

# Pengaruh Penambahan Gula Pasir dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen terhadap Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari, 14 Hari, dan 28 Hari

Moch. Suranto<sup>1</sup>, Supratikno<sup>2</sup>, Priya Sapta Atmaja<sup>3</sup>, Sri Budiyo<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4\*</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Widya Dharma

Jalan Ki Hajar Dewantara, Macanan, Karang Anom, Klaten Utara, Klaten Jawa Tengah 57438

E-mail: [info@unwidha.ac.id](mailto:info@unwidha.ac.id)

**Abstrak** — Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendeskripsikan pengaruh penambahan gula pasir sebesar 0,20% dan abu sekam padi sebesar 10% sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton umur 4 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pemakaian Abu Sekam Padi dan gula pasir dinilai dapat menaikkan kuat tekan beton jika dipergunakan pada kadar yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemakaian Abu Sekam Padi dan gula pasir dalam menaikkan kuat tekan pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari maka perlu dibuat sebuah penelitian. Penelitian ini menggunakan bahan tambah Abu Sekam Padi dan gula pasir. Penelitian ini menggunakan Abu Sekam Padi sebanyak 10% dan gula pasir 0,2% dari berat semen dan nilai fas 0,4. Variasi umur yang digunakan adalah usia 3 hari, 14 hari, dan 28 hari. Beton dengan penggunaan bahan tambah Abu Sekam Padi dan gula pasir ini akan dibandingkan hasil kuat tekannya terhadap beton normal yang diwakili oleh masing-masing tiga sampel pada setiap variasi umur. Sampel yang digunakan adalah silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan bahan tambah Abu Sekam Padi dan gula pasir pada umur 3 hari mempunyai kuat tekan 15,84 Mpa dengan 80,89% dari kuat tekan beton normal. Pengujian kuat tekan pada umur 14 hari menunjukkan nilai kuat tekan 27,92 Mp dengan kenaikan 20,13 % dari kuat tekan beton normal. Pengujian kuat tekan pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan sebesar 36,49 Mpa dengan kenaikan 17,33 % dari beton normal.

**Kata kunci:** beton, beton bertulang, gula pasir, abu sekam padi

**Abstract** — The purpose of this study was to determine and describe the effect of adding 0.20% granulated sugar and 10% rice husk ash as a cement substitute to the compressive strength of concrete aged 4 days, 14 days, and 28 days. The use of rice husk ash and granulated sugar is considered to increase the compressive strength of concrete if used at the right levels. This study aims to determine the effect of using Rice Husk Ash and granulated sugar in increasing the compressive strength at the age of 3 days, 14 days, and 28 days, it is necessary to make a study. This research uses rice husk ash and sugar added. This study used Rice Husk Ash as much as 10% and 0.2% granulated sugar by weight of cement and a 0.4 phase value. The age variations used were 3 days, 14 days, and 28 days. Concrete with the use of rice husk ash and sugar added will be compared with the results of its compressive strength against normal concrete represented by three samples in each age variation. The sample used is a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. The results showed that the compressive strength of concrete with rice husk ash and sugar added at the age of 3 days had a compressive strength of 15.84 MPa with 80.89% of the normal compressive strength of concrete. The compressive strength test at the age of 14 days showed the compressive strength value of 27.92 Mp with an increase of 20.13% from the normal compressive strength of concrete. The compressive strength test at the age of 28 days has a compressive strength of 36.49 MPa with an increase of 17.33% from normal concrete.

**Keywords:** concrete, reinforced concrete, sugar, rice husk ash

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi di Indonesia khususnya dalam teknologi beton yang mengarah pada perencanaan beton mencakup kekuatan, keawetan, dan efisiensi. Permasalahan yang sering muncul pada proyek konstruksi antara lain seperti perencanaan untuk meningkatkan kuat tekan beton, kelangsingan struktur sehingga mengurangi beban struktur. Selain itu ada satu masalah yang selalu dialami pembetonan dimusim panas adalah beton cepat kaku setelah dicampur.

Pendekatan yang dilakukan untuk mengatasi masalah pencegahan beton cepat menjadi kaku selama penanganannya adalah penggunaan bahan campuran untuk memperlambat pengerasan beton. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan menunjukkan bahwa adanya beberapa bahan tambah yang dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton, diantaranya adalah gula pasir dan abu sekam padi (ASP). Sehubungan dengan itu, Abu Sekam Padi dan Gula Pasir sangat mudah didapatkan di daerah tropis seperti negara Indonesia. Abu Sekam Padi merupakan abu dari pembakaran

sekam atau kulit padi, limbah atau material terbuang yang bisa didapatkan dalam jumlah yang cukup besar dalam proses penggilingan padi. Abu Sekam Padi memiliki kandungan unsur silika oksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen untuk meningkatkan sifat mekanik beton. Gula Pasir adalah sebagai bahan Set-Retarder yang berguna untuk memperlambat waktu ikatan dan waktu pengerasan beton. Bahan ini sangat berguna pada adukan beton dalam cuaca panas atau apabila waktu antara pencampuran dan pengecoran cukup panjang. Bahan campuran yang mengandung pemperlambat pengerasan sering kali digunakan di negara-negara beriklim panas, meskipun alasan penggunaannya juga berhubungan dengan sifat-sifat reduksi air dan daya untuk menjadikan plastis. Bahan penghambat pengerasan berguna untuk mengimbangi pengaruh pemercepat pengerasan yang dimiliki oleh hidrasi semen pada suhu yang tinggi, sehingga pendekatan yang dilakukan untuk mengatasi masalah pencegahan beton cepat menjadi kaku selama penanganannya adalah penggunaan bahan campuran untuk memperlambat pengerasan beton seperti Gula Pasir. Selain itu penggunaan Gula Pasir juga akan menambah nilai kuat tekan beton.

