

# STUDI PENELITIAN KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER* MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR EX. PALU DAN AGREGAT HALUS EX. PALU

Fachriza Noor Abdi<sup>1)</sup>, Mardewi Jamal<sup>2)</sup>, Ryan Ferdhian Nugraha<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda  
Jalan Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119  
e-mail: [wie\\_djamil@yahoo.com](mailto:wie_djamil@yahoo.com)

## ABSTRACT

Penggunaan bahan tambah baik kimia maupun mineral menjadi salah satu cara peningkatan mutu beton. Penelitian ini menggunakan batu pecah Palu, pasir alami Palu, semen Portland tipe I merk Indocement, *Polyheed* sebagai bahan tambah kimia, dan abu sekam padi sebagai bahan tambah mineral. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemakaian abu sekam padi dan *Polyheed* terhadap kuat tekan beton, serta mengetahui kuat tekan optimal yang dihasilkan dari variasi abu sekam padi, *Polyheed*, dan agregat Palu. Variasi abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen adalah 0%, 6%, 9%, 12%, 15%, 18% dan *Polyheed* sebesar 1%, masing-masing variasi terdiri dari 3 buah benda uji umur perawatan 28 dan 56 hari dengan tambahan benda uji variasi 0% sebanyak 6 buah untuk umur perawatan 7 dan 14 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15cm×15cm×15cm. Metode perancangan campuran yang digunakan adalah metode SNI, dengan rentang waktu penelitian dan pengujian kuat tekan dari Oktober 2010 sampai Januari 2011 di Laboratorium Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Hasil yang didapat setelah dilakukan penelitian dan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen adalah abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian semen dan dapat meningkatkan kuat tekan beton dikarenakan kandungan silika yang dikandung abu sekam padi sangat tinggi yaitu 86,90% - 97,30%. Nilai kuat tekan yang dihasilkan seluruh benda uji memenuhi target kuat tekan rencana yaitu 22,5%, dengan kecenderungan grafik meningkat dari variasi 0% sampai kadar 9%, kemudian menurun pada kadar penggantian 12%, 15%, dan 18%. Penurunan disebabkan kelebihan fraksi halus membuat semen tidak mampu mengikat maksimal dalam volume beton. Kuat tekan optimal didapat pada variasi penggantian semen dengan abu sekam padi 9%, dengan nilai kuat tekan beton pada umur perawatan 28 hari sebesar 32,00 MPa dan umur perawatan 56 hari sebesar 35,44 MPa.

**Kata kunci:** Kuat tekan beton, *Polyheed*, abu sekam padi, agregat palu

## ABSTRACT

*One of many ways to increase the quality of concrete is use both chemical and mineral admixture. This research use Palu coarse aggregate, Palu fine aggregate, Portland cement (Indocement), Polyheed as chemical admixture and rice husk ash as mineral admixture. The aims of the research is to find out the influence of rice husk ash and polyheed to concrete compressive strength, as well as to find out the optimum compressive strength as a result of variations of rice husk ash, polyheed, and Palu aggregate. Variation of rice husk ash as partial substitute of cement is 0%, 6%, 9%, 12%, 15%, 18%, and 1% of polyheed, each variation consist of 3 sample of age 28 and 56 treatment days with the addition 6 sample of 0% variation for age 7 and 14 treatment days. Sample used in this research is cube size 15cm×15cm×15cm. Mix design method used is SNI method, and the period of research and compressive strength test is October 2010 until January 2011 at the Civil Engineering Laboratory, Engineering Faculty, Mulawarman University. Results obtained after research and compressive strength test using rice husk ash as partial substitute of cement is rice husk ash can be utilized as a partial substitute of cement and it can increase the concrete compressive strength due to a very high silica content, 86,90%-97,30%. Concrete compressive strength of all sample fulfill the target of compressive strength which is 22,5%, with graph's trend increases from 0% variation until 9% variation, then*

decreased on 12%, 15%, and 18% variation. The decrease that occurred due to excess fine fraction made cement unable to made maximum binding in the whole volume of concrete. Optimum compressive strength obtained on 9% variation of the substitution of cement with rice husk ash, with concrete compressive strength is 32,00 MPa at age 28 treatment days, and 35,44 Mpa at age 56 treatment days.

