

ISBN : 978-979-99327-9-2



**SEMINAR NASIONAL
TEKNIK SIPIL X-2014**

PROSIDING

**Inovasi Struktur Dalam Menunjang
Konektivitas Pulau di Indonesia**

05 Februari 2014

*Program Pascasarjana,
Jurusan Teknik Sipil ITS,
Kampus ITS Sukolilo,
Surabaya 60111*





SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL X-2014

Inovasi Struktur Dalam Menunjang Konektivitas Pulau di Indonesia

05 Februari 2014

Diberikan kepada: Firdaus

sebagai: Pemakalah

Yang diselenggarakan oleh Program Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil ITS,
di Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil ITS, Kampus ITS Sukolilo,
Jalan Arif Rahman Hakim Surabaya 60111

Surabaya, 05 Februari 2014
Ketua Jurusan Teknik Sipil ITS,



Budi Suswanto, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197301281998021002

Ketua Panitia,



Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197002011995122001

S E R T I F I K A T

HASIL AMAN PENURAPAN AIRTANAH BERDASARKAN KETERSEDIAAN AIRTANAH STATIS CAT PALU DI PROPINSI SULAWESI TENGAH <i>Zeffitni, dan Yassir Arafat</i>	751
STUDI OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN DALAM PENGELOLAAN DAS TAMBONG BANYUWANGI BERDASARKAN HSS US SCS <i>Zulfir Erwanto dan Baroroh Baried</i>	759
KAJIAN EKSPERIMENTAL KEDALAMAN GERUSAN DI KAKI STRUKTUR BAWAH AIR <i>Chairul Paotonan, Hasdinar Umar, and Sherly Klara</i>	769
PERAN PEMERINTAH DAN STAKEHOLDER TERHADAP KINERJA KENDALI BANJIR KOTA MAKASSAR <i>Muhammad Idrus Ompo, Muh.Saleh Pallu, Lawalenna Samang, dan Farouk Maricar</i>	779
PEMBANGUNAN BERWAWASAN LINGKUNGAN	
ANALISA PONDASI PHYLON JEMBATAN MAHAKAM II KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR, SISI TENGGARONG DAN SAMARINDA SEBELUM MENGALAMI KERUNTUHAN <i>Suwarno</i>	789
KENDALA KONTRAKTOR DALAM MENERAPKAN GREEN CONSTRUCTION UNTUK PROYEK KONSTRUKSI DI INDONESIA <i>Wulfram I. Ervianto</i>	801
COASTAL ENGINEERING	
EFEKTIFITAS STRUKTUR TERENDAM SEBAGAI BANGUNAN PELINDUNG PANTAI <i>Sabaruddin Rahman, Dueng Puroka, Chairul Paotonan, dan Syahrir Husain</i>	811
TEKNOLOGI BETON DAN BAHAN BANGUNAN	
PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU TERHADAP KEKUATAN TEKAN PAVING BLOCK <i>Aziza Audiaromadhani Malik, Sony Wedhanto, dan Wahyu Hendarto Yoh</i>	817
PEMANFAATAN LUMPUR SIDOARJO UNTUK BATA BETON RINGAN BERSERAT DENGAN BAHAN PENGISI SERAT KENAF <i>Dimas P. Dibiantara, M Lutfi Manfalulhy, Januarti J. Ekaputri, dan Trivulan</i>	821
PENGARUH ZONA JATUH FLYASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU NORMAL DAN MUTU TINGGI <i>Firdaus, dan Basdikawati</i>	829
KARAKTERISTIKA MEKANIKA LAMINASI BILAH BAMBU PETUNG AKIBAT BEBAN PUNTIR <i>Karyadi dan Prijono Bagus Susanto</i>	837

PENGARUH ZONA JATUH FLYASH TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU NORMAL DAN MUTU TINGGI

Firdaus¹, Rosidawati²

¹ *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Bina Dharma, J.A. Yani No.12 Ploso, Palembang, email: firdaus.d@gmail.com*

² *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, email: rosidawati@gmail.com*

