

PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN PADA BETON DENGAN AGREGAT DAUR ULANG

Oleh:

¹Hamdani Abdulgani, ²Ferry Mulyadi

¹Fakultas Teknik Universitas Wiralodra, Jawa Barat

²Fakultas Teknik Universitas Wiralodra, Jawa Barat

ABSTRAK

Pemenuhan akan infrastruktur tidak terlepas dari penggunaan akan sumber daya alam yang salah satunya adalah material penyusun beton, sehingga ketersediaan material tersebut semakin hari semakin menipis. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengefisiensikan penggunaan sumber daya alam yaitu dengan mendaur ulangnya. Bongkaran – bongkaran beton yang pada umumnya tidak digunakan lagi menjadi akan berguna bagi proses daur ulang beton, yaitu dengan memanfaatkan bongkaran – bongkaran beton menjadi agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan sebagai material penyusun beton dengan cara menghancurkannya. Usaha ini selain untuk memanfaatkan limbah beton yang dapat memberikan nilai ekonomis terhadap konstruksi juga suatu upaya pelestarian sumber daya alam. Untuk meningkatkan mutu beton dari agregat daur ulang ini memanfaatkan limbah sekam padi yang sudah dibakar terlebih dahulu, hingga menjadi abu. Pada penelitian ini variabel bebasnya adalah penambahan abu sekam padi 0%, 2,5%; 5% dan 7,5% pada campuran beton dengan mutu rencana 25 MPa dan waktu perendaman 14 dan 28 hari, sedangkan untuk variabel terikat adalah kuat tekan beton. Hasil penelitan menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton daur ulang baik dengan atau tanpa penambahan abu sekam padi didapatkan hasil kuat tekan yang masih di bawah kuat tekan yang direncanakan, yaitu sebesar 25 MPa. Namun terjadi peningkatan mutu beton dengan bertambahnya waktu perendaman. Umur beton 28 hari mengalami peningkatan mutu jika dibandingkan dengan umur beton 14 hari pada masing – masing variasi penambahan abu sekam, yaitu berturut turut sebesar 23,64%; 24,05%; 19,01% dan 21,69%. Pada umur beton 28 hari, peningkatan kuat tekan beton terjadi seiring dengan adanya penambahan abu sekam padi, yaitu berturut turut sebesar 0,88%; 3,5%; 7,4%.

Kata Kunci: Beton Daur Ulang, Limbah Sekam Padi, Kuat Tekan Beton.

PENDAHULUAN

Penggunaan sumber daya alam semakin hari semakin meningkat guna memenuhi kebutuhan manusia. Salah satunya adalah pemenuhan akan infrastruktur yang tidak terlepas dari sumber daya alam berupa material penyusun beton. Material utama penyusun beton, yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Beton paling banyak digunakan pada bidang konstruksi karena mempunyai beberapa keuntungan, antara lain harga relatif murah, bahan-bahannya mudah diperoleh, awet, dan memiliki kuat tekan yang tinggi, sehingga ketersediaan akan material penyusun beton semakin hari semakin menipis, oleh karena itu banyak cara yang dilakukan untuk mengefisiensikan penggunaan sumber daya alam yaitu dengan mendaur ulangnya.

Beton daur ulang (*recycle concrete*) merupakan campuran yang diperoleh dari proses ulang material sebelumnya.

Bongkaran – bongkaran beton yang pada umumnya tidak digunakan lagi dan sering menimbulkan masalah bagi lingkungan, menjadi akan berguna bagi proses daur ulang beton yaitu dengan cara menghancurkan menjadi agregat kasar dan agregat halus yang digunakan sebagai material penyusun beton. Usaha untuk memanfaatkan limbah beton bukan saja akan mengurangi masalah lingkungan akan tetapi dapat memberikan nilai ekonomis terhadap konstruksi, serta suatu upaya pelestarian sumber daya alam.

