

## Use of fly Ash a Substitute For Part Cement In Wall Plaster: An Effective Study on The Quality Tests of Plastering

### Pemanfaatan Abu Batu Bara (*Fly Ash*) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Plester Dinding : Studi Pengaruhnya Terhadap Uji Kualitas Plesteran

Azizah Wardani<sup>1</sup>, Sutria Desman<sup>2</sup>, Fatma Ira Wahyuni<sup>3</sup>

<sup>1-2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh

Email korespondensi: [Azizahwardani23@gmail.com](mailto:Azizahwardani23@gmail.com)

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p><b>Kata kunci :</b></p> <p><i>Fly Ash</i>, Plesteran, Kuat Tekan, Semen , Ramah Lingkungan</p>	<p>Produksi semen dalam industri konstruksi menghasilkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan memanfaatkan limbah abu batu bara (<i>fly ash</i>) sebagai bahan pengganti sebagian semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan <i>fly ash</i> terhadap kuat tekan plesteran dinding serta menentukan persentase optimum pengganti semen agar tetap memenuhi standar kualitas plesteran. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Variasi <i>fly ash</i> yang digunakan adalah 20%, 30%, dan 40% dari berat semen. Benda uji berbentuk kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm, pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 21 hari. Fly ash yang digunakan berasal dari PLTU Sawah Lunto. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan <i>fly ash</i> memengaruhi sifat mekanik plester, terutama pada kuat tekan. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada campuran dengan <i>fly ash</i> 20% sebesar 18,24 Mpa pada umur 28 hari.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Keywords:</b></p> <p><i>Fly Ash</i>, Plaster, Compressive Strength, Cement , Environmentally Friendly.</p>	<p>Cement production in the construction industry generates a significant amount of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, which negatively impact the environment. One of the efforts to reduce this impact is by utilizing coal combustion waste (<i>fly ash</i>) as a partial replacement for cement. This study aims to determine the effect of using fly ash on the compressive strength of wall plaster and to identify the optimum percentage of fly ash substitution that still meets plaster quality standards. The research method used was a laboratory experiment with a quantitative approach. The variations of fly ash used were 20%, 30%, and 40% of the cement weight. Test specimens were cube - shaped with dimensions of 5 x 5 x 5 cm, and compressive strength tests were conducted at 7 and 21 days. The fly ash used in this study was obtained from the Sawah Lunto stream power plant PLTU Sawah Lunto). The results showed that the addition of</p>

---

fly ash affected the mechanical properties of the plaster, particularly its compressive strength. The highest compressive strength value was obtained from the mixture containing 20% fly ash, reaching 18.24 Mpa at 28 days of age.

---

## 1. Pendahuluan

Semen merupakan material utama dalam pembuatan mortar untuk plester dinding. Peningkatan kebutuhan pembangunan berdampak pada meningkatnya penggunaan semen, sehingga turut meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dari proses produksinya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan semen adalah dengan memanfaatkan material limbah industri sebagai substitusi, salah satunya *fly ash*. *Fly ash* adalah residu hasil pembakaran batu bara pada PLTU yang memiliki ukuran partikel halus serta kandungan silika dan alumina yang cukup tinggi, sehingga dapat berperan sebagai pozzolan. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *fly ash* dapat meningkatkan workability dan kekuatan mortar apabila digunakan dalam kadar tertentu.

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan *fly ash* untuk menggantikan sebagian semen dalam plester dinding, serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap kualitas plesteran berdasarkan uji kuat tekan.

## 2. Tinjauan pustaka

### 2.1 Defenisi Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

### 2.2 Fly Ash

Fly ash merupakan sisa pembakaran batu bara dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki senyawa kimia silika (SiO<sub>2</sub>) yang dikandung didalam abu batubara akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan akan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan yang mengikat, serta fly ash memiliki sifat pozzolan dan dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat.

#### 2.2.1 Komposisi Dan Sifat Kimia Fly Ash

*Fly ash* mengandung beberapa senyawa utama, diantaranya:

1. Silika (SiO<sub>2</sub>) : berperan sebagai bahan pozzolanik yang bereaksi dengan Ca(OH)<sub>2</sub> untuk membentuk gel C-S-H, yang meningkatkan kekuatan beton.
2. Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : berkontribusi pada reaksi pozzolanik dan meningkatkan ketahanan beton.
3. Besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : memengaruhi warna dan karakteristik fisik fly ash.
4. Kalsium oksida (CaO) : berfungsi sebagai komponen *cementitious* dalam fly ash kelas C.