ABSTRAK

Abu terbang (fly ash) dari pembakaran batubara sebagai limbah termasuk dalam kategori limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Limbah flyash ini dapat diantisipasi tingkat bahayanya dengan salah satu cara yaitu dengan proses solidifikasi/stabilisasi. Oleh karena itu flyash dari abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku semen maupun bahan substitusi semen pada material berbasis semen seperti beton, batako dan paving block. Abu batubara baik berupa bottom ash maupun flyash dari pembakaran di PLTU merupakan limbah yang yang dapat dioptimalkan penggunaannya. Kriteria sifat properties flyash dan bottom ash dipengaruhi oleh number batubara, kondisi pembakaran, lokasi flyash. Hal ini diasumsikan akan ikut mempengaruhi kondisi material yang terbentuk dari bahan penyusun abu tersebut. Mengingat potensi keberadaan limbah tersebut yang akan meningkat, seiring dengan secara bertumbuhnya PLTU-PLTU yang akan dibangun di Sumatera khususnya Sumatera Selatan, maka pemanfaatan limbah tersebut sebagai salah satu bahan admixture beton perlu diperhatikan. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang komprehensif mengenai sifat flyash berdasarkan zona jatuhnya abu terbang pada alat pengaringan terhadap kuat tekan beton mutu normal dan mutu tinggi. Penambahan kadar flyash sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton normal dapat memberikan peningkatan kuat tekan optimum yang dihasilkan sebesar 19.4% pada kandungan flyash sebesar 15% dari zona 3. Sedangkan pada beton mutu tinggi dapat memberikan peningkatan kuat tekan optimum yang dihasilkan sebesar 20.95% pada kandungan flyash sebesar 15% dari zona 4. Zona jatuh flyash sebagai parameter penelitian ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan kuat tekan beton mutu tinggi yang lebih signifikan dibanding mutu normal.

Kata kunci: flyash, zona, mutu normal, mutu tinggi, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak sudah digunakan luas dalam kurun waktu yang cukup lama. Penggunaan batubara sebagai bahan bakar tersebut menghasilkan limbah berupa abu dalam bentuk abu dasar (bottom ash) dan abu terbang (flyash). Berdasarkan PP 85 tahun 1999 disebutkan bahwa abu terbang (fly ash) dari pembakaran batubara sebagai limbah termasuk dalam kategori limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), sehingga pengelolaan flyash sebagai limbah harus mengacu pada PP 85/1999. Pemerintah mengatur pengelolaan limbah B-3 pada pasal 10 PP Nomor 18/1999 dengan maksud agar industri penghasil limbah B-3 dapat menyimpan limbah B-3 yang dihasilkannya paling lama 90 hari sebelum diserahkan kepada pengumpul atau pemanfaat atau pengolah atau penimbun limbah B-3. Namun apabila limbah B-3 yang dihasilkan kurang dari 50 Kg per hari, penghasil limbah B-3 dapat menyimpan limbahnya lebih dari 90 hari dengan persetujuan KLH. Artinya industri membutuhkan dana khusus untuk mengelola limbah agar tidak merusak lingkungan. Limbah flyash ini dapat diantisipasi tingkat bahayanya dengan salah satu cara yaitu dengan proses solidifikasi/stabilisasi. Prosesnya ini pada prinsipnya adalah dengan mengubah sifat fisika dan kimia flyash ini dengan cara menambahkan bahan mengikat (cement) membentuk senyawa monolit dengan struktur yang kompak agar supaya pergerakan flyash sebagai limbah B-3 terhambat atau dibatasi, daya larut diperkecil sehingga daya racunnya tersebut berkurang sebelum limbah B-3

tersebut ditimbun atau dimanfaatkan kembali. Bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai pengikat (*cement*) adalah kapur, tanah liat, aspal, semen portland.

Berangkat dari permasalahan tersebut, maka flyash dari abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku semen maupun bahan substitusi semen pada material berbasis semen seperti beton, batako dan paving block.