Beton daur ulang ini memiliki sifat dasar yang berbeda dengan agregat alam sehingga perbedaan ini mengakibatkan perbedaan sifat beton yang dihasilkan, seperti menurunnya kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitasnya.

Beberapa cara yang dapat dilakukan guna meningkatkan mutu beton daur ulang, diantaranya adalah selain dengan memperhatikan komponen – komponen penyusunnya juga dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan tambah mineral seperti pozzollan kedalam campuran beton. Pozzolan merupakan bahan yang mempunyai kandungan silika yang tinggi, salah satunya adalah abu sekam padi yang mempunyai kandungan senyawa silika (SiO_2) sebesar 88,92 % sehingga dapat digolongkan sebagai pozzollan (Dharma Putra, 2006).

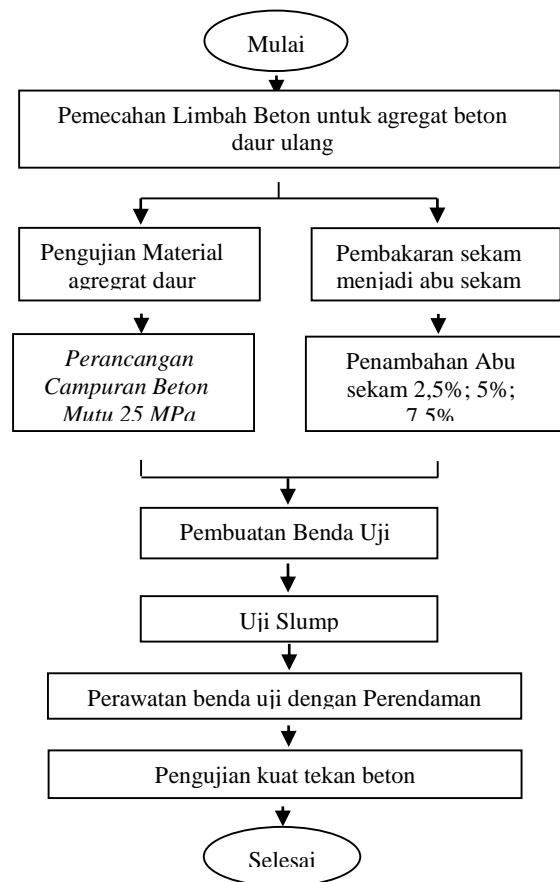
Sekam padi merupakan hasil sisa dari proses penggilingan padi menjadi beras. Sekam padi ini belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah beton menjadi agregat kasar dan agregat halus yang digunakan sebagai material penyusun beton daur ulang juga memanfaatkan limbah sekam padi yang diproses menjadi abu sekam sebagai Pozzolan guna meningkatkan kuat tekan beton daur ulang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiralodra, yaitu yang dimulai dari persiapan material limbah beton, pemecahan material limbah beton, pembakaran abu sekam padi, pengujian material agregat beton daur ulang, perhitungan rencana campuran beton, pembuatan benda uji beton, Pengujian *slump*, dan pengujian kuat tekan beton.

Untuk benda uji menggunakan bentuk selinder dengan ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm. Variabel penelitian ini meliputi variabel bebas, yaitu penambahan abu sekam padi 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan lamanya waktu perendaman, yaitu 14 dan 28 hari. Sedangkan untuk variabel terikat adalah kuat tekan beton.

Adapun tahapan – tahapan dalam penelitian meliputi langkah – langkah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Gradasi Agregat Halus dari Limbah Beton

Pengujian gradasi agregat halus ini untuk mengetahui kelayakan agregat halus dari limbah beton yang sudah ditumbuk sebagai material penyusun beton yang disyaratkan. Adapun hasil pengujianya sebagaimana tercantum dalam grafik analisa saringan agregat halus pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 3. Grafik hasil analisis saringan agregat halus (daerah I) dari limbah beton

Grafik tersebut diatas menunjukkan bahwa gradasi agregat halus dari limbah beton dapat memenuhi syarat sebagai agregat halus daerah I.