**Key words:** Concrete compressive strength, polyhed, rice husk ash, palu aggregate

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material bangunan yang paling banyak digunakan di dunia. Nama asingnya, *concrete*, diambil dari gabungan prefix bahasa latin *con*, yang artinya bersama-sama, dan *creocere* (tumbuh). Oleh sebab itu, kekuatan beton terjadi karena adanya campuran zat tertentu. Dewasa ini, nyaris tidak ada gedung pencakar langit yang berdiri tanpa bantuan beton. Meski bahan bakunya sama, "dosis" semen sebenarnya bisa disesuaikan dengan beragam kebutuhan.

Penggunaan material beton untuk membangun infrastruktur, seperti rumah sakit, apartemen dan perumahan, jembatan, jalan tol, dermaga, dan bantalan untuk rel kereta api masih sangat dominan. Sampai tahun 2005 saja, telah diproduksi sekitar 6 milyar meter kubik beton setiap tahun, atau setara dengan 1 m<sup>3</sup> untuk setiap manusia di muka bumi. Lebih dari 55.000 mil jalan bebas hambatan atau tol di USA menggunakan material beton.

RRC merupakan Negara yang paling banyak mengonsumsi semen (beton) dunia, yaitu sebesar 40%. Saat ini, penggunaan material beton tidak hanya di kota-kota besar, tetapi digunakan sampai ke pelosok desa untuk membangun perumahan sederhana. Hal tersebut sangat beralasan, karena material beton mempunyai beberapa keunggulan teknis jika dibandingkan dengan material konstruksi lainnya. Bahan baku pembuatan beton, seperti semen, pasir, dan koral atau batu pecah, sangat mudah diperoleh di toko bahan bangunan, baik di kota maupun dipelosok. Bahan penunjang lainnya, yaitu air, sangat mudah diperoleh.

Ditinjau dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Selain itu, beton tahan terhadap serangan api. Sifat-sifat beton yang kurang disenangi adalah mengalami deformasi yang tergantung pada waktu dan disertai dengan penyusutan akibat mengeringnya beton serta gejala lain yang berhubungan dengan hal tersebut. Pengaruh-pengaruh keadaan lingkungan, rangkai, penyusutan, pembebanan yang mengakibatkan perubahan dimensi pada struktur beton dan elemen-elemennya harus mendapat perhatian yang cukup pada tahap

perencanaan untuk mengatasi kesulitan yang akan terjadi.

Struktur beton dapat didefinisikan sebagai bangunan beton yang terletak di atas tanah yang menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan kuat tekan beton seperti yang tercantum dalam perencanaan. Hal tersebut bergantung pada kemampuan daya dukung tanah (*supported by soil*), kemampuan struktur yang lain atau kemampuan struktur atasnya (*vertical support*).

Agar hasil akhir yang diperoleh memuaskan, dibutuhkan pengenalan yang mendalam mengenai sifat-sifat yang berkaitan dengan suatu bahan yakni bahan-bahan penyusun beton tersebut. Kinerja yang menjadi perhatian penting para perencana ketika mendesign beton ada 2 (dua), yaitu: kekuatan tekan dan kemudahan pengerjaan.

Pada umumnya beton terbentuk dari tiga bahan campuran utama yaitu, semen, agregat, dan air. Terkadang adapula pemberian bahan tambah atau bahan pengganti yang diperlukan pada campuran beton untuk mengubah sifat-sifat dari beton tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti beton terdahulu menghasilkan suatu kontradiksi. Untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan tinggi, penggunaan air atau faktor air terhadap semen haruslah kecil, sayangnya hal tersebut akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan. Kini dengan kemajuan teknologi, hal tersebut tidak lagi menjadi masalah setelah ditemukannya bahan tambah atau bahan ganti untuk campuran beton.

Dikarenakan begitu sentral dan vitalnya peran beton dalam dunia konstruksi saat ini, berbagai cara dilakukan untuk meningkatkan mutu beton agar didapat beton yang kuat dan memiliki durabilitas tinggi. Penggunaan bahan tambah baik kimiawi maupun mineral digunakan untuk mendapatkan beton yang sesuai dengan pengerjaan tertentu. Di Indonesia bahan tambahan telah banyak digunakan. manfaat dari bahan tambahan tersebut perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Untuk bahan tambahan yang merupakan

bahan kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494 (*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*). Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan kekuatan tekan memperbaiki kinerja *workability*, atau untuk tujuan lain yaitu untuk penghematan energi dan penghematan biaya.

*Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu bahan tambah kimia yang termasuk bahan tambah kimia tipe F yaitu *Water Reducing, High Range Admixtures* yang berguna untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi.

