

Pengaruh Fly Ash terhadap Kekuatan Beton Porous di Daerah Lahan Gambut

Eka Purnamasari^{1, a *}, Robiatul Adawiyah² dan Tezar Aulia Rachman³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhyaksa No.2

Kayutangi Banjarmasin, 70123

^aeka.ftuniska@gmail.com

Abstrak

Beton porous mampu menghasilkan ruang kosong berupa rongga udara sebesar 15%-25% dari total keseluruhan volumenya serta memiliki nilai slump yang mendekati nol. Dalam penelitian ini memakai fly ash sebagai pengurangan semen dalam beton porous. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bahan, komposisi campuran beton porous bervariasi, kuat tekan beton porous dan porositas beton porous. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan dengan menggunakan metode SNI. Pengujian terdiri atas pengujian semen, fly ash, agregat kasar dan beton. Dari hasil penelitian karakteristik bahan semen dan fly ash memenuhi spesifikasi SNI dan hasil pengujian agregat kasar memenuhi spesifikasi. 2. Kuat tekan karakteristik untuk beton porous perendaman air PDAM dengan fly ash 0% sebesar 20,391 MPa, beton porous dengan fly ash 15 % sebesar 22,170 MPa, dan beton porous dengan fly ash 30 % sebesar 4,479 MPa, sedangkan kuat tekan beton porous perendaman air gambut dengan fly ash 0 % sebesar 16,750 MPa, beton porous dengan fly ash 15 % sebesar 14,740 MPa dan beton porous dengan fly ash 30 % sebesar 3,670 MPa.

Latar Belakang

Beton berpori/porous yang lebih dikenal sebagai pervious/porous concrete merupakan salah satu inovasi dalam konstruksi perkerasan jalan yang ramah lingkungan, karena memiliki rongga-rongga udara pada permukaan strukturnya yang berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke dalam tanah. Beton berpori mampu menghasilkan ruang kosong sebagai rongga udara sebesar 15% hingga 25% dari total keseluruhan volumenya serta memiliki nilai slump yang sangat kecil atau bahkan mendekati nol, yang terbentuk dari campuran semen portland, agregat kasar, sedikit atau tidak sama sekali agregat halus, bahan tambah dan air (ACI 522R-10).

PT United Tractors Tbk (UNTR) terus memperkuat segmen bisnisnya. salah satunya di sektor energi. Dalam beberapa tahun ke depan, anak usaha Grup Astra ini menargetkan pembangunan dua pembangkit listrik. Salah satu pembangkit listrik UNTR

adalah PLTU PAMA-1 yang berkapasitas 2x15 megawatt (MW). Pembangkit listrik ini berlokasi di Barunang, Kalimantan Tengah. Hal ini yang menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan karena dari pembakaran batubara menghasilkan fly ash atau abu terbang. PLTU PAMA-1 menginformasikan bahwa dalam sehari fly ash yang dihasilkan dari batubara berkalori 6300 – 8000 kcal/kg sebanyak 3 ton/hari (KONTAN/Andy Dwijayanto).

Fly ash atau abu terbang merupakan material yang berwarna keabu-abuan, memiliki ukuran butir yang halus, dan diperoleh dari hasil residu pembakaran batubara. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun menyebutkan bahwa fly ash dikategorikan sebagai bahan B3. Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, fly ash terbukti dapat meningkatkan kekuatan dari beton. Pesatnya perkembangan pada perkerasan jalan akan membutuhkan bahan

yang lebih banyak. Dengan ini dapat di kaji lebih lanjut dengan mengkomposisikan atau mengganti sebagian semen portland dengan Fly ash (Abu Terbang). Dengan menggunakan Fly ash diharapkan limbah batubara ini dapat dimanfaatkan dengan baik.

Menurut Herry Widhiarto (2012) Kuat tekan beton berpori variasi BP-C sebesar 31,48 Mpa sedangkan kuat tarik belah beton pada variasi BP-C sebesar 5,92 Mpa, lebih rendah dari beton normal pada umur 28 hari. Dengan demikian Mutu beton mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan yaitu 30 Mpa.

Menurut Mira Setiawati (2018), Nilai kuat tekan beton untuk beton dengan penggunaan fly ash sebesar 5%, 7,5 % &, 10% dan 12 % masih memenuhi nilai kuat tekan karakteristik beton K300. Penggunaan fly ash sampai 12,5% pada campuran beton masih mendapatkan nilai kuat tekan beton yang direncanakan.

Menurut Erma Desmaliana (2018), 1.