Sumatera Selatan dikenal sebagai penghasil batubara Bukit Asam. Batubara ini digunakan di daerah lokal maupun di luar Sumatera Selatan. Salah satu pengguna batubara terbesar lokal adalah PLTU. Abu batubara baik berupa bottom ash maupun flyash dari pembakaran di PLTU merupakan limbah yang yang dapat dioptimalkan penggunaannya. Kriteria sifat properties flyash dan bottom ash dipengaruhi oleh sumber batubara, kondisi pembakaran, lokasi flyash. Hal ini diasumsikan akan ikut mempengaruhi kondisi material yang terbentuk dari bahan penyusun abu tersebut. Mengingat potensi keberadaan limbah tersebut yang akan meningkat, seiring dengan rencana bertambahnya PLTU-PLTU yang akan dibangun di Sumatera khususnya Sumatera Selatan, maka pemanfaatan limbah tersebut sebagai salah satu bahan admixture beton perlu diperhatikan. Oleh karena itulah diperlukan penelitian yang komprehensif mengenai sifat flyash dan bottom ash ditinjau dari sumbernya terhadap sifat beton

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Batubara penghasil Limbah Berpotensi

2.1.1. Sifat-sifat Batubara

Batubara adalah bahan bakar alternatif yang secara alamiah dibentuk oleh pembusukan sisa tanaman purba dalam kurun waktu jutaan tahun. Sehingga sifat dan mutu batubara sangat beragam dan tidak sama (homogen). Peringkat batubara dibedakan atas peringkat tinggi ke rendah berdasarkan jenis batuan yaitu bituminus, subbituminus dan antrasit. Peringkat ini akan mempengaruhi nilai kalor, kadar air dan sifat kadar dan karakteristik abu (komposisi dan titik leleh abu). Berdasarkan sumber batubara sifat-sifat tersebut meliputi:

Tabel 2.1: Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah

Parameter	Peranap (Sumsel)	Bara Mutiara Prima (Sumsel)
Kadar Air, %	49	30
Kadar Abu, %	1,19	4,3
Nilai Kalor, kal/g	3.234	4.400
Sulfur, %	0,1	0,3
HGI	54	60
Deformasi awal abu, °C	1.200	1.350
Indeks Penerakan	Tinggi*	Rendah*
Indeks Fouling	Rendah*	Rendah

Sumber: Slamet Suprpto, 2009

Tabel 2.2: Spesifikasi Batubara untuk PLTU Suralaya

Parameter	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Kadar Air, %	-	28,3	23,6
Kadar Abu, %	-	12,8	7,8
Nilai Kalor, kal/g	4,225	-	5,242
Sulfur, %	-	0,9	0,4
HGI	48	-	61,8
Titik Leleh Abu	1.010	-	1.279
Deformasi awal abu, °C	-	-	-
Indeks Penerakan	-	-	medium*

Indeks Fouling	-	-	tinggi
----------------	---	---	--------

Sumber: Slamet Suprpto, 2009

2.1.2. Penggunaan Batubara

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar alternatif menjadi meluas saat Indonesia mengalami krisis bahan bakar minyak. Indonesia memiliki cadangan batubara yang cukup besar di dunia. Sebagai alternatif utama pengganti bahan bakar minyak karena potensinya yang cukup besar, batubara diproyeksikan menjadi penyumbang terbesar dalam *energy mix* nasional dibanding sumber energi lainnya. Seiring dengan kebutuhan listrik nasional, pembangunan pembangkit listrik tenaga uap terus dilaksanakan. 18 Pembangkit listrik telah dan sedang dibangun di wilayah Sumatera, dengan jenis pembangkit berupa batubara, air dan panas bumi (Kompas). Hal ini menyebabkan penggunaan batubara sebagai salah satu bahan bakar pembangkit listrik tersebut menjadi sangat potensial untuk pembangkit yang sudah berdiri maupun yang akan dibuat di masa yang akan datang.

2.2. Flyash sebagai Limbah Berpotensi

Fly ash (Abu terbang) adalah debu yang dihasilkan dari sisa pembakaran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara (Shu, 2011). Penggunaan abu terbang juga dapat mengurangi penggunaan semen dan sekaligus sebagai bentuk pemanfaatan limbah yang akan membantu menjaga kelestarian lingkungan.

