

Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Rabat Beton Fly Ash PLTU Pangkalan Susu

Rahmi Mulyani¹, Edi Majuar², Amir Fauzi³, Muhammad Reza⁴

^{1,4} *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹rahmimulyani51@gmail.com

²edimajuar@pnl.ac.id

³amirfauzi@pnl.ac.id

⁴muhammadreza@pnl.ac.id

Abstrak— Fly ash berasal dari pembakaran batubara yang ada pada pembangkit listrik. Fly ash merupakan limbah padat yang memiliki sifat seperti semen. Sehingga, fly ash dapat dijadikan sebagai pengganti sebagian semen pada ikatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggunakan fly ash sebagai pengganti sebagian semen dalam jumlah yang besar. Hasil menunjukkan bahwa bentuk partikel fly ash seperti bola dengan permukaan partikel seperti kaca. Selain itu, fly ash diketahui memiliki elemen amorf seperti quartz (SiO₂), mullite (3Al₂O₃. 2SiO₂ or 2Al₂O₃. SiO₂), dan hematite (Fe₂O₃). Kuat tekan maksimum untuk pengujian 28 hari sebesar 23.1 MPa dengan perawatan di dalam air dan 21.4 dengan perawatan di udara.

Kata kunci— Fly Ash, Volume Tinggi, SEM, XRD, Kuat Tekan.

Abstract— Fly ash derives from the calcination of coal in the power plantation. Fly ash is a solid waste having cementitious properties. So it was used as the cement replacement for the binder. This study aims to utilize fly ash as the cement replacement in the high-volume concrete binder. The result showed that the particle shape of fly ash was spherical with a glassy surface. In addition, fly ash contained amorphous elements of quartz (SiO₂), mullite (3Al₂O₃. 2SiO₂ or 2Al₂O₃. SiO₂), and hematite (Fe₂O₃). The highest compressive strength at 28 days was 23.1 MPa with water curing and 21.4 MPa with air curing.

Keywords— Fly Ash, High Volume, SEM, XRD, Compressive Strength.

I. PENDAHULUAN

Untuk mencapai kuat tekan beton sesuai dengan yang direncanakan, salah satu pekerjaan beton yang harus diperhatikan yaitu perawatan beton. Perawatan beton merupakan perlakuan pada beton setelah beton dicor dan dibuka cetakan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, sehingga proses hidrasi dapat berjalan dengan sempurna dan dapat menghindari terjadinya retak pada permukaan beton (Mulyati & Arkis, 2020). Dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan beton dengan fly ash maka, persentase fly ash dapat juga digunakan sebagai bahan tambahan pengganti sebagian semen.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui komposisi campuran beton mutu normal yang menggunakan material bahan tambahan fly ash dengan kuat tekan beton memenuhi standar untuk rabat beton yaitu K-250. Namun demikian, kajian pemakaian fly ash pada rabat beton masih terbatas. Hasil penelitian ini nantinya diharapkan dapat menemukan komposisi campuran beton dan kuat tekan memenuhi standar rabat beton.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen tipe 1 OPC merek semen padang, batu bulat ukuran maksimum 20 mm, pasir, fly ash dan air.

B. Analisa Material

Analisa dilakukan untuk mengetahui bahwa material-material yang digunakan telah memenuhi standar SNI. Analisa material meliputi Agregat kasar, Agregat halus dan fly ash agar memenuhi persyaratan dan siap untuk memulai penelitian.

1. Agregat kasar dan agregat halus

Agar agregat layak dipakai dalam penelitian ini maka dilanjutkan dengan pemeriksaan uji agregat. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kadar air agregat (SNI 03-1971-2011), pengujian berat volume (SNI 03-1973-

2008), pengujian *absorption* (SNI 03-1969-2008), dan pengujian berat jenis (SNI 03-1969-2008).

2. Fly ash

Pada fly ash dilakukan pengujian berat jenis (ASTM C. 188-92).

C. Rancangan Beton

Agar mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal pada beton mutu normal yang direncanakan diperlukan percobaan dari segi komposisi dan teknik pelaksanaannya. Benda uji yang akan dibuat berupa kubus berukuran 15 × 15 × 15 cm dan variasi campuran fly ash. Untuk variasi persentase fly ash dapat dilihat pada Tabel 1. Benda uji ini akan ditreatment dengan metode perawatan *water curing* (WC) dan *air drying* (AD). Material yang digunakan adalah fly ash Pangkalan Susu (FAPS). Persentase yang digunakan untuk fly ash tersebut sebesar 30% dan 50% dari berat semen.