Kuat tekan beton porous mengalami penurunan kekuatan seiring dengan meningkatnya rasio faktor air semen (FAS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi didapat pada beton porous dengan faktor air semen (FAS) 0.3 yaitu sebesar 17.9 MPa dan kuat tekan rata-rata terendah didapat pada beton porous dengan faktor air semen (FAS) 0.5 yaitu sebesar 8.8 MPa. Nilai kuat tekan menurun seiring dengan pertambahan nilai faktor air semen (FAS). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai faktor air semen (FAS) akan menyebabkan penurunan kekuatan terhadap beton porous.

Penyusunan Naskah

Beton porous adalah suatu jenis beton yang memiliki sifat porositas tinggi yang biasanya diaplikasikan pada plat beton sehingga memungkinkan air hujan dan air dari sumber-sumber lain untuk dapat melewatinya. Pada umumnya penggunaan agregat halus atau pasir pada beton porous sangat sedikit bahkan tidak sama sekali

digunakan dan memiliki cukup pasta semen untuk melapisi permukaan agregat kasar untuk menjaga ninterkonektivitas pori Menurut NRMCA (2004).

Fungsi utama beton porous adalah sebagai perkerasan beton penutup permukaan tanah dengan tujuan agar dapat air dapat dengan mudah mengalir ke bawahnya, dan dengan demikian kelebihan air permukaan akan dapat kembali terserap ke dalam tanah.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakainya. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SNI 15-2049-2004.) terbagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I : Semen portland seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain, semen tipe OPC (*Ordinary Portland Cement*) dan semen tipe PCC (*Portland Composite Cement*).
2. Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV : Semen portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat, Semen tipe PPC (*Portland Pozzoland Cement*).

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi persyaratan air minum). Secara umum air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling.

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama (Kardiyono Tjokrodimuljo).

Agregat kasar adalah agregat yang butirnya yang tertahan pada saringan nomor 4,8 mm (5 cm). yang dalam hal ini batu alami adalah agregat yang memiliki ukuran lebih besar dari 6 mm sampai dengan ukuran maksimum yang ditentukan, kadar lumpur tidak boleh lebih dari 1 %. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahan beton terhadap cuaca, disintegrasi beton dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bebas dari bahan organik dan mempunyai ikatan yang baik dengan gel

semen. Agregat kasar yang sering digunakan dalam komponen beton adalah batu pecah yang dihasilkan dari batuan asli atau batu gunung yang dipecahkan.

Fly ash (Abu terbang) adalah bagian dari sisa pembakaran batu bara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus dan bersifat pozzoland, berarti abu terbang tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar (24°C - 27°C) dengan adanya media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Dengan sifat pozzolan tersebut abu terbang mempunyai prospek untuk digunakan berbagai keperluan bangunan. Abu bahan anorganik sisa pembakaran batubara dan terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran. Pada pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik terbentuk dua jenis abu yaitu Abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Partikel abu yang terbawa gas buang disebut abu terbang, Abu terbang ditangkap dengan electric Precipitator sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Pozolan dapat dipakai sebagai bahan tambahan atau sebagai pengganti sebagian semen portland. Bila dipakai sebagai pengganti sebagian semen portland umumnya berkisar antara 10% - 35% berat semen (Tjokrodimulyo, 1992).

Persiapan dan penyediaan bahan meliputi persiapan dan penyediaan bahan. Pada tahap pertama ini seluruh bahan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

1. Semen tipe I (PCC) yaitu menggunakan semen merk Tiga Roda
2. Fly ash yang digunakan berasal dari PLTU PAMA-1 Persada site Kalimantan Tengah
3. Agregat kasar yang digunakan adalah Ladung Kotabaru
4. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Struktur dan Bahan, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banjarmasin.

