

# Penggunaan Substitusi Kombinasi Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti Semen terhadap Kekuatan Tarik Belah Beton Kinerja Tinggi

Muhammad Maulana<sup>1</sup>, Mochammad Afifuddin<sup>2</sup>, Muttaqin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: mmaulana@mhs.unsyiah.ac.id

## Abstract

*The availability of cement raw materials is not proportional to the increasing need of cement used in the construction field. Utilization of ash bagasse and ash of rice husk as substitution of cement which is known to have high content of silica (SiO<sub>2</sub>) content. The purpose of this research is to know the addition of ash ash and rice husk ash as partial replacement of cement against tensile strength of concrete. The materials used in this study were Portland cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, superplasticizer, ash cotton ash mixture and rice husk ash as cement substitution with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% of cement volume. The results of this study indicate that there is influence of using ash bag ash and rice husk ash to tensile strength. The most optimum concrete tensile strength test results were 28% and 56 days at 5%, which increased by 2.12% and 1.20% respectively.*

*Keywords: ashes of bagasse, rice husk ash, concrete compressive strength, concrete environment, cement alternative*

## Abstrak

*Ketersediaan bahan baku semen tidak sebanding dengan kebutuhan semen yang semakin banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Pemanfaatan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai substitusi semen dimana diketahui memiliki kandungan kadar silika (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan penggunaan abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tarik belah beton. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air, superplasticizer, campuran abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai substitusi semen dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dari volume semen. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh penggunaan abu ampas tebu dan abu sekam padi terhadap kuat tarik belah. Hasil pengujian kuat tarik belah beton mutu tinggi paling optimum pada umur 28 hari dan 56 hari yaitu pada persentase 5% yang mengalami peningkatan sebesar 2,12% dan 1,20%.*

*Kata kunci: abu ampas tebu, abu sekam padi, kuat tarik belah, substitusi semen, beton mutu tinggi.*

## 1. Pendahuluan

Semen merupakan material bahan bangunan yang banyak digunakan di bangunan konstruksi. Fungsinya sebagai bahan perekat agregat beton dan pengisi rongga-rongga didalamnya. Belakangan ini, penggunaan semen pada sektor konstruksi di Indonesia semakin meningkat. Bersamaan dengan semakin meningkatnya kebutuhan semen menyebabkan bahan baku semen semakin tergerus akibat eksploitasi yang terus dilakukan.

Abu ampas tebu dan abu sekam padi merupakan limbah padat yang berasal dari sisa-sisa hasil produksi pabrik yang telah melalui proses pembakaran. Di Indonesia, produktivitas tebu mencapai 2,46 juta ton dan padi mencapai 75,4 juta ton (Statistik Perkebunan Indonesia dan BPS, 2016). Dengan begitu besarnya produksi menciptakan tumpukan-tumpukan limbah. Diperkirakan 1000 kg tebu dapat menghasilkan sekitar 260 kg ampas tebu dan 6,2 kg abu ampas tebu sedangkan 1.000 kg gabah menghasilkan 200 kg sekam padi, setelah sekam padi dibakar, sekitar 20 persen dari sekam padi atau 40 kg akan menjadi abu sekam padi. Residu dari kedua limbah padat setelah pembakaran menyajikan komposisi kimia yang mendominasi silikon dioksida. Maka dari itu,

pemanfaatan kedua material ini sebagai substitusi semen memungkinkan untuk digunakan karena keduanya mengandung SiO<sub>2</sub>. Serangkaian penelitian sebelumnya dari Dwihandayani (2017) yang menggunakan substitusi komposisi 25% abu ampas tebu dan 75% abu sekam padi sebagai substitusi semen dengan variasi substitusi 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tarik belah menggunakan abu ampas tebu dengan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen serta membuat substitusi komposisi yang berbeda dari penelitian (Dwihandayani, 2017). Manfaat penelitian ini adalah ingin menjadikan rekomendasi campuran abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai substitusi semen dan literatur untuk penelitian selanjutnya.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Pada penelitian ini komposisi beton mutu tinggi terdiri dari semen, air, split (batu pecah), pasir, *superplasticizer*, abu ampas tebu dan abu sekam padi dengan variasi yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari volume semen dimana masing-masing campuran abu ampas tebu dan abu sekam padi yaitu 50%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berukuran diameter 15