Berdasarkan pernyataan yang telah disebutkan diatas, peneliti melakukan penelitian untuk membuat beton dengan menambahkan bahan substitusi semen yaitu Abu Sekam Padi sebesar 10% dari berat semen dan dikombinasikan dengan penambahan Gula pasir sebesar 0,20% dari berat semen. Peneliti juga membuat beton normal sebagai bahan perbandingan dalam hal nilai kuat tekan beton pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton berasal dari pencampuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan semen sebagai bahan perekat. Proses pencampuran ini terjadi reaksi kimiawi sampai terjadi pengerasan beton. Kualitas beton dipengaruhi oleh bahan dasar pencampuran, metode pengecoran, pelaksanaan finishing, kondisi lingkungan, dan kondisi perawatan (Dipohusodo, 2000). Perkembangan teknologi di bidang teknik sipil, memungkinkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi yaitu 30-70 N/mm<sup>2</sup> setelah 28 hari. Perkembangan terakhir dalam desain campuran beton menghasilkan beton dengan kekuatan tekan kubus antara 70-100 N/mm<sup>2</sup> setelah 28 hari. Beton memiliki kekurangan dan kelebihan yang harus dipahami oleh para perencana dan konstruktor. Kekurangan beton antara lain memiliki kuat tarik yang rendah, rambatan suhu, penyusutan kering, perubahan kadar air, rayapan, dan kerapatan terhadap air (Tjokrodimuljo, 1996). Kelebihan beton antara lain harga relatif murah,

memiliki kuat tekann yang tinggi, tahan terhadap korosi, beton mudah dibentuk dan dipindahkan saat masih dalam keadaan cair, tahan terhadap keausan, dan nilai perawatan relatif murah. Faktor-faktor yang memengaruhi mutu dan keawetan beton adalah faktor air semen yang rendah, kualitas agregat, penggunaan bahan tambahan dan aditif, prosedur pelaksanaan proses produksi yang tepat, dan umur beton.

### 2.2 Bahan Penyusunan Beton

Bahan-bahan penyusun beton adalah semen Portland, agregat, air dan bahan tambahan lainnya.

#### 2.2.1 Semen Portland

Semen Portland merupakan semen hidrolik yang dihasilkan dari penggilingan klinklen yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982 dalam Tjokrodimuljo). Semen berfungsi sebagai bahan pengikat butir agregat sehingga membentuk suatu massa yang padat. Susunan unsur pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Susunan Unsur Pembentuk Semen (Neville dan Brooks, 1987)

Oksida	Nama Unsur	% Berat
CaO	Kapur	60-67
SiO <sub>2</sub>	Silika	17-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alumunia	3-8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Besi	0,5-6
MgO	Magnesia	0,1-4
SO <sub>3</sub>	Sulfur	1-3
K <sub>2</sub> O dan Na <sub>2</sub> O	Alkalis	0,2-1,3

Berdasarkan tujuan pemakaiannya, Semen Portland di Indonesia terbagi menjadi lima jenis. Kelima jenis tersebut meliputi:

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang di dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah terjadi pengikatan.
- Jenis IV : Semen Portland yang di dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam di penggunaannya menuntut persyaratan tahan terhadap sulfat (Tjokrodimulyo, 2004).

#### 2.2.2 Semen Portland

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar dan pembuatan beton. Berdasarkan ukurannya terdapat dua jenis agregat yaitu agregat halus atau pasir dan agregat kasar atau kerikil.

Agregat halus merupakan butiran dengan ukuran antara 0,075-4,75 atau 5 mm. Agregat halus dikelompokkan ke dalam empat zona seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen (%) Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
4,75	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	30-70	55-90	70-100	90-100
0,6	15-34	35-59	50-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-15	0-15

Keterangan :

- Daerah Gradasi I : Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II : Pasir Agak Kasar
- Daerah Gradasi III : Pasir Halus
- Daerah Gradasi IV : Pasir Agak Halus

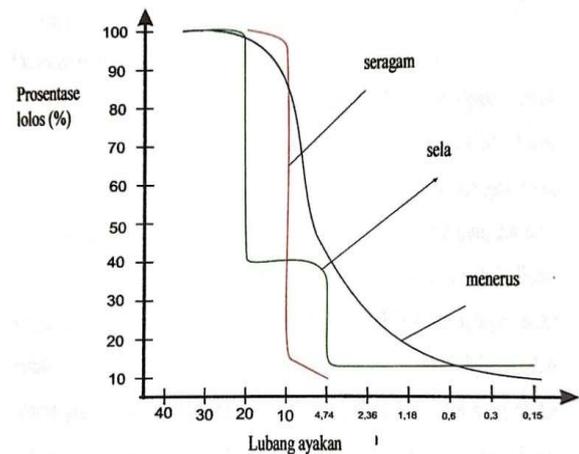
Agregat kasar merupakan butiran agregat yang lebih besar dari 4,75 mm. Berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar untuk campuran beton dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu ukuran maksimum 10 mm, 20 mm, dan 40 mm. Pada perencanaan struktur beton, ukuran maksimum agregat dibatasi oleh:

- a. Agregat maksimum tidak boleh lebih dari 3/4 jarak antar tulangan besi.
- b. Agregat maksimum tidak boleh lebih besar dari 1/3 tinggi pelat.
- c. Agregat maksimum tidak boleh lebih besar dari 1/5 jarak terkecil cetakan samping

Agregat yang menempati ruang sekitar 70% volume beton, kualitas agregat sangat berpengaruh pada kekuatan dan sifat beton. Pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton, sehingga agregat harus mempunyai bentuk yang sesuai (bulat atau mendekati kubus), bersih, kuat, keras, gradasi sesuai. Agregat harus mempunyai kestabilan kimiawi dan tahan aus serta tahan cuaca. Beberapa sifat agregat yang penting untuk diketahui antara lain meliputi hal-hal berikut di bawah ini.

#### 1) Gradasi agregat

Gradasi agregat merupakan distribusi ukuran butiran dari agregat. Gradasi agregat dibedakan menjadi tiga yaitu gradasi menerus (continuous grade), gradasi seragam (uniform grade), dan gradasi sela (gap grade). Penjelasan mengenai jenis agregat dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pencampuran beberapa jenis agregat dilakukan untuk mendapatkan campuran beton yang tepat.



Gambar 2. 1. Jenis gradasi agregat

#### 2) Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume dan suhu yang sama. Berdasarkan berat jenisnya agregat dibedakan menjadi tiga. Ketiga jenis agregat tersebut adalah:

- a. Agregat normal  
Agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5-2,7 dan berasal dari granit, basalt, kuarsa, dan lain-lai. Beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan antara 15-40 Mpa.
- b. Agregat ringan  
Agregat ringan memiliki berat jenis kurang dari 2. Beton yang dihasilkan digunakan untuk non struktural karena ringan dan mempunyai sifat tahan api dan sebagai bahan isolasi yang baik.
- c. Agregat berat  
Agregat berat memiliki berat jenis lebih dari 2,8. Beton yang dihasilkan digunakan sebagai dinding pelindung dari radiasi sinar X.

#### 3) Modulus halus butiran (Fitnes Modulus)

Modulus Halus Butiran (MHB) merupakan suatu indeks untuk mengukur kehalusan atau kekasaran agregat (Abrams, 1918). MHB didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari agregat yang tertinggal di atas ayakan (38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm). Semakin besar nilai MHB agregat, maka semakin besar butiran agregatnya.

- 4) Serapan air merupakan persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat apabila direndam dalam air.

#### 2.2.3 Air

Air digunakan untuk memudahkan proses kimiawi pada campuran beton segar dan memudahkan dalam pengadukan campuran. Air yang digunakan dalam pengadukan beton harus memenuhi persyaratan air minum yang terdapat dalam SK-SNI-S-04-1989-F, sebagai berikut.

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan lainnya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

#### 2.2.4. Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan bahan selain unsur pokok penyusun beton seperti air, semen dan agregat, yang ditambahkan ke dalam campuran beton. Tujuan penggunaan bahan tambah adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat beton pada saat masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, menambah kuat tekan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi keretakan pengerasan, dan lainnya. Bahan tambah penyusun beton dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

##### a. Bahan tambah admixture

Bahan tambah admixture merupakan bahan tambah kimia selain air, agregat, dan semen hidrolik yang dicampur dalam beton atau mortat yang ditamah sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan ini digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton. Berdasarkan SK-SNI-5-18-1990-03 mengenai spesifikasi bahan tambah untuk beton, bahan tambah kimia dibedakan menjadi lima jenis yaitu :

- 1) Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai.
- 2) Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.
- 3) Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.
- 4) Bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton.

##### b. Bahan tambah *additive*

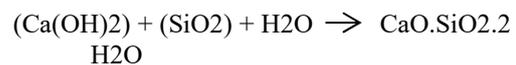
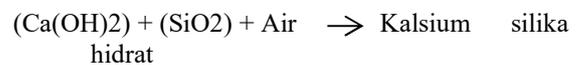
Bahan tambah *additive* merupakan bahan mineral untuk memperbaiki kinerja tekan beton. Bahan ini memiliki sifat penyemenan atau sebagai substitusi semen. Beberapa contoh bahan tambah mineral ini adalah pozolan, fly ash, slag, dan silicafume.

### 2.3. Abu Sekam Padi sebagai Prozolan

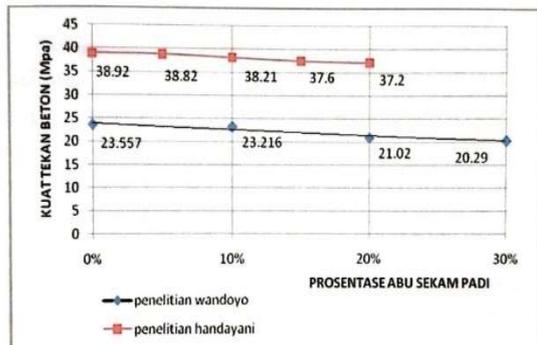
Prozolan adalah bahan alam atau buatan yang terdiri dari unsur silikat dan atau aluminat yang reaktif (PUBI, 1982). Prozolan tidak memiliki sifat-sifat semen tetapi dalam keadaan halus apabila dicampur dengan kapur padam dan air akan mengeras pada suhu kamar dan membentuk suatu

massa yang padat dan sukar larut dalam air. Prozolan umumnya memiliki berat berkisar antar 10-35% dari berat semen. Laju kenaikannya lebih lambat dari beton normal dan pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah daripada beton normal, akan tetapi setelah 90 hari akan sedikit lebih tinggi (Tjokrodimulyo, 1996).