Abu terbang sepertinya cukup baik untuk digunakan sebagai bahan ikat karena bahan penyusun utamanya adalah silikon dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3) dan Ferrum oksida (Fe_2O_3). Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air.

Tabel 2.3: Physical properties of fly ash

No	Physical properties of fly ash	Properties Values
1	Blaine fineness	340 m ² /kg (1659.9 ft ² /lb)
2	Water requirement ratio	94%
3	Loss on ignition (LOI)	1.15%
4	Moisture content	0.32%
5	Pozzolanic activity index	$1.65 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

Sumber: Zhonghe Shui, Rui Yu, and Jun Dong, 2011

2.3. Beton dengan Bahan Admixture Flyash

Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu, diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir, koral atau agregat lainnya, dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan. Semen bereaksi secara kimiawi untuk mengikat partikel agregat tersebut menjadi suatu masa yang padat.

Untuk menghasilkan beton yang tahan terhadap klorida dan sulfat serta dengan mutu tinggi, dibutuhkan bahan pengikat dan pengisi serta aditif mineral dengan kadar yang tepat. Karena jika komposisi material dicampur dengan kadar yang tidak tepat hasilnya dapat menurunkan kuat tekan.

3. METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen portland tipe I (merk Padang)
2. Agregat Halus asal Tanjung Raja
3. Agregat kasar ukuran 5-10 asal Lahat
4. Agregat kasar asal Lahat
5. Air PDAM

6. Superplastisizer

7. Flyash dari limbah pembakaran batubara di PLTU

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

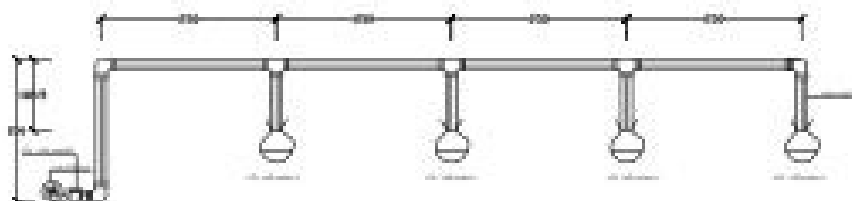
1. Mesin uji tekan beton berkapasitas 1500 KN
2. Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300mm
3. Saringan ayakan 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, No. 30, No. 50, No. 100
4. Oven, yang digunakan untuk mengeringkan sample dalam pemeriksaan bahan – bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
5. Timbangan, untuk mengetahui berat dari bahan – bahan penyusunan beton
6. Gelas ukur, untuk mengukur volume air, berat jenis dan memeriksa kadar Lumpur pasir
7. Kerucut Abrams dengan ukuran diatas ± 3 mm, diameter bawah 200 ± 3 mm, tinggi 300 ± 3 mm dan baja penumbuk, digunakan untuk mengukur nilai *slump* dari beton segar
8. Cangkul, cethok, dan talam yang digunakan untuk menampung dan menuang adukan beton ke dalam cetakan
9. Mistar, digunakan untuk mengukur dimensi dari alat – alat dan benda uji yang digunakan
10. Stop watch, digunakan untuk mengukur waktu saat pengisian terakhir beton yang telah diratakan dengan saat kerucut diangkat.

Prosedur penelitian ini dibagi 3 tahapan pokok sebagai berikut :

1. Penentuan zona jatuh flyash

Flyash yang diperoleh dari sumbernya (silo dari PLTU), tidak digunakan secara langsung sebagai bahan campuran beton, namun dilakukan perlakuan terlebih dahulu sesuai dengan ide penelitian berdasarkan parameter jarak jatuh flyash yang dianggap dipengaruhi oleh kehambatan flyash.

Parameter zona jatuhnya flyash dimodifikasi dengan alat yang digunakan untuk menerbangkan flyash pada gambar 1. Zona jatuhnya flyash ditentukan dengan jarak tertentu dan dibagi menjadi 4 zona. Flyash yang jatuh pada masing-masing zona tersebut digunakan sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton normal dan beton mutu tinggi.



