

PENGARUH TANAH DIATOMAE SEBAGAI *REPLACEMENT* SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Emi Maulani

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
emimaulani@unimal.ac.id

ABSTRAK

Tanah diatomae memiliki sifat pozzolan yang mirip dengan bahan pozzolan lainnya seperti fly ash dan metakaolin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan beton mutu tinggi dengan menggunakan tanah diatomae dari Desa Lampanah, Kabupaten Aceh Besar yang telah diaktifkan silikanya menggunakan kalsinasi sebagai substitusi sebagian semen. Variasi persentase penggunaan tanah diatomae adalah 0%, 5%, 10%, dan 12%, dari berat semen yang digunakan. Superplasticizer jenis polycarboxylate ditambahkan sebanyak 1.5% dari berat semen. FAS yang digunakan adalah 0.40, dengan benda uji silinder 20x10 cm. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur beton 28 hari. Dari hasil penelitian sifat kimia tanah diatomae memiliki kandungan SiO_2 40.67%, Al_2O_3 1.04%, Fe_2O_3 8.08%, dan CaO 3.70%. Nilai kuat tekan beton mengalami kenaikan optimum pada batas campuran diatomae 10% yaitu sebesar 6.36%. Substitusi semen dengan campuran tanah diatomae 12% nilai kuat tekan yang di peroleh menurun yaitu sebesar 3,09%, namun masih dikategorikan sebagai beton mutu normal menurut SNI 7656-2012.

Kata Kunci: *Replacement Semen, Tanah Diatomae, Beton Mutu Tinggi, Kalsinasi*

PENDAHULUAN

Beton mutu tinggi merupakan beton yang mempunyai sifat khusus yang berbeda dengan beton biasa, seperti tingkat susut (*shrinkage*) rendah, permeabilitas rendah, modulus elastisitas tinggi, dan kuat tekan tinggi. Penggunaan beton sebagai material konstruksi dalam pembangunan berbagai infrastruktur terjadi peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Untuk membuat beton mutu tinggi (*high-strength concretes*) membutuhkan penggunaan semen dalam jumlah yang banyak. Beton mutu tinggi kadang-kadang disebut dengan nama lain beton kinerja tinggi karena memiliki sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan beton normal, keunggulan beton mutu tinggi dibandingkan dengan beton normal antara lain kekuatan tekan yang tinggi sehingga dimensi dari elemen struktur dapat menjadi lebih ramping. Beton mutu tinggi sudah banyak diaplikasikan dalam berbagai ragam struktur, seperti gedung bertingkat, jembatan dengan bentangan yang panjang, bendungan, dermaga, terowongan, dan lain sebagainya.

Menurut Mulyono (2004), kriteria beton mutu tinggi berubah sesuai dengan perkembangan zaman dan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950, beton dikatakan mempunyai mutu tinggi jika memiliki kuat tekan 30 MPa. Campuran pada beton mutu tinggi menggunakan bahan tambahan seperti *additive* dan *admixture* yang bertujuan untuk mengurangi jumlah air pencampur agar didapatkan beton dengan kepadatan struktur yang tinggi sehingga memiliki kekuatan dan ketahanan yang lebih besar terhadap sulfat. Akan tetapi beton mutu tinggi memiliki berat yang lebih besar dibandingkan beton normal dan harganya relatif mahal. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan mensubstitusi proposi semen dalam campuran beton dengan material yang mendukung dari segi karakteristik dan ekonomi.

Tanah diatomae dikenal dengan berbagai istilah seperti diatomit, kieselguhr, tripolit atau tepung fosil atau tanah serap (Hoeve, 1984). Secara kimiawi, tanah diatomae yang berasal dari Aceh Besar memiliki kandungan SiO_2 62.28%, CaO 8.28%, Fe_2O_3 1.79%, dan Al_2O_3 9.52 %.

Deposit tanah diatomae atau *diatomite* di Kabupaten Aceh Besar cukup tinggi dengan estimasi 591.168.596 ton, berada di kecamatan Seulimum (anonim). Diatomae merupakan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat, memiliki daya serap tinggi, mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Uraian di atas mendasari studi ini dilakukan untuk mencari alternatif pengganti sebagian semen pada beton mutu tinggi karena tanah diatomae memiliki sifat pozzolan yang mirip dengan bahan pozzolan lainnya seperti *fly ash* dan metakaolin.

METODE PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, dan pengolahan data untuk memperoleh hasil penelitian. Dimulai dengan melakukan studi literatur berdasarkan jurnal-jurnal sebagai referensi yang berkenaan dengan judul skripsi. Kemudian dilanjutkan dengan persiapan dan pengadaan material. Material yang digunakan adalah semen Portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), *superplasticizer*, serta tanah diatomae dan air. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, Lhokseumawe.

Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan Laboratorium terhadap semen tidak dilakukan karena telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 15-20490-1994 dan SNI No. 03-2847-2002. Pemeriksaan hanya dilakukan secara visual terhadap kantong yang tidak robek dan keadaan butiran (tidak terdapat bongkahan-bongkahan yang keras) pada semen tersebut.

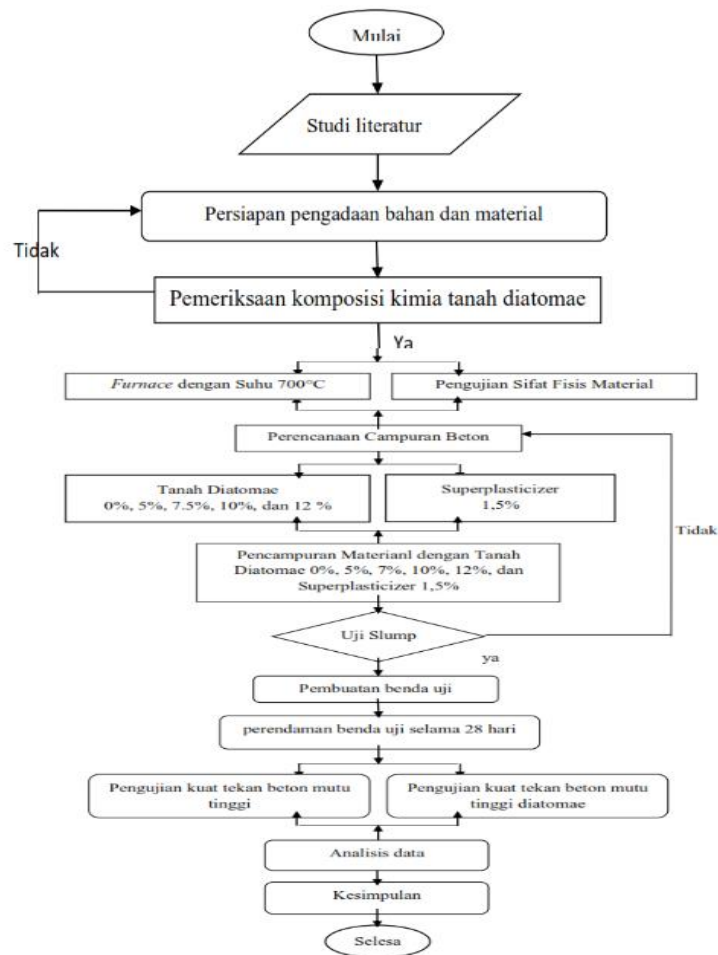
Sebelum digunakan, tanah diatomae dihaluskan dan diayak terlebih dahulu. Hanya butiran yang lolos saringan no.200 yang digunakan kemudian abu yang terbentuk di *furnace* pada suhu 700°C selama 1 sampai 2 jam. Disamping itu dilakukan pemeriksaan komposisi kimianya. Pemeriksaan komposisi kimia tanah diatomae meliputi pemeriksaan kandungan CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃ dan SiO₂ dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh.

Komposisi Campuran dan Kode Benda Uji

Perencanaan benda uji didasarkan kepada kebutuhan sifat mekanis yang mana perlu dilakukan terhadap pengujian kuat tekan beton, sehingga direncanakan pembuatan benda uji sebagai berikut:

- a. Untuk pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dibuat benda uji silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- b. Proporsi campuran sebagai bahan substitusi semen dengan 0% sebanyak 4 buah benda uji, 5% sebanyak 4 benda uji, 7% sebanyak 4 benda uji, 10% sebanyak 4 benda uji, dan 12% sebanyak 4 benda uji, dengan pembakaran menggunakan *furnace*.
- c. *Superplasticizer* 1,5%.

Bagan Alir Metode Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat fisis semen

Dari hasil penelitian diperoleh berat jenis semen dan kehalusan semen yang diperlihatkan pada tabel di bawah ini. F100 adalah kehalusan semen dengan saringan No. 100 dan F200 adalah kehalusan semen dengan saringan No. 200.

Tabel 1. Berat Jenis Semen

Pengujian		Hasil
Berat Jenis Semen		3,075 (Gr/cm ³)
Kehalusan Semen	F100 (%)	5,13
	F200 (%)	10,87

Pengujian sifat fisis Tanah Diatomae

Berat jenis *fly ash* diatomae; Hasil yang didapat pada pengujian berat jenis *fly ash* diatomae yang telah dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Berat Jenis Fly Ash Diatomae

Pengujian		Hasil
Berat Jenis <i>Fly Ash</i> Diatomae		2,244 (Gr/cm ³)

Pemeriksaan kandungan kimia tanah diatomae; Pemeriksaan kandungan kimia untuk tanah diatomae dilakukan oleh BARISTAND Industri Banda Aceh (LABBA). Hasil pemeriksaan diperlihatkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi Kandungan Kimia Tanah Diatomae

Tanah	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil
Diatomae	SiO ₂	%	Gravimetri	40,67
	CaO	%	Trimetri	3,70
	Fe ₂ O ₃	%	Trimetri	8,08
	Al ₂ O ₃	%	Gravimetri	1,04

Pengujian sifat fisis agregat halus

Dari pengujian material pasir yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, di mana pengujian sifat fisis agregat halus yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, berat volume, kadar kelembaban dan analisa saringan. Dari pengujian tersebut di dapatkan nilai sifat fisis pasir pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat Halus (Pasir)

Pengujian		Hasil
Berat Jenis	SSD	2,596 (gr/cm ³)
	OD	2,523 (gr/cm ³)
	APP	2,721 (gr/cm ³)
Berat Volume	Gembur	1,336 (gr/cm ³)
	Padat	1,447 (gr/cm ³)
Penyerapan		2,883 %
Kadar Kelembaban		2,010 %

Pengujian sifat fisis Agregat Kasar

Dari hasil pengujian sifat fisis material agregat kasar (Batu Pecah) yang dilakukan meliputi pengujian berat jenis, berat volume, kadar kelembaban dan analisa saringan dapat diperlihatkan pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pengujian		Hasil
Berat Jenis	SSD	2,620 (gr/cm ³)
	OD	2,573 (gr/cm ³)
	APP	2,698 (gr/cm ³)
Berat Volume	Gembur	1,220 (gr/cm ³)
	Padat	1,356 (gr/cm ³)
Penyerapan		1,803 %
Kadar Kelembaban		0,834 %

Proporsi Campuran Beton

Proporsi campuran dilakukan untuk mengetahui banyaknya material yang akan digunakan dalam campuran beton. Adapun material yang akan digunakan dalam campuran beton adalah air, semen, agregat halus, agregat kasar dan abu ampas tebu. Adapun mengenai banyaknya material yang dibutuhkan dalam pencampuran beton akan diperlihatkan dalam Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Proporssi Campuran 1m³ Beton

No.	Material	Berat Campuran Material (kg/m ³)				
		BMT		BMTD		
		0%	5%	7%	10%	12%
1	Air + Pelambat	198.30	198.30	198.30	198.30	198.30
2	Semen	466.00	442.7	433.38	419.4	410.08
3	Agregat Kasar	976.30	976.30	976.30	976.30	976.30
4	Agregat Halus	615.00	615.00	615.00	615.00	615.00
5	Superplasticizer	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
6	Tanah Diatomae	0	23.3	32.62	46.6	55.92

Hasil Pengujian Slump

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan nilai slump pada setiap pengecoran. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *slump* adukan beton berkisar antara 25 mm sampai dengan 50 mm.



Gambar 2. Grafik pengukuran Slump test pada substitusi tanah diatomae

Pengecoran dan Pembuatan Benda Uji dan Kuat Tekan Beton

Setelah melakukan pengujian ini diperoleh nilai kuat tekan beton untuk masing-masing campuran diperlihatkan pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No.	Nama Benda Uji	Variasi Diatomae (%)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Variasi Kenaikan/ Penurunan (%)
1	BMT	0%	28	35.03	0.00%
		5%	28	35.45	1.18%
		7%	28	37.10	5.91%
2	BMTD	10%	28	37.26	6.36%
		12%	28	33.95	-3.09%



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Rata-rata

Pembahasan

Hasil pengukuran beton segar dengan menggunakan *slump test* bertujuan untuk menjelaskan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*) yang baik atau sukar terhadap beton mutu tinggi menggunakan tanah diatomae dengan variasi 0%, 5%, 7%, 10%, 12%. Berdasarkan Gambar 2 diatas diperoleh hasil *slump* pada persentase 0% adalah 48 mm, persentase 5% penurunan sebesar 45 mm, persentase 7% penurunan sebesar 43 mm, persentase 10% penurunan sebesar 35 mm, dan pada persentase 12% penurunan sebesar 31 mm. Bahwa nilai *slump* untuk campuran beton 0% lebih besar dibandingkan dengan persentase tanah diatomae 5%, 7%, 10%, 12%, semakin banyak persentase tanah diatomae maka semakin susah *workabilitas* beton. Maka dalam campuran tanah diatomae mengalami kenaikan jumlah yang besar dan daya serap air relative lebih besar, sehingga dapat mengurangi kebutuhan air.

Hasil pengujian kuat tekan beton mutu tinggi diperlihatkan pada Tabel 7. Berdasarkan nilai kuat tekan rata-rata yang didapatkan untuk beton mutu tinggi normal yaitu sebesar 35,03 MPa, Untuk beton mutu tinggi diatomae 5% kuat tekan rata-rata sebesar 35,45 MPa, beton mutu tinggi diatomae 7% kuat tekan rata-rata sebesar 37,10 MPa, beton mutu tinggi diatomae 10% kuat tekan rata-rata sebesar 37,26 MPa, dan beton mutu tinggi diatomae 12% kuat tekan rata-rata sebesar 33,95 MPa.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa kekuatan tekan terbesar terdapat pada beton mutu tinggi dengan penambahan tanah diatomae 10% yaitu sebesar 37,26 MPa. Dengan adanya Penggunaan tanah diatomae sebagai bahan pengganti sebagian semen membuat kuat tekan meningkat namun pada batas campuran diatomae maksimum 10% saja. Sedangkan penurunan kekuatan terbesar terdapat pada beton mutu tinggi dengan penambahan tanah diatomae 12% yaitu sebesar 32,13 MPa yang tidak sesuai kuat tekan rencana, namun masih dalam Batasan beton structural menurut SNI.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan tanah diatomae sebagai pengganti sebagian semen, mutu beton meningkat optimum di 10%. Sedangkan penurunan kekuatan terbesar terdapat pada beton mutu tinggi dengan penambahan tanah diatomae 12% yaitu sebesar 3,09 %.
2. Semakin banyak penggantian sebagian semendengan tanah diatomae terhadap beton mutu tinggi maka semakin menurun pula kuat tekan yang dihasilkan.

Saran

Hasil dari penelitian ini sangat diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan ilmu teknologi beton dan dapat diterapkan di lapangan. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya dengan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penggantian sebagian semendengan tanah diatomae terhadap beton mutu tinggi dengan metode yang berbeda untuk

mengaktifkan silika pada tanah diatomae, yaitu metode sintesa kimia menggunakan larutan asam ataupun basa.

2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan umur pengujian sampai 56 hari atau lebih, sehingga dapat dilihat seberapa besar peningkatan optimum kuat tekan akibat penggantian sebagian semen dengan tanah diatomae.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. *Buku Panduan Penulisan Skripsi Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe.
- Anonim, 2006. *Laporan RTRW Kabupaten Aceh Besar*, Banda Aceh
- Anonim, 2008. SNI 1969-2008, *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standardisasi Nasional: Bandung.
- Anonim, 2015. *Metode Uji Densitas Semen Hidraulis (ASTM C 188-95 (2003), MOD)*. Badan Standardisasi Nasional: Bandung.
- ASTM E 11, 2011. *Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes, Annual Book of ASTM Standards*. West Conshohocken. American Society for Testing and Materials International.
- Hasanzadeh, B., Sun, Z., 2018, *Impacts of Diatomaceous Earth on the Properties of Cement Pastes*, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Louisville, Kentucky.
- M. Zainul Yaqin, 2018, *Penggunaan Substitusi Pasir Pozzolan Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Bakar dengan dan Tanpa Perendaman*. Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe.
- Putroe N.R, 2019, *Kuat Tarik Beton Mutu Tinggi dengan Menggunakan Tanah Diatomae Sebagai bahan Tambah Mineral*. Etd Universitas Syah Kuala, Banda Aceh.
- Ryan Reynickha Fatullah, 2019, *pengaruh penggunaan tanah diatomae sebagai substitusi semen dan bahan tambah (aditif) terhadap kuat tekan beton*. Etd Universitas Syah Kuala, Banda Aceh.
- Mulyono, T., 2006, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugraha, P., dan Antoni, 2014, *Teknologi Beton dan Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta, Andi Offset.
- Emi Maulani, 2016, *Pemakaian Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Fas 0.30 Dengan Perlakuan Kalsinasi untuk Produksi Beton Normal*. Teras Jurnal, Vol. 6, No. 1, Maret 2016, Lhokseumawe.