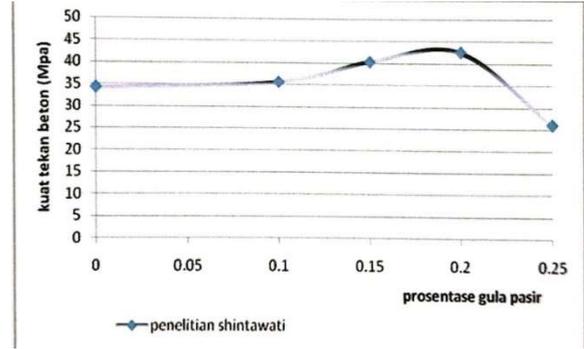
Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang difungsikan sebagai bahan bakar pada industri rumah tangga seperti pada sentra industri bata di daerah Klaten. Abu sekam padi memiliki kandungan unsur silika oksida (SiO<sub>2</sub>) yang tinggi dan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen untuk meningkatkan sifat mekanik beton. Silika pada abu sekam padi akan bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) yang merupakan hasil samping dari proses hidrasi dan membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H). Reaksinya sebagai berikut :



Tingkat kehalusan abu sekam padi cukup baik jika dibandingkan dengan semen Portland standar, karena abu sekam padi lebih halus dan memenuhi syarat kehalusan pozolan. Kehalusan semen Portland standar adalah sisa di atas ayakan 0,90 mm maksimum 10%. Syarat kehalusan prozolan adalah seluruhnya harus lolos ayakan 2,5 mm dan sisa di atas ayakan 0,21 mm kurang dari 10%. Berdasarkan sifat tersebut, apabila abu sekam dicampurkan di dalam campuran diharapkan abu sekam padi akan bereaksi dengan unsur-unsur dari semen dan memberikan pengaruh positif bagi beton. Penelitian mengenai variasi abu sekam padi sudah pernah dilakukan dengan komposisi campuran 0%, 10%, 20%, 30% dengan benda uji berbentuk kubus berukuran 10 cm x 10 cm x 10 cm dan menggunakan nilai fas 0,65. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari terhadap variasi abu sekam 10% adalah 23,216 Mpa dan nilai kuat tekan beton normal atau variasi abu sekam 0% adalah 23,357 Mpa (Wandoyo, 1998; Handayani, 2005). Hasil kuat tekan beton dengan bahan tambah abu sekam padi dari penelitian Wandoyo (1998) dan Handayani (2005) ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah abu sekam padi pada umur 28 hari (Wandoyo, 1998; Handayani, 2005)



Gambar 2. 3. Nilai kuat tekan beton bahan tambah gula pasir pada saat umur 28 hari

**2.4. Gula sebagai Bahan Tambah Kimia Jenis Penundaan Waktu Ikatan**

Bahan tambah yang termasuk dalam jenis penundaan waktu ikat digunakan untuk mengatasi keadaan seperti suhu tinggi yang menyebabkan waktu ikatan lebih singkat atau untuk menghindari efek samping yang timbul akibat adanya penundaan antara waktu pengadukan dan pengecoran. Bahan tambah penunda waktu ikat ini bekerja melalui proses formasi bahan tambah dan Ca yang terdapat dalam semen. Formasi bahan tambah dan Ca di dalam takaran air akan mengurangi konsentrasi ion Ca dan menunda kristalisasi dalam proses hidrasi (Aditya dan Tumatar, 2004). Penggunaan bahan tambah penunda waktu ikat mempunyai efek samping yaitu sebagai hasil dari perpanjangan fase hidrasi, bahan penunda waktu ikat ini akan menambah kekuatan akhir beton dan bahan ini mendistribusikan panas dari proses hidrasi dalam interval waktu yang lebih lama, sehingga dapat mengendalikan panas selama perawatan beton (curing).