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian abu sekam padi dan bahan tambah *Superplasticizer (Polyheed)* terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui kuat tekan yang dihasilkan dengan komposisi dan variasi tertentu abu sekam padi, *Polyheed* dan agregat Palu.
3. Mengetahui kuat tekan optimal yang dihasilkan pada variasi tertentu abu sekam padi, *Polyheed*, dan agregat Palu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Beton

Menurut Murdock dkk. (1999), Beton seperti yang dikenal sekarang ini adalah suatu bahan bangunan dan konstruksi, yang sifat-sifatnya dapat ditentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. Bahan-bahan yang dipilih itu adalah ikatan keras yang ditimbulkan oleh reaksi kimia antara semen dan air, serta agregat dimana semen yang mengeras itu ber- adhesi dengan baik maupun kurang baik. Agregat boleh berupa kerikil, batu pecah, sisa-sisa bahan- mentah tambang, agregat ringan buatan, pasir atau bahan sejenis lainnya.

Berdasarkan pengertian tersebut beton adalah campuran dari beberapa bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air, atau dengan menambahkan bahan tambah (*aditive* atau *admixture*).

### A. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi akan aktif setelah berhubungan dengan air. Sedangkan agregat tidak berperan penting dalam reaksi kimia tersebut, akan tetapi agregat lebih berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dilakukan dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi akan aktif setelah berhubungan dengan air. Sedangkan agregat tidak berperan penting dalam reaksi kimia tersebut, akan tetapi agregat lebih berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dilakukan dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

### B. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2).

### C. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap penentuan sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton (Mulyono, 2004).

Agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus (Ulasan PB,1989:9):

1. Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976).
2. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM C33,1982) atau 5,0 mm (BS.812,1976).

## 2.2. Abu Sekam Padi

Penggilingan padi selalu menghasilkan kulit gabah (sekam) yang cukup banyak yang akan menjadi material sisa. Ketika butir padi digiling, 78% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit gabah (sekam). Kulit gabah (sekam) ini dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam proses produksi. Kulit gabah (sekam) terdiri dari 75% bahan mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal dengan abu sekam yang mempunyai kandungan silika reaktif (*amorphous silica*) sekitar 85% - 90%. Jadi dari setiap 1000 kg padi yang digiling akan dihasilkan 220kg (22%) kulit gabah (sekam). Bila kulit gabah (sekam) itu dibakar pada tungku pembakaran maka akan menghasilkan sekitar 55kg (25%) abu sekam.

Jika data pada tahun 2009 hasil produksi padi sebanyak 606.955 ton digiling akan menghasilkan 133.530 ton (22%) Kulit gabah (sekam). Bila kulit gabah (sekam) tersebut dibakar pada tungku pembakaran maka akan menghasilkan sekitar 33.382 ton abu sekam padi.

Sekam padi pada umumnya hanya digunakan sebagai bahan bakar utama atau tambahan pada industri pembuatan batu bata, bahan dekorasi, atau bahkan dibuang di kandang hewan. Sudah diketahui bahwa sekam padi mengandung banyak silika amorf apabila dibakar pada suhu antara 500°C dan 700°C, dalam waktu sekitar 1 sampai 2 jam. Kalsium hidroksida, hasil sampingan dari reaksi semen portland dengan air, mempunyai sifat yang mudah bereaksi dengan karbon dioksida di udara ataupun di air, dengan ion sulfat dalam tanah, hingga membentuk kalsium karbonat (mudah larut dalam air) dan kalsium sulfat hingga membentuk ettringit yang memiliki volume molekul lebih besar, yang dapat mengakibatkan beton menjadi retak-retak.

Abu sekam padi yang memiliki reaktivitas silika yang mampu bereaksi dengan kalsium

hidroksida dalam pasta semen di harapkan mampu menambah kuat tekan pada beton normal. Untuk membuat abu sekam padi ada dua cara, pembuatan abu sekam padi menggunakan oven pembakaran dan pembuatan abu sekam padi dengan cara manual. Pembuatan abu sekam padi menggunakan oven pembakaran. Kulit padi yang sudah di bersihkan di keringkan dengan cara menjemurnya di bawah sinar matahari. Kemudian kulit padi tersebut di masukkan dalam oven dengan suhu 300°C selama 30 menit agar kulit tersebut menjadi arang. Terakhir adalah proses pengabuan, kulit padi yang sudah melalui proses pengarangan di masukkan dalam oven dengan suhu 600°C - 700°C.