Untuk mengetahui syarat Modulus Halus Butir (*Finnes modulus*) agregat halus yang menurut SII 0052 syarat MHB agregat halus adalah 1,50 – 3,8; Maka dilakukan pengujian dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 2.

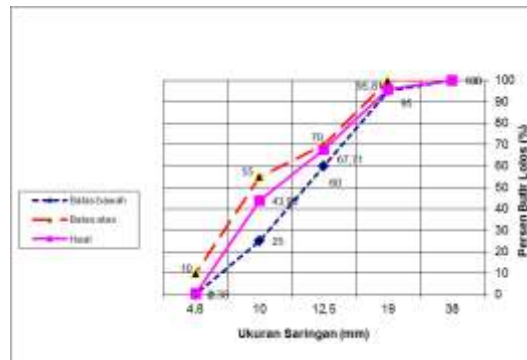
Analisa Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Halus dari limbah beton

| Saringan | | Berat Tertahan | | Kumulatif (%) |
|----------------------------------|------|----------------|------------|---------------|
| No | mm | (gram) | Persen (%) | |
| 4 | 4,8 | 15 | 1,42 | 1,42 |
| 8 | 2,4 | 247 | 23,30 | 24,72 |
| 16 | 1,2 | 210 | 19,81 | 44,53 |
| 30 | 0,6 | 235 | 22,17 | 66,70 |
| 50 | 0,3 | 155 | 14,62 | 81,32 |
| 100 | 0,15 | 120 | 11,32 | 92,64 |
| Sisa | | 78 | 7,36 | |
| Jumlah | | 1060 | 100,00 | 311,32 |
| Modulus Halus Butir (MHB) | | | | 3,11 |

Berdasarkan perhitungan MHB agregat halus limbah beton diatas didapatkan hasil bahwa nilai MHB sebesar 3,11 ; oleh karena itu agregat halus limbah beton memenuhi syarat sebagai MHB agregat halus.

Pengujian Gradasi Agregat Kasar dari Limbah Beton

Pengujian Gradasi Agregat Kasar dilakukan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat kasar. Hasil pengujian agregat kasar limbah beton ini, selanjutnya dilakukan perbandingan grafik untuk mengetahui kelayakan agregat kasar tersebut sebagai material penyusun beton yang disyaratkan. Berikut grafik hasil pengujian gradasi agregat kasar limbah beton:



Gambar 4

Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar Limbah Beton

Dari grafik pada gambar 4 diatas menunjukkan bahwa gradasi agregat kasar limbah beton yang akan digunakan dalam penelitian ini masih diantara batas atas dan batas bawah agregat kasar yang disyaratkan sehingga layak digunakan sebagai material penyusun beton.

Selanjutnya untuk mengetahui Modulus Halus Butir (*Finnes modulus*) agregat kasar limbah beton. Menurut SII 0052 syarat MHB agregat kasar adalah 5–8. Berikut adalah tabel analisa MHB agregat kasar limbah beton :

Tabel 3
Analisa Modulus Halus Butir (MHB) Agregat Kasar

| Saringan | | Berat Tertahan | | Kumulatif (%) |
|---------------------------|------|----------------|------------|---------------|
| No | mm | (gram) | Persen (%) | |
| 1 1/2 | 38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3/4 | 19 | 44,00 | 4,19 | 4,19 |
| 1/2 | 12,5 | 295,00 | 28,10 | 32,29 |
| 3/8 | 10 | 250,00 | 23,81 | 56,10 |
| 4 | 4,8 | 457,00 | 43,52 | 99,62 |
| No. 8 | 2,4 | 0,00 | 0,00 | 99,62 |
| No. 16 | 1,2 | 0,00 | 0,00 | 99,62 |
| No. 30 | 0,6 | 0,00 | 0,00 | 99,62 |
| No. 50 | 0,3 | 0,00 | 0,00 | 99,62 |
| No. 100 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 99,62 |
| Sisa | | 4,00 | 0,38 | |
| Jumlah | | 1050 | 100,00 | 690,29 |
| Modulus Halus Butir (MHB) | | | | 6,90 |