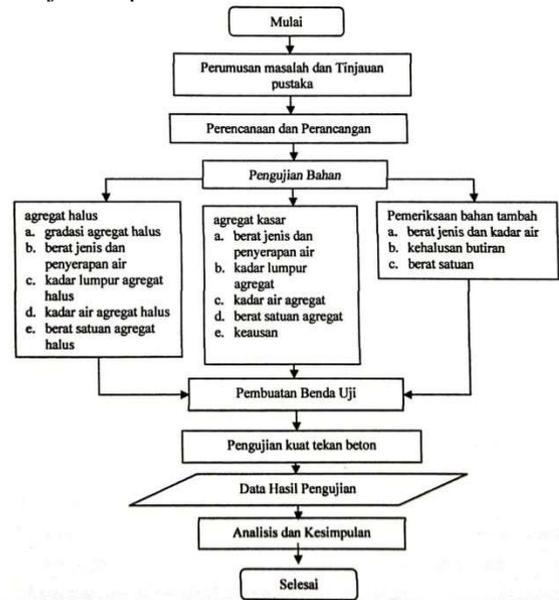
Penambahan gula pasir sebagai bahan tambahan dalam campuran beton merupakan alternatif yang efektif, mengingat gula pasir berasal dari pohon tebu yang tumbuh subur di daerah tropis seperti Indonesia. Kelarutan gula di dalam air berubah dengan perubahan kemurnian larutan sedangkan variasinya tergantung pada macam non gula yang ada dalam larutan. Berat jenis larutan gula (sukrosa) bervariasi dari 1,033 sampai 1,106 tergantung konsentrasinya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan gula mampu menurunkan kecepatan hidrasi dari C3S, sehingga waktu ikatan semen menjadi lebih panjang hingga 4 jam. Menurut Shintawati (2002), menyebutkan bahwa kadar gula 0,20% dari berat semen nilai kuat tekan umur 28 hari mencapai maksimum yaitu 44,50 Mpa dan beton normalnya adalah 34,20 Mpa. Hasil nilai kuat tekan beton dengan bahan tambah gula pasir ditunjukkan pada Gambar 2.3.

**III. METODE PENELITIAN**

Metode dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir dalam penelitian ini menjelaskan pengaruh bahan tambah pada campuran adukan beton yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Bagan alir penelitian

**3.2 Bahan-Bahan yang Digunakan**

Bahan-bahan penyusun campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Semen yang digunakan adalah semen Portland biasa merk Holcim kapasitas 40 kg.
- Agregat kasar yang digunakan adalah agregat grabit pecah (split) asal Sungai Gendol Merapi dengan ukuran butiran maksimum 20 mm.
- Agregat halus yang digunakan adalah agregat alami Sungai Gendol Merapi.
- Abu sekam yang digunakan adalah sisa pembakaran dari industri batu bata yang terletak di daerah Klaten.
- Gula pasir yang digunakan adalah buatan PG

- Madukismo Yogyakarta
- f. Air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat dan layak untuk diminum berasal dari laboratorium Teknologi Bahan konstruksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 3.3. Alat-Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mesin uji tekan merk Hung Ta dan Ele berkapasitas maksimum 2000 KN
- b. Cetakan beton silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- d. Concrete mixer yaitu alat pengaduk bahan campuran beton.
- e. Saringan atau ayakan standar ASTM.
- f. Oven digunakan untuk mengeringkan sampel bahan-bahan yang akan digunakan.
- g. Timbangan digunakan untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun beton
- h. Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
- i. Gelas ukur digunakan untuk menghitung volume air.
- j. Kerucut Abrams dengan ukuran diameter atas  $100 \pm 3$  mm, diameter bawah  $200 \pm 3$  mm dan tinggi  $300 \pm 3$  mm digunakan untuk mengukur nilai slump.
- k. Cangkul dan cetok digunakan untuk mengambil agregat.
- l. Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi dari cetakan dan benda uji yang digunakan.

### 3.4 Pemeriksaan Bahan Penyusun Campuran Beton

Bahan-bahan yang akan dipakai sebelumnya akan dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu, meliputi :

- a. Pemeriksaan agregat halus (pasir)
 

Analisis radiasi dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir berdasarkan SK SNI 03-1986-1990 tentang metode pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar dengan langkah-langkah sebagai berikut.

  - 1) Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap kemudian diambil benda uji sebanyak  $\pm 1000$  gram.
  - 2) Benda uji dimasukkan ke dalam saringan yang telah disusun berurutan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm; dan pan. Kemudian saringan tersebut digoyangkan menggunakan mesin selama 15 menit.
  - 3) Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang beratnya dan persentasenya.

- 4) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air (pasir)
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus ini berdasarkan SK SNI 03-1970-1990 dengan langkah-langkah sebagai berikut :
  - 1) Benda uji adalah agregat yang lolos saringan no 4 (4,75 mm).
  - 2) Benda uji diambil kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap (selama 2 jam) kemudian pasir didinginkan dan direndam dalam air selama  $24 \pm 4$  jam.
  - 3) Air dibuang dan pasir dibiarkan mengering dalam suhu kamar untuk mencapai keadaan jenuh kering muka dengan dimasukkan ke dalam kerucut terpancung dan dipadatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali dan apabila kerucut diangkat maka pasir akan runtuh tetapi masih berbentuk kerucut.
  - 4) Pasir dalam keasaan jenuh kering muka dimasukkan dalam piknometer sebanyak 500 gram (SSD), dimasukkan air sebanyak 90% dan diguncang-guncangkan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalamnya.
  - 5) Piknometerf ditambahkan air 100% dan ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram (Bt).
  - 6) Pasir dikeluarkan dari dalam piknometer dan dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap da ditimbang (Bk).
  - 7). Piknometer air penuh 100% ditimbang beratnya B.

