

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 201 - 208	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 *FLY ASH* SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI SEMEN PADA CAMPURAN BETON *SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC) TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON

Bagus Tri Destyanto, Arie Wardhono, 201 - 208



UNESA

Universitas Negeri Surabaya

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

Bagus Tri Destyanto

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

E-mail: gungunman119@gmail.com

Arie Wardhono

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Kebutuhan akan konstruksi bangunan gedung terus meningkat, terutama konstruksi yang berhubungan dengan teknologi beton. Metode SCC merupakan salah satu metode pembuatan beton yang modern, dimana campuran beton dapat mengalir sendiri untuk mengisi sudut-sudut bekisting. Selain memerlukan mineral *admixture* berupa *superplasticizer* yang memiliki viskositas tinggi, *Self Compacting Concrete* (SCC) juga memerlukan komposisi semen yang lebih banyak dibandingkan dengan beton normal. Hal ini bertujuan untuk memenuhi *flowability* yang disyaratkan.

Oleh karena itu, diperlukan juga bahan pengganti semen sebagai inovasi untuk mewujudkan komposisi beton *Self Compacting Concrete* (SCC) yang ekonomis. Dalam penelitian ini, akan digunakan *fly ash* yang merupakan limbah PLTU Paiton sebagai bahan pengganti semen dalam campuran *mix design*. Trial mix dilakukan untuk mengetahui semua komposisi variasi agar memenuhi persyaratan *filling ability*, *passing ability*, *flowability* dan segregasi pada saat beton kondisi segar. Pengujian *filling ability* menggunakan *slump flow*, *blocking* menggunakan *J-ring*, *passing ability* menggunakan *L-box*, sedangkan *flowability* dan segregasi menggunakan *V-funnel*. Campuran *mix design* yaitu rasio *fly ash*:semen 0:10, 10:90, 20:80, 30:70 serta menggunakan penambahan zat additive yaitu *viscocrete 1003* sebesar 0,6%-1,2%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *workability* sangat dipengaruhi oleh penambahan kadar *fly ash* dan besarnya dosis *superplasticizer* yang ditambahkan pada campuran beton. Besarnya penambahan *fly ash* berpengaruh signifikan pada *workability*, porositas dan hasil kuat tekan. Kuat tekan dan porositas optimum dihasilkan dari penambahan *fly ash* sebanyak 20%.

Kata Kunci: SCC, *fly ash*, *superplasticizer*, kuat tekan, porositas.

Abstract

The need for building construction are continues to increase, especially construction that related to a concrete technology. SCC method is one of the modern method of concrete manufacture, in which that concrete mixes can flow themselves to fill the corners of formwork. Besides requiring mineral admixture such as superplasticizer that having high viscosity is necessary, Self Compacting Concrete (SCC) also require more cement composition than normal concrete. It aims to meet the required flowability.

Therefore, additional cement replacement material is also needed as an innovation to create the concrete compositional for Self Compacting Concrete (SCC) more affordable. In this research, will be used fly ash which is the waste of Paiton PLTU as a cement replacement material in mix design. Trial mix is used to know all variation composition to fulfill requirement of filling ability, passing ability, flow ability and segregation on fresh condition of concrete. Testing filling ability using slump flow, Blocking using J-ring passing ability using L-box, while flow ability and segregation using V-funnel. Mixed mix design within ratio of fly ash: cement is 0:10, 10:90, 20:80, 30:70 and use the addition of additive substances viscocrete 1003 is 0.6% - 1.2%.

The results showed that the workability was strongly influenced by the addition of fly ash and the amount of superplasticizer dose that added to the concrete mixture. The amount of addition of fly ash has a significant effect on workability, porosity and compressive strength. The compressive strength and optimum porosity resulted from the addition of fly ash by 20%

Keyword: SCC, *fly ash*, *superplasticizer*, compressive strength, porosity.

PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi dari tahun ke tahun semakin berkembang, baik dari segi desain maupun metode-metode konstruksi yang dilakukan. Dalam pekerjaan konstruksi beton, pemadatan atau vibrasi beton adalah pekerjaan yang mutlak harus dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional, karena konsekuensi dari beton bertulang yang tidak sempurna pematatannya, diantaranya dapat menurunkan kuat tekan beton dan impermeabilitas beton sehingga mudah terjadi korosi pada besi tulangan (Sugiharto dan Kusuma, 2001).