Tabel 1. Jumlah Sampel dan Variasi Campuran Fly ash

No.	Nama Sampel Fly Ash	Fly Ash (%)	Sampel Beton dan Umur Beton (Hari)				Jumlah
			7		28		
			WC	AD	WC	AD	
1.	OPC	0	3	3	3	3	12
2.	OPC-FAPS	30	3	3	3	3	12
3.	OPC-FAPS	50	3	3	3	3	12
Jumlah Sampel							36

Berdasarkan perencanaan campuran beton mutu normal yang direncanakan maka dapat ditentukan kebutuhan material untuk pembuatan benda uji. Untuk mendapatkan berat kebutuhan material *mix design* dibutuhkan terlebih dahulu nilai hasil uji agregat. Komposisi campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Campuran Beton

Kode	Agregat Kasar	Agregat Halus	Semen	Air	Fly ash
	kg	kg			
OPC	896,8	804,9	379,6	196,0	-
OPC-FAPS 30%	896,8	804,9	265,7	196,0	113,9
OPC-FAPS 50%	896,8	804,9	189,8	196,0	189,8

D. Pengujian Slump

Pada penelitian ini *slump* rencana yang digunakan adalah 75 mm pada konstruksi perkerasan dan slab. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar SNI 03-1972-2008.

E. Perawatan Beton (Curing)

Proses perawatan beton dilakukan dengan dua metode yaitu merendam dalam air dan kering udara dan beton akan diuji sampai dengan umur pengujiannya.

F. Pengujian Kuat Tekan

Penentuan kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk kubus dengan prosedur uji ASTM C-39 dan menggunakan Mesin *Compression Testing Machine* (CTM).

Jadi, penggantian FA30 lebih baik dari FA50 dimana pengurangan kuat tekan terhadap beton kontrol relatif kecil.

Dari kedua grafik diatas, dapat dilihat bahwa kuat tekan pada beton normal *water curing* maupun *air drying* memiliki nilai kuat tekan yang tinggi diawal sedangkan beton yang menggunakan *fly ash* memiliki nilai kuat tekan dibawahnya. Ini membuktikan bahwa sifat dari campuran bahan *fly ash* pada beton yaitu memiliki nilai ikat awal yang rendah dikarenakan pada *fly ash* sudah berkurangnya reaksi *pozzolanic* yang terjadi pada beton.

B. Pengujian Karakteristik Material dan Mikrostruktur Beton

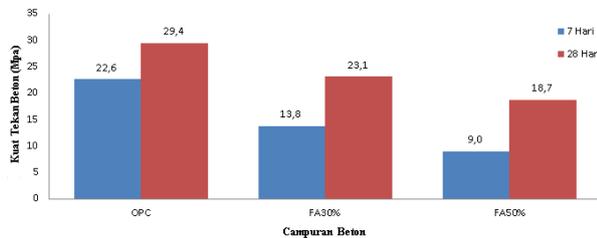
1. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

a. Fly ash Pangkalan Susu

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Penggunaan Fly ash Pangkalan Susu Terhadap Kuat Tekan Beton