cm dan tinggi 50 cm dengan masing-masing variasi terdiri dari 3 benda uji dan umur perawatan 28 hari dan 56 hari sehingga total benda uji berjumlah 24 buah.

Hasil yang diperoleh dari nilai mutlak penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada substitusi 5% dan mengalami penurunan pada substitusi 10% dan 15%. Pada umur 28 hari peningkatan terjadi pada substitusi 5% sebesar 2,12% dan mengalami penurunan pada substitusi 10% dan 15% sebesar -1,00% dan -3,28% dari beton mutu tinggi normal. Pada umur 56 hari peningkatan terjadi pada substitusi 5% sebesar 1,20% dan mengalami penurunan pada substitusi 10% dan 15% sebesar -1,07% dan -3,55% dari beton mutu tinggi normal.

## 2. Tinjauan kepustakaan

### 2.1 Beton mutu tinggi

Acapulco[1]Beton mutu tinggi merupakan beton yang memiliki kekuatan tekan lebih dari 6000 psi atau 41,4 MPa. Berbeda lokasi geografis cenderung memiliki kekuatan beton tinggi yang bervariasi.

### 2.2 Semen

Semen merupakan bahan bergradasi sangat halus yang dihasilkan dengan cara menggiling kerak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Fungsi utama semen adalah sebagai bahan pengikat antara agregat kasar dan agregat halus sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat, menurut Amri[2].

### 2.3 Abu ampas tebu

Setiap ton tebu menghasilkan sekitar 26% ampas tebu dan 0,62% abu residu. Abu setelah pembakaran dalam keadaan terkontrol dengan suhu 700-6000°C menyajikan komposisi kimia yang mendominasi silika. Terlepas dari menjadi bahan degradasi keras dan yang menyajikan beberapa nutrisi, abu digunakan di peternakan sebagai pupuk dalam panen tebu, Reddy[3].

### 2.4 Abu sekam padi

Sekam padi bila dibakar dengan suhu tinggi yang terkontrol 500-600°C menghasilkan abu silika yang dimanfaatkan sebagai pengganti semen. Perlakuan panas pada sekam padi memberikan perubahan struktur yang berpengaruh pada aktifitas pozzolan dan kehalusan butirannya, Raharja[4]

### 2.5 Slump – Flow Test

Metode uji ini mencakup penentuan kemudahan mengalir dari beton dengan sendirinya. Uji *slump – flow test* memungkinkan perbandingan aliran lateral dan potensial pengisian campuran *Self-Consolidating*

*Concrete* (SCC) yang berbeda. Rentang slump umum untuk SCC adalah 18 sampai 30 inci (450 sampai 750 mm). Menurut ACI 237R-07, *slump – flow test* tidak boleh berbeda lebih dari 2 inci (50 mm) dari *batch* ke *batch*, Anonim[5]

*Slump – flow test* digunakan untuk memantau konsistensi beton segar, tidak mengeras dengan sendirinya dan potensi alirannya yang tidak terbaca. Sulit menghasilkan beton konsolidasi sendiri yang dapat mengalir dan tidak terjadi segregasi menggunakan agregat kasar yang lebih besar dari 1 inci (25 mm),Daczko[6].