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. Meskipun begitu pengecoran beton konvensional pada *beam column joint* yang padat tulangan dengan alat vibrator belum menjamin tercapainya kepadatan secara optimal. Selain itu penggunaan alat vibrator pada daerah yang padat bangunan dapat menimbulkan polusi suara yang mengganggu sekitarnya, sehingga teknologi *self compacting concrete* (SCC) merupakan alternatif yang dapat digunakan. *Self-compacting Concrete* (SCC) sendiri dapat didefinisikan sebagai suatu jenis beton yang dapat dituang, mengalir dan menjadi padat dengan memanfaatkan berat sendiri, tanpa memerlukan proses pemadatan dengan getaran atau metode lainnya, selain itu beton segar jenis *self-compacting concrete* bersifat kohesif dan dapat dikerjakan tanpa terjadi segregasi atau *bleeding*.

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *self compacting concrete* antara lain : (1) Mengurangi lamanya konstruksi dan besarnya upah pekerja, (2) Pemadatan dan penggetaran beton yang dimaksudkan untuk memperoleh tingkat kepadatan optimum dapat dihilangkan, (3) Mengurangi kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitarnya, (4) Meningkatkan kepadatan elemen struktur beton pada bagian yang sulit dijangkau dengan alat pemadat, seperti vibrator, (5) Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan. Beton jenis ini lazim digunakan untuk pekerjaan beton pada bagian struktur yang sulit dijangkau dan dapat menghasilkan struktur dengan kualitas yang baik. (Dehn, et al. 2000)

Berbeda dengan beton normal pada umumnya, komposisi semen yang dibutuhkan pada *mix design Self Compacting Concrete* (SCC) lebih banyak jika dibandingkan komposisi semen pada beton normal (Okamura dan Ouchi 2003). Penambahan *superplasticizer* juga 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 yang lainnya (Persson, 2000).

Disisi lain tanpa kita sadari, penggunaan semen telah membawa dampak negatif yang besar terhadap pemanasan global. Fakta mencengangkan bahwa dalam produksi setiap satu ton semen, rata-rata 0,87 ton emisi CO₂ dilepaskan ke udara bebas. Menurut *International Energy Authority*, produksi semen portland menyumbang 7% dari keseluruhan emisi karbon dioksida oleh manusia. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dipilihlah *Fly Ash* karena berdasarkan penelitian sebelumnya material *Fly Ash* yang merupakan sisa pembakaran batu bara memiliki unsur *pozzolan* (SiO₂, Al₂O₃ dan Fe₂O₃) sehingga dapat mengisi rongga rongga dan menjadi bahan pengikat layaknya semen. Hal tersebut menjadikan sebuah pemikiran untuk memanfaatkan potensi besar *fly ash* dalam desain campuran beton yang memenuhi kriteria SCC mutu tinggi

Fly ash merupakan produk sampingan industri, yang dihasilkan dari pembakaran batubara di pembangkit listrik tenaga uap. Meningkatnya kelangkaan bahan baku dan kebutuhan yang mendesak untuk melindungi lingkungan terhadap polusi telah menekankan pentingnya mengembangkan bahan bangunan baru berbasis limbah industri yang dihasilkan dari tenaga panas berbahan bakar batu bara. *Fly ash* mampu meningkatkan sifat kekuatan dan daya beton. *Fly Ash* bisa digunakan baik sebagai campuran atau sebagai pengganti sebagian semen, selain itu *fly ash* juga bisa digunakan sebagai pengganti parsial agregat halus, sebagai pengganti total agregat halus dan sebagai pelengkap untuk mencapai sifat beton yang berbeda (Pujianto., 2010).

Superplasticizer juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas bahan ini merupakan sarana untuk menghasilkan beton mengalir tanpa terjadi pemisahan (segregasi/bleeding) yang umumnya terjadi pada beton dengan jumlah air yang besar, maka bahan ini berguna untuk pencetakan beton ditempat-tempat yang sulit seperti tempat pada penulangan yang rapat. *Superplasticizer* dapat memperbaiki workabilitas namun tidak berpengaruh besar. dalam meningkatkan kuat tekan beton untuk faktor air semen yang diberikan. Namun kegunaan *superplasticizer* untuk beton mutu tinggi secara umum sangat berhubungan dengan pengurangan jumlah air dalam campuran beton. Pengurangan ini tergantung dari kandungan air yang digunakan, dosis dan tipe dari *superplasticizer* yang dipakai. (L. J. Parrot, 1998).

