



PROSIDING JILID 1

SNPs XII
2012

SEMINAR NASIONAL
PASCA SARJANA XII
2012

ISBN : 979-545-0270-1

PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN DAN PENELITIAN PASCA SARJANA



ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
PROGRAM PASCASARJANA
<http://www.ppsa.its.ac.id>

SUBTEMA :
**KONSEP DAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI
KEBUMIHAN UNTUK PENGELOLAAN
SUMBER DAYA MINERAL DI INDONESIA**

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp./Fax : (031) 5947213
Email : ppsits@its.ac.id
Web : www.geomatika.its.ac.id/snps12

Surabaya, 12 Juli 2012

Arahan Penataan Koridor Jalan Mastrip Sebagai Jalan Masuk Kota Surabaya Dengan Pendekatan Kualitas Visual <i>Kirami Bararatin</i>	1-54
Kajian tentang Material dalam Arsitektur Vernakular Studi Kasus: Karya-Karya Arsitektur Eko Prawoto <i>Linda Octavia</i>	1-60
Potensi Ruang Terbuka Hijau Perkotaan sebagai Elemen Ekologi Lansekap Kota <i>Mirza Fuady, Bambang Soemardiono</i>	1-66
Aplikasi SIG dan Penginderaan Jauh sebagai Alat Bantu Analisis Keberadaan RTH Kota Banda Aceh <i>Mirza Fuady, Endang Titi Sunarti Darjosanjoto</i>	1-72
Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumen Dalam Memilih Tipe Rumah Pada Perumahan Citraland Surabaya <i>Ni Putu Aryani, Purwanita Setijanti, Sri Amiranti Sastrohoetomo</i>	1-78
Re-Orientasi Konsep Pemberdayaan Permukiman Nelayan Terintegrasi Dengan Potensi Kawasan Pesisir Di Donggala Sulawesi Tengah <i>Rusli, Happy Ratna Santosa, Ispurwono Soemarno</i>	1-82
Konsep Pembangunan Kembali Permukiman Kampung Lama Segi Empat Tunjungan Melalui Integrasi Fungsi Permukiman dan Pengembangan Ekonomi Lokal <i>Sigit Hariyoso, Happy Ratna S., Muhammad Faqih</i>	1-88
Faktor-faktor Yang Berpengaruh Pada Pemilihan Lokasi Perumahan di Perbatasan Kota Surabaya <i>Siti Mafruchah, Purwanita Setijanti, Happy Ratna Santosa</i>	1-94
Pengembangan Koridor Jalan Panglima Besar Sudirman Nganjuk Dalam Upaya Meningkatkan Aktivitas Masyarakat Dan Perekonomian <i>Stivani Ayuning Suwarnan, Endang Titi Sunarti, Haryo Sulistyarso</i>	1-100
TEKNIK SIPIL	
The Effect of Wind Direction toward Structural Orientation Base on Structure Response <i>Asri Sawiji, Cherng, R.-H</i>	1-106
Pengaruh Penambahan Limbah Hasil Pembakaran Batu Bara (fly ash) dan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Elastisitas Beton <i>Adhitya Surya Manggala, Muhtar</i>	1-111
Group Decision Making Using Fuzzy Graphical Matrix Model for Renewable Energy Schemes Considering Sustainability Concept <i>Citra Satria Ongkowijoyo</i>	1-115



SERTIFIKAT

SNPs XII
2012

SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA XII

PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN DAN PENELITIAN
PASCA SARJANA

Subtema:

KONSEP DAN IMPLEMENTASI TEKNOLOGI KEBUMIHAN
UNTUK PENGELOLAAN SUMBER DAYA MINERAL DI INDONESIA

diberikan kepada

Muhtar

Sebagai:

PEMAKALAH



Rektor ITS

Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono, DEA

NIP : 196001291987011001



Surabaya, 12 Juli 2012

Direktur Pascasarjana ITS

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT

NIP : 196404051990021001

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH HASIL PEMBAKARAN BATU BARA (*FLY ASH*) DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP MODULUS ELASTISITAS BETON

Adhitya Surya Manggala, Muhtar,
Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Karimata 49 Jember Jawa Timur 68121 Indonesia
E-mail : m4ngg4la@yahoo.com