Gambar 1: Penyaringan flyash berdasarkan zona jatuh

2. Persiapan Material

Material yang akan digunakan pada penelitian ini selain flyash antara lain adalah semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (split), dan air. Untuk agregat kasar digunakan split, dengan ukuran 5-10mm dan 10-20 mm, sedangkan pasir terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap sifat-sifat fisiknya.

3. Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan ini terdiri dari:

- a. Beberapa pengujian karakteristik fisis agregat kasar dan halus yang terdiri dari: kadar air, *specific gravity*, analisa saringan, kekerasan, bobot isi, kadar butir lolos saringan no. 200, kadar lumpur dan kadar organik.
- b. Perlakuan terhadap material agregat kasar dan halus < 5%.
- c. Pembuatan perencanaan campuran beton (*mix design*) untuk campuran beton normal dan mutu tinggi. Kuat tekan beton rencana adalah 30 Mpa untuk beton normal dan 50 Mpa untuk beton mutu tinggi.
- d. Membuat benda uji dengan standar ASTM untuk uji kuat tekan beton (*compression test*) beton normal dan beton mutu tinggi dengan bentuk silinder diameter 10 cm tinggi 20 cm, dengan variasi ada pada pada kandungan flyash (0%, 5%, 10%, 15%) dan jumlah benda uji masing-masing variasi adalah 5 benda uji dan untuk umur pengujian (7, 21, dan 28 hari).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

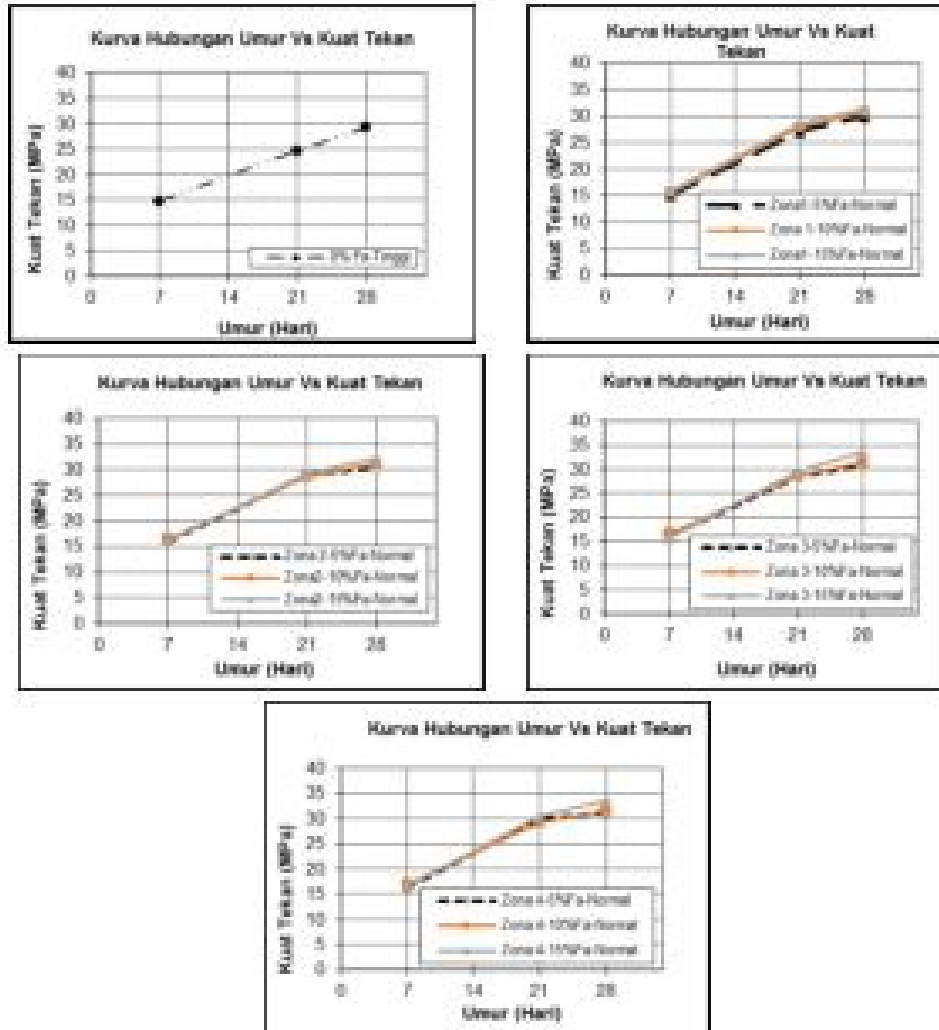
Pengujian untuk beton normal dan mutu tinggi dilakukan terhadap beton tanpa penambahan flyash dan penambahan flyash sebesar 5%, 10% dan 15%. Pengujian kuat tekan terhadap beton dilakukan pada umur 7, 21, dan 28 hari.