Dalam penelitian ini memanfaatkan *fly ash* sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton *self compacting concrete* dan penggunaan *superplasticizer* untuk peningkat *workability* beton.

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

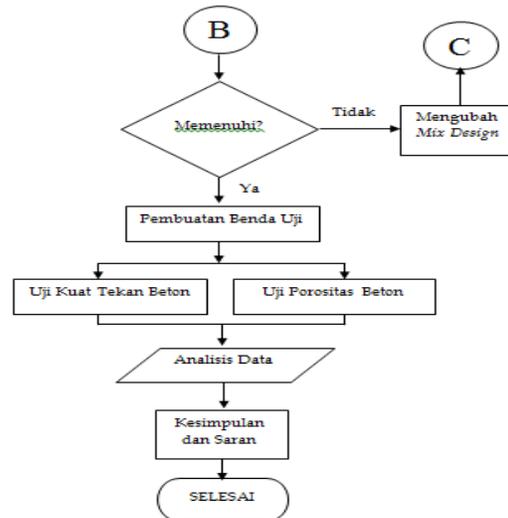
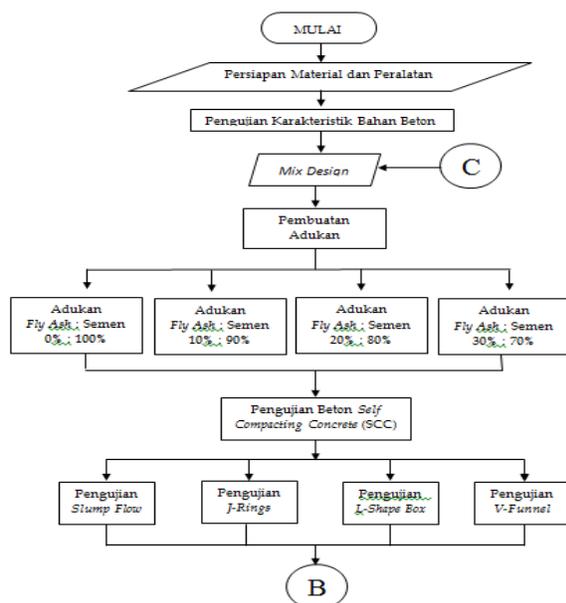
1. Mengetahui kadar optimal dalam penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen pada campuran beton SCC.
2. Mengetahui pengaruh variasi *fly ash* terhadap nilai kuat tekan dan porositas beton SCC pada umur 28 hari.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen terhadap workability beton SCC.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Merak Jaya Beton. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan mulai Oktober 2017 sampai dengan selesai. Langkah-langkah penelitian eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. *Survey* dan observasi
2. Mencari literature yang berhubungan dengan masalah penelitian yang akan dilakukan.
3. Menentukan masalah yang didapatkan dari hasil *Survey* dan observasi.
4. Menentukan batasan-batasan masalah dalam penelitian.
5. Membatasi dan membuat rumusan masalah.
6. Menyusun rencana penelitian secara lengkap meliputi: menentukan variable penelitian, menentukan dan menyiapkan bahan yang akan digunakan, menentukan dan pembuatan sampel, melakukan pengujian di laboratorium, pengumpulan data, dan analisis data.
7. Melakukan pengujian kemampuan mekanis terhadap kuat tekan dan porositas pada benda uji beton *Self Compacting Concrete (SCC)*.

Berikut merupakan flow chart dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

A. 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). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat

- a. Satu set alat untuk pengujian bahan dan pembuatan benda uji
- b. Satu set alat untuk pengujian benda uji :
 - 1) *Slump Cone*
 - 2) *L-Shape Box*
 - 3) *V-Funnel*
 - 4) *J-Ring*
 - 5) *Universal Testing Machine (UTM)*.
 - 6) Alat tulis dan *stopwatch* untuk mencatat hasil pengujian.

2. Bahan

- a. Semen
Semen yang digunakan adalah semen OPC merk semen Gresik jenis I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik.
- b. Agregat halus
Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang yang dijual di wilayah Surabaya.
- c. Agregat kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil dengan ukuran maksimal 10mm.
- 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 F* limbah dari PLTU Paiton.