ABSTRAK

Di masa krisis energi saat ini, tidaklah mudah kontruksi melayani pertumbuhan kebutuhan rumah tinggal khususnya dalam pengadaan teknologi bahan yang menggunakan beton sebagai bahan bangunan. Pada sisi lain, industri saat ini yang berkembang pesat adalah industri semen guna menghasilkan produk yang banyak dibutuhkan masyarakat. Pemakaian bahan-bahan tertentu pada beton umumnya dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton sehingga diperoleh beton dengan mutu yang lebih baik. Telah banyak upaya yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya mengenai beton yang memanfaatkan abu sekam padi dan *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam beton. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah membandingkan kuat tekan beton normal, beton berbahan tambah abu sekam padi, beton berbahan tambah *fly ash* dengan prosentase variasi yang berbeda. Pada kajian yang berikutnya, akan ditinjau juga mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan diatas terhadap modulus elastisitas beton yang beragam juga. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, beton berbahan tambah abu sekam padi, beton berbahan tambah *fly ash*. Hasil perbandingan membuktikan bahwa penambahan *fly ash* dan abu sekam padi beton dapat meningkatkan daktilitas beton yang lebih baik dari pada beton normal. Selain itu kuat tekan beton yang ditimbulkan dari *fly ash* dan abu sekam padi ternyata mampu meningkatkan kuat tekan melebihi kuat tekan pada beton normal, yaitu pada penambahan *fly ash* 10% dan abu sekam padi 15%.

Kata kunci : Beton, *Fly ash*, Abu Sekam Padi, Modulus Elastisitas

PENGAMBILAN KEPUTUSAN GRUP DENGAN APLIKASI FUZZY GRAPHICAL MATRIX MODEL PADA PEMILIHAN SKEMA ENERGI TERBARUKAN BERDASARKAN KONSEP PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Citra Satria O
Doctorate Student, Department of Construction Engineering,
National Taiwan University of Science and Technology (Taiwan Tech),
43 Sec.4, Keelung Rd., Taipei, 106, Taiwan
E-mail: Cr.Satria@gmail.com
Phone: +6281-703-663-678

Abstrak

Peningkatan konsep pembangunan berkelanjutan umumnya dinilai melalui aspek lingkungan, ekonomi dan sosial. Untuk menerapkan konsep tersebut dalam hal pengambilan keputusan, studi ini mengembangkan dan menguji secara empiris metode pengambilan keputusan berbasis teori Fuzzy guna mengevaluasi kebijakan pemanfaatan energi terbarukan. Dengan mengintegrasikan teori matriks grafik dengan teori Fuzzy, metode yang diusulkan mampu untuk mengidentifikasi indikator penting sebagai kriteria pengambilan keputusan yang dapat diterima ketika membandingkan alternatif skema energi terbarukan. Model matematika yang dikembangkan memprioritaskan alternatif dengan menggunakan suara voting mengikuti aturan teori fuzzy untuk mengatasi ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria. Dibandingkan dengan metode konvensional yang bersifat deterministik, pendekatan dengan menggunakan teori fuzzy memberikan hasil keakurasian perhitungan yang lebih rinci, peningkatan kualitas dan efisiensi pengambilan keputusan atas skema energi terbarukan dalam konsep pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Pengambilan keputusan multi-kriteria; teori fuzzy; teori matriks grafik; energi terbarukan.

Pengaruh Penambahan Limbah Hasil Pembakaran Batu Bara (*Fly Ash*) dan Abu Sekam Padi Terhadap Modulus Elastisitas Beton