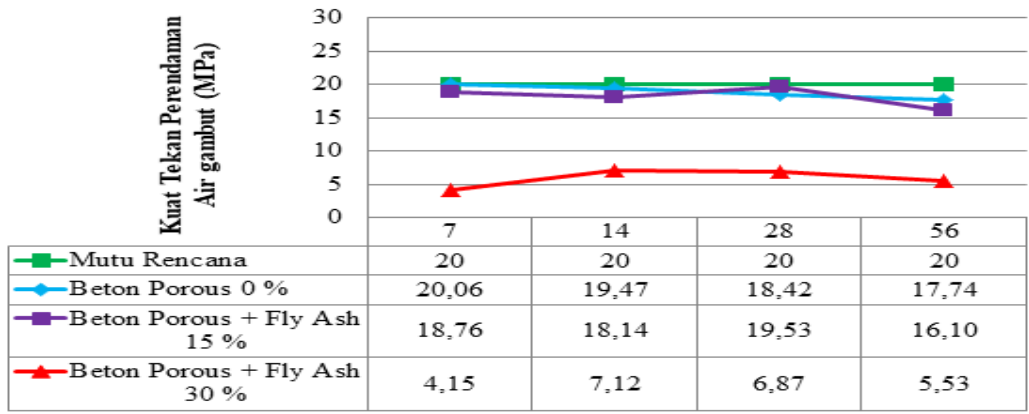
Hasil pengujian kuat tekan beton porous menurut SNI 1974-2011 dalam penelitian ini 1 variasi mutu beton terdapat benda uji silinder sebanyak 12 buah dan terbagi 3 umur yaitu 7, 14, 28 dan 56 hari dengan perendaman air gambut. Dalam pengujian kuat tekan beton porous ini dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan kuat tekan beton porous menggunakan perendaman air gambut dengan 3 variasi 0%, *fly ash* 15% dan *fly ash* 30 % f'c 20 MPa dengan umur 7, 14, 28 dan 56 Hari yang sesuai tabel diatas dapat dilihat pada Gambar 1.

Tinjauan Pustaka

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous dengan Perendaman Air gambut F'c 20 MPa

No	Benda Uji	Kuat Tekan Mpa			
		Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari	Umur 56 Hari
1		19,41	19,30	19,25	18,26
2	Beton Porous 0 %	20,54	19,17	18,46	19,30
3		20,22	19,94	17,55	15,65
	Rata-Rata	20,06	19,47	18,42	17,74
1		19,09	18,66	22,65	16,07
2	Beton Porous + Fly Ash 15 %	21,03	18,40	17,83	15,75
3		16,18	17,37	18,12	16,48
	Rata-Rata	18,76	18,14	19,53	16,10
1		4,37	6,43	5,66	5,74
2	Beton Porous + Fly Ash 30 %	4,04	6,95	7,13	5,32
3		4,04	7,98	7,81	5,53
	Rata-Rata	4,15	7,12	6,87	5,53

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin, 2022)



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Beton Porous dengan Perendaman Air gambut

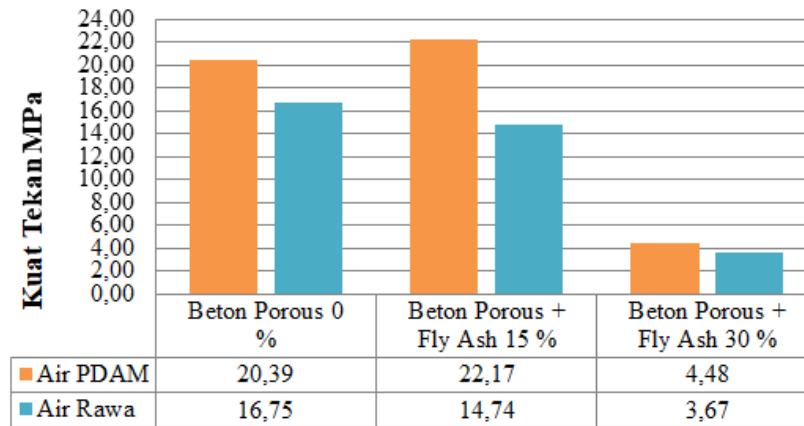
Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan mutu yang bervariasi, maka selanjutnya adalah perhitungan standar deviasi (S), kuat tekan rata-rata (\bar{x}), dan kuat tekan karakteristik $f'c$ dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 2. Kuat tekan karakteristik untuk beton porous perendaman air PDAM dengan *fly ash* 0% sebesar 20,391 MPa, beton porous dengan *fly ash* 15 % sebesar 22,170 MPa, dan beton porous dengan *fly ash* 30 % sebesar 4,479 MPa, sedangkan kuat tekan beton porous

perendaman air gambut dengan *fly ash* 0 % sebesar 16,750 MPa, beton porous dengan *fly ash* 15 % sebesar 14,740 MPa dan beton porous dengan *fly ash* 30 % sebesar 3,670 MPa. Nilai kuat tekan beton porous dengan umur masing-masing dilihat pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari. Pada semua variasi mutu beton porous 0 %, *fly ash* 15 % dan *fly ash* 30% dilihat dari Gambar 2 Menunjukkan bahwa beton porous dengan perendaman air gambut belum sesuai mutu rencana.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Kuat Tekan dengan variasi perendaman