3. Mix Design

Metode perhitungan digunakan adalah SNI 03-2834-2000 yang kemudian akan dipadukan dengan konsep beton *self compacting concrete* (SCC). Proses perencanaan pembuatan *mix design* ini memiliki 4 variasi campuran penambahan *fly ash* dengan kadar prosentase 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat semen serta penambahan *superplasticizer* berdasarkan kebutuhan binder yang digunakan pada beton *self compacting concrete*.

Tabel 1. Proporsi per m³ campuran

Bahan Campuran	Variasi Campuran per m ³			
	Campuran Dasar (Kg)	Campuran 1 (Kg)	Campuran 2 (Kg)	Campuran 3 (Kg)
Air	205	205	205	205
Semen	455	409,5	364	318,5
<i>Fly Ash</i>	-	45,5	91	136,5
Kerikil	817	817	817	817
Pasir	998	998	998	998
<i>Superplasticizer</i>	5,46	3,64	2,73	2,505

4. Pengujian Beton Self Compacting Concrete

Pengujian campuran dilakukan untuk melihat apakah campuran beton memenuhi kriteria sebagai beton SCC, pengujian campuran meliputi:

a. *Slump flow* dan *Slump*

Slump flow digunakan untuk menilai aliran bebas horizontal dari SCC tanpa adanya penghalang. *Slump* digunakan sebagai indikator campuran apakah terjadi segregasi. Semakin tinggi nilai *slump-flow*, semakin baik kemampuan beton untuk mengisi bekisting dengan berat sendirinya. Nilai *slump-flow* kurang lebih 650 mm dibutuhkan untuk mencapai SCC.

b. *L-Box*

Peralatan terdiri dari kotak penampang persegi dengan bentuk huruf L dengan penampang vertikal dan horizontal dipisahkan oleh sekat penutup yang berada di depan rangkaian tulangan vertikal. Penampang vertikal kemudian diisi dengan beton dan selanjutnya sekat penutup dibuka dan beton dibiarkan mengalir ke penampang horizontal. Setelah aliran berhenti, tinggi beton pada ujung penampang horizontal

menunjukkan jumlah beton yang tersisa pada penampang vertikal.

c. *V-Funnel*

Tes *V-Funnel* digunakan untuk menentukan kemampuan pengisian beton dengan ukuran agregat maksimum 20mm. Corong diisi sekitar 12 liter beton dan dihitung waktu aliran melalui bagian bawah corong. Setelah pengujian *V-Funnel* dapat digunakan kembali setelah dibiarkan selama 5 menit. Jika beton menunjukkan segregasi maka waktu aliran beton akan meningkat secara signifikan. Semakin pendek waktu pengaliran semakin baik kemampuan alirannya. Untuk SCC waktu aliran 10 detik dianggap layak.

d. *J-Ring*

Tes ini digunakan untuk menentukan kemampuan beton melewati tulangan. Peralatan terdiri dari plat dasar persegi panjang (30mm x 25mm) dengan lingkaran tulangan terbuka dan tulangan vertikal seperti pada tulangan terpasang. Bagian tulangan bisa menggunakan diameter tulangan yang berbeda dan dengan jarak yang berbeda, berdasarkan persyaratan tulangan normal, 3x ukuran agregat maksimal diperbolehkan. Diameter lingkaran tulangan vertikal adalah 300mm dengan tinggi 100mm.

e. Uji 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 7, 14, 21 dan 28 hari dengan masing-masing sebanyak 3 benda uji.

f. Uji Porositas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya persentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada beton dan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan beton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Beton Segar SCC

Berikut adalah analisa keterkaitan penambahan kadar *fly ash* sebagai pengganti semen dengan penggunaan *superplasticizer* dengan variasi yang berbeda-beda mengikuti kebutuhan binder sebesar 0,6%-1,2% dari berat semen terhadap workability beton segar SCC yang meliputi uji *Slump Flow*, *J-ring*, *L-Box* dan *V-vunnel*

