

KORELASI KADAR *FLY ASH* DENGAN PENAMBAHAN ZAT ADITIF *MASTERGLENIUM ACE 8595* TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Kartika Marpaung¹, Widya Apriani², Hendri Rahmat³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324
Email: sulistiyorendy@gmail.com, Winayatimt@gmail.com, rahmat@unilak.ac.id.

ABSTRAK

Beton merupakan bahan konstruksi yang penting digunakan pada struktur bangunan. *Superplasticizer* adalah zat aditif yang meningkatkan karakteristik beton pada berbagai variasi mutu beton. Salah satunya penggunaan bahan tambahan zat aditif *Masterglenium ACE 8595*. Variasi abu terbang (*fly ash*) memiliki keuntungan seperti bahan yang tidak menyusut, tidak mudah mengalami retakan, permeabilitas dan mengurangi panas hidrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi *fly ash* dengan penambahan zat aditif *Masterglenium ACE 8595* terhadap kuat tekan beton. Metode penelitian yaitu studi eksperimental pada Laboratorium dengan metode DOE (*Department of Environment*) sesuai SNI 03-2834-2000. Benda uji berbentuk silinder ukuran 300 x 150 mm sebanyak 42 sampel. Benda uji akan diuji kuat tekan setelah umur 14 dan 28 hari. Hasil penelitian diperoleh kuat tekan tertinggi umur 14 hari pada variasi *fly ash* 5 % dari berat semen sebesar 30,56 MPa dan nilai kuat tekan yang terendah pada variasi *fly ash* 7 % dari berat semen sebesar 17,35 MPa. Hasil penelitian diperoleh kuat tekan tertinggi umur 28 hari pada variasi *fly ash* 5 % dari berat semen sebesar 36,22 MPa dan nilai kuat tekan yang terendah pada variasi *fly ash* 7 % dari berat semen sebesar 28,58 MPa. Kesimpulan dari penelitian bahwa terdapat hubungan yang bertolak belakang antara variasi *fly ash* terhadap kuat tekan beton dengan nilai hubungan sebesar -0,955 pada umur beton 14 hari dan kuat dan -0,842 pada umur 28 hari. Hipotesis korelasi ganda pada umur 14 hari nilai F_{hitung} sebesar 0,380 dan umur 28 hari dalam nilai F_{hitung} sebesar 7,13.

Kata kunci: Beton, *fly ash*, korelasi ganda, kuat tekan, *masterglenium ACE 8595*

ABSTRACT

Concrete is an important construction material used in building structures. *Superplasticizer* is an additive that improves the characteristics of concrete in various concrete quality variations. One of them is the use of additives *Masterglenium ACE 8595*. Variation of fly ash has advantages such as materials that do not shrink, do not easily experience cracks, permeability and reduce heat of hydration. This research aims to analyze correlation fly ash with the addition of additives *Masterglenium ACE 8595* on the compressive strength of concrete. The research method is an experimental study in the laboratory using the DOE method (*Department of Environment*) according to SNI 03-2834-2000. Cylindrical test objects measuring 300 x 150 mm totaling 36 samples. The specimens will be tested for compressive strength after 14 and 28 days. The results of the research obtained the highest compressive strength at 14 days of variation fly ash 5% of the cement weight is 30,56 MPa and the lowest compressive strength value in the variation fly ash 7% of the cement weight of 17,35 MPa. The results of the research obtained the highest compressive strength at 28 days of variation fly ash 5% of the cement weight is 36,22 MPa and the lowest compressive strength value is the fly ash variation, 7% of the cement weight is 28.58 MPa. The conclusion of the research is that there is an inverse relationship between variations fly ash on the compressive strength of concrete with a relationship value of -0,955 at the concrete age of 14 days and strength and -0,842 at the age of 28 days. The double correlation hypothesis at 14 days of age has a value of 0,380 and at 28 days of age has a value of 7,13.

Keywords: Concrete, compressive strength, double correlation fly ash, *masterglenium ace 8595*

1. PENDAHULUAN

Salah satu material penting yang sering digunakan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia adalah beton. Pada hakikatnya beton adalah campuran agregat halus dan kasar yang dipadukan dengan air, semen yang berfungsi sebagai pengikat dan pengisi antara kedua jenis agregat tersebut, dan terkadang bahan *additive* (Putri., A. P. dan Tobing., A., K, 2018).

Bahan tambahan yang disebut *superplasticizer* meningkatkan kualitas beton di berbagai tingkatan beton. Daya tarik visual dari *superplasticizer* disebabkan oleh kebutuhan akan bahan tambahan pada beton untuk menghasilkan beton yang dapat dikerjakan dengan baik

Salah satunya melibatkan penggunaan material seperti *Polycarboxylic Between* (PCE), sebuah *superplasticizer* yang bekerja dengan baik dengan campuran pracetak dan siap pakai serta memiliki konsistensi cairan kental berwarna orange, bersama dengan material seperti *MasterGlenium ACE 8595*.