## 2.3. Bahan Tambah

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk menghemat biaya.

*Admixture* atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat, dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah yang digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang diberikan oleh SNI. Untuk bahan tambah yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan oleh ASTM C.494, "*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*".

Dalam penelitian ini digunakan bahan tambah Polyheed yang termasuk dalam Tipe F "*Water Reducing, High Range Admixtures*" adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah

air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

Fungsinya untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih. Kadar pengurangan air dalam bahan ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi. Jenis bahan tambah ini dapat berupa *superplasticizer*. Bahan jenis ini pun termasuk dalam bahan kimia tambahan yang baru, dan disebut sebagai “bahan tambahan kimia pengurang air”. Tiga jenis plasticizer yang dikenal adalah (1). kondensi sulfonat melamin formaldehid dengan klorida sebesar 0.005%, (2). sulfonat naftalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan dan (3). modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida. Ketiga jenis bahan tambah tersebut dibuat dari sulfonat organik dan disebut *superplasticizer*, karena dapat mengurangi pemakaian air dalam campuran beton dan meningkatkan slump beton sampai 8 inch (208 mm) atau lebih. Dosis yang disarankan adalah 1% sampai 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan menurunnya kekuatan tekan beton.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan:

- a. Beton normal masing-masing terdiri dari 3 buah benda uji, untuk kombinasi abu sekam padi 0% dan *Polyheed* 1% uji tekan dilakukan pada umur 7,14,28, dan 56 hari.
- b. Beton dengan persentase penambahan Abu Sekam Padi sebanyak 6%, 9%, 12%, 15%, 18% dikombinasikan dengan *Polyheed* 1%, masing-masing persentase terdiri dari 3 buah benda uji. Pengujian tekan dilakukan pada umur perawatan 28 dan 56 hari.
- c. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus ukuran 15x15x15 cm.
- d. Untuk beton berserat biasanya dilakukan pengujian kuat lentur dengan benda uji balok, kuat tarik dengan benda uji silinder, dan kuat tekan dengan benda uji kubus atau silinder. Tetapi karena ketidaktersediaan alat maka pengujian kali ini hanya mencari kuat tekan dengan benda uji kubus.
- e. Material yang di gunakan :
  1. Semen : Semen Portland tipe I (Indocement )
  2. Agregat Kasar : Batu Pecah Ex. Palu
  3. Agregat Halus : Pasir Ex. Palu
  4. Bahan Tambah Mineral : Abu Sekam

5. Padi
6. Bahan Tambah Kimia : *Polyheed*

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kuat Tekan Beton Variasi 0% Umur Perawatan 7, 14, 28, dan 56 Hari

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan benda uji kadar penggantian 0% mengalami peningkatan dari awal perawatan umur 7 hari sampai umur 56 hari. Pada umur perawatan 7 hari, nilai kuat tekannya adalah 23,13 MPa, kemudian meningkat 4% menjadi 25 MPa pada umur perawatan 14 hari. Peningkatan sebesar 1,04% terjadi dari umur 14 ke 28 hari, kemudian meningkat lagi sebesar 3% pada umur perawatan 56 hari menjadi 27,12 MPa. Peningkatan ini sesuai dengan karakteristik beton yang semakin lama dilakukan perawatan maka kekuatan tekannya semakin tinggi. Secara keseluruhan nilai kuat tekan yang didapat memenuhi target kuat tekan rencana yaitu 22,5 MPa.

Peningkatan yang signifikan antara nilai kuat tekan beton normal umur perawatan 28 dan 56 hari menjadi perhatian tersendiri. Pada umumnya, memang ada peningkatan kuat tekan dari umur 28 ke umur 56 hari namun peningkatan yang terjadi tidak terlalu besar. Dari data diatas didapat bahwa terjadi peningkatan sebesar 3% dari angka 25,53 MPa menjadi 27,12 MPa. Maka untuk melihat peningkatan tersebut masih dalam batas toleransi, nilai kuat tekan umur perawatan 56 hari dikonversi ke umur 28 hari dengan faktor koreksi umur 1,09. Ternyata selisih antara nilai kuat tekan umur 28 dan 56 tersebut tidak terlalu jauh. Artinya, peningkatan kuat tekan dari umur 28 ke 56 hari masih dalam batas toleransi kuat tekan beton.