Berdasarkan perhitungan MHB agregat kasar limbah beton diatas, dihasilkan nilai MHB sebesar 6,90; sehingga limbah beton tersebut memenuhi syarat sebagai MHB agregat kasar.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus limbah beton, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4
Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

| Perhitungan | Notasi | Benda uji | | Rata-Rata |
|--|--|-----------|-------|-----------|
| | | I | II | |
| Berat jenis curah kering (Sd) | $\frac{A}{(B + S - C)}$ | 1,79 | 1,86 | 1,83 |
| Berat kering curah jenuh kering permukaan (Ss) | $\frac{S}{(B + S - C)}$ | 2,07 | 2,16 | 2,11 |
| Berat jenis semu (Ss) | $\frac{A}{(B + A - C)}$ | 2,51 | 2,63 | 2,57 |
| Penyerapan air (Sw) | $\left[\frac{S - A}{A} \right] \times 100 \%$ | 16,01 | 15,74 | 15,88 |

Tabel diatas menunjukkan bahwa berat jenis curah kering rata-rata (Sd) sebesar 1,83 dan berat jenis semu rata-rata (Ss) sebesar 2,57; sedangkan untuk penyerapan air rata-rata (Sw) agregat halus limbah beton sebesar 15,88%.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan kasar halus limbah beton didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5
Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| Perhitungan | Benda uji | | Rata-Rata |
|--|-----------|------|-----------|
| | A | B | |
| Berat jenis (Bulk) $\frac{Bk}{Bj - Ba}$ | 2,22 | 2,19 | 2,20 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{Bj}{Bj - Ba}$ | 2,35 | 2,34 | 2,34 |
| Berat jenis semu (Apparent) $\frac{Bk}{Bk - Ba}$ | 2,55 | 2,57 | 2,56 |
| Penyerapan Air (Absorption) $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$ | 5,93 | 6,75 | 6,34 |

Dari tabel 5 didapatkan hasil berat jenis bulk rata-rata sebesar 2,20; berat jenis semu rata-rata sebesar 2,56 dan untuk penyerapan air rata-rata agregat kasar limbah beton sebesar 6,34%.

Pengujian Kadar Air Agregat

Hasil pengujian kadar air untuk agregat halus dan kasar limbah beton adalah sebagai berikut :

Tabel 6
Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus dan Kasar

| Nomor contoh dan kedalaman | Pasir beton (Limbah Beton) | | Batu pecah (Limbah Beton) | |
|-------------------------------------|----------------------------|-------|---------------------------|--------|
| | A1 | A2 | B1 | B2 |
| Nomor Talam yang dipakai | | | | |
| 1. Berat Talam + contoh basah (Gr) | 80,00 | 78,00 | 172,00 | 169,00 |
| 2. Berat Talam + contoh kering (Gr) | 63,00 | 61,00 | 162,00 | 158,00 |
| 3. Berat air = 1 - 2 (Gr) | 17,00 | 17,00 | 10,00 | 11,00 |
| 4. Berat Talam (Gr) | 9,00 | 11,00 | 16,00 | 16,00 |
| 5. Berat contoh kering = 2 - 4 (Gr) | 54,00 | 50,00 | 146,00 | 142,00 |
| 6. Kadar air = 3 : 5 (%) | 31,48 | 34,00 | 6,85 | 7,75 |
| Rata-rata (%) | 32,74 | | 7,30 | |

Hasil rata - rata kadar air agregat halus limbah beton sebesar 32,74%; sedangkan, untuk agregat kasar limbah beton sebesar 7,30%.

Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pengujian keausan (abrasi) agregat kasar limbah beton dengan menggunakan mesin Los Angels diperoleh hasil jumlah berat agregat kasar limbah beton untuk sampel I sebesar 5004 gram dengan berat tertahan pada saringan no. 12 sebesar 809 gram. Sedangkan, sampel II berat agregat kasar limbah beton sebesar 5000 gram dengan berat tertahan pada saringan no. 12 sebesar 1.120 gram, sehingga rata-rata keausan agregat kasar limbah beton, yaitu :

$$\text{Sampel I} = \frac{a-b}{a} \times 100\% = \frac{5004 - 4195}{5004} \times 100\% = 6,17\%$$

$$\text{Sampel II} = \frac{a-b}{a} \times 100\% = \frac{5000 - 3880}{5000} \times 100\% = 2,40\%$$

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Sampel I} + \text{Sampel II}}{2} = 27,37\%$$

Perencanaan Campuran Beton (*Job Mix Design*)

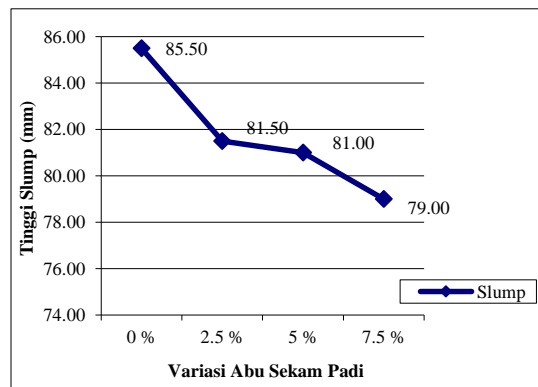
Perencanaan Campuran Beton (*Job Mix Design*) dalam penelitian direncanakan adalah mutu beton $f'c = 25$ MPa, dengan Faktor Air Semen (FAS) ditetapkan 0,5. Sedangkan untuk lamanya perendaman 14 hari dan 28 hari. Dari perhitungan campuran beton normal tersebut didapatkan kebutuhan material beton pada masing – masing variasi penambahan abu sekam padi (ASP) , yaitu 2,5%; 5%; 7,5% adalah sebagai berikut :

Tabel 7
Kebutuhan Material Beton dengan Variasi Campuran Abu Sekam Padi

| No. | Variasi campuran abu sekam padi | Jumlah Benda Uji | Volume Benda Uji (M ³) | Kebutuhan Material Beton (kg) | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|------|--------|
| | | | | Pasir | Split | Semen | Air | ASP |
| I Umur Beton 14 hari : | | | | | | | | |
| 1 | 2,50% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,1656 |
| 2 | 5,00% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,3313 |
| 3 | 7,50% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,4969 |
| II Umur Beton 28 hari : | | | | | | | | |
| 1 | 2,50% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,1656 |
| 2 | 5,00% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,3313 |
| 3 | 7,50% | 3 | 0,0053 | 14,54 | 15,35 | 6,63 | 1,33 | 0,4969 |

Pengujian Slump (*Slump Test*)

Pengujian slump dilakukan untuk menguji atau menentukan konsistensi atau kekentalan adukan beton. Berikut ini hasil pengujian slump untuk beton daur ulang dan penambahan abu sekam padi :

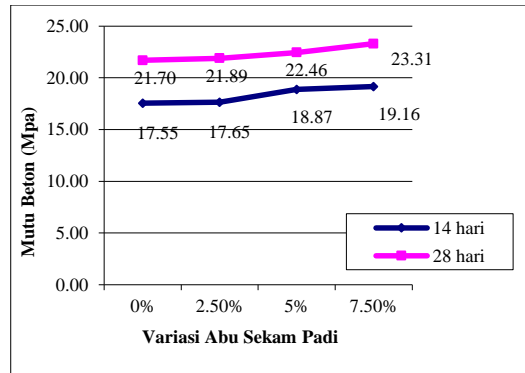


Gambar 5
Grafik Hasil Pengujian Slump

Dari gambar diatas diketahui semakin besar penambahan abu sekam padi maka nilai slump semakin turun, namun sampai dengan penambahan abu sekam 7,5% nilai slump masih memenuhi, yaitu sebesar 75 -150 mm.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan perawatan (*Curing*) dengan perendaman selama 14 dan 28 hari, didapatkan hasil kuat tekan beton sebagai berikut :