### 3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menerima beban tekan. Pelaksanaan pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Beton Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten, dengan menggunakan alat uji tekan merk Hung Ta berkapasitas tekan sampai dengan 2000 KN. Pengujian dilakukan sesuai umur beton yang direncanakan yaitu pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari . Pencatatan nilai uji tekan yang dicapai oleh beton dilakukan ketika beton menerima beban maksimum yang ditandai oleh retak atau hancurnya beton.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan

Hasil pemeriksaan bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut,

#### 4.1.1 Hasil pemeriksaan bahan susun agregat halus (pasir)

- a. Gradasi agregat halus (Pasir)  
Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus termasuk daerah gradasi II, yaitu pasir halus dengan modulus halus butir sebesar 2,379.
- b. Berat jenis kering hasil pemeriksaan agregat halus didapat sebesar 2,72, sehingga pasir tergolong pasir medium. Penyerapan air dari keadaan kering jenuh kering muka adalah 1,25%. Hasil selengkapnya disajikan dalam lampiran 1.
- c. Kadar lumpur agregat halus.  
Kadar lumpur didapat sebesar 7,07% lebih besar dari batas yang ditetapkan yaitu 5% untuk pasir, sehingga pasir yang digunakan dicuci terlebih dahulu. Hasil selengkapnya disajikan dalam lampiran 2.
- d. Kadar air agregat halus  
Kadar air pasir SSD didapat sebesar 0,827 %. Pasir yang digunakan untuk adukan dalam penelitian ini adalah pasir dalam keadaan jenuh kering muka, karena keadaan tersebut merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 2.
- e. Berat satuan agregat halus  
Berat satuan pasir SSD (ditumbuk) didapat sebesar 1,62 gram / cm<sup>3</sup>. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 2.

#### 4.1.2 Hasil pemeriksaan bahan susun agregat kasar (kerikil)

- a. Gradasi Agregat kasar  
Gradasi agregat kasar yang digunakan adalah gradasi seragam (uniform grade) dengan ukuran butir agregat antara maksimum 20 mm sampai dengan minimum 4,75 mm. Jenis agregat kasarnya adalah granit pecah, agregat dipecah dengan menggunakan alat manual.
- b. Berat jenis dan penyerapan air  
Berat jenis kering jenuh kering muka adalah 2,5, sehingga kerikil ini tergolong agregat normal yaitu sekitar 2,5 sampai 2,7 untuk berat jenis kering jenuh kering muka. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 3,2%. Hasil selengkapnya disajikan dalam lampiran 3.
- c. Keausan butir Keausan agregat kasar sebesar 47,17% lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu 50% untuk pembuatan beton (PUBI, 1971). Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 3.
- d. Kadar lumpur Sebelumnya agregat kasar yang akan digunakan dalam pembuatan beton telah dicuci dahulu untuk menghilangkan lumpur dan kotorannya yang melekat pada agregat,

sehingga dalam pemeriksaan kadar lumpur didapat kadar lumpur yang lebih kecil daripada batas yang ditetapkan (1%) yaitu 0,72 %. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 3.

- e. Kadar air Kadar air yang terdapat dalam agregat jenuh kering muka adalah 6,87%. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 4.
- f. Berat satuan Berat satuan agregat kasar (ditumbuk) adalah 1364 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.3. Abu Sekam Padi

- a. Berat jenis dan kadar air  
Berat jenis abu sekam padi adalah 1.66 dan kadar air yang terdapat pada bahan tambah substitusi semen ini adalah sebesar 24,6%. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 5.
- b. Kehalusan butiran  
Butiran abu sekam padi yang lolos saringan no 100 (0,15 mm) adalah sebesar 33,2%, sehingga bahan campur abu sekam padi ini memenuhi syarat untuk bahan substitusi semen. Hasil selengkapnya disajikan pada lampiran 5.
- c. Berat satuan  
Berat satuan abu sekam padi 0,256 gram/cm<sup>3</sup>.

Air yang digunakan dari laboratorium teknik sipil Universitas Widya Dharma jernih, tidak berwarna dan tidak berbau. Gula pasir mempunyai karakteristik halus, tidak menggumpal dan kemasan tertutup rapat. Hasil pemeriksaan bahan dilaboratorium menunjukkan bahwa agregat yang digunakan telah memenuhi syarat sebagai bahan penyusun beton. Bahan tambah gula pasir tidak ada pengujian bahan di laboratorium dikarenakan berat gula yang relatif sangat kecil pada perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton, sehingga hanya dilakukan penimbangan berat gula pasir secara tepat dan sesuai dengan prosedur. Faktor faktor yang kemudian akan mempengaruhi pembuatan beton mutu tinggi adalah pengerjaan, pengontrolan kualitas selama pelaksanaan, metode pencampuran bahan dan perawatan beton.

#### 4.2 Hasil Pemeriksaan Campuran Beton

Beton Perencanaan campuran beton dengan metode Erntroy dan shacklock untuk kebutuhan bahan 1 m<sup>3</sup> beton normal (B - N) dan beton berbahan tambah abu sekam padi kombinasi gula pasir (B - ASP + G) terdapat pada Tabel 5.1, berat dari jumlah abu sekam padi dan gula pasir yang ditambahkan dalam adukan disesuaikan dengan kadar yang direncanakan. Kadar am sekam padi yang digunakan adalah sebesar 10% dari berat semen (sublinasi semen) dan untuk kadar gula pasir ada 0,20% dari berat semen. Hasil lebih jelasnya kebutuhan bahan slap 1m<sup>3</sup> beton berdasarkan perbandingan berat disajikan dalam Tabel 2.3 di bawah berikut ini.