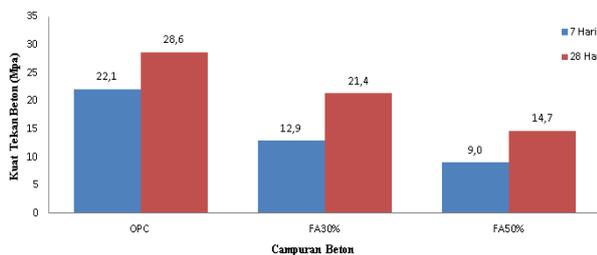
1. Water Curing



Gambar 1. Kuat Tekan Beton *Water Curing* Pangkalan Susu

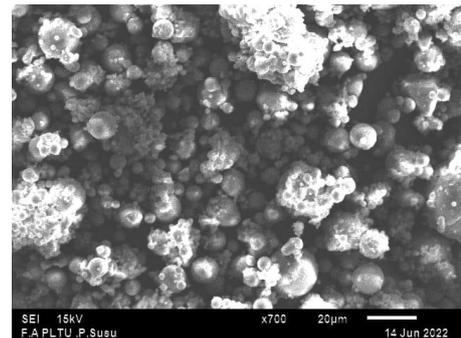
Gambar 1 menunjukkan perkembangan kuat tekan beton *water curing* dengan menggunakan FAPS pada kubus 15 x 15 x 15 cm. Nilai kuat tekan tertinggi didapat pada beton FA30 umur 28 hari yaitu 23,1 Mpa dan nilai kuat tekan terendah didapat pada beton FA50 umur 28 hari yaitu 18,7 Mpa terhadap beton kontrol. Dapat disimpulkan pada beton FA30 memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar dari beton FA50 pada umur 7 hari maupun 28 hari. Maka pada FA30 itu nilai kuat tekannya mendekati OPC.

2. Air Drying

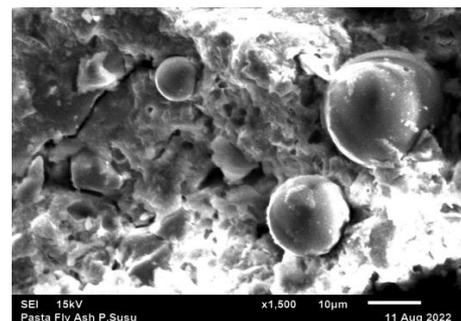


Gambar 2. Kuat Tekan Beton *Air Drying* Pangkalan Susu

Gambar 2 menunjukkan perkembangan kuat tekan beton *air drying* dengan menggunakan FAPS. Nilai kuat tekan tertinggi didapat pada beton FA30 umur 28 hari yaitu 21,4 Mpa dan nilai kuat tekan terendah didapat pada beton FA50 umur 28 hari yaitu 14,7 Mpa terhadap beton kontrol. Dapat disimpulkan pada beton FA30 memiliki nilai kuat tekan beton lebih besar dari beton FA50 pada umur 7 hari maupun 28 hari.

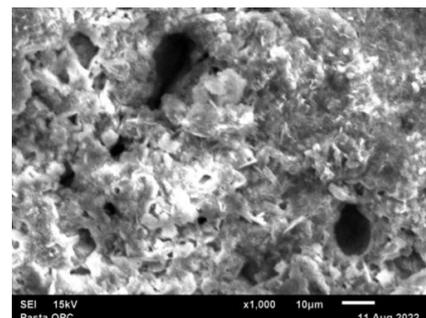


Gambar 3. Powder fly ash



Gambar 4. Pasta fly ash

Gambar 3 dan 4 menunjukkan morfologi partikel FAPS dan beton dengan substitusi FAPS. Terlihat pada gambar 3 bahwa partikel FAPS terdiri dari partikel yang berbentuk bola yang berkaca yang mana diyakini bahwa partikel FAPS dengan bentuk bola yang tidak mengalami reaksi *pozzolan* akan mengisi *concavity* dari gel yang terbentuk dari reaksi *pozzolan* FAPS dan semen dengan air sehingga beton bertambah padat dan akhirnya akan memberikan peningkatan pada kuat tekan pada beton. Gambar 4 merupakan lanjutan dari proses reaksi *pozzolan* pada beton dengan substitusi FAPS.

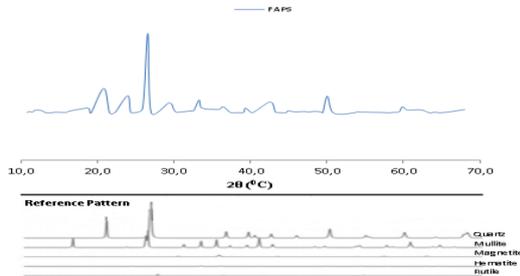


Gambar 5. Pasta OPC

b. Ordinary Portland Cement(OPC)

Morphologi partikel beton dengan bahan semen dapat dilihat pada gambar 5 menunjukkan adanya *ettringite*, gel C-S-H dan C-A-H serta $Ca(OH)_2$. Gel C-S-H dan C-A-H terbentuk dari hasil reaksi *pozzolan* semen dengan air dimana kandungan kalsium (Ca), silika (Si) dan alumina (Al) bereaksi dengan H_2O .

2. Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)



Gambar 6. Pola XRD pada FAPS

Gambar 6. Menunjukkan puncak utama partikel FAPS berada pada daerah 20 sampai 30 $2\theta(^{\circ}C)$ tepatnya pada daerah 25 sampai 27 $2\theta(^{\circ}C)$. Daerah ini menunjukkan bahwa partikel FAPS memiliki komposisi kimia utama pada Quartz (Si) yang bersifat amorf sedangkan pada puncak-puncak yang kecil menunjukkan adanya senyawa kimia Mullite (Al) dan hematite (Fe). Pengujian XRD dilakukan untuk powder tidak untuk pasta atau mortar.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan mutu K-250 terjadi penambahan kuat tekan pada campuran beton dengan tambahan *fly ash* terhadap berat semen sebanyak 30%

[8] Universitas Lampung.
 [9] Marthinus, A. P., dkk. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 729–736.
 [10] Muis, A. dkk., 2021. Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dengan Volume Tinggi dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri*, 5(1), 2598–3954.
 [11] Mulyati, & Arkis, Z. 2020. Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(2), 78–84.
 [12] Mulyono, T., 2003. *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
 [13] Nugraha, P. & Antoni. 2007. “*Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*”. Yogyakarta. Andi Offset.
 [14] Putri, K. Y., & Fauzi, A. 2019. Pengaruh Penggunaan Lumpur Sidoarjo sebagai Substitusi Material Fly Ash pada Geopolimer. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Politeknik*. 3(1), 134–138.
 [15] Rizki, S. dkk., 2021. Pengaruh Penggunaan Ternary Blend Fly Ash dengan Volume Tinggi dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknologi*, 21(2), 95–101.

dengan nilai kuat tekan sebesar 23,1 Mpa. Tetapi pada campuran beton dengan penambahan *fly ash* 50% terjadi penurunan dengan nilai kuat tekan sebesar 18,7 Mpa.

Pengaruh perawatan terhadap nilai kuat tekan beton yaitu semakin baik perawatan beton maka nilai kuat tekan semakin tinggi dan sebaliknya jika perawatan beton tersebut kurang, maka nilai kuat tekan yang dihasilkan akan berkurang. Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh besarnya nilai kuat tekan pada metode perawatan beton merendam dalam air (*water curing*) sebesar 23,1 MPa, dan kering udara (*air drying*) sebesar 21,4 Mpa. Berdasarkan nilai kuat tekan beton yang diperoleh dapat diketahui bahwa perawatan beton metode merendam dalam air dapat mencapai kuat tekan beton rencana, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa metode perawatan beton yang baik yaitu merendam dalam air (*water curing*). Mikrostruktur beton akibat pengaruh perawatan dapat mengakibatkan perubahan sifat fisis dan mekanis beton dari perilaku retak pada permukaan beton.

REFERENSI

[1] ACI Committee 211. 1991. *Standar Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy, Weight and Mass Concrete*. Detroit.
 [2] Adibroto, F., dkk. 2018. Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(1), 11–16.
 [3] Ahmad, I. A., dkk. 2009. Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 63.
 [4] Badan Standardisasi Nasional. 1990. SNI 03-1972-1990 : Metode Pengujian Slump Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1(ICS 91.100.30), 1–12.
 [5] Budiarti, 2020. *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Mataram.
 [6] Didik, I. dkk., 2021. *Teknologi Beton*. Makasar.
 [7] Lincolen, K., 2017. *Pengaruh Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash*. Bandar Lampung :
 [16] Setiawati, M. 2018. Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 17, 1–8.
 [17] SNI. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar SNI1969-2008. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
 [18] SNI 03-1972-2008 (*Cara Uji Slump Test Beton*).pdf. (n.d.).
 [19] SNI 03-1968. (1990). Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–5.
 [20] SNI 1971-2011. (2011). Cara Uji Kadar Air Total dengan Pengeringan. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 6.
 [21] Sulianti, dkk., 2018. Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Forum Mekanika*, 7(1), 1–58.
 [22] Tjokrodinuljo, K. 1992. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
 [23] Umboh, A. H., dkk. 2014. Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) Dari PLTU II Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 2(7), 352–358.