurunan nilai *flowability*, *filling ability* dan *passing ability* campuran beton seiring penambahan kadar abu batu. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan kadar optimum penambahan kadar abu batu sebesar 10% dengan hasil kuat tekan rata-rata 35,27 MPa dan pada pengujian kadar porositas mengalami kenaikan persentase porositas seiring penambahan kadar abu batu.

Kata Kunci: self compacting concrete, abu batu, kuat tekan, porositas.

Abstract

Self Compacting Concrete (SCC) technology is an alternative can be use to a structure with the placement iron steel is too complicated, It does not enable concrete mixture compacting process by man, The purpose of concrete compacting is to minimize air stuck in fresh concrete in order to obtain homogeneous concrete and cavities don't occur in the concrete. Self Compacting Concrete has characteristic can be compacting itself without using vibrator.

In this research to make Self Compacting Concrete, the use of stone powder are as filler for the cement with amount of 0%, 10%, 17,5%, and 25% of the weight of the cement. Materials needed in order to make a SCC are portland cement, lumajang's sand, 5-10 mm coarse aggregate, water, and superplasticizer. The test performed for the concrete are flowability, filling ability, passing ability, compressive strength and porosity test.

Result obtained from flowability, filling ability and passing ability test shows a decreasing values respect to the increasing percentage the use of stone powder. Compressive strength test resulted an optimum additional level of stone powder in the amount of 10% with average compressive strength reaching up to 35,27 MPa and porosity test shows increasing values with respect to the increasing percentage additional level of stone powder.

Keyword: self compacting concrete, stone powder, compressive strength, porosity.

PENDAHULUAN

Self Compacting Concrete (SCC) adalah suatu campuran beton yang mempunyai karakteristik dapat memadat dengan sendirinya tanpa menggunakan alat pemadat (*vibrator*). Salah satu keunggulan dari *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah dapat menjangkau ke setiap sudut bangunan dan dapat mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata tanpa mengalami *bleeding* dan segregasi sehingga dapat meminimalisir adanya air yang masuk ke dalam beton (Campion dan Josh, 2000).

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan slump yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekisting (*placing*) dan proses pematatannya (*compaction*), SCC tidak memerlukan proses penggetaran seperti pada beton normal, memenuhi bekisting, dan mencapai kepadatan tertingginya sendiri (EFNARC, 2005).

SCC dapat diproduksi jika menggunakan superplasticizer yang diperlukan untuk mendispersikan (menyebarkan) partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus sehingga reaksi pembentukan C-S-H (*tobermorite*) akan lebih merata dan lebih aktif. Komposisi Agregat kasar dan agregat halus juga harus diperhatikan dalam proses produksi SCC, mengingat semakin besar proporsi agregat halus dapat meningkatkan daya alir beton segar tetapi jika agregat halus yang digunakan terlalu banyak maka dapat menurunkan kuat tekan beton yang dihasilkan, sebaliknya jika terlalu banyak agregat kasar dapat memperbesar resiko segregasi pada beton. Sedangkan penggunaan bahan pengisi (*filler*) diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton guna menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi, untuk tujuan tersebut dapat digunakan *fly ash*, serbuk batu kapur, *silica fume* atau bahan pengisi yang lain (Persson, 2000).

Abu batu adalah hasil dari pengolahan batu pecah dengan menggunakan *stone crusher*. Dari segi teksturnya, abu batu memiliki tekstur yang masih sangat tajam, sehingga saat kita gunakan sebagai campuran beton akan membuat ikatan di didalam beton tersebut menjadi sangat kuat sekali, yang akhirnya dapat membuat kekuatan beton semakin meningkat. Hal yang menyebabkan abu batu memiliki tekstur yang sangat tajam adalah karena abu batu berasal dari proses pemecahan batu, sehingga bentuk dari abu batu tersebut mengikuti tekstur batu yang dipecahkan sehingga sama-sama memiliki tekstur yang tajam. Untuk itu dilakukan pengujian komposisi

beton normal *self compacting concrete* dengan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan abu batu sebagai bahan tambah untuk campuran beton *self compacting concrete*.

Agregat halus yang dihasilkan dari lokasi *stone crusher* mengandung kurang lebih 17% sampai 25% fraksi abu batu, sehingga abu batu memiliki volume produksi yang cukup potensial untuk dimanfaatkan lebih lanjut dalam proses produksi SCC (Celik dan Marar, 1996).

Berdasarkan latar belakang tersebut kami mempunyai ide untuk mengkombinasikan beton SCC dengan material abu batu.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan dihadapi dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana desain proporsi campuran beton *Self Compacting Concrete* berbahan dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang yang optimum dengan penambahan Abu batu terhadap kuat tekan dan porositas beton?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan Abu batu sebagai bahan tambah pada kuat tekan dan porositas beton *Self Compacting Concrete* berbahan dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang 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 dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang yang optimum dengan penambahan Abu batu terhadap kuat tekan dan porositas beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan Abu batu sebagai bahan tambah pada kuat tekan dan porositas beton *Self Compacting Concrete* berbahan dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang dibandingkan beton *Self Compacting Concrete* konvensional terhadap pengujian *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shape Box Test*, dan *J-Ring Test*.