Muhtar*

Abstrak

Di masa krisis energi saat ini, tidaklah mudah konstruksi melayani pertumbuhan kebutuhan rumah tinggal khususnya dalam pengadaan teknologi bahan yang menggunakan beton sebagai bahan bangunan. Pada sisi lain, industri saat ini yang berkembang pesat adalah industri semen guna menghasilkan produk yang banyak dibutuhkan masyarakat. Pemakaian bahan-bahan tertentu pada beton umumnya dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton sehingga diperoleh beton dengan mutu yang lebih baik. Telah banyak upaya yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya mengenai beton yang memanfaatkan abu sekam padi dan *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam beton. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah membandingkan kuat tekan beton normal, beton berbahan tambah abu sekam padi, beton berbahan tambah *fly ash* dengan prosentase variasi yang berbeda. Pada kajian yang berikutnya, akan ditinjau juga mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan diatas terhadap modulus elastisitas beton yang beragam juga. Hasil penelitian ini dibandingkan dengan kuat tekan beton normal, beton berbahan tambah abu sekam padi, beton berbahan tambah *fly ash*. Hasil perbandingan membuktikan bahwa penambahan *fly ash* dan abu sekam padi beton dapat meningkatkan daktilitas beton yang lebih baik dari pada beton normal. Selain itu kuat tekan beton yang ditimbulkan dari *fly ash* dan abu sekam padi ternyata mampu meningkatkan kuat tekan melebihi kuat tekan pada beton normal, yaitu pada penambahan *fly ash* 10% dan abu sekam padi 15%.

Kata kunci : Beton, *Fly ash*, Abu Sekam Padi, Modulus Elastisitas

1. Pendahuluan

Dewasa ini, bahan mineral pembantu banyak ditambahkan kedalam campuran beton dengan berbagai tujuan. Menurut Nawy (1990), tujuannya antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperature akibat reaksi hidrasi, mengurangi bleeding atau menambah kelecakan beton segar, pemercepat proses pengerasan, sebagai air-entraining, penghalus gradasi, mengurangi/menghapus slump, polimer, dan superplastisizer.

Untuk keseluruhan pekerjaan, bahan tambahan yang digunakan harus mampu secara konsisten menghasilkan komposisi dan kinerja yang sama dengan yang dihasilkan oleh produk yang digunakan dalam menentukan proporsi campuran beton. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau sebagai tambahan pada campuran untuk mengurangi pemakaian agregat.

Modulus elastisitas adalah penjabaran matematis dari suatu kecenderungan objek atau bentuk untuk berubah bentuk ketika diberikan suatu gaya.

Teknologi beton modern dituntut untuk juga memperhatikan pelestarian lingkungan, agar kegiatan konstruksi beton dapat berkelanjutan

(Harianto, Andri : 2007). Salah satu cara yang saat ini banyak dilakukan penelitian adalah mempergunakan limbah-limbah yang sudah tidak terpakai lagi digunakan dalam sector pembangkit listrik maupun proses kegiatan produksi industri Dalam penelitian ini, limbah yang akan dimanfaatkan yaitu limbah hasil pembakaran batu bara (*fly ash*) dan abu sekam padi (sisa pembakaran sekam padi).

Definisi alternatif modulus elastisitas adalah regangan yang dibutuhkan untuk memperpanjang material dua kalinya. Hal ini tidaklah selalu benar untuk seluruh material karena terkadang nilainya jauh lebih besar daripada tegangan batas (yield stress) dari suatu material atau suatu titik dimana perpanjangan menjadi tidak lagi linear (seimbang).

2. Metode yang diterapkan

Persiapan awal dimulai dengan terlebih dahulu mendapatkan semua material yang dibutuhkan, diantaranya berupa agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) dari Jember. Bahan tambah limbah hasil pembakaran batu bara (*fly ash*) diambil dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton dan abu sekam padi diambil dari industri pembuatan bata merah disekitar Kecamatan Wirolegi, Jember. Sedangkan untuk bahan pengikat (semen) menggunakan semen

Gresik. Untuk pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Peralatan yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Satu set saringan ASTM; Shieve Shaker; timbangan analitis; slump test; mesin uji kuat tekan; uji modulus elastisitas; *sylinder mold*; perojok besi; dan beberapa alat bantu lainnya.

Tahap pelaksanaan kegiatan penelitian secara garis besar meliputi studi pustaka, konsultasi, pengadaan bahan dan alat penelitian, pengujian material (analisa saringan, kelembaban, berat jenis, air resapan, keausan *Los Angeles*), pembuatan benda uji, perawatan benda uji (*curing*), pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton, dan analisa data.