#### 4.1. Kuat Tekan Beton Umur Perawatan 28 Hari

Data hasil pengujian kuat tekan untuk benda uji dengan umur perawatan 28 hari, semua variasi dari 0%-18% memenuhi kuat tekan rencana  $f'_{cr} = 22,5$  MPa trend meningkat grafik kuat tekan beton umur 28 hari dimulai dengan angka 24,67 MPa pada variasi 0% kemudian nilai kuat tekan terus naik menunjukkan angka 25,17 MPa pada variasi 6%. Nilai kuat tekan terus meningkat mencapai nilai tertinggi di variasi 9% pada angka 32 MPa. Setelah mencapai nilai tertinggi tren grafik menurun ke an

gka 24,56 MPa di variasi 12% lalu kembali menurun menjadi 23,15 MPa pada variasi 15% dan 22,97 MPa pada variasi 18%. Nilai kuat tekan tertinggi dari hasil pengujian benda uji umur 28 hari berada pada variasi 9%. Nilai kuat tekan mencapai 32,00 MPa. Hal ini dikarenakan pada saat kadar penggantian 9%, kandungan silika dalam abu sekam padi berada dalam proporsi yang paling sesuai dalam campuran beton sehingga mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton mempunyai komponen aktif yang bersifat pozzolanik (disebut juga material pozzolan), yaitu bereaksi dengan kapur bebas (kalsium hidroksida) yang dilepaskan semen saat proses hidrasi dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat pada temperatur normal dengan adanya air.

Proses diawali dengan reaksi hidrasi semen dengan air yang berlangsung cepat dan kemudian membentuk gel kalsium silika hidrat dan kalsium hidroksida, reaksi pozzolan ini berlangsung lambat sehingga pengaruhnya lebih kepada kekuatan akhir dari beton. Abu sekam padi adalah material sisa industri yang memiliki komponen aktif amorphous silica (silika reaktif). Abu sekam padi biasanya digunakan sebagai pengganti sebagian semen atau penambah. Persentase maksimum penambahan atau penggantian ini harus diperhatikan karena dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton.

Penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi ini juga berpengaruh pada kecacakan beton. Dengan bertambahnya partikel halus ini kemungkinan terjadinya bleeding pada beton segar akan berkurang karena kelebihan air akan terserap oleh partikel halus. Penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi yang melebihi kadar optimum dapat menyebabkan kekuatan beton menurun karena kelebihan fraksi halus yang membuat semen tidak mampu mengikat maksimal dengan material dalam volume beton secara keseluruhan. Hal inilah yang menyebabkan pada kadar penggantian setelah variasi optimum 9% yaitu 12%, 15%, dan 18% terjadi penurunan nilai kuat tekan. Pada kadar penggantian 12% nilai kuat tekan yang didapat adalah 24,56 MPa, nilai kuat tekan pada variasi 15% adalah 23,15 MPa, dan akhirnya pada kadar penggantian 18% kuat tekan berada di nilai 22,97 MPa. Namun demikian walaupun penurunan nilai kuat tekan terjadi, secara keseluruhan

nilai kuat tekan benda uji umur perawatan 28 hari memenuhi mutu kuat tekan rencana.

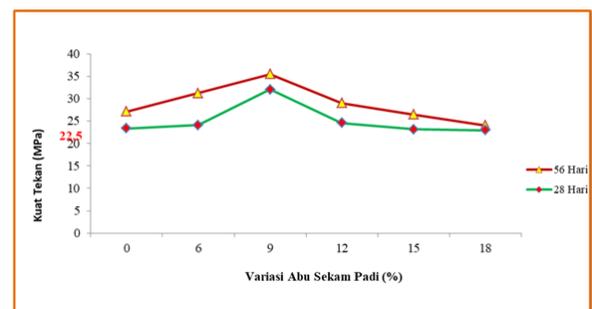
#### 4.2. Kuat Tekan Beton Umur Perawatan 56 Hari

Nilai kuat tekan beton dengan umur perawatan 56 hari mengalami peningkatan dari nilai kuat tekan beton umur perawatan 28 hari. Sama halnya seperti grafik nilai kuat tekan umur 28 hari, pada umur perawatan 56 hari titik kuat tekan tertinggi terletak pada variasi 9%. Artinya, kadar penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi sebanyak 9% merupakan kadar penggantian yang paling proporsional sehingga mampu meningkatkan kuat tekan beton.