Gambar 6
Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Gambar diatas menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton daur ulang baik dengan atau tanpa penambahan abu sekam padi didapatkan hasil kuat tekan yang masih di bawah kuat tekan yang direncanakan, yaitu sebesar 25 MPa. Namun terjadi peningkatan mutu beton baik dengan bertambahnya waktu perendaman maupun dengan bertambahnya penambahan abu sekam padi sampai dengan 7,5%. Pada variasi 0% umur 14 hari dihasilkan kuat tekan sebesar 17,55 MPa. Sedangkan, pada umur 28 hari sebesar 21,70 MPa, meningkat sebesar 4,15 MPa atau sebesar 23,64% dibandingkan umur beton 14 hari. Mutu beton dengan variasi 2,5% pada umur 14 hari sebesar 17,65 MPa. Sedangkan, pada umur 28 hari sebesar 21,89 MPa, meningkat sebesar 4,24 MPa atau sebesar 24,05% dibandingkan umur beton 14 hari. Mutu beton dengan variasi 5% pada umur 14 hari sebesar 18,87 MPa. Sedangkan, pada umur 28 hari sebesar 22,46 MPa, meningkat sebesar 3,59 MPa atau sebesar 19,01% dibandingkan umur beton 14 hari. Selanjutnya untuk mutu beton dengan variasi abu sekam padi 7,5% pada umur 14 hari sebesar 19,16 MPa. Sedangkan, pada umur 28 hari sebesar 23,31 MPa, meningkat sebesar 4,15 Mpa atau sebesar 21,69% dibandingkan umur beton 14 hari.

Pada umur beton 28 hari, peningkatan kuat tekan beton terjadi seiring dengan adanya penambahan abu sekam padi sampai dengan penambahan 7,5%. Jika dibandingkan dengan beton tanpa penambahan abu sekam padi (0% ASP), maka, penambahan abu sekam padi sebesar 2,50%; 5%, 7,5%; terjadi peningkatan kuat tekan beton, yaitu berturut turut sebesar 0,88%; 3,5%; 7,4%.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil pengujian slump pada beton daur ulang semakin turun dengan adanya penambahan abu sekam padi;

2. Pada umur beton daur ulang 28 hari hasil kuat tekan beton daur ulang tanpa penambahan abu sekam padi sebesar 21,70 MPa; sedangkan dengan penambahan abu sekam 7,5% dihasilkan kuat tekan beton 23,31 MPa; hasil ini masih dibawah kuat tekan yang direncanakan, yaitu sebesar 25 MPa;
3. Penambahan abu sekam padi sebesar 2,50%; 5%, 7,5%; dapat meningkatkan kuat tekan beton, yaitu berturut turut sebesar 0,88%; 3,5%; 7,4% dari beton tanpa penambahan abu sekam padi (0% ASP) dan umur beton daur ulang 28 hari;
4. Beton daur ulang pada umur 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan beton dari umur beton 14 hari pada masing – masing penambahan abu sekam padi, yaitu pada variasi 0% sebesar 23,64%; variasi 2,5% meningkat sebesar 24,05%; variasi 5% meningkat sebesar 19,01%; dan variasi abu sekam padi 7,5% meningkat sebesar 21,69%.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono. A. 1995. *Teknik Beton*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Dharma Putra. 2006. Penambahan Abu Sekam Pada Beton dalam Mengantisipasi Kerusakan Akibat Magnesium Sulfat pada Air Laut. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No. 2 Juli 2006*.
- Dipohusodo. I. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hara. 1986. *Utilization of Agrowaste for Building Material, International Research and Development Cooperation Division* . AIST. MITI. Jepang.
- Houston, D.F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. St. Paul, Minnesota, American association of Cereal Chem ists Inc.
- Nawy, E. G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Erlangga
- Wuryati. S dan Candra R. 2001. *Teknologi beton*. Jogjakarta: Kanisius
- Tri Mulyono. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Penerbit Andi.