Rancangan perlakuan benda uji ini terdiri dari silinder beton normal, silinder beton dengan bahan tambah limbah hasil pembakaran batu bara (*fly ash*), dan silinder beton dengan bahan tambah abu sekam padi (ASP). Selengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1: Rincian Benda Uji

Beton	Presentasi (%)	Umur (hari)
Fly ash	10	28
ASP	15	28
Normal	-	28

Sumber : Penelitian terdahulu

Benda uji yang sudah dalam proses *curing*, selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan dan modulus elastisitas masing-masing benda uji beton. Proses pengujiannya yaitu dengan mengkombinasikan mesin uji kuat tekan beton dan alat modulus elastisitas.

Analisa yang didapat pada pengujian agregat ini untuk mengetahui kadar lumpur dari agregat yang terkandung didalamnya sehingga didapat angka modulus kehalusan (*finness modulus*) sesuai standar peraturan ASTM C 35-37.

Keleccakan beton juga diuji di laboratorium dengan menggunakan *slump test*. Adapun cara pengujian dengan alat yang digunakan berupa kerucut *slump* dengan tinggi 305 mm, diameter atas 102 mm, diameter bawah 203 mm, batang baja penumbuk dengan ukuran diameter 16 mm, panjang 600 mm dengan ujung berbentuk seperti peluru, dasar/alas bujur sangkar yang kedap air dengan lebar 500 mm, sekop kecil, cetok besi, penggaris, dan kain lap pembersih. Hal ini telah mengikuti standart ASTM C 143.

Sedangkan pada analisa kuat tekan dilakukan sebagai kontrol kualitas atas prosedur pembuatan benda uji yang sudah direncanakan. Kuat tekan beton merupakan kemampuan benda uji menahan gaya tekan atau kemampuan aksimum benda uji dalam menahan gaya tersebut yang menyebabkan kehancuran.

Untuk mendapatkan model hubungan kuat tekan, maka dilakukan analisis regresi. Model yang dipilih disesuaikan dengan pancaran data hasil pengujian sehingga dapat ditetapkan sebagai regresi linier atau non linier.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut tabel pengujian agregat halus dan agregat kasar meliputi analisa saringan, kelembaban, berat jenis, dan air resapan.

Tabel 2 : Analisa Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Rata-rata
Analisa saringan	Modulus kehalusan 1,96
Kelembaban	1,63
Berat jenis	2,7
Air resapan	4,17

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Tabel 3 : Analisa Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Rata-rata
Analisa saringan	Modulus kehalusan 7,15
Kelembaban	1,15
Berat jenis	1,22
Air resapan	2,62

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Secara keseluruhan, agregat halus dan agregat kasar baik digunakan sebagai campuran beton.

Dari pengujian agregat kasar dengan mesin *Los Angeles* yang sesuai standar ASTM C 131-89, diketahui nilai keausan rata-rata sebesar 19,42%. Maka agregat ini dapat digunakan sebagai agregat beton karena kehancuran maksimum 40%.

Hasil *Slump Test*, didapat data sebagai berikut :

Tabel 4 : *Slump Test* Benda Uji

Jenis Beton	Rata-rata (mm)
Normal	35
Fly Ash	45
ASP	58

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* akan menimbulkan nilai slump yang lebih rendah daripada beton normal dikarenakan ukuran butiran partikel *fly ash* lebih kecil dari pada ukuran butiran partikel semen, sehingga pemadatan yang terjadi akan menurunkan nilai *slump*nya. Hal ini sesuai dengan teori terdahulu bahwa partikel-partikel *fly ash* yang terkumpul pada presipitator

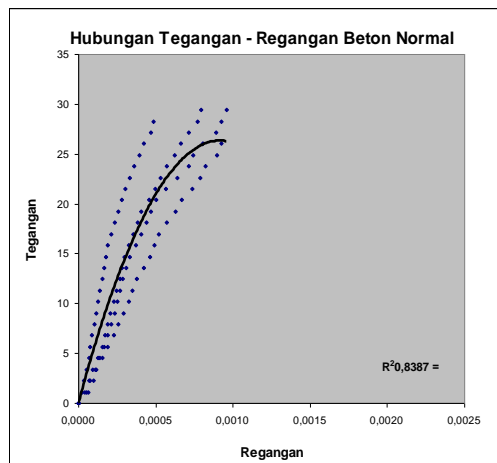
elektrostatik biasanya berukuran *silt* (0.074 – 0.005 mm) (Nugraha, Antoni : 2007). Hal serupa juga terjadi pada abu sekam padi, yaitu ukuran butiran partikel lebih kecil dari pada semen dan *fly ash*, sehingga nilai slumpnya paling rendah diantara yang lain. Hal ini juga sesuai dengan penelitian terdahulu bahwa penggunaan ASP dalam campuran juga memberikan pengaruh pada nilai slump. Semakin tinggi kadar ASP maka semakin rendah nilai *slump* adukan (Lubis : 2008).