#### 2.2.2 Klasifikasi Fly Ash

*Fly ash* diklasifikasikan berdasarkan kandungan kalsium oksidanya menjadi :

**a. Fly ash Kelas F**

1. Mengandung kalsium oksida (CaO) kurang dari 10%.
2. Berasal dari pembakaran batu bara antrasit dan bituminous.
3. Memiliki sifat *pozzolanic* murni, sehingga memerlukan kalsium hidroksida dari semen Portland untuk bereaksi.
4. Umumnya digunakan dalam beton struktural untuk meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat dan mengurangi reaksi alkali-silika.

**b. Fly ash Kelas C**

1. Mengandung lebih dari 10% kalsium oksida (CaO).
2. Berasal dari pembakaran batu bara lignit dan sub-bituminus.
3. Memiliki sifat *pozzolanic* dan *cementitious*, sehingga dapat mengeras sendiri saat bercampur dengan air.
4. Sering digunakan dalam pembuatan beton berkinerja tinggi serta beton tahan beku.

**2.3 Plesteran**

Pasta adalah adukan yang terdiri dari bahan perekat dan air. Motar (sering disebut juga mortar atau spesi) adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, fly ash, maupun semen Portland. Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi (bahan yang direkat). Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen Portland (dicampur dengan fly ash), dan air dengan perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan fly ash dan pasir berkisar antara 1:2 dan 1:10. Perbandingan yang sering dipakai dalam masyarakat berkisar antara bahan perekat dan pasir 1:6, 1:8 dan 1:10.

Dalam SNI 2837-2008 dijelaskan jenis plesteran dari 1:1 sampai dengan 1:8, dimana angka menunjukkan perbandingan semen terhadap pasir pasang. Jenis plesteran yang umum dipakai adalah plesteran 1:2, 1:3 dan 1:5. Plesteran 1:1 dan 1:2 merupakan material kedad air yang umum digunakan pada elemen konstruksi yang berhubungan dengan tanah dan air seperti pondasi, sloof dan dinding kamar mandi. Plesteran 1:3 untuk dinding beton dan dinding bata/ batako di sisi luar bangunan, sedangkan 1:5 digunakan untuk dinding bata dibagian dalam bangunan.

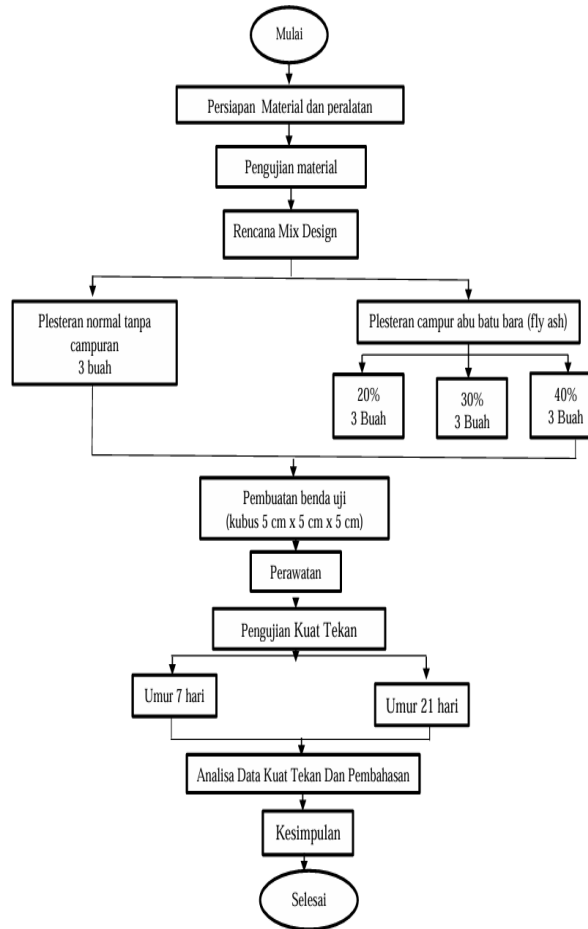
**2.4 Kuat Tekan**

Kuat tekan adalah salah satu parameter mekanik paling penting dalam bidang teknik sipil dan ilmu bahan bangunan, khususnya dalam pengujian beton, mortar, dan bahan bangunan lainnya yang dirancang untuk menerima gaya tekan. Kuat tekan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan gaya tekan hingga material tersebut gagal (hancur) atau mengalami deformasi permanen. Satuan kuat tekan umumnya dinyatakan dalam Megapascal (MPa) atau  $\text{kg/cm}^2$ .