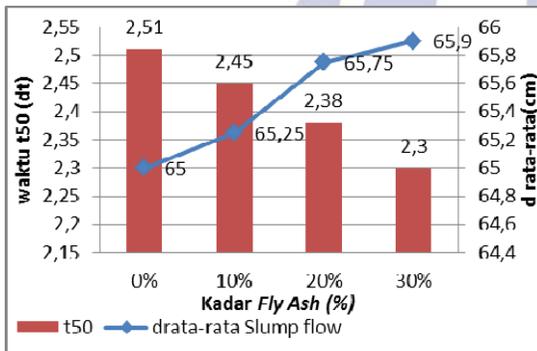
1. *Slump Flow* Test

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *flowability* (kemampuan alir) dan stabilitas SCC. Adapun hasil yang ditinjau dari uji ini adalah diameter akhir aliran beton serta waktu aliran

beton saat mencapai diameter 50 cm. Berikut ini adalah data hasil yang didapatkan dari uji *Slump Flow*

Tabel 2. Hasil Pengujian *Slump Flow*

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		FA 0%	FA 10%	FA 20%	FA 30%
<i>Slump flow test</i>	d1 (mm)	66	65,5	66	66
	d2 (mm)	64	65	65,5	65,8
	d rata-rata (mm)	65	65,25	65,75	65,9
	T50 (dt)	2,51	2,45	2,38	2,3



Gambar 2. Grafik Hasil *Slump Flow*

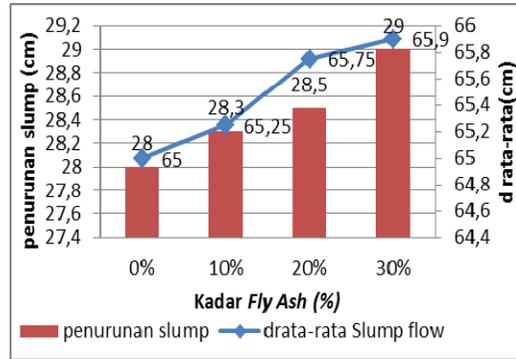
Berdasarkan hasil pengujian ini, diameter sebaran beton segar SCC semakin meningkat seiring bertambahnya kadar *fly ash* didapat pada beton dengan kadar *fly ash* 30% yaitu 65,90. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai diameter 50cm semakin berkurang seiring penambahan kadar *fly ash* dengan waktu tersingkat yaitu 2,3 detik pada beton dengan kadar *fly ash* 30%.

2. *Slump Test*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan slump dari beton segar SCC. Adapun hasil yang ditinjau dari uji ini adalah besar penurunan slump pada beton segar SCC.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Slump*

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		FA 0%	FA 10%	FA 20%	FA 30%
<i>Slump test</i>	Slump (cm)	28	28,3	28,5	29



Gambar 3. Grafik Hasil *Slump Test*

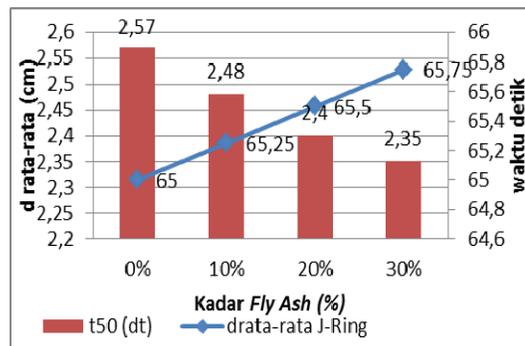
Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar *fly ash* maka penurunan slump beton segar akan semakin tinggi, ditunjukkan pada beton segar dengan kadar *fly ash* 30% yaitu sebesar 29 cm hal ini berbanding lurus dengan penambahan diameter yang terjadi pada uji *slump flow test*, sehingga disimpulkan bahwa *flowability* beton segar SCC akan semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar *fly ash*.

3. *J-Ring Test*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *passing ability* dan kemampuan terhadap *blocking* beton SCC. Adapun hasil yang ditinjau dari uji ini adalah diameter akhir aliran beton serta waktu aliran beton saat mencapai diameter 50 cm. berikut hasil yang peneliti dapatkan

Tabel 3. Hasil Pengujian *J-Ring*

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		FA 0%	FA 10%	FA 20%	FA 30%
<i>J-ring test</i>	d1 (cm)	66	65,5	66	66
	d2 (cm)	64	65	65	65,5
	d rata-rata (cm)	65	65,25	65,5	65,75
	T50 (dt)	2,57	2,48	2,4	2,35