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada umur 28 hari ditampilkan dalam tabel dan grafik sebagai berikut :

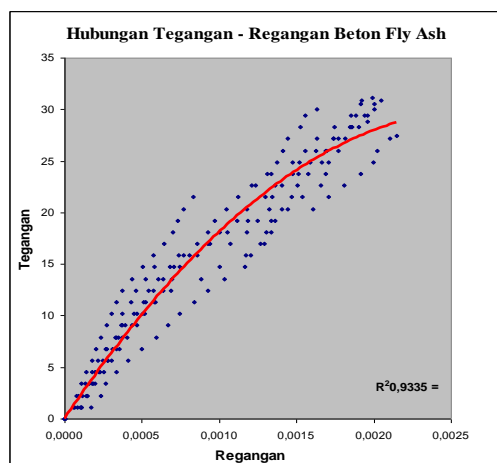
Tabel 5 : Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Jenis Beton	Tegangan Tekan Rata-rata	Standar Deviasi	Koef Variasi (%)	Tegangan Karakteristik
Normal	28,71863	2,136166	7,438260	25,2153137
Fly Ash	29,87061	1,315575	4,404249	27,7130606
ASP	27,72833	1,189254	4,288952	25,7779509

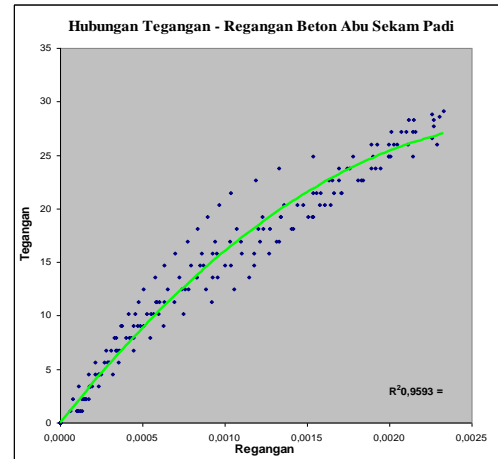
Sumber : Hasil penelitian laboratorium



Gambar 1. Hubungan Tegangan - Regangan Beton Normal



Gambar 2. Hubungan Tegangan - Regangan Beton Fly ash



Gambar 3. Hubungan Tegangan - Regangan Beton ASP

Dari hasil kuat tekan silinder masing-masing beton yang berbeda, terlihat bahwa pengaruh penambahan *fly ash* dan abu sekam padi membuat kuat tekan beton bertambah melebihi beton normal.

Sedangkan nilai modulus elastisitas dengan menggunakan rumus Nawy (1990), dengan menggunakan peraturan ACI satuan SI dalam menghitung modulus elastisitas :

$$E_c = 0,043w_c^{1,5}(f'c)^{0,5} \text{ Mpa}$$

dimana E_c = secant modulus elastisitas, pada sekitar 40% kuat ultimit, w_c = berat satuan beton dalam kg/m^3 dan $f'c$ kuat tekan silinder dalam MPa. Bila kepadatan beton normal diambil 2320 kg/m^3 maka :

$$E_c = 4730 (f'c)^{0,5} \text{ Mpa}$$

Tabel 6 : Hasil Uji Modulus Elastisitas Beton

Jenis Beton	Tegangan Tekan Rata-rata	Standar Deviasi	Koef Variasi (%)	Tegangan Karakteristik
Normal	51089,3790	20893,53	40,89604	16823,9836
Fly Ash	22343,0651	6436,774	28,80882	11786,7555
ASP	17905,1583	3528,771	19,70812	12117,9734