A. Beton Normal

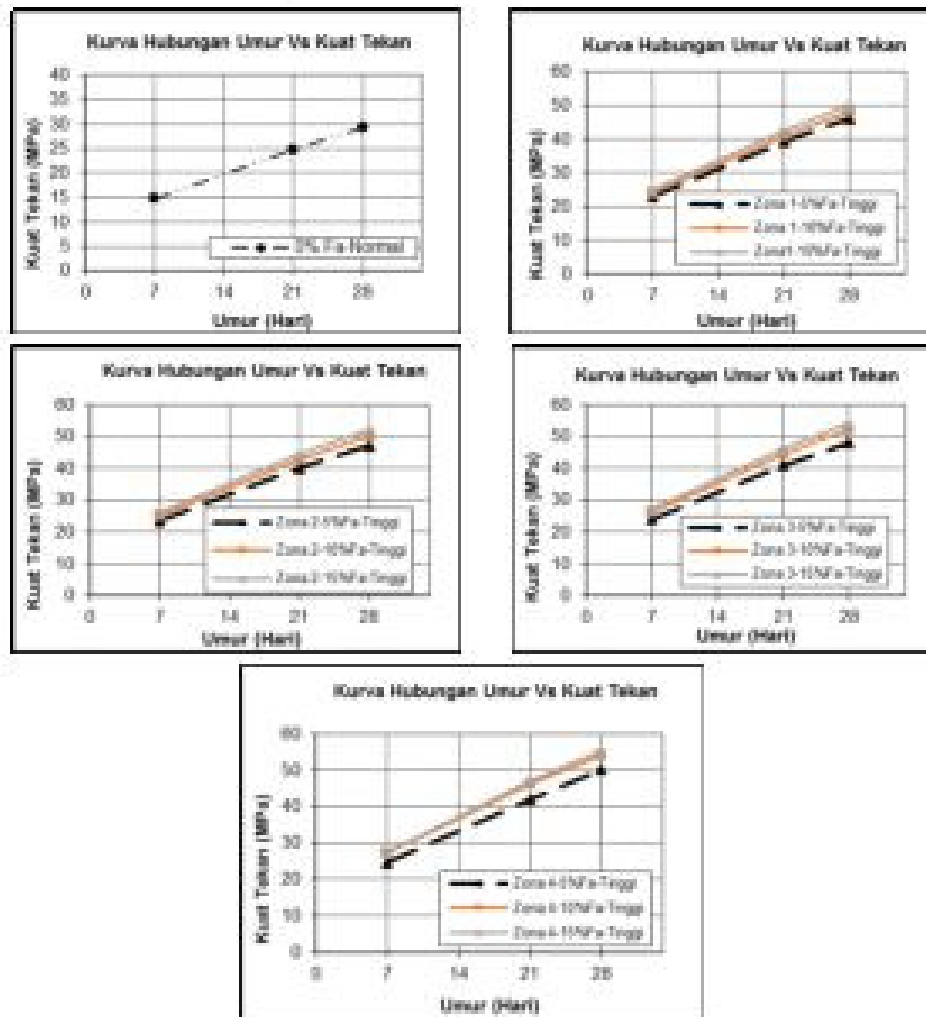
Hasil pengujian yang dilakukan terhadap beton normal dengan variasi kandungan flyash dan umur beton dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar 2 kurva hubungan antara penambahan flyash berdasarkan zona didapat bahwa peningkatan kekuatan tekan beton dengan memberi penambahan flyash untuk semua zona terhadap beton normal relatif kecil, untuk zona 1 terjadi peningkatan kekuatan sebesar 7,52% pada penambahan flyash sebesar 15%. Untuk zona 2 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 10,38% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%. Pada zona 3 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 15,04% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%. Zona 4 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 15,40% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%.