Beton *fly ash* merupakan salah satu inivasi beton yang banyak dikembangkan. *Fly ash* yang merupakan produk samping industri dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan senyawa yang terdapat pada abu batu bara yang disebut silikon dioksida (SiO_2). Penambahan *fly ash* pada campuran beton menjadikannya sebagai bahan tambahan mineral yang baik untuk beton itu sendiri dan penggunaan *fly ash* mempunyai kelebihan yaitu sebagai material yang tidak menyusut, tidak retak, konduktif dan panas hidrasi.

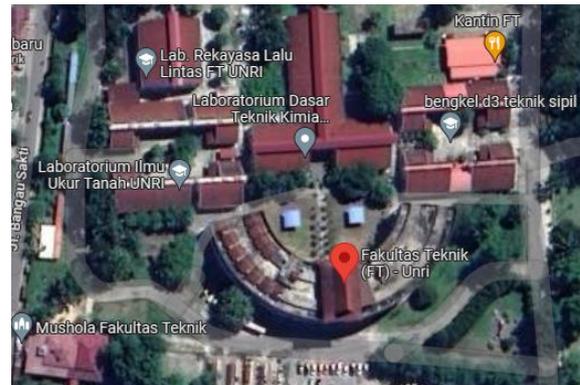
Teknik untuk menguji salah satu atau lebih variabel untuk memastikan hubungannya adalah analisis korelasi. Hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat diperiksa dengan menggunakan analisis korelasi.

Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan percobaan korelasi penambahan kadar *fly ash* pada beton sebesar 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 % dan 7 % berdasarkan penelitian Achmad. K., dkk (2019), dengan zat aditif *MasterGlenium ACE 8595* pada variasi dosis 0.81 % dengan pengurangan air 15 % berdasarkan penelitian (Novan, A., dkk., 2020).

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini di Laboratorium Teknomogi Beton, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau, Pekanbaru dan pengujian XRF di Universitas Negeri Padang, Sumatra Selatan. Berikut lokasi simpang yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan kuat tekan beton berlangsung selama 14 hari dan 28 hari. Tahap perencanaan campuran beton dilakukan menimbang material lalu dimasukkan kedalam *concrete mixer*, masukkan air sampai merata setelah di campur masukkan ke dalam cetakan silinder diameter 150 mm dan 300 mm.

B. Data Penelitian

Data penelitian dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-2834-2000 dan dilakukan dengan metode DOE (*Departement Of Enviroment*). Spesifikasi *Fly Ash* menurut ASTM C618-19. Hasilnya dapat dilaksanakan dengan table korelasi ganda

C. Metode Analisis Data

Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton, alat pengujian menggunakan prosedur pengujian standar dengan memberikan beban tekan pada benda uji berbentuk silinder hingga patah. Standar pengujian kekuatan yang diterapkan adalah (SNI 1974 - 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan campuran *fly ash* 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 % dan 7 % dari berat semen yang akan digunakan berdasarkan dengan penelitian (Darmawan, M., dkk., 2019). Sebelum menggunakan *fly ash*, maka dilakukan pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF) yang berguna untuk mengetahui tipe dan kandungan pada *fly ash*. Bahan tambahan yang digunakan pada pembuatan beton adalah zat aditif *MasterGlenium ACE 8595* sebanyak 0,81 % yang menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi dengan pengurangan air sebesar 15 % menurut penelitian Novan, A., dkk., (2020) . Benda uji menggunakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm berdasarkan SNI 1974 - 2011.

B. Hasil data spesifikasi *fly ash*

Data pengujian *fly ash* menurut ASTM C618-19 yang di laksanakan di Universitas Negeri

Padang fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam.

Tabel 1. Spesifikasi *Fly Ash* ASTM C618-19

Senyawa	Tipe <i>Fly Ash</i>		
	N	F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + FeO ₃	≥ 70 %	≥ 70 %	≥ 50 %
SO ₃	≤ 4 %	≤ 5 %	≤ 5 %
CaO	report only	Maks. 18 %	Min. 18 %
Alkali, NaO	Maks. 1,5 %	Maks. 1,5 %	Maks. 1,5 %

C. Hasil perhitungan campuran beton

Perhitungan campuran beton (*mix design*) menggunakan DOE (Development of the Environment) sesuai SNI 03-2834-2000 dengan menggunakan *MasterGlenium ACE 8595* sebesar 0,81 % dengan mengurangi air 15% dan variasi *fly ash* yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7%. Dengan FAS 0,5 pada usia beton 14 dan 28 hari.

Tabel 2 Hasil Kuat Tekan usia 14 hari pada hari Senin, 26 Mei 2023.

KODE BENDA UJI	<i>Fly Ash</i>	No Sampel	Berat Kg	Rerata	Bacaan Dial Kn	Luas mm ²	Kuat Tekan	Rerata
							<i>f_{c'}</i> MPa	<i>f_{c'}</i> MPa
BN	0	1	12,68	12,67	425	17671,46	24,05	24,24
		2	12,74		440		24,90	
		3	12,6		420		23,77	
BMG 0,81	0%	1	12,91	12,75	870	17671,46	49,23	48,29
		2	12,56		890		50,36	
		3	12,77		800		45,27	
BMG 0,81	5%	1	13,01	13,08	625	17671,46	35,37	30,56
		2	12,96		495		28,01	
		3	13,27		500		28,29	
BMG 0,81	5,5%	1	12,88	12,77	500	17671,46	28,29	29,33
		2	12,79		560		31,69	
		3	12,64		495		28,01	
BMG 0,81	6%	1	13,34	12,91	425	17671,46	24,05	21,79
		2	12,52		310		17,54	
		3	12,88		420		23,77	
BMG 0,81	6,5%	1	12,88	12,79	360	17671,46	20,37	17,54
		2	12,87		305		17,26	
		3	12,62		265		15,00	
BMG 0,81	7%	1	12,77	12,70	280	17671,46	15,84	17,35
		2	12,64		295		16,69	
		3	12,69		345		19,52	

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan usia 28 hari pada hari Senin, 09 Juni 2023.

KODE BENDA UJI	Fly Ash	No	Berat	Rerata	Bacaan Dial	Luas	Kuat Tekan	Rerata
		Sampel	Kg		Kn	mm ²	f'c'	f'c'
							MPa	MPa
BN	0%	1	12,65	12,82	590	17671,46	33,39	31,12
		2	12,64		480		27,16	
		3	13,18		580		32,82	
BMG 0,81	0%	1	12,55	12,71	900	17671,46	50,93	52,72
		2	12,72		955		54,04	
		3	12,87		940		53,19	
BMG 0,81	5%	1	12,76	12,77	615	17671,46	34,80	36,22
		2	12,59		565		31,97	
		3	12,97		740		41,88	
BMG 0,81	5,5%	1	12,92	12,94	485	17671,46	27,45	30,27
		2	13,02		545		30,84	
		3	12,86		575		32,54	
BMG 0,81	6%	1	12,93	12,96	540	17671,46	30,56	29,99
		2	12,98		460		26,03	
		3	12,98		590		33,39	
BMG 0,81	6,5%	1	12,66	12,80	530	17671,46	29,99	29,14
		2	12,83		535		30,27	
		3	12,91		480		27,16	
BMG 0,81	7%	1	13,02	12,91	520	17671,46	29,43	28,58
		2	12,67		470		26,60	
		3	13,03		525		29,71	

Data hasil perhitungan penelitian ini menggunakan DOE (*Development of the Environment*) sesuai (SNI 03-2834-2000).

1. Kuat tekan beton yang ditetapkan (f'c) umur 28 hari
2. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 30 MPa. Niali deviasi standar (Sd) adalah 7.
3. Nilai margin (M) adalah 7.
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'cr) adalah 37 MPa.
5. Semen yang ditetapkan adalah semen *portland* komposit yang penggunaannya tidak memakai persyaratan khusus, jadi sama seperti semen tipe 1.
6. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah ukuran 10-20 mm.
7. Agregat halus yang digunakan adalah alami.
8. Faktor air semen (FAS) dengan cara menggunakan grafik hubungan antara kuat tekan rerata dan faktor air semen berdasarkan Gambar 2.5.
9. Tinggi slump yang ditetapkan sebesar 60-180 mm.
10. Menetapkan kadar air bebas agregat, dengan menggunakan data ukur agregat dan nilai slump.

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3} \times Wh + \frac{1}{3} \times Wk \\ &= \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225 \\ &= 205 \text{ kg / m}^3 \end{aligned}$$

11. Untuk menentukan kebutuhan semen berdasarkan perhitungan berat kadar air bebas dengan faktor air semen.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah semen per m}^3 \text{ beton} &= \\ \frac{\text{Berat kadar air bebas}}{\text{FAS}} &= \frac{205}{0,5} = 410 \text{ kg / m}^3 \end{aligned}$$

12. Untuk menentukan persentase agregat halus dan kasar, berdasarkan grafik persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm pada SNI 03-2834-2000.
13. Menghitung berat jenis SSD agregat kasar dan halus.
14. Untuk menentukan berat isi beton dapat dilihat pada gambar 2.4.
15. Untuk menghitung kadar agregat gabungan, menggunakan berat isi beton, kadar semen dan kadar air bebas.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat gabungan} &= \\ &= \text{berat isi beton} - \text{berat kadar semen} - \\ &= \text{berat kadar air bebas} \\ &= 2370 - 410 - 205 \\ &= 1755 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

16. Untuk menghitung kadar agregat kasar dan halus digunakan kadar agregat gabungan dikalikan dengan persen agregat kasar dan halus.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \frac{\% \text{ agregat kasar}}{100} \times \text{kadar} \\ & \quad \text{agregat gabungan} \\ &= \frac{58,5}{100} \times 1787,28 \\ &= 1026,68 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \frac{\% \text{ agregat halus}}{100} \times \text{kadar} \\ &\text{agregat gabungan} \\ &= \frac{41,5}{100} \times 1755 \\ &= 728,33 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

17. Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan Proporsi Campuran untuk 1 m³ beton sebagai berikut :
- Berat Semen = 410 kg
 - Berat Air = 205 kg (dikarenakan pada penelitian ini menggunakan zat aditif *MasterGlenium ACE 8595*, pemakaian air yang digunakan sebanyak 85%)
 - Berat agregat Halus = 728,33 kg
 - Berat agregat Kasar = 1026,68 kg

Setelah didapatkan proporsi campuran 1 m³ beton, langkah selanjutnya menghitung kebutuhan campuran untuk 3 sampel beton dengan campuran *fly ash* setiap variasi. Untuk mengetahui kebutuhannya dengan cara kebutuhan 1 m³ setiap variasi dikali dengan volume silinder. Di bawah ini contoh perhitungan untuk 3 sampel dengan variasi *fly ash* 5 % :

$$\begin{aligned} \text{Volume 3 silinder} &= 3 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \\ &= 3 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3 \\ &= 0,01590 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Semen = 410 × 0,01590 = 6,52 kg
- Air (85%) = 205 × 0,01590 × 85% = 2,77 kg
- Agregat Halus = 728,33 × 0,01590 = 11,58 kg
- Agregat Kasar = 1026,68 × 0,01590 = 16,33 kg
- MG 0,81 % = $\left(\frac{0,81}{100}\right) \times 6,52 \times 1000 = 52,82 \text{ ml}$
- Fly Ash* = $\frac{5}{100} \times 6,52 = 0,326 \text{ kg}$

Karena menggunakan variasi *fly ash* 5 %, berat semen dikurangi berat *fly ash*.
Semen = 8,69 – 0,325 = 6,19 kg

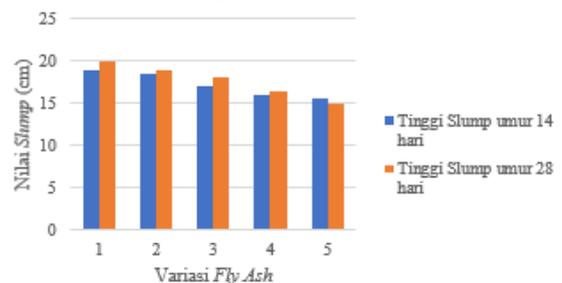
Tabel 4 Komposisi Campuran Beton Untuk 1 m³

Kode Benda Uji	<i>MasterGlenium ACE 8595</i> (ml)	<i>Fly Ash</i> (Kg)	Semen (Kg)	Agregat		Air (Kg)
				Halus (Kg)	Kasar (Kg)	
BN	-	-	6,52	11,58	16,33	3,26
BFA 0 %	52,82	0	6,52	11,58	16,33	2,77
BFA 5 %	52,82	0,33	6,19	11,58	16,33	2,77
BFA 5,5 %	52,82	0,36	6,16	11,58	16,33	2,77
BFA 6 %	52,82	0,39	6,13	11,58	16,33	2,77
BFA 6,5 %	52,82	0,42	6,10	11,58	16,33	2,77
BFA 7 %	52,82	0,46	6,06	11,58	16,33	2,77

D. Hasil pemeriksaan *slump test*

Pemeriksaan nilai *slump test* dicari nilainya yang bertujuan untuk mengetahui nilai *slump* pada beton jika diberikan bahan tambahan yaitu *MasterGlenium ACE 8595* dengan variasi *fly ash* nya 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dari berat semen. Nilai *slump* menunjukkan kemudahan pengerjaan beton dengan variasi *fly ash* 5 %, 5,5%, 6 %, 6,5% dan 7% pada penggunaan bahan tambahan *MasterGlenium ACE 8595* sebesar 0.81% secara berturut – turut untuk 14 hari adalah 19 cm, 18,5 cm, 17 cm, 16 cm, dan 15,5 cm sedangkan untuk 28 hari adalah 20 cm, 19 cm, 18 cm, 16,5 cm dan 15 cm. Dalam perencanaan *slump* yaitu 6-18 cm, sehingga penambahan *MasterGlenium ACE 8595* menunjukkan peningkatan, yang artinya meningkatkan kemudahan dalam pengerjaan beton segar (*workability*).

Gambar 1. Nilai Slup Umur Beton 14 dan 28 Hari



E. Hasil uji kuat tekan

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan saat benda uji berumur 14 dan 28 hari dengan dosis *MasterGlenium ACE 8595* sebanyak 0,81 % dengan pengurangan air 15 % dan variasi *fly ash* 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 % dan 7% dari berat semen.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton

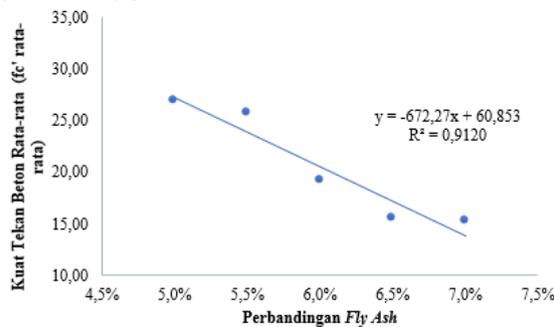
Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai tekan beton dengan salah satu contoh perhitungan kuat tekan pada beton normal yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 425 \text{ Kn} \\ \text{Luas Penampang} &= 176,715 \text{ cm}^2 \\ \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{425 \text{ Kn} \times 1000}{176,715 \times 100} \\ &= 24,05 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tabel 4 Hasil Kuat Tekan usia 14 hari pada hari Senin, 26 Mei 2023.

KODE BENDA UJI	Fly Ash	No Sampel	Berat Kg	Rerata	Bacuan Dial Ka	Luas mm ²	Kuat Tekan	
							f _c ' MPa	f _c ' MPa
BN	0	1	12,68	12,67	425	17671,46	24,05	24,24
		2	12,74		440		24,90	
		3	12,6		420		23,77	
BMG 0.81	0%	1	12,91	12,75	870	17671,46	49,23	48,29
		2	12,56		890		50,36	
		3	12,77		800		45,27	
BMG 0.81	5%	1	13,91	13,08	625	17671,46	35,37	30,56
		2	12,96		495		28,01	
		3	13,27		500		28,29	
BMG 0.81	5,5%	1	12,88	12,77	500	17671,46	28,29	29,33
		2	12,79		560		31,69	
		3	12,64		495		28,01	
BMG 0.81	6%	1	13,34	12,91	425	17671,46	24,05	21,79
		2	12,82		310		17,54	
		3	12,88		420		23,77	
BMG 0.81	6,5%	1	12,88	12,79	360	17671,46	20,37	17,54
		2	12,87		305		17,26	
		3	12,62		265		15,00	
BMG 0.81	7%	1	12,77	12,70	280	17671,46	15,84	17,35
		2	12,64		295		16,69	
		3	12,69		345		19,52	

Dari tabel 4 didapatkan hasil kuat tekan beton di dapat paling tinggi sebesar 30,56 MPa pada rasio fly ash 5 %.

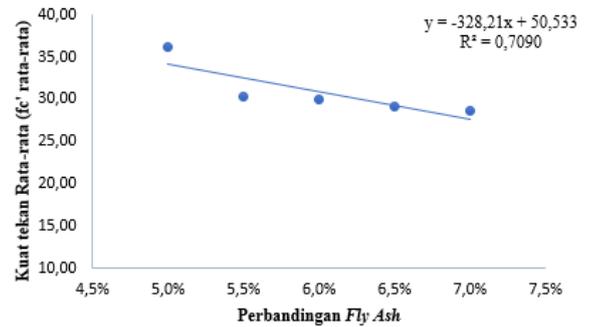


Gambar 1. Hubungan variasi fly ash dengan MasterGlenium ACE 8595 terhadap kuat tekan beton pada usia 14 Hari

Tabel 5 Hasil Kuat Tekan usia 28 hari pada hari Senin, 09 Juni 2023.

KODE BENDA UJI	Fly Ash	No Sampel	Berat Kg	Rerata	Bacuan Dial Ka	Luas mm ²	Kuat Tekan	
							f _c ' MPa	f _c ' MPa
BN	0%	1	12,63	12,82	590	17671,46	33,39	31,12
		2	12,64		480		27,16	
		3	13,18		580		32,82	
BMG 0.81	0%	1	12,55	12,71	900	17671,46	50,93	52,72
		2	12,72		955		54,04	
		3	12,87		940		53,19	
BMG 0.81	5%	1	12,76	12,77	615	17671,46	34,80	36,22
		2	12,59		565		31,97	
		3	12,97		740		41,88	
BMG 0.81	5,5%	1	12,92	12,94	485	17671,46	27,45	30,27
		2	13,02		545		30,84	
		3	12,86		575		32,54	
BMG 0.81	6%	1	12,93	12,96	540	17671,46	30,56	29,99
		2	12,98		460		26,03	
		3	12,98		590		33,39	
BMG 0.81	6,5%	1	12,66	12,80	530	17671,46	29,99	29,14
		2	12,83		535		30,27	
		3	12,91		480		27,16	
BMG 0.81	7%	1	13,02	12,91	520	17671,46	29,43	28,58
		2	12,97		470		26,69	
		3	13,03		525		29,71	

Dari tabel 4.7 didapatkan hasil kuat tekan beton di dapat paling tinggi sebesar 36,22 MPa pada variasi fly ash 5 %.



Gambar 2. Hubungan variasi fly ash dengan MasterGlenium ACE 8595 terhadap kuat tekan beton pada usia 28 Hari

F. Hasil koefisien hubungan

Untuk mengetahui hubungan variasi nilai perbandingan fly ash dan MasterGlenium ACE 8595 terhadap kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari digunakan uji koefisien korelasi. Variabel terikat dalam analisis ini adalah kuat tekan (Y), fly ash (X1), dan variabel aditif MasterGlenium ACE 8595 (X2).

No	Variasi Fly Ash (X1)	MasterGlenium ACE 8595 (X2)	Kuat tekan beton (Y)	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²	X ₁ .Y	X ₂ .Y	X ₁ .X ₂
1	5	52,82	30,56	25	2789,95	933,91	152,80	1614,18	264,10
2	5,5	52,82	29,33	30,25	2789,95	860,25	161,32	1549,21	290,51
3	6	52,82	21,79	36	2789,95	474,80	130,74	1150,95	316,92
4	6,5	52,82	17,54	42,25	2789,95	307,65	114,01	926,46	343,33
5	7	52,82	17,35	49	2789,95	301,02	121,45	916,43	369,74
E	30	264,10	116,57	182,50	13949,76	2877,64	680,32	30786,14	7923,00

Tabel 5. Analisa Hubungan Pada Umur 14 Hari

No	Variasi Fly Ash (X1)	MasterGlenium ACE 8595 (X2)	Kuat tekan beton (Y)	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ₂	X ₁ .Y	X ₂ .Y	X ₁ .X ₂
1	5	52,82	36,22	25	2789,95	1311,89	181,10	1913,14	264,10
2	5,5	52,82	30,27	30,25	2789,95	916,27	166,49	1598,86	290,51
3	6	52,82	29,89	36	2789,95	899,40	179,94	1584,07	316,92
4	6,5	52,82	29,14	42,25	2789,95	849,14	189,41	1539,17	343,33
5	7	52,82	28,58	49	2789,95	816,82	200,06	1509,60	369,74
E	30	264,10	154,20	182,5	13949,76	4793,52	917,00	40724,22	7923

Tabel 6. Analisa Hubungan Pada Umur 14 Hari

Untuk menentukan nilai hubungan (r) berdasarkan persamaan di bawah ini yaitu:

$$r_{x1y} = \frac{\sum N \cdot X_1 \cdot Y - (\sum X_1)(\sum Y)}{\sqrt{[\sum N(X_1^2) - (\sum X_1)^2][\sum N(Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

$$= \frac{5 \times 680,32 - (30)(116,57)}{\sqrt{\{5(182,50) - (30)^2\} \{5(2877,64) - (116,57)^2\}}}$$

$$= -0,955$$

Dari analisa hubungan antara variasi perbandingan fly ash terhadap kuat tekan pada umur 14 hari diperoleh nilai (r) sebesar -0,955. Nilai tersebut menandakan bahwa antara variabel X₁ dan Y terjadi hubungan yang bertolak belakang dikarenakan nilai hubungan yang berbentuk (-).

$$R_{y.x1x2} = \sqrt{\frac{r^2_{x1y} + r^2_{x2y} - 2r_{x1y} \cdot r_{x2y} \cdot r_{x1x2}}{1 - r^2_{x1x2}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,913 + 67,97 - 2(-0,955)(8,24)(16,97)}{1 - 288,00}}$$

$$= \sqrt{\frac{68,89 - (-133,68)}{1 - 288,00}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{202,57}{-287,00}} \\
 &= \sqrt{-0,706} \\
 &= -0,840
 \end{aligned}$$

Dari analisa hubungan antara variasi perbandingan *fly ash*, dan *MasterGlenium ACE 8595* terhadap kuat tekan pada umur 14 hari diperoleh nilai (r) sebesar -0,840. Nilai tersebut menandakan bahwa antara variabel X_1 , X_2 dan Y terjadi hubungan yang bertolak belakang dikarenakan nilai hubungan yang berbentuk (-).

Untuk menentukan nilai F dari uji keberartian koefisien kolerasi ganda terdapat pada persamaan 3.4.

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1-R)}{(n-k-1)}} \\
 &= \frac{\frac{0,706}{2}}{\frac{(1-(-0,840))}{(5-2-1)}} \\
 &= \frac{-0,35}{0,92} \\
 &= 0,380
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian hipotesis korelasi ganda yang menggunakan uji F di dapat konversi nilai koefisien R ke dalam nilai F di dapat nilai F pada umur 14 hari sebesar 0,380. Nilai tersebut menunjukkan nilai F yang dihitung lebih kecil dari pada nilai F pada tabel.

Untuk menentukan nilai hubungan (r) berdasarkan persamaan di bawah ini yaitu:

$$\begin{aligned}
 r_{x_1y} &= \frac{\sum N \cdot X_1Y - (\sum X_1)(\sum Y)}{\sqrt{\{N(\sum X_1^2) - (\sum X_1)^2\} \{N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\}}} \\
 &= \frac{5 \times 917,00 - (30)(154,20)}{\sqrt{\{5(182,50) - (30)^2\} \{5(4793,82) - (154,20)^2\}}} \\
 &= -0,842
 \end{aligned}$$

Dari analisa hubungan antara variasi perbandingan *fly ash* terhadap kuat tekan pada umur 28 hari diperoleh nilai (r) sebesar -0,842. Nilai tersebut menandakan bahwa antara variabel X_1 dan Y terjadi hubungan yang bertolak belakang dikarenakan nilai hubungan yang berbentuk (-).

Untuk menentukan nilai hubungan (r) berdasarkan persamaan tabel 3.4 yaitu :

$$\begin{aligned}
 R_{y.x_1x_2} &= \sqrt{\frac{r^2_{x_1y} + r^2_{x_2y} - 2r_{x_1y}r_{x_2y}r_{x_1x_2}}{1 - r^2_{x_1x_2}}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,791 + 0 - 2(-0,84)(0)(0)}{1 - 0}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,791 - 0}{1 - 0}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,791}{1}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{0,791} \\
 &= 0,889
 \end{aligned}$$

Dari analisa hubungan antara variasi perbandingan *fly ash*, dan *MasterGlenium ACE 8595* terhadap kuat tekan pada umur 28 hari diperoleh nilai (r) sebesar 0,889. Nilai tersebut menandakan bahwa antara variabel X_1 , X_2 dan Y terjadi hubungan yang searah dikarenakan nilai hubungan yang berbentuk (+).

Uji keberartian koefisien kolerasi ganda terdapat pada persamaan 3.3.

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1-R)}{(n-k-1)}} \\
 &= \frac{\frac{0,791}{2}}{\frac{(1-(0,889))}{(5-2-1)}} \\
 &= \frac{0,3995}{0,0555} \\
 &= 7,13
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian hipotesis korelasi ganda yang menggunakan uji F di dapat konversi nilai koefisien R ke dalam nilai F di dapat nilai F pada umur 28 hari sebesar 7,13. Nilai tersebut menunjukkan nilai F yang dihitung lebih kecil dari pada nilai F pada tabel,

1. Analisis

Pembuatan beton variasi *fly ash* dimulai dengan mempersiapkan agregat kasar dan halus dengan menimbang sesuai dengan *job mix* yang telah direncanakan. Campuran semua agregat ke dalam *concrete mixer* setelah itu masukkan semen dan *fly ash*, biarkan material tercampur rata. Setelah material tercampur rata, masukkan zat aditif dengan pengurangan air 15% dan terakhir masukkan air secara perlahan ke dalam *concrete mixer* dan biarkan material tercampur rata. Namun karena sifat *MasterGlenium ACE 8595* bersifat cepat mengeras, material penyusun beton harus cepat di *mix* dan di pindahkan ke dalam pan sesuai dengan penelitian Novan, A., dkk (2020). Setelah campuran beton dengan variasi *fly ash* sudah merata masukkan kedalam *slump cone* dengan diameter *slump cone* yang lebih kecil berada di atas dan lebih besar berada di bawah. Dari hasil uji *slump cone* didapat tinggi *slump* untuk 14 hari 19 cm, 18,5 cm, 17 cm, 16 cm, dan 15,5 cm sedangkan untuk 28 hari adalah 20 cm, 19 cm, 18 cm, 16,5 cm dan 15 cm, dimana penambahan variasi *fly ash* sangat berpengaruh pada pembuatan beton.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi pada variasi *fly ash* yaitu 5% dari berat semen umur 14 hari atau 26,89 MPa, dan 7% dari berat semen umur 14 hari atau 15,27 MPa pada waktu tekan.

kekuatan menghasilkan hasil yang lebih tinggi. Nilai kuat tekan terendah pada variasi *fly ash* 7% berat semen sebesar 19,24 MPa dan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari sebesar 30,94 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fly ash* jika digunakan cenderung lebih kejam dan menurunkan kekuatan beton, hal ini disebabkan kandungan silika pada *fly ash* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan beton, dan fungsi *fly ash* pada beton adalah untuk menstabilkan pori-pori kecil yang terbentuk pada saat pengeringan di laut dan udara, sehingga kekuatan beton lambat laun akan menurun seiring dengan semakin banyaknya jenis *fly ash* yang digunakan, sesuai dengan penelitian Achmad, K., dkk., (2019).

Menurut Ananda, R dan Fadhli, M., 2018, menyatakan bahwa nilai r dari penelitian ini memiliki hubungan bertolak belakang, artinya semakin meningkatnya nilai variabel bebas yaitu variasi *fly ash* akan menurun nilai variabel terikat yaitu hasil kuat tekan beton. Berdasarkan hasil analisis hubungan diperoleh nilai pada umur 14 hari sebesar 0,380 dan pada umur 28 hari sebesar 7,13. Nilai tersebut menandakan bahwa antara variabel X dan variabel Y terjadi hipotesa korelasi ganda antara *fly ash*, *MasterGlenium ACE 8595* dan kuat tekan beton dengan kriteria pengujian hipotesis di terima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$.

Hal ini dibuktikan dengan penelitian Gea, Y. N. dan Suryanto, R. F., (2023) menyatakan bahwa semakin kecil *fly ash* yang digunakan maka nilai kuat tekan beton akan semakin besar.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian korelasi kadar *fly ash* dengan penambahan zat aditif *MasterGlenium ACE 8595* terhadap kuat tekan beton maka diperoleh kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang bertolak belakang antara variasi *fly ash* terhadap kuat tekan beton dengan nilai hubungannya sebesar -0,955 pada umur beton 14 hari dan kuat dan bertolak belakang sebesar -0,842 pada umur 28 hari. Dengan korelasi ganda pada umur 14 hari dalam nilai F_{hitung} sebesar 0,380, pada umur 28 hari dalam nilai F_{hitung} sebesar 7,13. Dimana semakin tinggi *fly ash* yang digunakan maka kuat tekan yang akan dihasilkan semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan tertinggi pada variasi *fly ash* 5 % pada umur 14 hari sebesar 30,56 MPa dan variasi *fly ash* 5 % pada umur 28 hari sebesar 36,22 MPa.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Achmad, K., Darmawan, M. dan Ain, 2019, Penambahan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Normal, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Politenik Negeri Balikpapan, Kalimantan Timur.