No	Benda Uji	Hasil Kuat tekan Air PDAM (Mpa)	Hasil Kuat tekan Air gambut (Mpa)
1	Beton Porous 0 %	20,39	16,75
2	Beton Porous + Fly Ash 15 %	22,17	14,74
3	Beton Porous + Fly Ash 30 %	4,48	3,67

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium Struktur dan Bahan Politeknik Negeri Banjarmasin)



Gambar 2 Grafik Perbandingan Kuat Tekan dengan variasi perendaman

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan kuat tekan karakteristik untuk beton porous perendaman air PDAM dengan *fly ash* 0% sebesar 20,391 MPa, beton porous dengan *fly ash* 15 % sebesar 22,170 MPa, dan beton porous dengan *fly ash* 30 % sebesar 4,479 MPa, sedangkan kuat tekan beton porous perendaman air gambut dengan *fly ash* 0 % sebesar 16,750 MPa, beton porous dengan *fly ash* 15 % sebesar 14,740 MPa dan beton porous dengan *fly ash* 30 % sebesar 3,670 MPa. Perilaku retak pada beton porous dengan penambahan *fly ash* yang direndam dilahan gambut yaitu retak geser.

Referensi

- [1] ACI 522R-10. 2010. *Report On Pervious Concrete. Annual Book of ACI Standards.*
- [2] Andy, D. 2018. United Tractors merampungkan PLTU PAMA-1 pada 2019. Alamat :<https://investasi.kontan.co.id/news/united-tractors-merampungkan-pltu-pama-1-pada-2019> Diakses tanggal 04 Mei 2018

- [3] ASTM C 642-97. 1997. *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. Annual Book of ASTM Standards.*
- [4] *Concrete in Practice.* 2004. CIP-38 *Pervious Concrete*, NRMCA (National Ready Mixed Concrete Association), Silver Spring, Maryland. Alamat :<https://www.google.com/search?q=nrma+2004&oq=nr&aqs=chrome.0.69j59j69j57j46i67i131i433j0l4j0i433j0l2.2713j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Diakses tanggal 10 Juli 2017
- [5] Desmaliana. 2018. Jurnal. *Kajian Eksperimental Sifat Mekanik Beton Porous dengan Variasi Faktor Air Semen.* Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung. Bandung.
- [6] Ginting. 2015. Jurnal. *Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous dengan Bahan Pengisi Styrofoam.* Fakultas Teknik Universitas Janabadra. Yogyakarta.
- [7] Kardiyono, Tjokrodinuljo. 1992. *Teknologi Beton (Edisi Pertama).*

- Yogyakarta: Biro Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada
- [8] Khonado *et al.* 2019. Jurnal. *Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Porous dengan Variasi Ukuran Agregat*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [9] Marina & Pujiyanto. 2020. Jurnal. *Pengaruh Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton dan Porositas Beton Berpori*. Fakultas Teknik Sipil. Institut Teknologi Sumatera. Lampung Selatan.
- [10] Gusleniet *al.* 2020. Jurnal. *Hubungan Karakteristik Beton Porous dengan Variasi Komposisi Agregat Kasar*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.
- [11] Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- [12] Paul Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi
- [13] Peraturan Pemerintah Indonesia (PPI). No. 18 Tahun 1999. *Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Jakarta. Republik Indonesia.
- [14] Prabowo *et al.* 2013. Jurnal. *Desain Beton Berpori untuk Perkerasan Jalan yang Ramah Lingkungan*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [15] Puji Aji & Rachmat Purwono. 2011. *Pemilihan Proposi Campuran Beton (Concrete Mix Design)*. Surabaya: ITS press
- [16] Quinli, C & Reky, S. 2020. Jurnal. *Sifat Mekanik dan Permeabilitas Beton Porous dengan Substitusi Fly Ash Terhadap Semen*. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [17] Setiawati. 2018. Jurnal. *Fly ash Sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Palembang.
- [18] Sultan *et al.* 2018. Jurnal. *Korelasi Porositas Beton Terhadap Kuat Tekan Rata-Rata*. Fakultas Teknik Universitas Khairun. Ternate.
- [19] Spesifikasi Umum. 2010. Revisi 3 Divisi 7. *Tentang Struktur*. Republik Indonesia.
- [20] Trisnoyuwono, Diarto. 2014. *Beton Non Pasir*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [21] Widhiarto & Sujatmiko. 2012. Jurnal. *Analisis Campuran Beton Berpori Dengan Agregat Bergradasi Terpisah Ditinjau Terhadap Mutu dan Biaya*. Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945. Surabaya