Dengan ini penelitian diharapkan agar hasilnya dapat bermanfaat:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Sebagai salah satu wacana ilmu pengetahuan dan menambah wawasan khususnya pada beton mutu tinggi.
 - b. Mengembangkan percobaan yang sudah pernah dilakukan dan hasil penelitian ini dapat

dijadikan dasar untuk penelitian selanjutnya terutama beton *Self Compacting Concrete*.

2. Bagi Akademis

- Dapat menekan penggunaan material semen pada beton *Self Compacting Concrete*.
- Penelitian ini bermanfaat sebagai praktik konkret dalam menerapkan ilmu yang sudah diperoleh selama kuliah di jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Untuk mempermudah di dalam penelitian dan mencegah terjadinya perluasan masalah serta mempermudah dalam memahami masalah, maka adanya pembatasan sebagai berikut:

- Pengujian beton *Self Compacting Concrete* yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan porositas beton
- Pengujian campuran beton pada kondisi segar dilakukan *Slump Test*, *Slump Flow Test*, *L-Shape Box Test*, dan *J-Ring Test*
- 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.
- Rasio fas (faktor air semen) dipertahankan 0,45.
- Penambahan *superplasticizer* tipe *high range water reducer* dari volume semen disesuaikan dengan karakteristik beton *Self Compacting Concrete*, *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika Viscocrete 1003
- Menggunakan *fly ash* (abu terbang) type N limbah dari PLTU Paiton.
- Abu batu didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton yang merupakan limbah *stone crusher* / pemecah batu-batuan gunung di wilayah Mojokerto
- Abu batu yang digunakan adalah abu batu berbentuk *powder* atau yang berukuran 100 *mesh*.
- Batu Pecah / Kerikil yang digunakan maksimum ukuran 10 mm.
- Pasir menggunakan jenis pasir lumajang yang didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton.
- Benda uji menggunakan beton silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
- Semen menggunakan merk Semen Gresik yang didapat dari *Ready Mix* PT. Merak Jaya Beton yaitu tipe *Ordinary Portland Cement (OPC)*.
- Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Merak Jaya Beton.

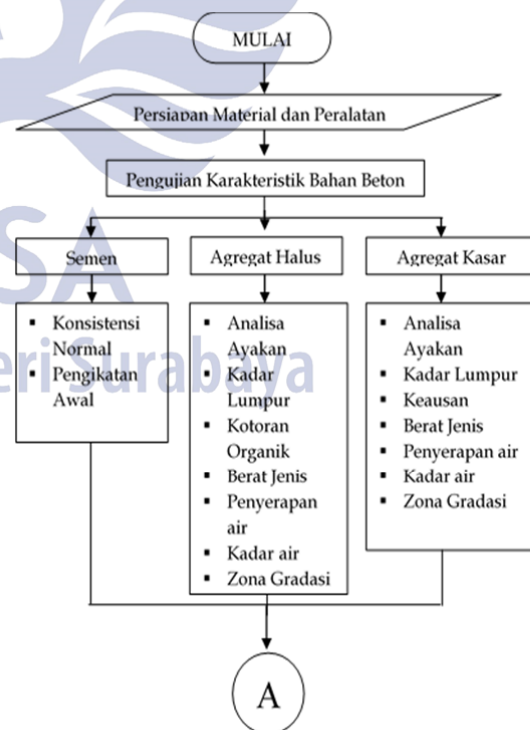
METODE

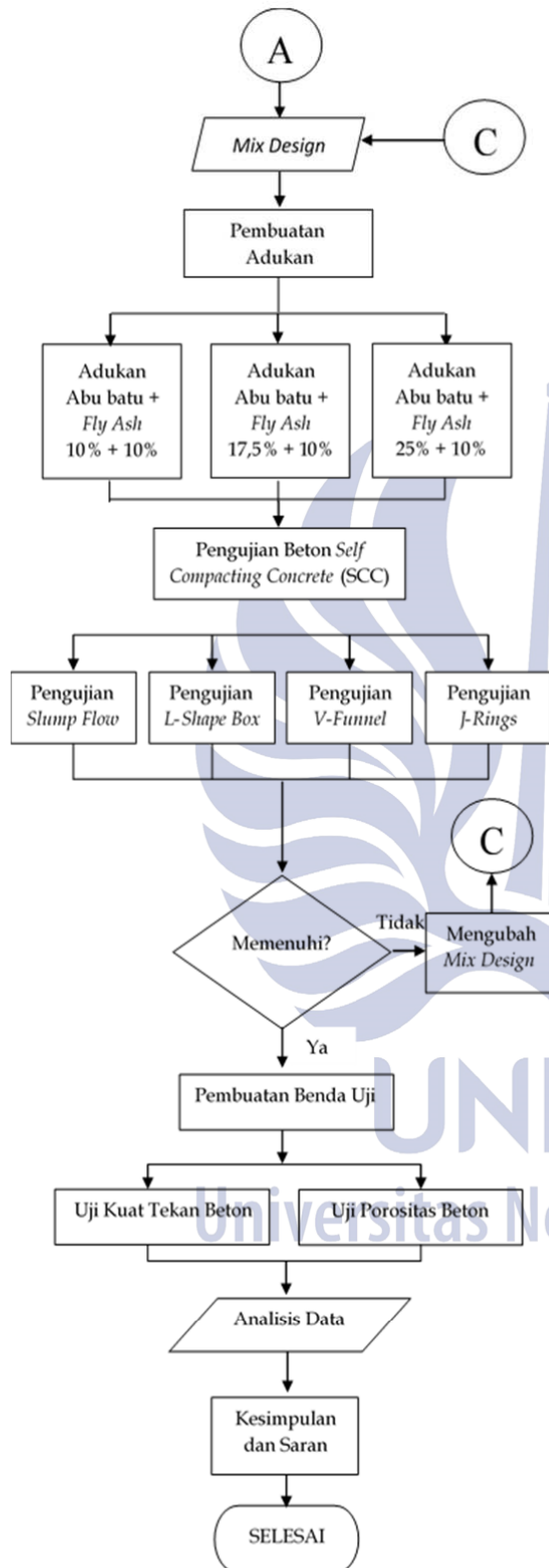
A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis eksperimen yang dilakukan dengan cara menambahkan abu batu pada beton *self compacting concrete* berbahan dasar tambahan *fly ash* (abu terbang). Bentuk benda uji adalah silinder dengan cetakan ukuran 150 mm x 300 mm. Pada penelitian ini, campuran tambahan abu batu menggunakan kadar 10%; 17,5%; dan 25% dari berat semen yang digunakan pada beton *self compacting concrete* berbahan dasar tambahan *fly ash* sebesar 10% berat semen. Kadar penggunaan *fly ash* akan disubstitusikan dengan berat semen yang akan digunakan. Masing-masing perbandingan terdiri dari 5 buah benda uji silinder. Pengujian silinder dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan *Universal Testing Machine*.