Gambar 3. Grafik Hasil *J-Ring*

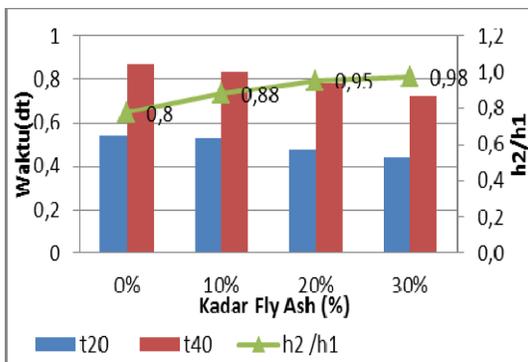
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar kadar *fly ash* maka diameter yang dapat dicapai beton segar akan semakin besar serta berkurangnya waktu beton segar untuk mencapai diameter 50 cm. Sehingga, dengan penambahan *fly ash* maka *flowability* beton segar SCC akan semakin meningkat. Akan tetapi pada beton dengan kadar *fly ash* 30% terjadi sedikit pemisahan antara air dengan material penyusun beton hal ini diindikasikan dengan terjadinya sedikit segregasi.

4. *L-Box Test*

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati karakteristik beton segar terhadap *flowability*, *blocking*, dan *segregation*. Adapun hasil yang ditinjau dalam uji ini adalah T20 dan T40 yaitu waktu yang didapatkan saat beton mencapai garis 20cm dan 40 cm. Selain itu adalah H1 dan H2 yaitu kedalaman beton pada 2 sisi untuk menghitung rasio kedalaman pada *L box test*. Berikut hasil yang didapatkan peneliti dalam uji *L-box test*:

Tabel 4. Hasil Pengujian *L-Box*

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		FA 0%	FA 10%	FA 20%	FA 30%
L-box test	T20 (dt)	0,54	0,53	0,48	0,44
	T40 (dt)	0,87	0,83	0,78	0,72
	H1 (cm)	9	8,5	8,3	8
	H2 (cm)	7	7,5	7,8	7,8
	H2/H1	0,8	0,88	0,8	0,8



Gambar 4. Grafik Hasil *L-Box*

Dari hasil yang didapatkan berdasarkan grafik diatas penambahan kadar *Fly Ash* menunjukkan pengaruh yaitu semakin rendahnya waktu yang

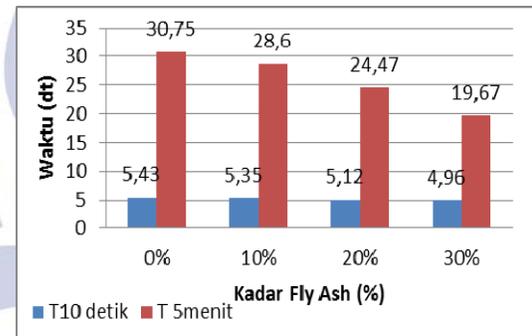
diperlukan beton untuk mencapai panjang sebaran 20 cm dan 40 cm. Campuran beton dengan kadar 30% menunjukkan waktu tercepat yaitu 0,44 dan 0,72 detik.

5. *V-Vunnel Test*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui passing ability dan stabilitas SCC. Adapun hasil yang ditinjau dari uji ini adalah waktu yang diperlukan beton untuk turun sampai habis dari corong V dalam keadaan setelah beton didiamkan 10 detik (T10detik) dan 5 menit (T5menit). Berikut ini adalah hasil yang peneliti dapatkan dari uji *Slump Flow* :

Tabel 5. Hasil Pengujian *V-Vunnel*

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		FA 0%	FA 10%	FA 20%	FA 30%
V-funnel	T10detik (dt)	5,48	5,42	5,37	4,42
	T5menit (dt)	30,75	28,6	24,47	19,67



Gambar 5. Grafik Hasil *V-Vunnel*

Dari hasil yang didapatkan berdasarkan grafik dengan penambahan kadar *fly ash* ini, yang memiliki waktu penurunan campuran beton lebih cepat yaitu pada variasi penambahan kadar *fly ash* 30% dengan catatan waktu 4,42 detik. Sedangkan pada variasi dibawah 30% naik hingga 5,48 detik pada uji *V-Funnel* t10 detik. Pada uji t5 menit waktu yang dicapai juga tercepat 29,56 detik dengan penambahan kadar *fly ash* 30% pula, kadar penambahan dibawahnya selanjutnya mengikuti naik hingga angka 30,52 detik. Dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar *fly ash* dengan tambahan superplasticizer dapat menambah passing ability serta stabilitas beton segar SCC.