Tabel 2. 3 Kebutuhan bahan tiap 1m<sup>3</sup> beton berdasarkan perbandingan berat

No	Kode	Air (liter)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Gula pasir (kg)
1	B - N	203,1	478,5	1137,6	507,8	-	-
2	B-ASP+G	203,1	478,5	1137,6	457,0	50,78	1,02

Perhitungan kebutuhan campuran beton tiap 1 m<sup>3</sup> dengan metode Emtroy dan Shacklock selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6. Pada pengerjaan pengadukan dilakukan enam kali pengadukan, tiap adukan dapat mencukupi kebutuhan bahan tiga benda uji. Penelitian ini dibuat 18 benda uji dengan menghitung perbandingan volume silinder dengan volume sebesar 1 m<sup>3</sup>, maka akan didapat jumlah bahan-bahan yang dibutuhkan untuk tiap 1 silinder. Kebutuhan bahan untuk tiap 1 silinder dan kebutuhan bahan untuk tiap adukan (3 benda uji) disajikan pada tabel 2.4 dan 2.5

Tabel 2. 4. Kebutuhan bahan untuk tiap 1 silinder

No	Kode	Air (liter)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Gula pasir (kg)
1	B - N	1,07	2,58	6,03	2,69	-	-
2	B-ASP+G	1,07	2,58	6,03	2,42	0,27	5,4

Tabel 2. 5 Kebutuhan bahan untuk tiap adukan (3 benda uji)

No	Kode	Air (liter)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Gula pasir (kg)
1	B - N	3,42	8,25	19,29	8,61	-	-
2	B-ASP+G	3,42	8,25	19,29	7,74	0,86	17,28

#### 4. 2. Hasil Uji Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada saat beton berumur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari, dimana benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm serta luas tampang 176,71 cm<sup>2</sup>, terdapat 18 buah benda uji. Hasil pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 2. 6 berikut di

bawah ini.

Tabel 2. 6. Hasil uji kuat tekan beton

Umur (Hari)	Benda Uji	Berat Beton (Kg)	Beban Maksimum (Kg)	Kuat Tekan Beton $\times c'$ (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
3	B-N 1	12,48	37500	21,23	
	B-N 2	12,50	37200	21,06	19,58
	B-N 3	12,44	29100	16,47	
	B-ASP+G 1	12,20	29400	16,64	
	B-ASP+G 2	12,28	26500	15,01	15,84
	B-ASP+G 3	12,10	28100	15,90	
	B-N 1	12,46	43664	24,24	
	B-N 2	12,50	43844	24,34	23,24
	B-N 3	12,31	38116	21,16	
14	B-ASP+G 1	12,20	46672	25,91	
	B-ASP+G 2	12,22	53931	29,94	31,1
	B-ASP+G 3	-	-	-	
	B-N 1	12,32	55967	31,07	
	B-N 2	12,28	56597	31,42	31
	B-N 3	12,38	55480	30,80	
	B-ASP+G 1	12,25	66829	37,10	
	B-ASP+G 2	12,19	63334	35,16	36,49
	B-ASP+G 3	12,30	67027	37,21	
28	B-ASP+G 1				
	B-ASP+G 2				
	B-ASP+G 3				

Pada setiap variasi umur dilakukan pengujian sebanyak 6 buah benda uji, 3 buah benda uji silinder untuk beton normal (B-N) dan 3 buah benda uji untuk beton abu sekam padi kombinasi gula (B-ASP+G). Perawatan beton B-N direndam dalam air setelah berumur 1 hari (24 jam) atau setelah dibuka dari cetakan, sedangkan B-ASP+G, benda uji direndam dalam air setelah berumur 2 hari (48 jam). Oleh karena itu, benda uji umur 3 B - N direndam selama 1 hari sedangkan B - ASP + G tidak direndam karena beton akan menjadi hancur jika dimasukkan kedalam air mengingat sifat gula pasir yang memperlambat pengerasan beton. B-N umur 14 hari direndam selama 12 hari dan B - ASP + G direndam selama 11 hari. B-N umur 28 hari direndam selama 26 hari dan untuk B -

ASP + G direndam selama 25 hari. Sebelum pengujian kuat tekan beton dilakukan penimbangan berat beton, yaitu B - N berat rata - ratanya 12,40 Kg dan B ASP + G berat rata - ratanya 12,21 Kg. Berat beton dengan bahan tambah abu sekam padi lebih ringan dari berat beton normal .

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan bahwa nilai kuat tekan paling tinggi B - N pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari berturut-turut adalah 21,23 Mpa; 24,34 Mpa; 31,42 Mpa, dan selisih dengan yang paling rendah berturut-turut adalah 4,75 Mpa; 3,18 Mpa; 0,62 Mpa. Nilai kuat tekan paling tinggi B - ASP + G pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut adalah 16,64 Mpa; 29,94 Mpa; 37,21 Mpa, dan selisih dengan kuat tekan paling rendah berturut-turut adalah 1,63 Mpa; 4,03 Mpa; 2,05 Mpa. Dilihat dari selisih nilai kuat tekan antara kuat tekan beton paling tinggi dengan yang paling rendah tidak terlalu jauh selisihnya dan wajar dalam suatu penelitian kuat tekan beton.