Menurut standar internasional dari ASTM (American Society for Testing and Materials), kuat tekan adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silinder beton saat dikenakan gaya tekan. Pengujian dilakukan menggunakan mesin tekan dengan prosedur standar yang sudah ditetapkan, termasuk ukuran benda uji, kecepatan loading, dan umur benda uji (biasanya 7, 14, atau 28 hari).

**3. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium, dengan menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengetahui pengaruh Pemanfaatan *Fly Ash* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Plesteran.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

#### 4. Hasil dan pembahasan

##### 4.1 Pengujian Bahan Pembentuk Plesteran

Pengujian bahan dilakukan untuk mengetahui sifat bahan yang akan digunakan dalam campuran plesteran, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian pendahuluan agar komposisi plesteran dapat direncanakan secara tepat.

##### 1. Pengujian kadar lumpur dan kadar air pada agregat halus

pemeriksaan kadar lumpur pada agregat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar komposisi dalam campuran plesteran yang akan direncanakan. Pemeriksaan terhadap kadar lumpur dalam komposisi pencampuran plesteran sangat penting disebabkan karena lumpur dapat menghambat proses dan aktivitas persenyawaan campuran.

Tabel 1 Pengujian Kadar Lumpur Dan Kadar Air Agregat Halus

Jenis Agregat	Kadar Lumpur (%)	Kadar Air (%)
Agregat Halus	26,31	5,2

##### 2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus

Berat jenis dan penyerapan mempengaruhi penentuan kadar air yang dibutuhkan, jumlah semen yang dibutuhkan serta agregat yang akan digunakan pada campuran plesteran.

Tabel 2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Pada Agregat Halus

Jenis Agregat	Berat Jenis SSD	Berat Jenis Kering	Penyerapan (%)
---------------	-----------------	--------------------	----------------

Agregat Halus	2,13	2,4595	6,60
---------------	------	--------	------

3. Pengujian Bobot Isi Pada Agregat Halus

Pengujian bobot isi berguna untuk penakaran dilapangan dari berat menjadi volume dengan tujuan mendapatkan perbandingan yang sesuai antara semen, pasir, sehingga dapat merencanakan mutu beton yang diinginkan dan juga kekuatan beton tersebut.

Tabel 3 bobot isi agregat halus

BENDA UJI	VOLUME	W1.gram	W2.gram	W3.gram
I	4,81	4,8	5,9	6,4
II	1,318	4,8	5,9	6,3

4. Pengujian Waktu Ikut Semen

Pengujian penentuan waktu ikat semen secara lapangan bertujuan untuk mengetahui kapan adukan mulai mengeras (waktu ikat awal) dan kapan benar-benar mengeras (waktu ikat akhir). Hal ini penting agar pekerjaan pengecoran atau plesteran dapat dikendalikan, mencegah kerusakan akibat pengerjaan yang terlalu cepat atau terlalu lambat, serta menjamin mutu dan kualitas konstruksi sesuai standar.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Ikut Semen

No. pengamatan	Waktu penurunan (menit)		Retak Rambut	
	WIB	Selang	Belum	Terjadi
1	12.20	45	√	
2	13.05	45	√	
3	13.50	45	√	
4	14.35	45		√

4.2 Rancangan Campuran Beton ( Mix Design)

4.2.1 Hasil Analisa Saringan

Tabel 4 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

No Saringan	Saringan (Mm)	Berat	Jumlah	% Berat	% Lolos
		<u>Tertinggal</u> Halus	<u>Tertinggal</u> Halus	<u>Tertinggal</u> Halus	Halus
3/8	9,51	-	-	-	-
4	4,76	-	-	-	100
8	2,36	43,7	43,7	3,07	96,93
16	1,19	106,6	150,3	10,57	89,43
30	0,60	127,1	227,4	19,51	80,49
50	0,30	272,8	550,2	38,69	61,31
100	0,15	771,3	1321,5	92,93	7,07
200	0,08	57,4	1378,9	96,96	3,04
Pan		43,2	1422,1	100	0
Jumlah		1422,1	5144,1		

4.2.2 Hasil Campuran Plesteran

Tabel perencanaan ( job mix design)

Normal			
Perhitungan Job Mix Formula/Design			
Komponen	Proporsi	Berat Jenis	Berat (gr)
Semen	1	3,15	98,4375