B. Uji Kuat Tekan & Porositas Beton Umur 28 Hari

Dalam pengujian beton umur 28 hari uji yang digunakan adalah kuat tekan dan porositas hal ini disebabkan karena porositas suatu beton sangat mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri

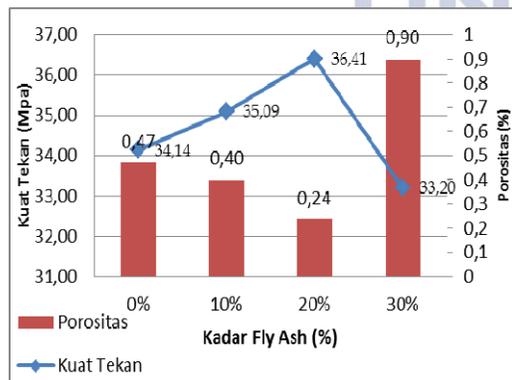
dikarenakan porositas beton menyebabkan rongga rongga di dalam beton yang dapat menyebabkan menurunnya kuat tekan beton. Berikut adalah data hasil pengujian kuat tekan beton dan porositas beton umur 28 hari.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Presentase Fly Ash	Nomor benda uji	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
0%	1	33,95	34,14
	2	35,08	
	3	33,38	
10%	1	33,95	35,09
	2	35,65	
	3	35,65	
20%	1	36,78	36,41
	2	35,65	
	3	36,78	
30%	1	33,95	33,20
	2	32,82	
	3	32,82	

Tabel 7. Hasil Pengujian Porositas

Presentase Fly Ash	Nomor benda uji	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
0%	1	0,38	0,47
	2	0,57	
10%	1	0,43	0,40
	2	0,38	
20%	1	0,19	0,24
	2	0,28	
30%	1	0,94	0,90
	2	0,85	



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan dan Porositas

Berdasarkan grafik diatas menunjukan bahwa kuat tekan rata-rata beton umur 28 hari meningkat seiring penambahan kadar *fly ash* hingga 20% menunjukkan angka tertinggi pada beton dengan kadar *fly ash* 20% yaitu 36,4 Mpa. Terjadi penurunan kuat tekan pada beton SCC dengan kadar *fly ash* 30% menjadi 33,2 Mpa. Sedangkan porositas beton menurun seiring penambahan kadar *fly ash* hingga 20% tetapi terjadi kenaikan pada saat penambahan kadar *fly ash* 30% disebabkan karena beton segar dengan kadar *fly ash* 30% terjadi segregasi, meskipun masih bisa mengalir dengan baik.

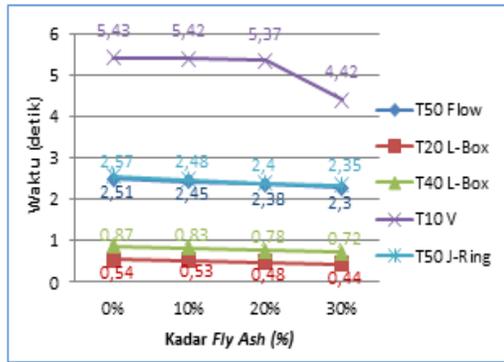
Hal ini yang menyebabkan meningkatnya porositas beton karena kurangnya ikatan antar material penyusun beton menyebabkan rongga rongga yang terjadi pada saat beton mengeras Hal ini mengindikasikan bahwa semakin kecil presentasi porositas suatu beton maka akan semakin baik kuat tekan yang akan dihasilkan beton tersebut dikarenakan rongga-rongga beton tersebut lebih sedikit.

C. Hubungan Tiap Uji SCC Terhadap Workability

Dari beberapa pengujian *workability* yang sudah dilakukan salah satu sifat campuran beton yang diukur adalah *flowability* dari beton segar SCC, salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui *flowability* beton adalah waktu yang didapatkan dari masing-masing pengukuran, berikut adalah tabel hasil pengukuran waktu dari masing-masing pengujian tersebut:

Tabel 8. Hasil Pengukuran Waktu Tiap Uji SCC

Parameter	Variasi Campuran			
	Fly Ash 0%	Fly Ash 10%	Fly Ash 20%	Fly Ash 30%
T ₅₀ Slumpflow (detik)	2,51	2,45	2,38	2,3
T ₂₀ L-Box (detik)	0,54	0,53	0,48	0,44
T ₄₀ L-Box (detik)	0,87	0,83	0,78	0,72
T ₁₀ V-Funnel (detik)	5,43	5,42	5,37	4,42
T ₅₀ J-Ring (detik)	2,57	2,48	2,4	2,35



Gambar 7. Grafik Keterkaitan Waktu Tiap Uji SCC

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin meningkatnya kadar *fly ash* maka semakin cepat pula waktu yang didapatkan beton segar dalam setiap pengukuran uji beton segar SCC. Data pada grafik menunjukkan bahwa campuran beton SCC dengan variasi *fly ash* 30% memiliki waktu tercepat dalam setiap pengujian waktu pengaliran. Akan tetapi pada beton dengan kadar *fly ash* 30% terjadi sedikit pemisahan antara air dengan material penyusun beton hal ini mengindikasikan bahwa terjadi sedikit bleeding. Hal tersebut disebabkan karena semakin meningkatnya penambahan kadar *fly ash* menyebabkan viskositas beton semakin menurun.

Bleeding yang terjadi sebenarnya bisa diatasi dengan mengurangi nilai *fas* pada campuran beton agar bisa meningkatkan viskositas campuran beton, ditambah dengan penambahan superplasticizer sehingga meningkatkan *flowability* beton tanpa terjadinya bleeding atau segregasi. Pada kadar *fly ash* 10% dan 20% campuran beton masih memiliki viskositas yang baik dengan ditambahkan superplasticizer sehingga beton mengalir tanpa terjadi bleeding atau segregasi.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan dari beberapa pengujian yang telah dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Kadar optimal penggunaan *fly ash* didapatkan pada campuran beton SCC dengan kadar *fly ash* 20% dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 36,41 MPa dan nilai porositas beton sebesar 0,24, serta *workability* beton yang baik dilihat dari hasil uji beton segar SCC serta tidak terjadinya segregasi ataupun bleeding.
2. Penggunaan *Fly Ash* berpengaruh pada peningkatan nilai kuat beton hingga kadar 20% sedangkan nilai porositas beton menurun sejalan dengan penambahan kadar *fly ash* hingga 20%. Pada penggunaan *fly ash* dengan kadar 30% terjadi

penurunan nilai kuat tekan beton serta peningkatan nilai porositas.

3. Penggunaan *fly ash* mempengaruhi *workability* beton secara signifikan dilihat dari semakin meningkatnya nilai *slump flow*, *filling* serta *passing ability* seiring dengan penambahan kadar *fly ash* hingga 30% dengan penambahan superplasticizer sebesar 0,6-1,2% yang dapat menghindarkan beton dari segregasi, akan tetapi pada kadar *fly ash* 30% terjadi segregasi yang dengan indikasi memisahkannya material penyusun semen dengan air.

Saran

Berdasarkan pada kesimpulan yang ada, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *fly ash* yang lebih bervariasi antara komposisi penambahan 10% sampai 20% *fly ash* agar mengetahui hasil kuat tekan beton yang lebih optimal.
2. Bisa digunakan *fly ash* tipe lain agar bisa diketahui *fly ash* yang paling baik digunakan untuk pembuatan beton SCC.
3. Pada proses pembuatan beton *self compacting concrete* dengan penambahan *fly ash* kedepannya bisa digunakan bahan material, peralatan maupun alat uji yang lebih baik, agar hasil dari penelitian tersebut bisa lebih optimal lagi.
4. Tidak memataikan nilai faktor air semen sehingga kedepannya bisa mengatasi masalah masalah seperti segregasi dan bleeding yang terjadi pada beton SCC.
5. Menggunakan ukuran agregat yang bervariasi dengan batasan penggunaan material beton SCC guna meningkatkan hasil kuat tekan dan porositas beton kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiharto, H. dan Kusuma, G.H., 2001, *Penggunaan Fly Ash dan Viscocrete pada Self-Compacting Concrete*, Dimensi Teknik Sipil, Vol.3, No.1, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- 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.
- Dehn, F., Holschemacher, K. and Weibe, D., 2000, *Self-Compacting Concrete (SCC) Time Development of the Material Properties and the Bond Behaviour*, LACER No.5., Leipzig
- L. J. Parrot. 1998. *A Literature Review of High Strength Concrete Properties*. British Cement Association (BCA), Wexham Springs, UK.
- Pujianto, A., 2010. Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* dan *Fly Ash*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika UMY*. vol. 13, no. 2, pp 171180.