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

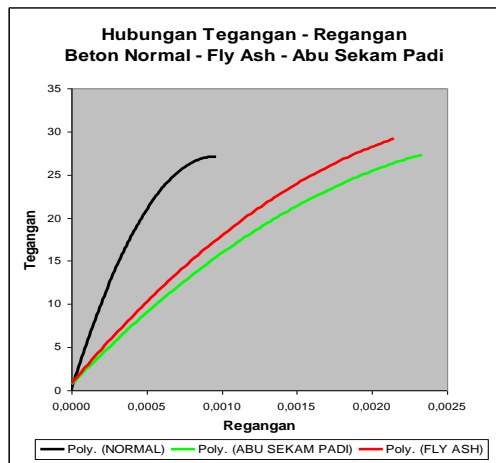
maka nilai modulus elastisitasnya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 7 : Nilai Modulus Elastisitas (Nawy)

Jenis Beton	Tegangan Karakteristik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Normal	25,21531374	16823,98
Fly Ash	27,71306063	11786,76
ASP	25,77795098	12117,97

Sumber : Hasil penelitian laboratorium

Sedangkan perbandingan antara tegangan-regangan antara beton normal, *fly ash*, dan abu sekam padi dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4. Hubungan Tegangan - Regangan Beton Normal - Fly Ash - ASP

Hubungan tegangan-regangan antara beton normal, *fly ash* dan abu sekam padi menunjukkan kuat dan positif dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,919 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,845 artinya kenaikan tegangan 84% dipengaruhi oleh penambahan *fly ash* dan abu sekam padi, sisanya 16% dipengaruhi oleh faktor lain.

Dari grafik diatas juga didapat hubungan tegangan-regangan dan hubungan perpindahan (Δ) dan beban tekan antara beton normal, *fly ash*, dan abu sekam padi mempunyai kesamaan yang linier dan sejajar seiring dengan perubahan antara tegangan dan regangan maupun antara perpindahan (Δ) dan beban tekan pada masing-masing beton benda uji.

4. Kesimpulan

Hasil keseluruhan proses penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah hasil pembakaran batu bara (*fly ash*) dan abu sekam padi beton dapat meningkatkan daktilitas beton yang lebih baik dari pada beton normal. Hal ini dilihat pada penurunan nilai modulus elastisitas berturut-turut yaitu beton normal, beton abu sekam padi, dan beton *fly ash*. Hal ini juga dapat dilihat adanya peningkatan deformasi berturut-turut dari beton beton normal, abu sekam padi, dan *fly ash*. Selain itu, penambahan bahan tambah juga menyebabkan panas hidrasi berkurang, sehingga beton yang dihasilkan tidak segetas beton normal.

Selain itu kuat tekan beton yang ditimbulkan dari limbah hasil pembakaran batu bara (*fly ash*) dan abu sekam padi ternyata mampu meningkatkan kuat tekan melebihi kuat tekan pada beton normal, yaitu pada penambahan *fly ash* 10% dan abu sekam padi 15%. Hal ini dipengaruhi oleh

ukuran partikel bahan tambah (*fly ash*) dan abu sekam padi yang cenderung mengisi pori-pori beton sehingga meningkatkan kepadatan beton itu sendiri.

5. Pustaka

- Hardjasaputra, dkk. 2008. Pengaruh Penggunaan Limbah Kontruksi Sebagai Agregat Kasar dan Agregat Halus pada Kuat Tekan Beton Daur Ulang. Jurnal Teknik Sipil Vol. 5, No. 2, Juli 2008. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya.
- Muhtar. 2004. Pemanfaatan Limbah Keramik Dinoyo Sebagai Material Panel Beton. Tesis. Malang : Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.
- Nawy, Edward. G. 1990. Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar. Bandung : PT. Eresco.
- Nawy, Edward G., dkk. 2001. Beton Prategang Edisi Ketiga Jilid I. Jakarta : Airlangga.
- Nugraha, Paul, dan Antoni. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Wang, Chu-kia, dkk. 1986. Disain Beton Bertulang Edisi Keempat Jilid I. Jakarta : Airlangga.

*Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember