

# Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi

Herri Mahyar, Rizal Syahyadi, Khairul Miswar

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

herrimahyar@pnl.ac.id, dan herri.allawe@gmail.com

**Abstrak**— Pada beberapa pekerjaan struktur yang menggunakan beton mutu tinggi diperlukan jumlah semen yang lebih banyak dibandingkan pada pekerjaan struktur dari beton normal. Pemakaian jumlah semen yang banyak pada beton mutu tinggi, dapat diatasi dengan pemakaian abu sekam padi dan abu ampas tebu yang merupakan hasil dari pembakaran limbah alami sekam padi dan ampas tebu, dimana kedua material tersebut merupakan salah satu alternatif substitusi semen pada beton mutu tinggi. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium Industri Banda Aceh, material tersebut mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) yaitu 65,70% untuk Abu sekam padi dan 42,47% untuk Abu ampas tebu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beberapa karakteristik pada beton mutu tinggi (*high strength concrete/HSC*) yang meliputi kuat tekan beton ( $f'_c$ ), kuat tarik belah ( $f_{ct}$ ) dan modulus elastisitas, akibat substitusi semen dengan menambahkan abu sekam padi (ASP) dan abu ampas tebu (AAT). Persentase substitusi semen dengan penambahan kedua material tersebut yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dengan komposisi 75 % abu sekam padi dengan 25 % abu ampas tebu). Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM, pada umur beton 28 hari terhadap benda uji berbentuk silinder ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk kuat tekan serta diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk kuat tarik belah, dengan benda uji sebanyak 5 buah untuk setiap variasi substitusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan pada umur beton 28 hari pada variasi 5 % terjadi peningkatan kekuatan sebesar 3,78% dan pada variasi 10 % dan 15 % adanya penurunan kekuatan sebesar 2,59% dan 6,97% dari beton mutu tinggi (kondisi normal). Selanjutnya untuk kuat tarik belah pada beton umur 28 hari dengan variasi substitusi 5 % terjadi peningkatan kekuatan sebesar 4,84% dan pada variasi 10 % dan 15 % adanya penurunan kekuatan sebesar 0,35% dan 3,63% dari beton mutu tinggi dalam kondisi normal.

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

## I. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan untuk konstruksi antara lain: struktur bangunan gedung, jalan raya, dermaga, dan berbagai struktur lainnya. Saat ini pemakaian beton mutu tinggi sebagai bahan konstruksi semakin banyak digunakan oleh beberapa industri jasa konstruksi yaitu beton pracetak seperti: tiang pancang, slab, gelagar, serta beberapa elemen struktur lainnya.

Pada beton mutu tinggi pemakaian material semen merupakan unsur utama yang lebih dominan atau lebih banyak dibandingkan pada beton dengan kekuatan normal. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang pemakaian bahan limbah alami seperti sekam padi dan ampas tebu sebagai substitusi semen. Hal ini dimungkinkan karena pada kedua limbah tersebut mengandung Silica atau  $\text{SiO}_2$ , dan senyawa tersebut merupakan salah satu unsur yang ada dalam kandungan semen. Adapun variasi campuran abu sekam padi dan abu ampas tebu yang akan digunakan untuk substitusi semen yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat volume semen dimana persentase abu ampas tebu 25 % dan abu sekam padi sebanyak 75% (25 : 75).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan pada umur beton 28 hari pada variasi 5 % terjadi peningkatan kekuatan sebesar 3,78% dan pada variasi 10 % dan 15 % adanya penurunan kekuatan sebesar 2,59% dan 6,97% dari beton mutu tinggi (kondisi normal). Selanjutnya untuk kuat tarik belah pada beton umur 28 hari dengan variasi substitusi 5 % terjadi peningkatan kekuatan sebesar 4,84% dan pada

variasi 10 % dan 15 % adanya penurunan kekuatan sebesar 0,35% dan 3,63% dari beton mutu tinggi dalam kondisi normal.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan ataupun material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen Portland tipe I produksi PT. Lafarge, pasir halus dari krueng Aceh dan agregat kasar dipakai batu pecah diameter maksimum 10 mm yang berasal dari PT. Beton Lhoknga, Aceh Besar

Bahan ataupun material tambahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu abu sekam padi (ASP) dan abu ampas tebu (AAT). Dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Industri Banda Aceh diperoleh unsur/kandungan kimia dari abu ampas tebu adalah 42,47%, sedangkan pada abu sekam padi terdapat senyawa atau unsur silika  $\text{SiO}_2$  sebanyak 65,70 %. Superplasticizer yang digunakan yaitu jenis Sika Viscocrete-10 sebesar 1,5 % dari berat semen, dimana Sika Viscocrete-10 bekerja dengan cara memisahkan butiran semen sehingga akan diperoleh sifat - sifat beton seperti tingkat kepadatan yang tinggi, mengurangi permeabilitas, serta tidak mudah retak

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cetakan silinder 10x20 cm, cetakan silinder 15x30 cm, mesin tekan (Compression Testing Machine), oven, timbangan, pengaduk beton/molen, tongkat pemadat, satu set saringan, palu karet, kerucut Abram's dan beberapa peralatan lainnya untuk pemeriksaan sifat fisis material

Beberapa Standar yang akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan ASTM (American Society for Testing Material) diantaranya:

- a. C 33-78 Spec. for concrete agregat

- b. C177-76 Test for material finer than no. 200 sieve mineral aggregate by washing
- c. C 39-72 Test for strength of cylindrical concrete
- d. C143-78 Test of slump of portland cement concrete
- e. C617-76 Capping cylindrical concrete specimens
- f. C192-81 Making and curing concrete test specimen in lab.

Untuk penelitian ini, rancangan campuran beton mengacu pada metode ACI modified. Adapun persentase substitusi material abu ampas tebu dan abu sekam padi yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari volume semen dengan dengan perbandingan 25% abu ampas tebu dan 75% abu sekam padi

Benda uji yang dijadikan sampel pada penelitian ini yaitu silinder beton ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pengujian kuat tekan beton sebanyak 20 buah benda uji. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik belah digunakan benda uji silinder beton ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 20 buah. Sehingga untuk ke empat komposisi material tersebut dibuat sebanyak 40 buah benda uji sesuai dengan hasil rencana campuran beton. Pembuatan benda uji didasarkan pada standar ASTM C 192-81 dan C 617-76. Selanjutnya uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan terhadap benda uji pada umur 28 hari berdasarkan standar C 39-72 dan ASTM C496M-04.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 5.1

Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

Umur Pengujian	Variasi Substitusi (%)	Rerata Kuat (Mpa)	Rerata Kuat tarik (MPa)
28 Hari	0	51.81	5.79
	5	53.77	6.07
	10	50.47	5.77
	15	48.20	5.58

Berdasarkan tabel 5.1 nilai kekuatan tekan maksimum diperoleh pada variasi substitusi semen 5% yaitu 53,77 MPa ( 537, 7 kg/cm<sup>2</sup>), lebih besar dari beton kondisi normal, sedangkan untuk variasi substitusi 10 dan 15 persen mengalami penurunan kekuatan tekan dibandingkan dengan kuat tekan normal. Selanjutnya nilai kekuatan tarik belah (fct) maksimum diperoleh pada variasi substitusi semen 5% yaitu 6,07 MPa ( 60, 7 kg/cm<sup>2</sup>), sedangkan untuk variasi substitusi 10 dan 15 persen mengalami penurunan dari kekuatan tekan dibandingkan dengan kuat tekan normal

Nilai modulus elastisitas untuk berbagai variasi substitusi diperoleh pada kondisi variasi substitusi 5% dengan nilai modulus elastisitas yaitu 36629,95 MPa (tabel 5.3), lebih besar 7,94% dari kekuatan beton kondisi normal (0%)

Tabel 5.2

Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah

Variasi Substitusi (%)	Kuat Tekan (MPa)	Perbandingan Kuat Tekan (%)	Kuat Tarik belah (MPa)	Perbandingan Kuat Tarik belah (%)
0	51,81	0,00	5,79	0,00
5	53,77	3,78	6,07	4,84
10	50,47	-2,59	5,80	-0,35
15	48,20	-6,97	5,58	-3,63

Tabel 5.3

Perbandingan Modulus Elastisitas Terhadap Variasi Substitusi

Variasi Substitusi (%)	Rerata Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Rerata Modulus Elastisitas (E) (MPa)	Perbandingan (E) terhadap variasi substitusi (%)
0	51,81	33935,14	0
5	53,77	36629,95	7,94
10	50,47	34496,78	1,66
15	48,20	33010,60	-2,72

Berdasarkan variasi substitusi ( abu ampas tebu dan abu sekam padi ) seperti pada tabel 5.1, maka untuk variasi substitusi 5 % nilai kuat tekan pada umur 28 hari terjadi peningkatan kekuatan sebesar 3,78 % (1,96 Mpa) dari pada beton mutu tinggi yang tanpa variasi substitusi (normal). Sedangkan untuk variasi substitusi 10% dan 15 % mengalami penurunan kekuatan tekan sebesar 2,59 % dan 6,97 % dari pada beton mutu tinggi yang tanpa variasi substitusi (normal). Sedangkan kuat tarik belah maksimum pada umur beton 28 hari diperoleh dari variasi substitusi 5% dengan kuat tarik belah (fct) 6,07 Mpa yaitu terjadi kenaikan kekuatan sebesar 4,84% dari kondisi normal yaitu tanpa penambahan bahan tambah. Selanjutnya berdasarkan tabel 5.2 dapat diketahui bahwa kuat tarik belah minimum dari ketiga jenis variasi substitusi maka untuk variasi substitusi 15% dengan nilai 5,76 MPa 3,63% lebih rendah dari beton mutu tinggi tanpa substitusi semen (normal).