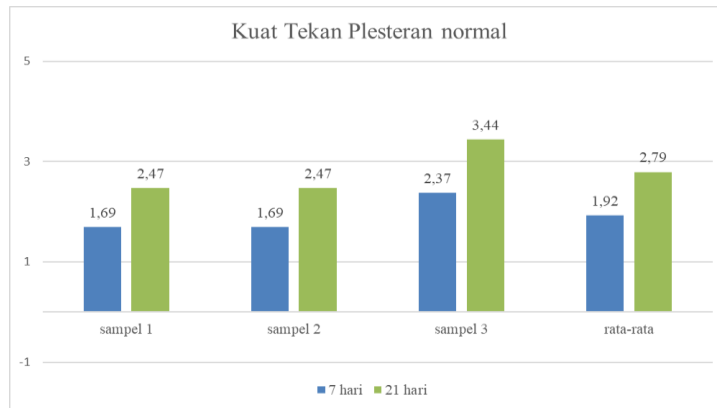
Pasir	3	2,13	199,6875
Air	-		49,21875

### 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Plesteran

#### 4.3.1 Hasil Kuat Tekan Pesteran Normal

Tabe 5 Data Kuat Tekan Sampel

No	Umur	Sampel	Kuat Tekan (Kn)	Berat (kg)	Mpa	Berat Rata-Rata (Kg)
1	7 Hari	1	5	0,22	1,69	1,92
		2	5	0,21	1,69	
		3	7	0,20	2,37	



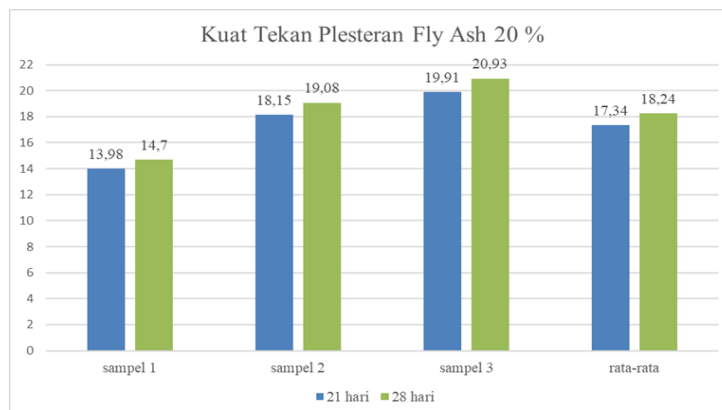
Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Plesteran Normal

#### 4.3.2 Kuat Tekan Plesteran Dengan Campuran Abu Batu Bara (Fly Ash)

##### a. PC Fly Ash 20 %

Tabel 6 Kuat Tekan Plesteran Campuran Fly Ash 20 %

No	Umur	Sampel	Kuat Teka n (Kn)	Bera t (kg)	Mpa	Berat Rata-Rata (Kg)
1	21 Hari	1	41,3	0,23	13,98	17,34
		2	53,6	0,24	18,15	
		3	58,8	0,24	19,91	
2	28 Hari	1	43,43	0,23	14,7	18,24
		2	56,36	0,24	19,08	
		3	61,83	0,24	20,93	

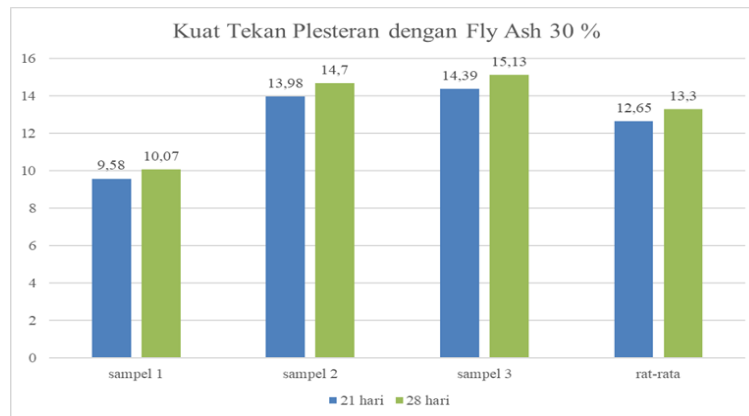


Gambar 2 Grafik Kuat Tekan Plesteran Dengan *Fly Ash* 20 %

**b. PC Fly Ash 30 %**

**Tabel 7 data kuat tekan plesteran campuran 30 %**

No	Umur	Sampel	Kuat Tekan (Kn)	Berat (kg)	Mpa	Berat Rata-Rata (Kg)
1	21 Hari	1	28,3	0,23	9,58	12,65
		2	41,3	0,24	13,98	
		3	42,5	0,23	14,39	
2	28 Hari	1	29,76	0,23	10,07	13,3
		2	43,43	0,24	14,7	
		3	44,69	0,23	15,13	

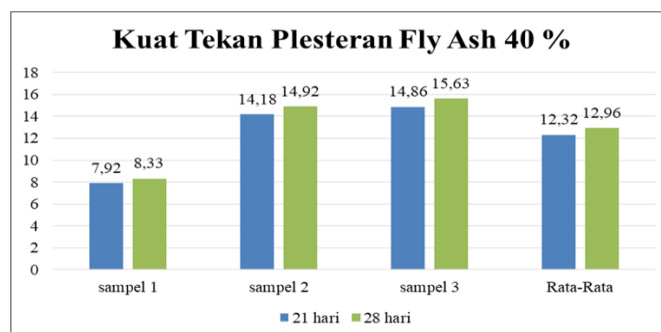


Gambar 3 Grafik Kuat Tekan Plesteran Dengan Fly Ash 30 %

**c. PC Fly Ash 40 %**

**Tabel 8 Kuat Tekan Plesteran Campuran Fly Ash 40 %**

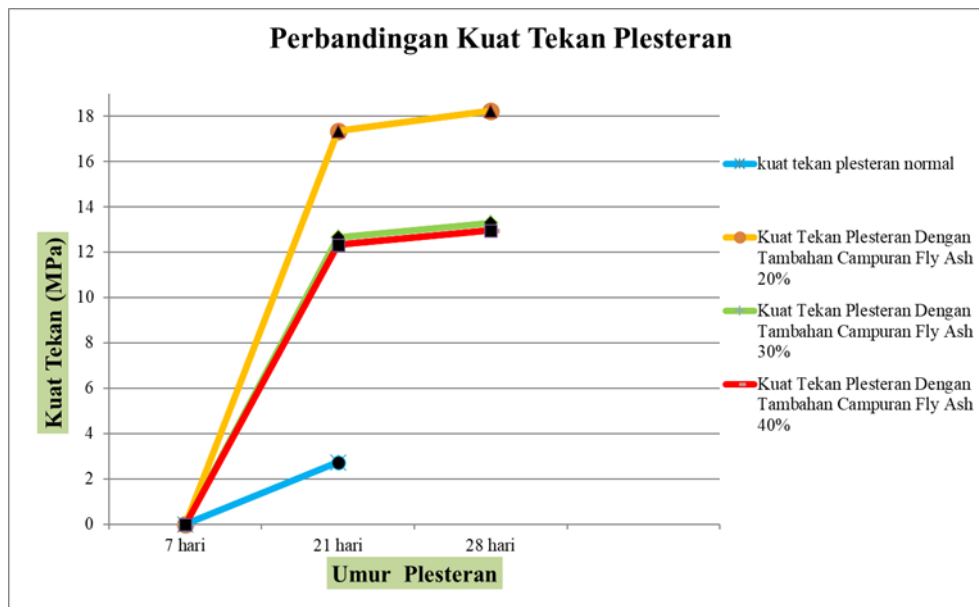
No	Umur	Sampel	Kuat Tekan (Kn)	Berat (kg)	Mpa	Berat Rata-Rata (Kg)
1	21 Hari	1	23,4	0,23	7,92	12,32
		2	41,9	0,23	14,18	
		3	43,9	0,22	14,86	
2	28 Hari	1	24,61	0,23	8,33	12,96
		2	44,06	0,23	14,92	
		3	46,16	0,22	15,63	



Gambar 4 Grafik Kuat Tekan Plesteran Dengan Fly Ash 40 %

Tabel 9 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Abu Batu Bara (Fly Ash)

No	Jenis plesteran	Kekuatan tekan karakteristik			Kekuatan tekan rata-rata (Mpa)	Plesteran karakteristik (kg/cm <sup>2</sup> )	
		1	2	3			
1	PN	1,69	1,69	2,37	1,92	23,09	
	PN	2,47	2,47	3,44			2,79
2	PC FA 20 %	13,98	18,15	19,91	17,34	208,915	
3	PC FA 30 %	9,58	13,98	14,39	12,65	152,409	
4	PC FA 40 %	7,92	14,18	14,86	12,32	148,433	
5	PC FA 20 %	28	14,7	19,08	20,93	18,24	219,759
6	PC FA 30 %	28	10,07	14,7	15,13	13,3	160,240
7	PC FA 40 %	28	8,33	14,92	15,63	12,96	156,144