B. Beton Mutu Tinggi

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap beton mutu tinggi dengan variasi kandungan flyash dan umur beton dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar 3 kurva hubungan antara penambahan flyash berdasarkan zona didapat bahwa peningkatan kekuatan tekan beton mutu tinggi dengan memberi penambahan flyash untuk semua zona terhadap beton normal cukup signifikan, untuk zona 1 terjadi peningkatan kekuatan sebesar 9,94% pada penambahan flyash sebesar 15%. Untuk zona 2 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 14,34% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%. Pada zona 3 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 18,73% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%. Zona 4 terjadi peningkatan kuat tekan beton terhadap beton normal akibat penambahan kandungan flyash sebesar 20,93% pada penambahan kadar flyash sebesar 15%.



Gambar 2: Kurva Hubungan Kuat Tekan Vs Umur Beton Normal



Gambar 3: Kurva Hubungan Kuat Tekan Vs Umur Beton Mutu Tinggi

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kadar flyash sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton normal dapat memberikan peningkatan kuat tekan yang dihasilkan berdasarkan zona flyash. Untuk kuat tekan beton pada umur 28 hari peningkatan kuat tekan yang terkecil didapat dari zona 1 sebesar 7,52% terhadap beton normal non flyash. Sedangkan yang tertinggi didapat dari zona 3 untuk kadar flyash 15% didapat peningkatan kuat tekan sebesar 15,4%.
2. Penambahan kadar flyash sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton mutu tinggi dapat memberikan peningkatan kuat tekan yang dihasilkan berdasarkan zona flyash. Untuk kuat tekan beton pada umur 28 hari peningkatan kuat tekan yang terkecil didapat dari zona 1 sebesar 9,94% terhadap beton normal non flyash. Sedangkan yang

tertinggi didapat dari zona 4 untuk kadar flyash 15% didapat peningkatan kuat tekan sebesar 20,93%.

3. Peningkatan kuat tekan beton untuk beton normal dengan penambahan kadar flyash dalam campuran beton relatif kecil, tetapi untuk beton mutu tinggi memberikan kontribusi yang cukup signifikan dalam meningkatkan kuat tekan beton.
4. Zona jatuh flyash dipergunakan sebagai parameter penelitian memberikan kontribusi dalam meningkatkan kuat tekan beton.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Aydin Serdar, etc, Sept-Oct 2010, *Effect of Aggregate Type on Mechanical Properties of reactive Powder Concrete*, American Concrete Institute (ACI) Material Journal, pp 441-449
2. Neptune, Al, etc, Nov-Dec 2010, *“Effect of Aggregate Size and Gradation on Pervious Concrete Mixtures”*, American Concrete Institute (ACI) Material Journal, pp 625-631
3. Neville, A.M, *Properties of Concrete*, Longman, Newyork, 1995
4. Nugraha, Paul, 2007, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi
5. Shui, Zhonghe, et al, March-April 2011, *“Activation of Fly Ash with Dehydrated Cement Paste,”* American Concrete Institute (ACI) Material Journal, pp 204-208
6. Suprpto, Slamet, *Blending Batubara untuk Pembangkit Tenaga Listrik (Studi Kasus PLTU Suralaya Unit 1-4)*, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara (tekMIRA), 2009
7. Wu, K.R, et al, 2001, *“Effect of Coarse Aggregate Type on Mechanical Properties of High Performance Concrete”*, *Cement and Concrete Research*, V31, pp1421-1425
8., *ASTM C39 Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*
9., *Technical Data Sheet*, PT. Sika Nusa Pratama

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian, Dirjen Dikti atas bantuan dana penelitian Hibah Fundamental 2012, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