Berdasarkan uraian dari ketiga tabel tersebut maka pengurangan jumlah semen dalam bentuk yang sangat banyak yaitu 10 sampai 15 % dari berat semen sangatlah tidak efektif, dimana pada kondisi ini terjadinya penurunan kekuatan tekan dan kuat tarik belah beton terhadap kondisi normal. Pada kondisi ini unsur silika yang ada dalam ampas tebu (42,47%) dan abu sekam padi sebesar 65,67% kurang mampu untuk mengimbangi unsur-unsur yang ada dalam semen kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silika (SiO<sub>2</sub>) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta alumina (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) akibat terjadinya reduksi semen sebesar 10 sampai 15%. Hal ini menunjukkan bahwa peranan semen dalam campuran beton masih

cukup dominan, sehingga dapat dinyatakan bahwa semen merupakan unsur utama untuk mengikat agregat pada struktur beton.

Untuk Nilai perbandingan kuat btekan dan kuat belah beton dengan beberapa variasi substitusi ditampilkan pada tabel 5.4 dan gambar 5.1

Tabel 5.4  
Perbandingan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

Variasi Sunstitusi (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)	Perbandingan Rerata Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan Beton (%)
0	51,81	5,79	11,18
5	53,77	6,07	11,29
10	50,47	5,80	11,49
15	48,20	5,58	11,57



Gambar 5.1 perbandingan kuat tekan dan kuat tarik belah

Berdasarkan Tabel 5.4 dan gambar 5.1 dapat dilihat bahwa perbandingan kuat tekan terhadap kuat tarik belah pada umur 28 hari untuk variasi substitusi 0%, 5%, 10% dan 15% diperoleh nilai yang bervariasi yaitu antara 11,18 % sampai 11,57%. sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai kuat tarik belah rata yaitu 11,38 persen dari nilai kuat tekan  $f_c$  atau nilai  $f_{ct} = 0,11 f_c$ . Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Dipohusodo (1994), bahwa kuat tarik beton berkisar antara 10 sampai 15 % dari kekuatan tekan. Namun demikian walaupun kuat tarik beton relatif kecil, kuat tarik beton juga memegang peranan dalam berbagai hal yang mempengaruhi perawatan dan ukuran retak dari suatu struktur.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini, secara umum dapat dinyatakan bahwa beton mutu tinggi yang menggunakan abu sekam padi dan abu ampas tebu dengan variasi substitusi semen 5%, hasilnya lebih baik dari variasi substitusi semen 10%,15% dan

0% (kondisi normal) terhadap sifat karakteristik beton mutu tinggi yaitu kuat tekan dengan nilai kuat tekan beton 53,77 MPa (3,78%), dan kuat tarik belah beton yaitu 6,07 MPa (4,84%) serta modulus elastisitas sebesar 36629,95 MPa (7,94%)

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi substitusi semen serta variasi persentase abu sekam padi dan abu ampas tebu lainnya, ataupun bahan-bahan pozzolan lainnya yang memiliki kadar silika mencapai 70%

REFERENSI

- [1] Abdulkadir, T.S., Oyejobi, D.O., dan Lawal, A.A., 2014, Evaluation of Sugarcane Bagasse Ash as a Replacement for Cement in Concrete Works, Department of Civil Engineering, Nigeria.
- [2] Anonim, 2004, Annual book of ASTM Standard 2004, Section 4, Volume 04.02, Concrete and Aggregates, International Standard-world wide.
- [3] Anonim, 2012, Brosur Produk, PT.Sika Indonesia, Jakarta.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Pembuatan dan Pelaksanaan Beton Mutu Tinggi (SNI PD-T-04-2004-C), Direktorat Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta, 2004.
- [5] Handayani, D. M., 2017, Pengaruh Penggunaan Abu Ampas tebu dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton Mutu Tinggi, Jurnal Penelitian, Unsyiah
- [6] Lydia, W, M., Nurlaela, R., Dahlang, T., 2012, Pemafaatan Biopozzolan Abu Sekam Padi Sebagai Fly Ash Dalam Pembuatan Semen Untuk Meningkatkan Kualitas Fisis Mortar, Jurnal Penelitian Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin.
- [7] Nugraha, P., 2007, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- [8] Neville. A.M, 1987, Properties of Concrete, The English Language Book Society and Pitman, London.
- [9] Pujiyanto, A., 2010, Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplastisizer dan Fly Ash, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 13 No. 2, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- [10] Samsu T. & HR. Sijabat, 1992, Pandangan Terhadap Penelitian Beton Mutu Tinggi di Indonesia, makalah, Puslitbang Pemukiman Departemen pekerjaan Umum, Jakarta