Gambar 5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Plesteran

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pemanfaatan abu batu bara (*Fly Ash*) sebagai pengganti sebagian semen pada plester dinding : studi pengaruhnya terhadap uji kualitas plesteran, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan Abu Batu Bara (*fly ash*) sebagai pengganti sebagian semen pada adukan plesteran dinding berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Penambahan *fly ash* dalam campuran menyebabkan perubahan karakteristik plesteran, dimana pada persentase tertentu masih mampu menghasilkan kuat tekan yang memenuhi standar untuk plesteran non-struktural. Berdasarkan hasil uji durabilitas, retakan rambut pada plesteran dengan campuran baru terlihat di 4 jam 30 menit setelah pencetakan. Waktu ini lebih lama dibandingkan dengan semen normal, dimana retakan rambut sudah muncul pada 3 jam setelah pencetakan.

2. Berdasarkan dari variasi campuran yang diuji, didapatkan pada kadar campuran *fly ash* 20 % merupakan persentase optimum yang memberikan hasil terbaik terhadap kuat tekan plesteran, yang dimana didapatkan nilai kuat tekannya 17,34 Mpa, berdasarkan (SNI 03-6882-2002) nilai kuat tekan mortal normal 11,15 Mpa . Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar tersebut, *fly ash* dapat berperan sebagai bahan pengganti sebagian semen tanpa menurunkan kualitas plesteran secara signifikan, sekaligus mendukung penghematan penggunaan semen dan pemanfaatan limbah industri secara lebih ramah lingkungan.

## 5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang dapat diperhatikan agar memperoleh hasil yang lebih baik dan maksimum :

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk meneliti penggunaan *fly ash* dengan variasi persentase yang lebih luas (misalnya di bawah 20% atau diatas 40%) serta menambahkan variasi umur uji ( 56 hari atau lebih) agar diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai perkembangan kuat tekan jangka panjang.
2. Perlu dilakukan pengujian lain selain pengujian kuat tekan, yaitu seperti uji kelekatan plesteran pada dinding, dan uji terhadap ketahanan cuaca.

## Daftar Pustaka

- Amir, A. A., Parung, H., & Djameluddin, R. (2020). Effect of aggregate characteristics on the compressive strength of high strength concrete. FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil), 11(1)
- ASTM C39/C39M – 18. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM International.
- ASTM C618. (2019). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International.
- ASTM international. "ASTM C 618-19 Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete." Annual Book of ASTM Standards 2019 (2019).
- Badan Standardisasi Nasional. Air untuk Campuran Beton (SNI 03-2847-2002). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- Danasi, Marsianus, and Ade Lisantono. "Pengaruh penambahan fly ash pada beton mutu tinggi dengan silica fume dan filler pasir kwarsa." Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (2015).
- Darmawan, Muhammad. "TA PENAMBAHAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN CAMPURAN BETON NORMAL." Jutateks 3.1 (2019): 75-84.
- Hansen, C. "Pemanfaatan Bahan Limbah untuk Campuran Bahan Plesteran." JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK) 1.1 (2015): 18-27.
- Kumar, R., Kumar, S., & Mehrotra, S. P. (2015). Influence of fly ash on the strength and durability of cement mortar. Construction and Building Materials, 96, 486–493.
- Maryoto, Agus. "Pengaruh penggunaan high volume fly ash pada kuat tekan mortar." Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan 10.2 (2008): 103-114.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. (2006). Concrete: microstructure, properties, and materials. (No Title).
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Neville, Adam M. Properties of concrete. Pearson Education India, 1963.
- ONAIZI, ALI MOHAMMED AHMED SAGHIR, and UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA. ENHANCEMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH– VOLUME FLY ASH CONCRETE USING GLASS NANO POWDER AND EFFECTIVE

MICROORGANISMS. Diss. Universiti Teknologi Malaysia, 2022.

Pourkhorshidi, A. R., et al. "Applicability of the standard specifications of ASTM C618 for evaluation of natural pozzolans." *Cement and Concrete Composites* 32.10 (2010): 794-800.

SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Badan Standardisasi Nasional (BSN).