- [2] *American Concrete Institute*, 2011, *ACI 522R-08, Report on Pervious Concrete*, United States.
- [3] Anam, A. R. K., Mahardana, Z. B., Aisyah, F. W. M., Putri, Y. M. A. P., Wardani, O., Mahendra, D. dan Risnanda, A., 2023, Pengaruh Penggunaan Zat Aditif Mastersure dan Masterglenium terhadap Workability Beton Normal, *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, Vol.10 No.2, pp.409-415, ISSN : 2622-6774.
- [4] Arkis, Z. dan Mulyati, 2020, Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Vol.7 No.2, pp.78-84, ISSN : 2354-8452.
- [5] Arkis, Z. dan Mulyati, 2020, Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Vol.7 No.2, pp.78-84, ISSN : 2354-8452.
- [6] Asmawi, B., Jannatun, A. dan Fuad, I.S., 2016, Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Vol.10 No.10, pp.143-156, ISSN : 2503-5359.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 2011, *SNI 1974 - 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, BSN, Jakarta.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, 2002, *SNI 03-2847 -2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, BSN, Bandung.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, 2014, *SNI 03-2460-2014, Spesifikasi Abu Terbang Batu Bara Dan Pozolan*, BSN, Bandung.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, 1990, *SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, BSN, Jakarta.
- [11] Chebelita. E. S., Novan. A., Ermiyati dan Morena, Y., 2020, Pengaruh Penambahan MasterGlenium ACE® 8595 dengan Pengurangan Kadar Air 37,5% dan Kadar Semen Rencana 409.80 kg/m³ Terhadap Kuat Tekan Beton, *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, Vol.4 No.1, pp.52-62, ISSN: 2549-6387.
- [12] Gobel, F. M. V., 2019, Nilai Kuat Tekan Beton Pada Slump Beton Tertentu, *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*

- Sekolah Tinggi Teknik Bina Taruna Gorontalo*, Vol.5 No.1, pp.22-33, ISSN: 2686-533x.
- [13] Irawan, R. R., Utami, R. dan Herbudiman, B., 2017, Efek Tipe *Superplasticizer* terhadap Sifat Beton Segar dan Beton Keras pada Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash, *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung*, Vol.3 No.1, pp.59–70. ISSN: 2477-2569.
- [14] Maulia, I., Ismeddiyanto. dan Suryanita, R., 2019, Sifat Mekanik Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement), *Jurnal Teknik*, Vol.13 No.1, pp.9–16. ISSN : 2622-170x.
- [15] Poillot, J. F., Joses, N. M. dan Setiawan, A.P., 2019. Penelitian Berbahan Dasar Semen dan Kain untuk Elemen Interior. *Jurnal Intra*, Vol.7 No.2, pp.949–953.
- [16] Poillot, J. F., Joses, N. M. dan Setiawan, A.P., 2019. Penelitian Berbahan Dasar Semen dan Kain untuk Elemen Interior. *Jurnal Intra*, Vol.7 No.2, pp.949–953.
- [17] Putri, A. A., Sari, W. P., Yandi, S., Purnama, S. A. dan Putri, K., 2022, Uji Kandungan E Glass Fiber Non Dental Dengan Menggunakan Teknik X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF), *Menara Ilmu*, Vol.16 No.1, pp.122–128 ISSN: 2528-7613.
- [18] Ratminah, W. D., Gobel, A, P. dan Nursanto, E., 2018, Efektifitas Pemanfaatan *Fly Ash* Batubara Sebagai Adsorben Dalam Menetralisir Air Asam Tambang pada Settling Pond Penambangan Banko PT. Bukit Asam (Persero), Tbk., *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan*, Vol.2 No.1, pp.1-11, ISSN : 2549-7197.
- [19] Rini dan Hani, S., 2018, Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton, *Jurnal Educational Building*, Vol.4 No.1, pp.40–45. ISSN : 2477 - 4898.
- [20] Setiawati, M., 2018. Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Vol.17 No.14, pp.1–8. ISSN : 2460-8416.
- [21] Simanullang, R. dan Sitorus, T., 2018, Pengaruh Penambahan Superplasticizer Masterglenium ACE 8595 Terhadap Kuat Tekan dan Koefisien Umur Beton, *Tugas Akhir*, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [22] Sutandar, E., 2013, Pengaruh Pemeliharaan (Curing) Pada Kuat Tekan Beton Normal, *Vokasi*, Vol.9 No.2, pp.89–99. ISSN : 1693-9085.
- [23] Windah, R. S., Pane, F. P. dan Tanudjaja, H., 2015, Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton, *Jurnal Sipil Statik*, Vol.3 No.5, pp.313–321, ISSN : 2337-6732.