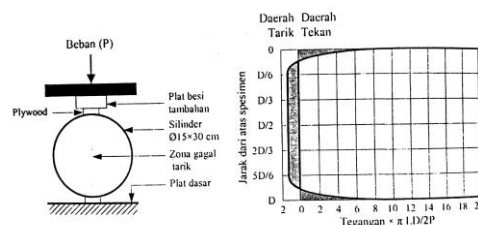
### 2.6 Kuat tarik belah

Kuat tarik belah beton adalah kemampuan untuk menerima gaya tekan sepanjang sisi beton. Nilai kuat tarik belah beton didapatkan dengan cara meletakkan benda uji berbentuk silinder secara memanjang yang diberi kayu bantalan kemudian dibebankan oleh mesin uji tekan. Kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots \dots \dots 1)$$

Dimana:

- $f_{ct}$  = kuat tarik – belah (MPa atau N/mm<sup>2</sup>);
- P = beban uji maksimum (beban belah / hancur) dalam newton (N) yang menimbulkan mesin uji tekan;
- L = panjang benda uji (mm); dan
- D = diameter benda uji (mm).



Gambar 1 Uji kuat tarik belah

### 2.7 Seleksi data

Data dari hasil kuat tarik belah benda uji beton akan diseleksi secara statistik. Baik tidaknya penyebaran yang diperoleh tersebut dapat dilihat dari simpangan baku (standar deviasi). Besarnya standar deviasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots 2)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots \dots \dots 3)$$

Dimana:

- S = standar deviasi;
- $X_i$  = besarnya data ke-i (MPa);
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata; dan
- n = jumlah data.

Mulyono[7] mengemukakan bahwa, standar deviasi adalah identifikasi penyimpangan yang terjadi dalam kelompok data. Menurut Troxell [8],  $C_v$  adalah koefisien ragam sampel yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% \dots \dots \dots 4)$$

Dimana:

$C_v$  = koefisien ragam sampel (%);

$S$  = standar deviasi ;dan

$\bar{x}$  = nilai rata-rata.

### 3. Metodologi penelitian

#### 3.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, agregat halus, agregat kasar, air, *superplasticizer*, campuran abu ampas tebu dan abu sekam padi sebagai substitusi semen dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dari volume semen dengan masing-masing komposisi campuran yaitu 50%. Semen yang digunakan yaitu semen Portland tipe I produksi PT. Lafarge. Agregat halus yang digunakan telah lolos saringan No. 8 (2,38 mm) diambil dari Krueng Aceh dan agregat kasar (*split*) yang digunakan telah lolos saringan 3/8" (9,5 mm) didatangkan dari PT. Lhoknga Beton.

Abu ampas tebu yang digunakan diambil dari proses pembakaran ampas tebu pada *boiler* dari Kilang Tebu di Takengon dengan suhu pembakaran 619°C. Sedangkan abu sekam padi, diambil dari sisa pembakaran sekam padi di Kilang Padi, Lam Ateuk, Aceh Besar. Abu ampas tebu dan abu sekam padi ditumbuk dan disaring dengan saringan No. 200 yang digunakan untuk substitusi semen.

Air yang digunakan untuk penelitian ini baik untuk campuran beton maupun perawatannya berasal dari Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala yang dianggap telah memenuhi syarat sebagai pencampuran beton. *Superplasticizer* yang digunakan yaitu jenis *Sika Viscocrete-10* sebesar 1,5% dari berat semen.

#### 3.2 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pembebanan tekan (*Hydraulic Pressure Gauge*) dengan merek Freesia Marcoss buatan Jepang cetakan benda uji silinder ukuran 15 cm x 30 cm, timbangan, oven, termocouple, alat pengujian *flow test*, oven, pengaduk beton (molen), palu karet, satu set timbangan buatan Maruto Jepang yang mendekati sama dengan ukuran saringan standar ASTM. Peralatan tersebut tersedia di laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Unsyiah.

#### 3.3 Pembuatan dan perawatan benda uji

Pengadukan mortar beton dilakukan dengan memasukkan material pembentuk beton mutu tinggi secara berturut-turut ke dalam molen yaitu batu pecah, pasir, semen, abu sekam padi, abu ampas tebu, air dan *sika viscocrete-10*. Setelah pengadukan homogen maka dilakukan pengujian *flow test* dari beton segar. Alas campuran beton sudah diberi tanda diameter setiap 10 cm. Posisikan kerucut Abram's dalam keadaan terbalik dan diletakkan pada tengah alas campuran beton. Tuangkan beton segar ke kerucut Abram's hingga penuh (tanpa dilakukan pemadatan). Kemudian kerucut Abram's diangkat tanpa getaran secara perlahan, beton segar dibiarkan menyebar. Ukur waktu dari mulai angkat sampai berhenti menyebar. Catat waktu setiap beton segar mengenai tanda diameter. Ukur panjang genangan aliran dari arah sumbu x dan y. Kemudian beton mortar dimasukkan ke dalam cetakan silinder secara bertahap sebanyak tiga lapis. Setiap lapisan dipadatkan 25 kali tumbukan dengan tinggi jatuh sekitar 30 cm. Setelah cetakan penuh, sisi cetakan diketuk dengan palu karet agar mortar menjadi padat. Setelah benda uji berumur (2-4) jam, permukaannya diratakan dengan menggunakan pasta semen (*capping*) dengan FAS 0,3. Perawatan dilakukan ketika beton sudah mengeras, beton dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam dalam air selama umur beton yang telah ditetapkan yaitu 28 hari dan 56 hari.

#### 3.4 Pengujian kuat tarik belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji beton berumur 28 hari dan 56 hari. Pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sebelum pengujian, benda uji diambil dari perawatan dalam bak perendaman sehari sebelumnya, kemudian ditimbang dan diukur dimensinya. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji pembebanan tekan (*hydraulic pressure gauge*) merek Freesia Macross buatan Jepang.

#### 3.5 Seleksi Data

Penyeleksian data dilakukan setelah diperoleh data dari hasil pengujian kuat tarik belah. Penyebaran yang baik atau tidaknya diperoleh dari standar deviasi dengan cara mengidentifikasi penyimpangan yang terjadi dalam pengelompokan data. Pengaruh peningkatan ditinjau dari nilai mutlak terhadap data dari hasil pengujian yang telah dikelompokkan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Pemeriksaan unsur kimia abu ampas tebu dan abu sekam padi

Diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Penguji Balai Riset dan Standardisasi Industri Banda Aceh dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 1 Pemeriksaan unsur kimia abu ampas tebu dan abu sekam padi**

Unsur Kimia	Hasil Uji (%)	
	Abu Ampas Tebu	Abu Sekam Padi
SiO <sub>2</sub>	42,47	65,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	0,02
CaO	5,01	1,49

#### 4.2 Pemeriksaan sifat fisis abu ampas tebu dan abu sekam padi

Diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2** Pemeriksaan sifat fisis abu ampas tebu dan abu sekam padi

Sifat Fisis	Abu Ampas Tebu	Abu Sekam Padi
Berat Volume (kg)	1,042	0,423
Berat Jenis		
SSD	1,77	1,47
OD	1,74	1,43
Absorpsi (%)	9,3	7,65

#### 4.3 Pemeriksaan sifat fisis agregat

Hasil pemeriksaan yang dilakukan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai material pembentuk beton seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini:

**Tabel 3** Pemeriksaan sifat fisis agregat

Sifat Fisis	Agregat	Hasil Penelitian
Berat Volume	Agregat (6-10 mm)	1,487
	Pasir (0-2 mm)	1,684
Berat jenis (SSD)	Agregat (6-10 mm)	2,759
	Pasir (0-2 mm)	2,696
Berat Jenis (OD)	Agregat (6-10 mm)	2,744
	Pasir (0-2 mm)	2,671
Absorpsi	Agregat (6-10 mm)	0,548
	Pasir (0-2 mm)	0,919
Fineness Modulus	Split (6-10 mm)	5,796
	Pasir (0-2 mm)	2,637