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya serta pada PT. Merak Jaya Beton di wilayah Romokalisari Gresik.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan penelitian dimulai dari persiapan sampai pengambilan kesimpulan dan saran, seperti yang digambarkan dalam diagram alir dibawah ini:





Gambar 1. Flowchart penelitian

B. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2014:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan sebagian abu batu dengan prosentase campuran abu batu yaitu 10%; 17,5%; dan 25% 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.

C. Instrumen Penelitian

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). Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat

- Satu set alat untuk pengujian bahan dan pembuatan benda uji.
- Satu set alat untuk pengujian benda uji :
 - Slump Cone
 - L-Shape Box
 - V-Funnel
 - J-Ring
 - Universal Testing Machine (UTM).
 - Alat tulis dan stopwatch untuk mencatat hasil pengujian.

2. Bahan

a. Semen

Semen menggunakan merk Semen Gresik yang didapat dari Ready Mix PT. Merak Jaya Beton yaitu tipe OPC jenis 1.

b. Agregat halus

- Agregat halus yang digunakan adalah yang dijual di wilayah Surabaya.
- c. Agregat kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah yang dijual di wilayah Surabaya.
- d. Air
Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari PDAM yang berada di Laboratorium Beton dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- e. Fly ash (abu terbang)
Fly ash (abu terbang) yang digunakan untuk campuran beton *self compacting concrete* sebagai bahan tambah yang direduksi dari jumlah penggunaan semen dengan type N limbah dari PLTU Paiton.
- f. Abu batu
Abu batu yang digunakan adalah limbah industri dari *Stone Crusher* di Mojokerto.
- g. Superplasticizer
Superplasticizer yang digunakan type Sika visocrete 1003 yang disuplai dari PT Merak Jaya Beton.

D. Mix Design

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 *Superplasticizer*, maka dapat memberikan pengaruh pada hasil dari *mix design*. Untuk mendapatkan *mix design* yang optimal pada penelitian sifat fisik dan mekanik pada *Self Compacting Concrete*.

Tabel 1 Proporsi Campuran per m³

Bahan Campuran	Variasi Campuran per m ³			
	BSCC (Kg)	AB 10% Mix 1 (Kg)	AB 17,5% Mix 2 (Kg)	AB 25% Mix 3 (Kg)
Air	205	205	205	205
Semen	455	410	410	410
FA (10%)	-	45.5	45.5	45.5
Kerikil	817	817	817	817
Pasir	998	998	998	998
Abu Batu	-	45.5	79.625	113.75
SP	5.46	2.82	4.23	5.69

Keterangan :

- FA = Fly Ash
AB = Abu Batu
BSCC = Beton *Self Compacting Concrete* dasar

Variasi Campuran :

- Mix 1 = Abu Batu 10% + Fly Ash 10% + Semen 90%
Mix 2 = Abu Batu 17,5% + Fly Ash 10% + Semen 90%
Mix 3 = Abu Batu 25% + Fly Ash 10% + Semen 90%

Prosedur perancangan proporsi campuran diatas didapatkan dari perhitungan *mix design* menggunakan SNI 03 2834 2000 yang kemudian disesuaikan dengan konsep dari beton *self compacting concrete*.

E. Pembuatan Benda Uji

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.

F. Pengujian Beton SCC

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

a. 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.

b. Slump

Pengujian *Slump Flow* ini digunakan alat *Slump Cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari SCC. Dengan alat ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan. Semakin tinggi nilai *slump flow* (SF), semakin besar kemampuannya untuk mengisi bekisting dengan berat sendiri. Hasil nilai minimal 65 cm diperlukan untuk SCC.

c. L-Shape 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. Di depan sekat penutup tersebut terdapat halangan berupa tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan

d. *V-Funnel*

Hasil yang dapat diidentifikasi dari pengujian *v-funnel* ini adalah waktu penurunan campuran beton SCC yang diperlukan sampai habis tak ada yang tertinggal pada corong V dalam keadaan setelah beton didiamkan 10 detik (t_{10} detik) dan 5 menit (t_5 menit).

e. *J-Ring*

Tes ini digunakan untuk menentukan *passing ability Self Compacting Concrete* (SCC). Peralatan uji terdiri dari lingkaran tulangan baja terbuka dengan tulangan baja vertikal. Model ini dapat dianggap sebagai model tulangan baja sesungguhnya. Diameter ukuran baja dan jarak antar tulangan dapat disesuaikan sesuai kondisi aktual yang ingin dimodelkan. Peralatan tes ini dapat dikombinasikan penggunaan dengan peralatan *slump flow test* sehingga dalam satu alat dapat digunakan untuk mengukur *filling ability* dan *passing ability*.

G. Pengujian Kuat Tekan dan Porositas Beton

a. Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari silinder beton yang mewakili spesimen beton dalam *mix design* menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian ini dilakukan pada saat beton berusia 28 hari dengan sebanyak 5 benda uji. Jumlah data yang diambil dari masing-masing pengujian adalah sebanyak 3 buah benda uji.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui kuat tekan beton yaitu:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

keterangan :

F_c' = kuat tekan (Mpa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

b. Porositas Beton

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. 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:

$$P = \left\{ \frac{(w_b - w_k)}{v_b} \right\} \times \left\{ \frac{1}{\text{pair}} \right\} \times (100\%) \dots \dots \dots (2.2)$$

keterangan :

P = porositas

W_b = massa basah sampel setelah direndam (gram)

W_k = massa kering sampel setelah direndam (gram)

V_b = volume benda uji (cm^3)

Pair = massa jenis air (gr/cm^3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Beton Segar

Untuk mendapatkan hasil beton SCC (*Self Compacting Concrete*) yang memiliki sifat beton segar perlu adanya pengujian *Slump Flow Test*, *Slump Test*, *V-Funnel Test*, *L-Shape Box Test*, dan *J-Ring Test*. Berikut adalah hasil pengujian dari keadaan beton segar dari masing-masing variasi penambahan abu batu sebagai pengisi (*filler*):

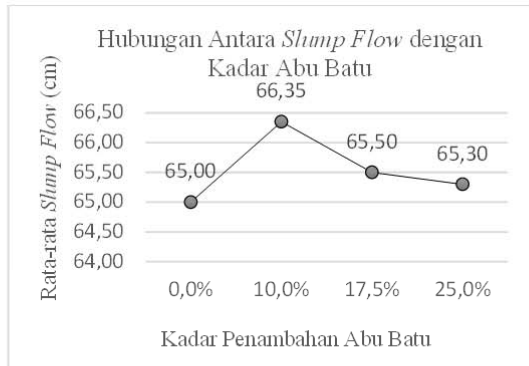
1. Pengujian *Slump flow* dan *Slump*

Tabel 2 Hasil Pengujian *Slump Flow* dan *Slump*

Kadar Abu Batu	Slump Flow Test			Waktu	Slump Test
	Diameter Maksimal				
	d1 (cm)	d2 (cm)	d _{rata-rata} (cm)	t ₅₀ (dt)	h (cm)
0%	66	64	65	2.51	28
10%	67.3	65.4	66.35	2.39	28.4
17.50%	65.7	65.3	65.5	2.46	28.2
25%	64.9	65.7	65.3	2.48	28.1

Dari hasil pengujian *slump flow* dapat dilihat bahwa kadar diameter rata-rata maksimal yang dicapai yaitu 66,35 cm dengan penambahan kadar abu batu sebagai *filler* (pengisi) sebanyak 10% dengan catatan waktu pada jarak diameter 50 cm yaitu 2,39 detik serta nilai *slump* tes didapatkan setinggi 28,4 cm. Kemudian pada kadar lainnya didapatkan diameter rata-rata berkisar 65-65,5 cm dengan catatan waktu yang hampir sama yaitu

kisaran 2,46-2,51 detik serta didapat nilai *slump* setinggi 28-28,2 cm



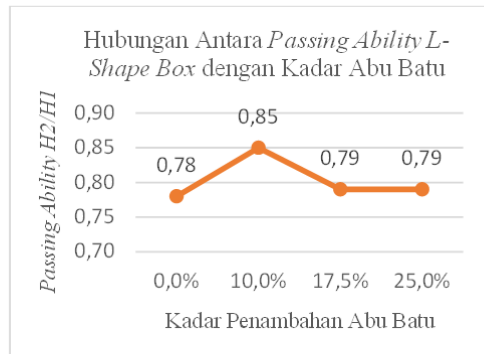
Gambar 2 Grafik hubungan Antara *Slump Flow* dengan Kadar Abu Batu

2. Pengujian *L-Shape Box*

Tabel 3 Hasil Pengujian *L-Shape Box*

Kadar Abu Batu	<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	0.78
10%	0.46	0.78	8.5	7.2	0.85
17.50%	0.49	0.84	8.7	6.9	0.79
25%	0.51	0.88	8.9	7	0.79

Pada pengujian menggunakan alat *L-shape box* ini bertujuan untuk mengamati karakteristik dari beton segar SCC terhadap *flowability*, *passing ability*, dan *segregation*. Dari hasil pengujian beton segar SCC pada alat uji *L-Shape Box* ada beberapa data yang ditinjau yaitu t_{20} cm, t_{40} cm digunakan untuk menandai catatan waktu yang dicapai pada batasan jarak 20 cm dan 40 cm. Kemudian h_1 (cm) dan h_2 (cm) ini digunakan untuk mengetahui nilai *passing ability* yang dicapai pada campuran beton SCC dengan minimal hasil 0,8 dan maksimal mendekati 1. Semakin mendekati 1 maka campuran beton SCC yang tercipta *workability* yang tinggi.



Gambar 3 Grafik hubungan Antara *Passing Ability* dengan Kadar Abu Batu

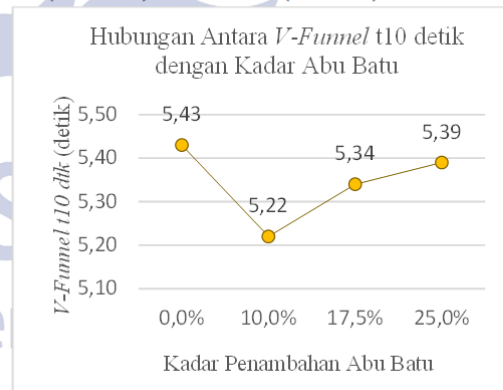
Pada **Gambar 3**, hasil pengujian *L-Shape Box* yang sudah mencapai nilai mendekati *passing ability* 1 yaitu pada penambahan kadar abu batu sebagai bahan pengisi (*filler*) sebesar 10% dengan nilai h_2/h_1 yang dicatat yaitu 0,85, kemudian pada kadar penambahan lainnya belum memenuhi nilai minimal *passing ability* dari syarat uji beton SCC

3. Pengujian *V-Funnel*

Tabel 4 Hasil Pengujian *V-Funnel*

Kadar Abu Batu	<i>V-Funnel Test</i>	
	t_{10} detik (dt)	t_5 menit (dt)
0%	5.43	30.75
10%	5.22	29.56
17.50%	5.34	30.24
25%	5.39	30.52

Hasil yang dapat diidentifikasi dari pengujian *v-funnel* ini adalah waktu penurunan campuran beton SCC yang diperlukan sampai habis tak ada yang tertinggal pada corong V dalam keadaan setelah beton didiamkan 10 detik (t_{10} detik) dan 5 menit (t_5 menit).



Gambar 4 Grafik hubungan antara *V-Funnel* t_{10} detik dengan kadar abu batu

Dari hasil pengujian beton segar SCC pada alat *v-funnel* dapat diketahui bahwa catatan waktu berkisar 5 detik, dimana perbedaan waktu yang dicapai pada setiap kadar penambahan abu batu diakibatkan perbedaan komposisi dan penambahan kadar *superplasticizer* sehingga terdapat selisih kecil. Pada uji t_{10} detik catatan waktu 5,22-5,43 detik sudah memenuhi

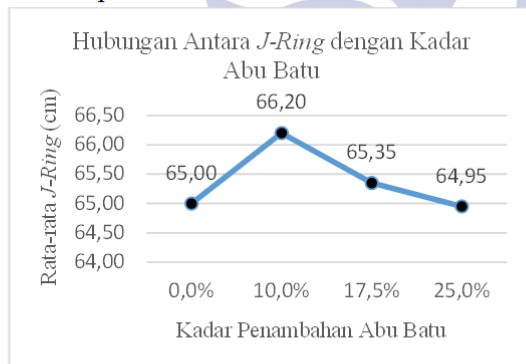
persyaratan uji beton SCC. Untuk uji t_5 menit digunakan untuk mengetahui *setting time* dari beton SCC.

4. Pengujian *J-Ring*

Tabel 5 Hasil Pengujian *J-Ring*

Kadar Abu Batu	J-Ring Test			
	Diameter Maksimal			Waktu
	d1 (cm)	d2 (cm)	d _{rata-rata} (cm)	
0%	64	66	65	2.57
10%	67.1	65.8	66.2	2.44
17.50%	65.4	65.3	65.35	2.49
25%	64.7	65.2	64.95	2.54

Berdasarkan standar pengujian pada ASTM C 1621/C 1621 M bahwa hasil pengujian *Passing ability* tes diukur dengan cara mengukur diameter secara tegak lurus pada setelah campuran beton segar mengalir dalam 2 arah, rata-rata dihitung dari pengukuran diameter yang sudah diambil secara tegak lurus. Untuk mengetahui *passing ability* yaitu dengan cara mengkalkulasi perhitungan antara diameter *J-Ring Flow* dengan *Slump Flow* dengan batasan hampir mendekati 1 cm.



Gambar 5 Grafik *Slumpflow J-Ring*

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa rasio perbedaan diameter sebaran *flow* antara *slump flow test* dan *j ring test* terbesar adalah 35 mm dengan kadar abu batu 25% sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh campuran beton segar SCC di tiap variasi yang berbeda tidak mengalami suatu *blocking*. Kadar penambahan *superplasticizer* yang digunakan pada kadar penambahan abu batu 0%; 10%; 17,5%; dan 25% berurutan penggunaan *superplasticizer* 1,2%; 0,62%; 0,93%; dan 1,25% dari berat binder.

B. Hasil Pengujian Beton Keras

1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui hubungan variasi penggunaan abu batu terhadap nilai kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan kadar abu batu sebesar 0%; 10%; 17,5%; dan 25% dari berat semen yang berbahan dasar tambahan abu terbang (*fly ash*) 10% yang disubstitusikan dengan berat semen. Berikut adalah hasil uji kuat tekan beton SCC:

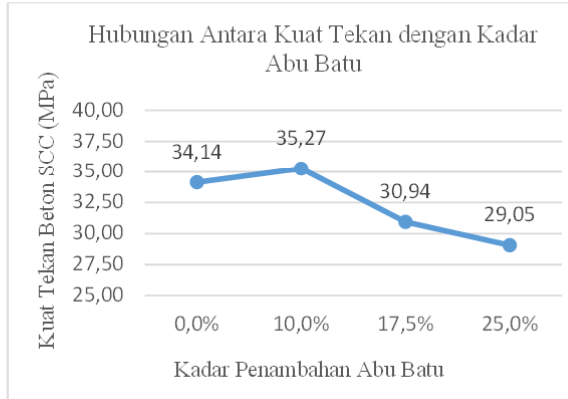
Tabel 6 Hasil Uji Kuat Tekan Beton SCC

Kadar Abu Batu	Benda Uji	F_c (Mpa)	F_c rata2
0%	1	33.95	34.14
	2	35.09	
	3	33.39	
10%	1	35.09	35.27
	2	35.65	
	3	35.09	
17,5%	1	32.82	30.94
	2	28.29	
	3	31.69	
25%	1	31.12	29.05
	2	27.73	
	3	28.29	

Dari hasil yang didapatkan berdasarkan grafik dan data dari pengujian beton SCC dengan penambahan kadar abu batu ini, yang memiliki nilai kuat tekan bervariasi dengan rata-rata kuat tekan mulai 29,05 MPa hingga 35,27 MPa pada umur pengujian 28 hari. Nilai kuat tekan terendah didapat pada penambahan kadar abu batu sebanyak 25% yaitu 29,05 MPa, sedangkan nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan dari beton SCC dengan penambahan abu batu 10% didapatkan hasil pengujian yaitu sebesar 35,27 MPa.

Dari keempat variasi yang sudah dilakukan dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian dan grafik, bahwa nilai kuat tekan yang optimum berada pada kadar penambahan abu batu sebesar 10%. Pada penggunaan abu batu dengan cara penambahan terlihat kuat tekan beton meningkat sampai dicapai kadar optimum sebesar 10% kemudian menurun. Pada penambahan kadar abu batu sebesar 17,5% mulai terlihat adanya penurunan hasil kuat tekan beton SCC, hal ini disebabkan karena komposisi dari kadar abu batu

yang ditambahkan sebagai *filler* (pengisi) sudah melebihi batas idealnya sehingga pasta semen sebagai bahan pengikat menjadi kurang efektif dan kuat tekan dari beton SCC menjadi berkurang.



Gambar 6 Grafik hubungan antara kuat tekan dengan kadar abu batu

2. Hasil Pengujian Porositas

Prosedur pengujian porositas yang digunakan adalah dengan menggunakan berat basah dan berat kering benda uji silinder beton, rumus perhitungan kadar porositas dapat dilihat pada Rumus 2.2, berikut ini adalah hasil pengujian porositas beton SCC:

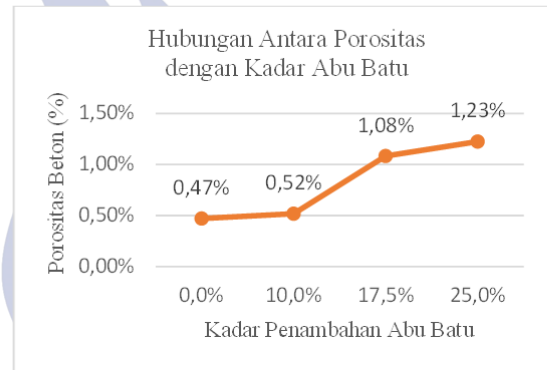
Tabel 7 Hasil Uji Porositas Beton SCC

Kadar Abu Batu	Benda Uji	Porositas	Rata-rata Porositas
0%	4	0.38%	0.47%
	5	0.57%	
10%	4	0.47%	0.52%
	5	0.57%	
17,5%	4	1.04%	1.08%
	5	1.13%	
25%	4	1.32%	1.23%
	5	1.13%	

Dari hasil perhitungan porositas beton SCC dapat diketahui bahwa nilai porositas yang paling kecil yaitu memiliki ruang kosong yang lebih sedikit, pada kadar 0% mempunyai nilai porositas terkecil yaitu 0,38%, kemudian berurutan pada kadar berikutnya yaitu kadar penambahan abu batu 10%; 17,5%; dan 25% yang semakin meningkat angka porositasnya mulai 0,47% hingga 1,32%.

Nilai porositas tertinggi didapat pada penambahan kadar abu batu sebanyak 25% yaitu

1,23%, sedangkan nilai porositas terendah dihasilkan dari beton SCC dengan penambahan abu batu 0% didapatkan hasil perhitungan 0,47%. Semakin kecil porositas beton SCC, maka semakin tinggi tingkat kepadatan dari beton SCC, dan bila kepadatan tinggi, maka rongga-rongga pada beton semakin sedikit yang dapat meningkatkan kuat tekan dari beton SCC. Dari keempat variasi yang sudah dilakukan dapat dilihat berdasarkan hasil perhitungan dan grafik, bahwa nilai porositas yang optimum berada pada kadar penambahan abu batu sebesar 0%, Pada penggunaan abu batu dengan cara penambahan terlihat porositas beton dicapai kadar optimum 0% kemudian mengalami kenaikan sampai kadar 25%.



Gambar 7 Grafik hubungan antara porositas dengan kadar abu batu

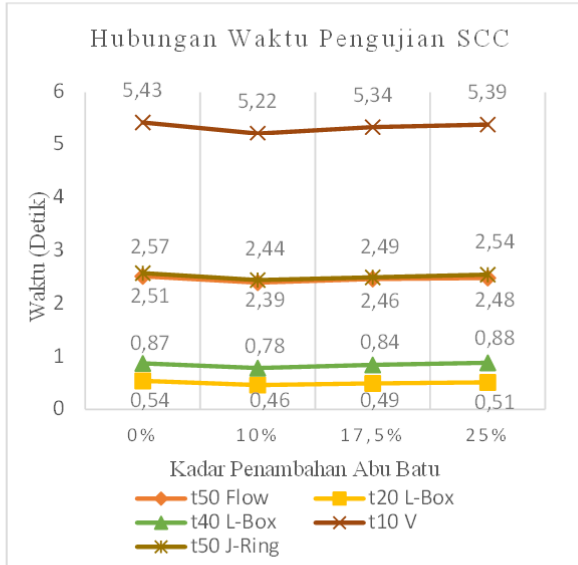
C. Hubungan *Workability* Pada Pengujian Beton Segar SCC

Tabel 8 Hasil Catatan Waktu Pengujian SCC

Kadar Abu Batu	<i>Slump Flow</i>	<i>V-Funnel</i>	<i>L-Box</i>		<i>J-Ring</i>
	t_{50} (dt)	t_{10} (dt)	t_{20} (dt)	t_{40} (dt)	t_{50} (dt)
0%	2.51	5.43	0.54	0.87	2.57
10%	2.39	5.22	0.46	0.78	2.44
17.50%	2.46	5.34	0.49	0.84	2.49
25%	2.48	5.39	0.51	0.88	2.54

Workability merupakan faktor yang penting dalam proses pembuatan campuran adukan beton yang diperlukan untuk mempermudah proses selanjutnya seperti proses pengadukan, pengangkutan dan penuangan, karena pada pengujian beton segar SCC tingkat *workability* ini berbeda-beda hasilnya pada penambahan kadar abu batu, dari setiap kadar penambahan abu batu dalam pengujian yang dilakukan memiliki sifat campuran beton SCC yang

hampir sama yaitu sifat *flowability* dan *filling ability* dari beton SCC, dari kedua sifat *flowability* dan *filling ability* dapat diukur berdasarkan hasil catatan waktu yang dicapai dari hasil pengujian serta pengukuran yang dilakukan.



Gambar 8 Grafik hubungan waktu pengujian SCC

Dari hasil yang didapatkan berdasarkan grafik dan data dari pengujian beton SCC dengan penambahan kadar abu batu menunjukkan pengaruh pada hasil catatan waktu dengan penambahan abu batu sebesar 10% merupakan catatan waktu tercepat diantara ketiga penambahan kadar abu batu lainnya yakni 0%; 17,5%; dan 25%. Catatan waktu menunjukkan angka kenaikan pada kadar penambahan abu batu 17,5% hingga 25% serta 0%. Hal ini disebabkan penggunaan *superplasticizer* yang meningkat yaitu 0,62% sampai 1,25% dari berat binder dan juga fas yang digunakan tetap atau tidak berubah pada semua kadar penambahan abu batu.

Penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan *workability*, penyebab penurunan waktu catatan pada setiap pengujian beton segar SCC yaitu penambahan kadar abu batu sebagai bahan pengisi (*filler*) yang meningkat, hal ini dapat dicegah dengan menambahkan jumlah air yang digunakan seiring kenaikan kadar abu batu yang digunakan, solusi ini bertujuan agar meningkatkan *workability* beton SCC.

Dari hasil pengujian waktu pada beton segar SCC dapat diidentifikasi bahwa terdapat suatu pola hubungan yang terjadi dari beberapa kadar penambahan abu batu. Pada pengujian *slump flow* dengan penambahan kadar abu batu sebesar 10% didapatkan hasil *slump flow* rata-rata 66,35 cm dan

hasil uji sebaran 50 cm (t_{50}) selama 2,39 detik, kemudian pada kadar 17,5% didapatkan hasil *slump flow* rata-rata 65,5 cm dan hasil uji sebaran 50 cm (t_{50}) selama 2,46 detik, dapat diidentifikasi bahwa terjadi penurunan hasil rata-rata sebaran *slump flow* dan perlambatan catatan waktu yang dicapai pada sebaran 50 cm (t_{50}), pada pengujian *V-Funnel* uji t_{10} detik menunjukkan hasil perbedaan waktu yang semakin bertambah pada penambahan abu batu 10% dan 17,5% yakni dengan catatan waktu 5,22 detik dan 5,34 detik, pola hubungan penambahan dengan kadar abu batu seperti pada pengujian *slump flow* terlihat sama. Akibat pola yang sama pada pengujian *slump flow* dan *v-funnel*, menyebabkan pada pengujian *L-box* mengalami pola yang sama dengan pengujian sebelumnya, yaitu hasil pengukuran rasio dari *passing ability* dengan cara perbandingan pengukuran tinggi dari h_2/h_1 , hasil pada kadar penambahan 10% didapatkan rasio sebesar 0,85 dan pada kadar penambahan 17,5% didapatkan nilai rasio sebesar 0,79, hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai *flowability* seiring penambahan kadar abu batu yang ditambahkan, akibat dari penurunan *flowability* dari beton segar SCC dapat mempengaruhi hasil nilai *blocking* yang terjadi pada alat uji *L-Box*, alhasil nilai dari kadar penambahan abu batu 17,5% belum memenuhi syarat *blocking ratio* pada uji *L-Box* yang minimal dengan nilai 0,80. Pada pengujian dengan menggunakan alat *J-Ring* juga memiliki pola yang sama. Penyebab utama terjadinya penurunan *flowability* yaitu penambahan kadar abu batu yang meningkat, karena sifat dari abu batu yang higroskopis (menyerap air) dan air yang digunakan tidak berubah.

Permasalahan penurunan *workability* pada penambahan kadar abu batu sebagai bahan pengisi (*filler*) ini dapat diimbangi dengan meningkatkan penggunaan jumlah air, seiring bertambahnya jumlah kadar abu batu yang ditambahkan. *Superplasticizer* juga berperan penting dalam peningkatan *workability*, proses penambahan *superplasticizer* dilakukan secara bertahap dengan melihat secara visual perubahan campuran beton SCC agar tidak terjadi pemisahan campuran (*segregasi*) maupun *bleeding*.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pengaruh penambahan abu batu pada beton *Self Compacting Concrete* berbahan dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang terhadap kuat tekan dan porositas beton, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kadar abu batu memiliki nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan dengan kadar penambahan abu batu sebesar 10% didapatkan hasil pengujian yaitu 35,27 MPa. Kuat tekan optimum dicapai pada kadar 10% kemudian menurun sampai kadar 25%, pada porositas beton dicapai kadar optimum 0% yaitu 0,47%, penurunan kuat tekan beton dikarenakan fas yang tetap. Desain proporsi campuran yang optimum per m³ yaitu dengan penambahan kadar abu batu sebanyak 10% yaitu: air 205 kg, semen 410 kg, fly ash 45,5 kg, kerikil 817 kg, pasir 998 kg, dan abu batu 45,5 kg.
2. Penggunaan abu batu sebagai bahan pengisi (*filler*) pada beton SCC berpengaruh cukup tinggi karena sifat abu batu yang higroskopis sehingga meningkatkan viskositas beton segar serta meminimalkan terjadinya segregasi, *bleeding*. Abu batu mampu mengisi rongga-rongga kosong yang ada di beton sehingga dapat meminimalkan terjadinya porositas beton sekaligus meningkatkan kuat tekan beton yang dihasilkan pada kadar 10% kuat tekan sebesar 35,27 MPa dengan *slump flow* sebesar 66,35 cm dan nilai *blocking ratio* 0,85.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan yaitu pengaruh penambahan abu batu pada beton *Self Compacting Concrete* berbahan dasar tambahan *Fly Ash* / Abu terbang terhadap kuat tekan dan porositas beton, maka dapat diperoleh beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk meyakinkan keakuratan data hasil pengujian menggunakan alat uji lainnya seperti *U-box* dan *GTM Screen Ability Test* dalam pengujian beton SCC pada keadaan segar.
2. Perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya tentang kadar penambahan abu batu sebagai *filler* dengan kadar penambahan diantaranya 5%; 10%; 15% dan 20%.
3. Perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya tentang kadar penambahan *superplasticizer* pada beton SCC yang optimum dengan menggunakan berbagai tipe *superplasticizer*, karena dalam penelitian ini penggunaan *superplasticizer* berbeda-beda tiap variasi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 1621/C 1621 M. *Standard Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring*.
- Campion, Michael J dan Philippe Josh. 2000. *Self Compacting Concrete Expanding the Possibilities of Concrete Design and Placement*. *Concrete International* April 31-34

Celik, T. and Marar, K., 1996. *Effects of Crushed Stone Dust on Some Properties of Concrete*, *Cement and Concrete Research* Vol.26, No.7, Pergamon.

EFNARC, BIBM, CEMBUREAU, EFCA, ERMCO. 2005. *The European Guidelines For Self Compacting Concrete*.

Persson, B., 2000. *A Comparison Between Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete*, *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, Pergamon.

SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum RI: Jakarta.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.

Suharsimi. 2004. *Prosedur Penelitian: Suatu pendekatan Praktek*. Bandung: Rineka Cipta.