Pada variasi 0% nilai kuat tekan 27,12 MPa kemudian meningkat menjadi 31,23 MPa ketika variasi abu sekam padi yang digunakan sebesar 6%. Nilai kuat tekan tertinggi kembali terjadi pada variasi 9% sebesar 35,44 MPa kemudian menurun pada saat kadar penggantian 12% dengan angka 28,99 MPa. Penurunan terus terjadi pada variasi 15% dengan kuat tekan 26,45 MPa, dan akhirnya menjadi 24,03 MPa ketika kadar penggantian 18%.

Penurunan ini terjadi karena kadar penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi melebihi kadar penggantian yang optimum yaitu 9% sehingga kelebihan fraksi halus membuat semen tidak mampu mengikat maksimal dengan material dalam volume beton secara keseluruhan.

Secara umum, kuat tekan beton pada umur perawatan 56 hari dengan variasi kadar penggantian 0%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18% memenuhi kuat tekan yang direncanakan sebesar 22,5 MPa.



Gambar 1. Variasi Abu Sekam

**4.3. Hasil Lengkap Uji Tekan**

Dari penelitian dan pengujian kuat tekan yang dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, didapat hasil data kuat tekan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan Rencana  $f'_{cr} = 22,5$  MPa

Variasi Kadar Penggantian	Nilai Kuat tekan $f'c$ (MPa) Umur 7 Hari	Nilai Kuat tekan $f'c$ (MPa) Umur 14 Hari	Nilai Kuat tekan $f'c$ (MPa) Umur 28 Hari	Nilai Kuat tekan $f'c$ (MPa) Umur 56
0%	23,13	25,00	25,53	27,12
6%	-	-	25,17	31,23
9%	-	-	32,00	35,44
12%	-	-	24,56	28,99
15%	-	-	23,15	26,45
18%	-	-	22,97	24,03

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1. Kesimpulan**

Dari hasil yang didapat setelah dilakukan penelitian uji kuat tekan beton dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen maka disimpulkan bahwa :

1. Nilai kuat tekan semua variasi memenuhi target kuat tekan rencana 22,5 MPa, dengan trend grafik meningkat tiap penambahan kadar penggantian mulai 0% sampai kadar optimal 9%, kemudian nilai kuat tekan menurun saat kadar penggantian melebihi kadar optimal 9% yaitu 12%, 15%, dan 18%. Penurunan ini disebabkan oleh penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi yang melebihi kadar optimum dapat menyebabkan kekuatan beton menurun karena kelebihan fraksi halus yang membuat semen tidak mampu mengikat maksimal dengan material dalam volume beton secara keseluruhan.
2. Kuat tekan optimal terjadi pada kadar penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi 9%, dengan nilai kuat tekan pada umur perawatan 28 hari sebesar 32,00 MPa dan pada umur perawatan 56 hari sebesar 35,44 MPa. Dari hasil

penelitian tersebut abusekam padi dapat meningkatkan kuat tekan beton.

3. Penurunan kuat tekan terjadi pada variasi 12%,15%, dan 18% namun masih memenuhi kuat tekan rencana, dimana pada variasi 18% nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 22,97MPa dan 24,03 MPa pada umur 56 hari. Data tersebut menunjukkan bahwa variasi 18% sangat baik digunakan ditinjau baik dari aspek ekonomis maupun aspek teknis.

**5.2. Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen, kadar penggantian atau variasi abu sekam sebaiknya diambil di angka yang berdekatan dengan 9% seperti 8%,10%, atau 11%.
2. Untuk penelitian selanjutnya dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen, sebaiknya dicari variasi diatas 18% untuk mengetahui sampai dimana kadar penggantian yang masih memenuhi kuat tekan rencana sehingga semakin unggul aspek ekonomisnya.
3. Proses pemasangan cetakan kubus hendaknya memperhatikan kerapian dan kebersihan cetakan kubus karena akan sangat mempengaruhi rata atau tidaknya permukaan benda uji sehingga akan berpengaruh pada nilai kuat tekan nantinya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Hidayat, Syarif., 2009. *Semen, Jenis & Aplikasinya*. Kawan Pustaka, Jakarta

Mulyono, Tri., 2004. *Teknologi Beton*. Andi, Yogyakarta

Nugraha, P dan Antoni., 2007, *Teknologi Beton (dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi)*, Andi, Yogyakarta

Suwarno, Dodi., 2009, *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Campuran Beton Terhadap Kuat tekan dengan Agregat Lokal*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda

Tjokrodimuljo, Kardiyono., 2007. *Teknologi Beton*. KMTS FT UGM, Yogyakarta.