#### 4.4 Perencanaan proporsi campuran beton

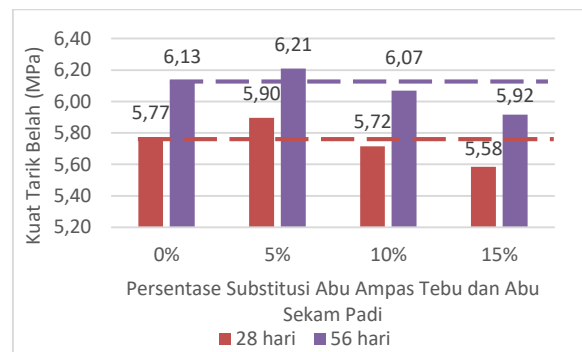
Hasil perencanaan proporsi campuran beton mutu tinggi dengan FAS 0,3 dipertunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4** Proporsi campuran beton per m<sup>3</sup>

Material (kg)	Substitusi AAT dan ASP			
	0%	5%	10%	15%
Air	180	175,63	171,257	166,886
Semen	600	570	540	510
Abu Ampas Tebu	0	8,429	16,857	25,286
Abu Sekam Padi	0	7	14	21
Pasir (0-2 mm)	831,588	836,653	842,895	849,137
Split (6-12 mm)	831,588	836,653	842,895	849,137
Viscocrete-10	9	8,78	8,6	8,34

#### 4.5 Hasil pengujian tarik belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 dan 56 hari dengan substitusi persentase abu ampas tebu dan abu sekam padi yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% diperlihatkan pada grafik berikut ini.



**Gambar 1.** Grafik Hubungan Kuat Tarik Belah Rata-rata Beton Mutu Tinggi dengan Persentase Substitusi Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi

#### 5. Kesimpulan

Kuat tarik belah dengan penggunaan substitusi 0%, 5%, 10% dan 15% berturut-turut pada umur 28 hari adalah 5,77 MPa, 5,90 MPa, 5,72 MPa dan 5,58 MPa. Sedangkan pada umur 56 hari adalah 6,13 MPa, 6,21 MPa, 6,07 MPa dan 5,92 MPa.

Berdasarkan nilai mutlak dari hasil pengujian pada umur 28 hari terjadi peningkatan pada variasi 5% sebesar 2,12% dan mengalami penurunan pada variasi 10% dan 15% sebesar 1,00% dan 3,28% dari beton mutu tinggi normal, sedangkan umur 56 hari terjadi peningkatan pada variasi 5% sebesar 1,20% dan mengalami penurunan pada variasi 10% dan 15% sebesar 1,07% dan 3,55% dari beton mutu tinggi normal.

#### 6. Daftar pustaka

- [1] Acapulco, Gro, 2004, High-Strength Concrete In U.S. Codes and Standards, XIV Congreso Nacional de Ingenieria Estructural.

- [2] Amri, 2005, *Teknologi Beton A-Z*, Yayasan John Hi-Tech Ideatama, Jakarta.
- [3] Reddy, S., V., M., Ashalatha, K., Madhuri, M., Sumalatha, P., 2015, Utilization Of Sugarcane Bagasse Ash (SCBA) In Concrete By Partial Replacement Of Cement, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* Vol. 12, Issue 6 Ver. VI, Nov-Dec. 2015, pp. 12-16.
- [4] Raharja, S., As'ad, S., Sunarmasto, 2013, Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi, *e-Journal Matriks Teknik Sipil* Vol. 1, No. 4, pp. 503-510.
- [5] Anonim, 2017, ASTM C 1611 Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete, *WSDOT Material Manual*, Section 46, Volume 01.27.
- [6] Daczko, A., J., 2012, *Self-Consolidating Concrete: Applying What We Know*, Spon Press, London.
- [7] Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [8] Troxell, G.E., et al, 1968, *Composition and Properties of Concrete*, Mac Graw Hill Book Company, London.