Beton pada umur 3 hari, B - N dengan kuat tekan rata - rata 19,58 Mpa lebih tinggi dari pada kuat tekan rata-rata B - ASP + G yaitu 15,84 Mpa. Pengujian kuat tekan umur 14 hari, B-N dengan kuat tekan rata-rata 23,24 Mpa lebih rendah dari kuat tekan rata-rata B - ASP + G yaitu 27,92 Mpa. Beton umur 28 hari B ASP + G kuat tekan rata - ratanya adalah 36,49 Mpa masih lebih tinggi dari kuat tekan rata-rata B - N yaitu 31, 10 Mpa.

Berdasarkan Tabel 2.7 di bawah ini menunjukkan kuat tekan relatif dan selisih kuat tekan beton pada umur 3, 14, dan 28 hari untuk memberikan gambaran lengkap sampai sejauh manakuat tekan beton mengalami kenaikan terhadap beton normal. Beton kontrol yang digunakan adalah beton normal pada masing-masing umur yaitu diambil sebesar 100%.

Tabel 2. 7. Kuat tekan relatif tiap variasi umur beton

Kode	Umur Beton					
	3 hari		14 hari		28 hari	
	Kuat tekan relatif	Selisih kuat tekan	Kuat tekan relatif	Selisih kuat tekan	Kuat tekan relatif	Selisih kuat tekan
B-N	100 %	3,75	100 %	4,68	100 %	5,39
B-ASP +G	80,89 %	5,39	120,13 %	4,68	117,33 %	5,39

Dilihat dari segi ekonomisnya, beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan gula pasir relatif lebih murah dibanding beton normal. Setiap 1 meter kubiknya beton dengan bahan tambah abu sekam padi

dapat mensubstitusi semen seberat 50,78 K , dengan harga abu sekam padi jauh lebih murah dari harga semen (dalam berat yang sama).

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Beranjak dari latar belakang masalah, tinjauan pustaka, landasan teori, dan pembahasa dapat ditarik dua pernyataan pokok yang terdiri atas simpulan dan saran. Simpulan dan saran yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut.

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari pengujian di laboratorium, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Nilai kuat tekan rata - rata beton dengan bahan tambah abu sekam padi 10% sebagai substitusi semen dan gula pasir 0,20% dari berat semen pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut yaitu : 15,84 Mpa; 27,92 Mpa; 36,49 Mpa.
- Prosentase kuat tekan relatif beton dengan bahan tambah abu sekam padi 10% dan gula pasir 0,20% terhadap beton normal pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut yaitu : 80,89%; 120,13%; 117,33%. Beton normal diambil sebagai beton kontrol sebesar 100%.
- Kenaikkan kuat tekan umur 3 dan 14 hari terhadap kuat tekan beton umur 28 hari untuk beton normal umur 3 hari 58,83% atau 1,58 kalinya dan umur 14 hari 33,82% atau 1,34 kalinya. Beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan gula pasir, kenaikan terhadap umur 28 hari dari umur 3 hari 130,36% atau 2,3 kalinya dan umur 14 hari 30,69 atau 1.3 kalinya. Kombinasi bahan tambah gula pasir 0,20% dengan abu sekam padi mampu menambah kuat tekan beton pada umur 28 hari.
- Gula pasir sebagai bahan tambah penunda waktu ikat berfungsi dengan baik, terbukti dengan kuat tekan beton umur 3 hari kuat tekan beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan gula pasir masih dibawah kuat tekan beton normal.
- Berat rata-rata beton dengan bahan tambah abu sekam padi yaitu 12,21 Kg lebih ringan dibandingkan dengan berat rata - rata beton normal yaitu 12,40 Kg.

### 5.2 Saran

- Pada proses pembuatan benda uji mulai dari pengadukan sampai dengan terlalu tergesa-gesa. Pemadatan harus dilakukan dengan seksama dan hati - hati serta jangan tergesa-gesa
- Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan variasi faktor air semen (fas)

- yang berbeda, sehingga akan memberikan gambaran secara lengkap mengenal beton dengan bahan tambah abu sekam padi.
- c. Perlu dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 90 hari, untuk mengetahui eksistensi dari kekuatan beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan gula pasir.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Antonio. (1983). *Beton Tulangan*. Andi Offset, Yogyakarta (Halaman 59 – 89).
- Aditya, A dan Tumatar, J. (2004). *Karakteristik dan aplikasi beton kinerja tinggi*. PT Sika Nusantara Pratama.
- Endra, F. (2002). “Pengaruh variasi penambahan gula pasir 0,15 % -0,35 % sebagai bahan set retarder pada campuran pasta semen untuk semen tipe I dengan fas 0,3’”. *Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Handayani, W. (2005). “Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton”. *Tugas akhir : Jurusan Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Krishnaraju. (1993). *Beton prategang edisi ke – 2*. Jakarta : Erlangga.
- Margono. (1984). *Kimia Program Ilmu Fisik*. Surakarta : Widya Duta.
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia-PB1. (1971).
- RSNI. (2002). “Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung”. *Badan Standarisasi Nasional*
- Shintawati, Y. (2002). “Penambahan gula pasir sebagai bahan set retarder pada campuran adukan beton untuk semen tipe I dengan fas 0.46”. *Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Sumekto, W dan Chandra. (2001). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Kanisius.
- Wandoyo. (1998). “Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kuat tekan beton”. *Tugas Akhir: Jurusan Teknik Sipil*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.