

ANALISIS *FLY ASH* TIPE C SEBAGAI ADITIF TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS SAMBOJA

ANALYSIS OF TYPE C FLY ASH AS AN ADDITIVE TO THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE USING SAMBOJA FINE AGGREGATES

Mardewi Jamal^{*1}, Tamrin², Tan Dicky Dwi Sutanto³, Sri Gusty⁴

*Email: wie_djamal@yahoo.com

^{1,2,3}Teknik Sipil, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

⁴Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Fajar, Makassar, Indonesia

Abstrak

Tujuan penelitian yakni menganalisis pemanfaatan *fly ash* tipe C yang berfungsi aditif untuk meningkatkan mutu beton menggunakan agregat halus samboja dan meningkatkan kuat tekan beton normal. Metode penelitian ini merujuk pada SNI-03-2834-2000 serta dilakukan uji kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 dan 30 cm, umur 28 hari serta kuat rencana 20,75 MPa. Adapun variasi yang digunakan 0%, 10%, 15%, 20%, 25% hingga 30% *Fly Ash* terhadap berat semen. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan beton secara berurutan sebesar 26,24 MPa; 28,72 MPa; 29,38 MPa; 30,88 MPa; 29,72 MPa dan 28,31 MPa, dan dari hasil tersebut terlihat nilai kuat tekan paling tinggi didapatkan pada variasi *fly ash* 20% dengan nilai kuat tekan 30,88 MPa. Adapun kenaikan persentase kuat tekannya secara berurutan adalah 9,45%; 11,96%; 17,68%; 13,26% dan 7,89%, juga dapat dilihat bahwa beton dengan variasi konsentrasi *fly ash* dapat meningkatkan kuat tekan hingga 17,68% dari beton normal pada variasi 20%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan penggunaan *fly ash* berperan secara efektif sebagai aditif mineral sehingga dapat memaksimalkan kuat tekan beton secara signifikan dan meningkatkan mutu beton yang menggunakan agregat halus samboja dan juga penelitian ini memberikan wawasan mengenai peran bahan aditif khususnya *fly ash* dalam meningkatkan kualitas beton.

Kata kunci : aditif, beton, *fly ash*

Abstract

This research aims to analyze the use of Type C Fly Ash as an additive to enhance the quality of concrete using Samboja fine aggregate and to increase the compressive strength of normal concrete. The research method adheres to the SNI-03-2834-2000 standard and conducts concrete compressive strength tests using cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm at the age of 28 days, targeting a planned strength of 20.75 MPa. The variations applied include 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, up to 30% Fly Ash relative to the weight of cement. The research findings indicate that concrete with varying concentrations of Fly Ash can increase compressive strength by up to 17.68% compared to normal concrete. The highest compressive strength is achieved with the 20% variation, recording a strength of 26.24 MPa. From this study, it can be concluded that the use of Fly Ash effectively functions as a supplementary mineral material in concrete, significantly improving its compressive strength and enhancing the quality of concrete using Samboja fine aggregate. Furthermore, this research provides insights into the role of additives, particularly Fly Ash, in enhancing concrete quality.

Keywords : additive, concrete, fly ash

I. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini sedang membangun sebuah mega proyek yaitu pembangunan ibu kota negara yang baru di Kalimantan Timur dengan julukan Ibu Kota Negara Nusantara (IKN). Salah satu tujuan pembangunan ibu kota negara yang baru diluar pulau Jawa adalah pemerataan pembangunan dan kesejahteraan di Indonesia. Dalam proyek pembangunan tersebut tentunya akan memerlukan sejumlah besar material bahan bangunan sebagai penyusun kontruksi beton atau baja yang dibangun di Ibu Kota Negara Nusantara.

Secara umum, beton adalah campuran bahan dengan material penyusun agregat, air, serta semen portland (juga dikenal sebagai semen) [1]. Beton telah menjadi pilihan yang sangat populer dan digunakan secara luas karena mudah mendapatkan bahan pembuatannya, harganya yang terjangkau, dan kesederhanaan dalam teknologi pembuatannya [2]. Untuk menghasilkan mutu beton yang baik diperlukan material penyusun beton yang baik juga [3], untuk saat ini material penyusun beton yang umum digunakan adalah agregat palu. Penggunaan material yang jauh dari lokasi proyek pembangunan tentunya akan menjadi masalah, sehingga diperlukan untuk mencari alternatif material lokal yang lebih murah dan berkelanjutan.

Salah satu alternatif bahan yang dapat di pertimbangkan adalah penggunaan agregat halus Samboja sebagai campuran dalam beton, Samboja adalah daerah yang berada di Kalimantan Timur yang letaknya cukup dekat dengan lokasi pembangunan ibu kota negara baru dan Samboja juga merupakan sebuah daerah penghasil sumber daya mineral termasuk agregat halus yang dapat digunakan dalam pembuatan beton. Dengan memanfaatkan material lokal proyek pembangunan ibu kota negara baru Indonesia dapat mengurangi biaya transportasi material dari luar daerah serta memberikan dampak positif perekonomian lokal, namun saat ini agregat halus samboja masih kurang di manfaatkan dalam pembuatan beton karena dinilai akan menghasilkan mutu beton yang kurang baik. Penggunaan agregat halus Samboja pada campuran beton masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sifat dan kekuatan beton yang dihasilkan.

Selain itu terdapat material lain yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton salah satunya adalah abu terbang atau *fly ash*, yaitu bahan sisa dari pembakaran batu bara Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang biasanya dibuang ataupun hanya

sekedar ditimbun. Penggunaan limbah *fly ash* sebagai bahan alternatif untuk mengoptimalkan kualitas beton, mengurangi penggunaan semen, dan juga membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan akibat limbah tersebut [3]. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. PLN (PERSERO) sektor Balikpapan yang merupakan pembangkit listrik yang paling dekat dengan proyek pembangunan Ibu Kota Nusantara, dan berdasarkan hasil pengujian XRF, *fly ash* termasuk dalam tipe C.

Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan analisis penggunaan *fly ash* tipe C terhadap nilai kuat tekan menggunakan agregat halus Samboja sebagai campuran beton. Adapun tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* tipe C sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat beton yang ditinjau dari kuat tekan.

Dengan pemanfaatan *fly ash* tipe C dan penggunaan agregat halus Samboja diharapkan dapat membuktikan kualitas dan kinerja agregat halus Samboja sebagai campuran dalam beton. Serta didapatkan kadar *fly ash* optimal untuk meningkatkan mutu beton. Penelitian ini tentunya akan membantu dan memberikan kontribusi positif terhadap penggunaan material lokal guna mendukung proyek pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton adalah sebuah gabungan antara semen hidrolik (*Portland Cement*), yang digabungkan dengan agregat kasar ataupun agregat halus menggunakan air dan sebuah bahan-bahan tambah lainnya (*Admixture* atau *Additive*) [4]. Dalam membuat beton dibutuhkan pengetahuan terkait karakteristik masing-masing bahan penyusun beton tersebut, selain itu diperlukan pemilihan material yang baik komposisinya untuk menghasilkan sebuah beton yang efisien dan memenuhi kekuatan yang direncanakan [5].

B. Semen

Semen dibuat dari proses menggiling terak semen Portland yang mengandung kalsium silikat yang bersifat hidrolis, dicampur dengan kristal senyawa kalsium sulfat, dan mungkin ditambahkan dengan bahan lainnya [6]. Jenis-jenis semen mencakup [7]:

1. *Semen Portland Tipe I*, yang umumnya digunakan untuk proyek-proyek umum.
2. *Semen Portland Tipe II*, yang digunakan untuk ketahanan terhadap sulfat atau dalam kondisi

hidrasi yang moderat.

3. Semen Portland Tipe III, berguna untuk kebutuhan kekuatan awal yang tinggi setelah tirade pengikatan.
4. Semen Portland Tipe IV, digunakan untuk kondisi hidrasi yang memiliki kalor rendah.
5. Semen Portland Tipe V, digunakan untuk ketahanan tinggi terhadap serangan sulfat.

Selain semen Portland juga terdapat jenis semen campur yaitu:

1. Portland Composite Cement (PCC), digunakan sebagai bahan pengikat untuk konstruksi beton pada umumnya.
2. Super Portland Pozzolan Composite Cement (PPC), digunakan untuk konstruksi beton massa atau konstruksi yang tahan terhadap sulfat dan tahan terhadap hidrasi panas.
3. Super Masonry Cement (SMC), digunakan sebagai bahan baku genteng beton, tegel ataupun paving block.
4. Super Blended Cement (SBC), digunakan untuk memenuhi kebutuhan konstruksi di laut.

C. Agregat

Agregat adalah elemen krusial dalam campuran beton. Komposisi agregat dalam beton mencapai 60-75% dari total beratnya, menjadikannya bagian yang signifikan dengan dampak besar pada kualitas beton yang dihasilkan [6]. Penggunaan agregat dalam campuran beton bertujuan untuk mengurangi penggunaan semen portland, meningkatkan kekuatan beton secara signifikan, mengendalikan penyusutan saat pengerasan, serta mengatur tingkat kehalusan campuran. Ada dua jenis agregat menurut ukuran, yakni kasar dan halus. Berdasarkan dimensi partikelnya: butiran lebih dari 40 mm disebut batu, 4,8 ~ 40,00 mm adalah agregat kasar, dan kurang dari 4,8 mm adalah agregat halus [6].

D. Fly Ash

Definisi Fly Ash yakni partikel halus sisa produksi batu bara. Dapat dibedakan 3 jenis, yaitu fly ash alami, fly ash sisa produksi batu bara antrasit atau bituminus, serta fly ash Tipe C dari batu bara jenis lignit atau subbituminus [8], Fly Ash terbagi 3 tipe yaitu :

1. Tipe N
Berasal dari pozzolan alam yang di kalsinasi yang memenuhi persyaratan
2. Tipe F
Sisa pembakaran batubara antrasit atau bituminous yang sifatnya pozzolanic

Berdasarkan ASTM C618-84a, kandungan kimia fly ash jenis C adalah CaO,

SiO₂, Al₂O₃. Fly ash jenis ini berasal dari pembakaran batu bara subbituminous dan mempunyai berat jenis sekitar 2.31 – 2.86 ton/m³

3. Tipe C

Sisa pembakaran lignit atau batu bara subbitunious dengan sifatnya pozzolanik dan sifat seperti semen. Fly ash memiliki sifat kimia yaitu silika serta alumina sekitar 80%. Sehingga dapat digunakan menjadi alternatif bahan sehingga meminimalisir penggunaan semen dalam pembuatan beton berkualitas baik [9].

Tipe fly ash bisa diidentifikasi menurut proporsi berbagai unsur di dalamnya. Fly ash berdasarkan Batuminous serta Lignit melalui komposisi kandungan Fe₂O₃ banyaknya CaO dan MgO. Jika Fe₂O₃ lebih tinggi dari jumlah CaO serta MgO, maka fly ash diklasifikasikan sebagai kelas Batuminous. Sebaliknya, jika Fe₂O₃ lebih sedikit dari jumlah CaO serta MgO, sehingga fly ash diklasifikasikan sebagai kelas lignit [10]. Dalam menentukan tipe dan jenis fly ash juga dapat menggunakan sifat kimia dari fly ash tersebut seperti yang ditunjukkan tabel 1 [11].

Tabel 1. Sifat Kimia Fly Ash

Senyawa Kimia	Tipe N	Tipe F	Tipe C
(SiO ₂) + (Al ₂ O ₃) + (Fe ₂ O ₃), Min %	70.0	70.0	50.0
(SO ₃), Maks %	4.0	5.0	5.0
Kadar Air, Maks%	3.0	3.0	3.0
Kehilangan panas, Maks %	10.0	6.0	6.0

E. Fly Ash Tipe C

Fly ash jenis C biasanya berasal dari pembakaran sub-bitumen batu bara dengan kandungan Silica (SiO₂), alumina (Al₂O₃) dan ferum oksida (Fe₂O₃) sedikitnya mencapai 50% dari berat total dan kandungan kalsium oksida yang tinggi yaitu berkisar antara 10% sampai 30%. Hampir semua bahan mineral yang dikandung oleh fly ash jenis ini memiliki sifat yang reaktif, sehingga memiliki sifat pozzolan dan juga sifat semen. Fly ash jenis C memiliki kekuatan awal yang tinggi, karena salah satu cirinya adalah memiliki kekuatan awal yang tinggi dibandingkan dengan jenis F.

F. Fly Ash sebagai Bahan Tambah

Terdapat beberapa penelitian yang memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan tambah salah satunya “Penggunaan *Fly Ash* Sebagai Bahan Tambah Pada Proses Pembuatan Mortar Dengan Bahan Dasar Pasir Apung”. Variasi *Fly Ash* yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dengan *fly ash* yang berasal dari PLTU Kota Tidore. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar *fly Ash* yang digunakan dalam campuran maka akan semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang dihasilkan [12]. Penelitian lain “Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Batubara (*Fly Ash*) Ex PLTU Rum Pada Campuran Beton” variasi bahan tambah abu terbang variasi kadar 10% sampai 30% dengan kenaikan 5% terhadap berat semen. Hasil dari pengujian tekan di menunjukkan nilai kuat tekan optimum terjadi pada variasi *fly ash* 20% sebesar 29,43 Mpa yang meningkatkan kuat tekan sebesar 26,45% dari beton tanpa bahan tambah *fly ash* [10].

III. METODE

A. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dipersiapkan agregat penyusun beton normal, material yang digunakan yaitu :

1. Kerikil berasal dari batu pecah Palu (Agregat Kasar)
2. Pasir alami daerah Samboja (Agregat Halus)
3. Semen Tipe I
4. *Fly Ash* PLTU Teluk Balikpapan

Material penyusun yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Material penyusun beton

B. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini metode penelitian yang digunakan adalah: Pertama dilakukan pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton, selanjutnya hasil pemeriksaan bahan digunakan sebagai dasar dalam melakukan *Mix Design* Beton yang menggunakan SNI 03-2843-2010 [12]. Setelah dilakukan *mix design* dilanjutkan dengan membuat benda uji dengan kuat tekan rencana $F'c$ 20,75 MPa, sesuai kebutuhan penelitian seperti tabel 2 berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Sampel

Kode Sampel	Kadar Abu Terbang	Jumlah Sampel
BN	0 %	3
FA 1	10%	3
FA 2	15%	3
FA 3	20%	3
FA 4	25%	3
FA 5	30%	3
TOTAL =		18

Setelah dilakukan pembuatan benda uji, dilanjutkan dengan perendaman benda uji dalam bak perendam selama 28 hari. Setelah itu baru dilakukan uji tekan terhadap seluruh benda uji.

C. Teknik Analisis Data

Pengujian kuat tekan beton dan karakteristik agregat di Laboratorium Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Proses ini menggunakan alat Digital Compression Testing pada umur beton 28 hari. Setelah melakukan uji kuat tekan, maka hasil pengujian didapatkan data beban maksimum dari bacaan digital mesin uji kuat tekan selanjutnya data dan hasil dari pengujian ini dihitung menggunakan rumus berikut [13] :

$$F'c = P / A \tag{1}$$

dimana :

P = Kuat Tekan (Kn)

A= Luas Bidang Tekan (mm²)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemeriksaan Fly Ash

Fly Ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* yang berasal dari PT PLN(Persero) Sektor Balikpapan. Data sekunder hasil pemeriksaan kandungan kimia *Fly Ash* yang didapatkan dari PT PLN(Persero) Sektor Balikpapan yang pengujiannya di laboratorium SUCOFINDO Balikpapan menunjukkan hasil uji XRF yang disajikan pada Tabel 3:

Tabel 3. Hasil Uji XRF *Fly Ash*

No	Parameter	Unit	Hasil
1	SiO ₂	% Wt	32.67
2	Al ₂ O ₃	% Wt	14.74
3	Fe ₂ O ₃	% Wt	19.72
4	CaO	% Wt	14.63
5	MgO	% Wt	6.93
6	Na ₂ O)	% Wt	0.49
7	K ₂ O	% Wt	0.90
8	TiO ₂	% Wt	0.66
9	MnO ₂	% Wt	0.33
10	Cr ₂ O ₃	% Wt	0.01
11	P ₂ O ₅	% Wt	0.28
12	SO ₃	% Wt	4.06
13	(LOI)	% Wt	4.14
14	Carbon, <i>Dry Basis</i>	% Wt	<0.03

Berdasarkan Hasil Pengujian XRF tersebut maka didapatkan persentase besaran senyawa pada *Fly Ash* dan selanjutnya dilakukan pemeriksaan senyawa kimia *Fly Ash* yang disajikan pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Pemeriksaan Persentase Senyawa Kimia

Senyawa Kimia	Hasil Pengujian	<i>Fly Ash Tipe C</i>
(SiO ₂) + (Al ₂ O ₃) + (Fe ₂ O ₃)	67,13 %	Min 50.0%
(SO ₃)	4.06 %	Maks 5.0%
Kehilangan panas,	4.14 %	Maks 6.0%

Dari Hasil pemeriksaan diatas didapatkan hasil bahwa *Fly Ash* PLTU Teluk Balikpapan masuk kedalam kategori C dimana besaran nilai *Pozzolan* (SiO₂+ Al₂O₃+ Fe₂O₃) yang terkandung di dalam *Fly Ash* adalah sebesar 67,13% hasil pengujian memenuhi persyaratan *Fly Ash* jenis C yang disyaratkan oleh ASTM C.618 yaitu lebih besar dari 50% dan kurang dari 70% adalah *Fly Ash* dengan Tipe C dan kandungan CaO yang melebihi 10% [14], [15].

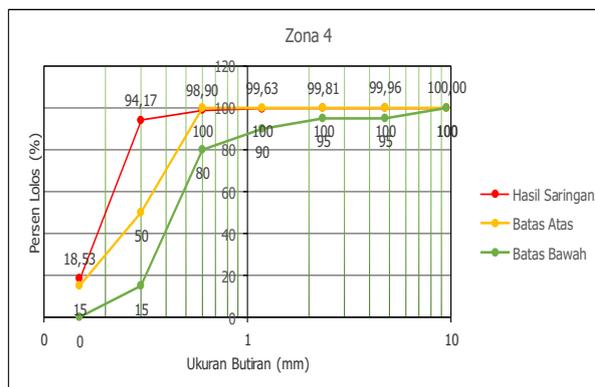
B. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun agregat halus yang dilakukan pemeriksaan adalah agregat halus yang berasal dari daerah Samboja. Hasil pengujian disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Agregat Halus

Nama Pengujian	Satuan	Hasil	Syarat
Kadar Air	%	10.41	
Penyerapan Air	%	0.51	
Kadar Lumpur	%	1.31	5%
Berat jenis (Bulk)	Gr/cm ³	2.65	
Berat jenis (SSD)	Gr/cm ³	2.66	>2.50

Hasil karakteristik agregat halus yang diperoleh sudah sesuai dengan persyaratan dalam SNI 1971:2011. Dan grafik gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gradasi Agregat Halus

Adapun hasil pengujian dan plot grafik menunjukkan agregat halus Samboja masuk kedalam kategori zona 4 (Halus) dan selanjutnya hasil pengujian analisis saringan ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan besaran persentase agregat halus dalam campuran beton.

C. Pemeriksaan Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan agregat kasar yang akan dilakukan pemeriksaan adalah agregat kasar batu pecah palu. Dari hasil pengujian kondisi agregat kasar palu didapatkan kadar lumpur yang lebih dari persyaratan sehingga dalam penelitian ini agregat kasar akan dilakukan pencucian sebelum digunakan kedalam campuran beton. Hasil pengujian tersaji pada tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Nama Pengujian	Satuan	Hasil	Syarat
Kadar Air	%	0.97	
Penyerapan Air	%	1.08	
Kadar Lumpur	%	1.12	Maks 1%
Berat jenis (Bulk)	Gr/cm ³	2.75	
Berat jenis (SSD)	Gr/cm ³	2.78	> 2.50
Keausan Agregat		12.18	< 27%

D. Hasil Mix Design

Mix Design mengacu pada SNI 03-2834-2000, Perencanaan campuran terdiri dari nilai kuat tekan rencana, penetapan tipe semen yang digunakan, umur beton rencana, penentuan Faktor Air semen (FAS), penentuan batas gradasi agregat kasar dan halus, nilai slump rencana dan berat jenis beton, adapun hasil dari perencanaan campuran dengan kuat tekan rencana 20.75 MPa tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Rancangan Campuran

Variasi	Air (Kg)	Koral (Kg)	Pasir (Kg)	Semen (Kg)	Fly Ash (Kg)
BN	150.2	1323.9	624.2	341.6	0.00
FA 10%	150.2	1323.9	624.1	341.6	34.17
FA 15%	150.2	1323.9	624.2	341.6	51.25
FA 20%	150.2	1323.9	624.2	341.6	68.33
FA 25%	150.2	1323.9	624.2	341.6	85.42
FA 30%	150.2	1323.9	624.2	341.6	102.50

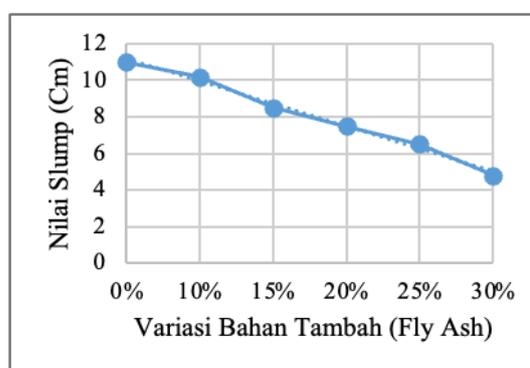
E. Hasil Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan pada setiap variasi campuran beton, tujuannya yakni mengidentifikasi kelecakan beton yang dihasilkan, hasil pengujiannya disajikan di tabel 8. Dan dari hasil pengujian slump gambar 4 disimpulkan dalam tabel 8 dibuat grafik seperti pada gambar 3. Dan dari hasil pengujian slump gambar 4 disimpulkan dalam tabel 8 dibuat grafik seperti pada gambar 3. Dari gambar 3 dapat disimpulkan bahwa seiring dengan bertambahnya kandungan fly ash dalam campuran akan membuat volume bahan yang menyerap air semakin besar sehingga membuat campuran beton akan semakin

kaku dan kental sehingga menghasilkan nilai slump yang menurun seiring bertambahnya Fly Ash.

Tabel 8. Hasil Slump Test

No	Variasi	Slump	Satuan
1	Beton Normal	11	Cm
2	FA 10%	10.2	Cm
3	FA 15%	8.5	Cm
4	FA 20%	7.5	Cm
5	FA 25%	6.5	Cm
6	FA 30%	4.8	Cm



Gambar 3. Grafik Hasil Slump Test



Gambar 4. Pengujian Slump Test

F. Hasil Pengujian Berat Isi

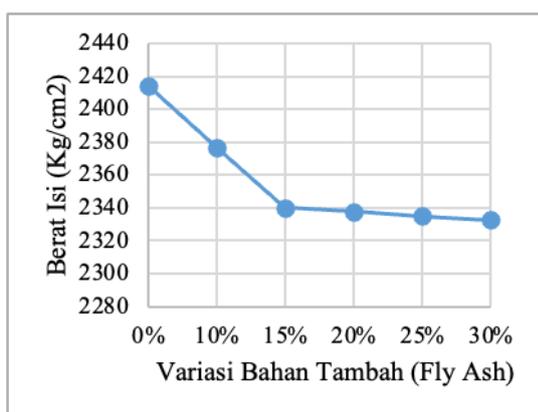
Pengujian berat isi dengan cara membandingkan berat beton dengan volume total beton, hasilnya terlihat pada tabel 9. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa semakin bertambahnya volume fly ash berat isi beton akan cenderung menurun karena berat jenis fly ash lebih rendah dari material penyusun lainnya, hasil penurunan terlihat di gambar 5.

Tabel 9. Hasil Uji Berat Isi

Variasi	Berat Benda (Kg)	Berat Isi (Kg/m ³)	Berat Isi Rerata (Kg/m ³)
BN	12.9	2442.1	2415.7
	12.7	2400.6	
	12.7	2404.3	
FA 10%	12.6	2377.9	2376.7
	12.5	2355.3	
	12.7	2396.8	
FA 15%	12.4	2340.2	2340.2
	12.5	2351.5	
	12.3	2328.9	
FA 20%	12.4	2340.2	2337.7
	12.4	2332.6	
	12.4	2340.2	
FA 25%	12.4	2332.6	2335.1
	12.4	2340.2	
	12.4	2332.6	
FA 30%	12.4	2332.6	2332.6
	12.3	2328.9	
	12.4	2336.4	

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
BN	26.13	26.24
	26.67	
	25.92	
FA 10%	30.01	28.72
	27.76	
	28.38	
FA 15%	28.44	29.38
	29.81	
	29.88	
FA 20%	31.92	30.88
	30.97	
	29.74	
FA 25%	30.70	29.72
	30.90	
	27.56	
FA 30%	28.65	28.31
	27.97	
	28.31	



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Berat Isi

G. Hasil Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasilnya disajikan pada tabel 10.

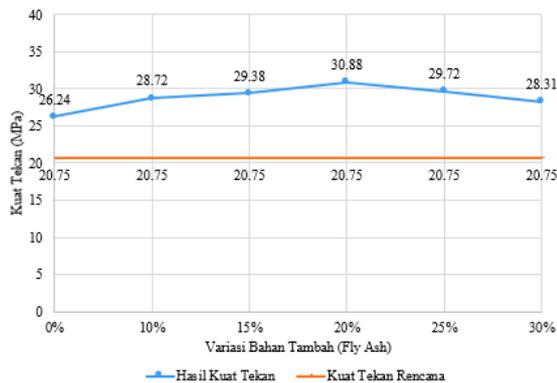
Dari tabel 10 dapat dilihat bahwa hasil semakin bertambah kadar *fly ash* maka akan meningkat pula nilai kuat tekan beton. Kuat tekan tertinggi berada pada variasi 20% yaitu 30.88 MPa dan pada variasi 25% dan 30% kuat tekan yang dihasilkan cenderung menurun, ini menunjukkan bahwa *fly ash* dengan kadar penambahan tertentu mampu menaikkan nilai kuat tekan. Kenaikan kuat tekan terlihat pada gambar 3.

Kenaikan kuat tekan beton pada penelitian ini terjadi akibat dari penambahan *fly ash* itu sendiri, dimana *fly ash* memiliki sifat yang reaktif, sehingga memiliki sifat pozzolan dan juga sifat semen sehingga mampu menaikkan kuat tekan beton tersebut dan mampu memperbaiki kualitas beton normal khususnya beton normal dengan menggunakan agregat halus Samboja. Hal ini sesuai dengan pedoman bahwa penggunaan bahan tambah mineral atau *Additive* dalam hal ini *fly ash* dapat memperbaiki kinerja beton salah satunya menaikkan

kekuatan beton [16]. Selain itu pengaruh kenaikan kuat tekan juga tergantung pada kuantitas dan kualitas bahan *fly ash* yang digunakan, terutama komposisi kimia dan mineral, kehalusan, aktivitas, serta jenis semen, dan kondisi pengawetan beton [17] [18].



Gambar 6. Pengujian Kuat Tekan beton



Gambar 7. Grafik Hasil Kuat Tekan beton

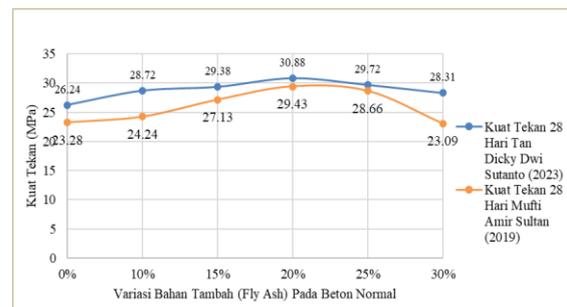


Gambar 8. Pola retak beton

Adapun pola retak yang terjadi setelah dilakukan uji tekan terlihat pada gambar 8. Dari 5 jenis pola retak berdasarkan ASTM standar, pola retak yang terjadi termasuk dalam jenis pola retak geser. Salah satu yang menyebabkan pola retak yang terjadi adalah tidak homogenya agregat kasar, sehingga distribusi kekuatan dalam benda uji tidak merata dan retakan mengikuti titik-titik lemahnya.

H. Perbandingan Dengan Peneliti Terdahulu

Kenaikan mutu beton tersebut khususnya yang ditinjau dari kuat tekan beton juga didukung dari penelitian terdahulu yang menunjukkan kenaikan kuat tekan beton dengan memanfaatkan abu terbang sebagai aditif seperti penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Batubara (Fly Ash) Ex PLTU Rum Pada Campuran Beton” [9] gambar grafik perbandingan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Rerata

Dari hasil gambar 9 menunjukkan hasil kuat tekan beton yang berbeda namun memiliki tren yang sama yaitu *fly ash* yang fungsinya aditif dapat memaksimalkan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada variasi 20% *fly ash*, sedangkan terjadi perbedaan besaran nilai kuat tekan ini terjadi karena dari kedua peneliti menggunakan bahan penyusun yang berbeda dan mutu rencana yang berbeda sehingga menghasilkan kuat tekan yang berbeda.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis bahwa *fly ash* tipe C dan agregat halus samboja mampu memperbaiki mutu dari beton normal, dari hasil pengujian menunjukkan kenaikan kuat tekan dengan variasi FA 10%, FA 15%, FA 20%, FA 25% dan FA30% secara berurutan adalah 9.45%, 11.96%, 17.68%, 13.26%, dan 7.89% dari kuat tekan beton normal. Dengan nilai kuat tekan secara berurutan sebesar 26.24 MPa, 28.72 MPa, 29.38 MPa, 30.88 MPa, 29.72 MPa dan terakhir 28.31 MPa.

Kenaikan kuat tekan ini dipengaruhi oleh penggunaan bahan tambah *fly ash* dimana *fly ash* sendiri mempunyai kandungan yang sama seperti semen yaitu bahan pozzolan. Kuat tekan tertinggi didapatkan pada variasi *fly ash* 20% dengan nilai sebesar 30,88 MPa, dapat disimpulkan nilai kadar optimum *fly ash* sebagai aditif adalah 20% *fly ash*.

B. Saran

Untuk mengetahui lebih jauh pengaruh *fly ash* tipe C dalam beton, dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan *fly ash* sebagai substitusi terhadap agregat halus dengan menggunakan agregat halus dari kota lain yang berada dalam lingkup Ibukota Nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. A. K. S. and R. , “Inovasi Beton Ramah Lingkungan,” *Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang*, vol. 6, pp. 74-85, 2019.
- [2] M. Setiawati, “Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton,” in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2018, pp. 1–8.
- [3] F. A. Sunaryo, “Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Beton,” Universitas Siliwang Tasikmalaya, 2021.
- [4] B. Sujatmiko, *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia, 2019.
- [5] S. Apriwelni and N. B. Wirawan, “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi,” *J. Sainis*, vol. 20, no. 1, pp. 61–68, 2020.
- [6] D. Chandra, “Analisa Pengaruh Aktivator Kalium dan Kondisi Material Pada Beton Geopolymer dari limbah Fly Ash Batubara Terhadap Kuat Tekan,” *J. Rekayasa*, vol. 11, no. 1, pp. 1–16, 2021.
- [7] N. A. S. Purwono, R. S. A. M, A. C. Wicaksono, and W. W. Utomo, “Analisa Pengaruh Penambahan Dan Substitusi Agregat Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Non-Pasir,” *J. Rekayasa*, vol. 10, no. 1, pp. 56–71, 2020.
- [8] Tumingan, “Kekuatan Tekan Beton Menggunakan Bahan Pond Ash Dan Laterit Sebagai Pengganti Pasir,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 2020, pp. 1–7.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, *SNI - 2847 – 2000 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2000.
- [10] M. A. Sultan, Imran, and M. Faujan, “Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Batubara (Fly Ash) Ex PLTU Rum Pada Campuran Beton,” *Teras J. J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 83–90, 2019.
- [11] S. W. Utami, “Karakteristik Kimiawi Fly Ash Batu Bara dan Potensi Pemanfaatannya Sebagai Pupuk Organik,” *Agrointek*, vol. 12, no. 2, pp. 108–112, 2018.
- [12] D. Kabir, Imran, and M. A. Sultan, “Penggunaan Fly Ash Sebagai Bahan Tambah Pada Proses Pembuatan Mortar dengan Bahan Dasar Pasir Apung,” *Techno J. Penelit.*, vol. 7, no. 2, pp. 157–164, 2018.
- [13] ASTM C136 / C136M - 19, *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*, PA. West Conshohocken: ASTM International, 2019.
- [14] R. F. Pohan and M. R. Rambe, “Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton,” *J. LPPM UGN*, vol. 12, no. 3, pp. 1–7, 2021.
- [15] ASTM-C618-03, *Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcinated Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete*. USA: Annual Books of ASTM standards, 2003.
- [16] ASTM C29/C29M, “Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Agregate, Manual of Agregate and Concrete Testing, PA,” *ASTM International*, 2020.
- [17] Z. Giergiczny, “Fly Ash and Slag,” *Cement and Concrete Research*, vol. 124, 2019
- [18]. Snezana Marinkovic and Jelena Dragos, “Fly Ash,” *Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, pp. 325-360, 2018.