

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 618-93. “*Standard Test Method for Fly Ash and Row or calcined Natural Pozzolan for Use as a mineral Admixture in Portlan Cement Concrete,*” American Society for Testing of Concrete’s,1991.
- Budi, AS., Purwanto dan Aji AWC. 2021. Kajian Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Belah Beton Fly Ash Kadar 15%, 30% dan 40% sebagai Pengganti Semen Terhadap Beton Normal. *Jurnal Aninggito Wiku C.A.* 2-3.
- Febrianti, RF., Zaharah, TA., Adhitiyawarman. 2022. Sintesis Zeolit A Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash) Limbah PT. Indonesia Chemical Alumina (ICA) Menggunakan Metode Alkali Hidrotermal. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry.* 5(1). 28-30.
- Ghazali, N., Muthusamy, N., & Ahmad, SW. 2019. *Utilization of Fly Ash in Construction.* IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2(4). Malaysia: Universiti Malaysia Pahang. doi: 10.1088/1757-899X/601/1/012023.
- Ma, Cong., dkk. 2017. *Effects Of Fly Ash On Mechanical And Physical Properties Of Earth-Based Construction.* Construction and Building Materials. China. Shanghai Jiaotong University. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.122>
- Oliiii, MR., dkk. 2021. Limbah Kaca Sebagai Penganti Sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan. 11(1). 114-115. Gorontalo: Universitas Gorontalo. doi: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v11i1.407>
- Patel, dkk. 2020. *Properties of Cement Mortar in Substitution With Waste Fine Glass Powder and Environmental Impact Study.* Journal of Building Engineering. 27(2). India: Mahatma Gandhi Chitrakoot Gramodaya Vishwavidhyalaya, Satna, M.P., India. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2019.100940>
- Petrus, H., dan Manurung, H. 2021. Tinjauan Pustaka Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash (FABA). *Buletin Sumber Daya Geologi.* 16(1). 54-55.
- PP. RI Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prasetyo, CD., Sunarsih, Es., & Sucipto, TLA. 2020. Kajian Pemanfaatan Limbah

Kaca Sebagai Pengganti Agregat Halus Dan Fly Ash 30% dari Berat Semen Ditinjau dari Kuat Tarik Belah, Daya Serap Dan Porositas Beton. IJCEE. 6(2). 67-69.

Rmakrishnan, dkk. 2017. *Experimental Study on the Mechanical and Durability Properties of Concrete With Waste Glass Powder and Ground Granulated Blast Furnace Slag as Supplementary Cementitious Materials*. Construction and Building Materials. 156. India. School of Civil Engineering, SASTRA University. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.183>

Wenda., K. Zuridah. S. & Hastono. Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil. 1(1). 8-10.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kuat Tekan

Variasi	Berat Jenis	Massa Jenis	Rata-Rata	Kuat Tekan	Rata-Rata Keseluruhan
	(gram)	(Kg)		(KN)	
C (1)	260,6	2,085		20,925	
C (2)	264,8	2,118	2,417	17,147	17,764
C (3)	380,9	3,047		15,221	
5% (1)	285,5	2,284		14,154	
5% (2)	274,3	2,194	2,228	11,142	14,368
5% (3)	275,8	2,206		17,806	
10% (1)	262,6	2,101		17,540	
10% (2)	259,3	2,074	2,187	16,074	15,558
10% (3)	298,2	2,386		13,061	
15% (1)	265,7	2,126		17,380	
15% (2)	264,8	2,118	2,131	14,181	15,585
15% (3)	268,8	2,150		15,194	
20% (1)	301	2,408		12,582	
20% (2)	299,1	2,393	2,315	12,822	12,813
20% (3)	268,2	2,146		13,035	
5% GP + 5%FA (1)	267,6	2,141		15,274	
5% GP + 5%FA (2)	271,4	2,171	2,182	15,487	16,944
5% GP + 5%FA (3)	279,4	2,235		20,072	
7.5% GP + 7.5% FA (1)	260,4	2,083		16,420	
7.5% GP + 7.5% FA (2)	268,4	2,147	2,158	18,019	18,250
7.5% GP + 7.5% FA (3)	280,5	2,244		20,312	
10% GP + 10% FA (1)	267,6	2,141		15,887	
10% GP + 10% FA (2)	258,5	2,068	2,124	17,406	16,491
10% GP + 10% FA (3)	270,3	2,162		16,180	

Lampiran 2. Perhitungan *Mix Design*

No.	MIX ID	AIR	SEMEN	PASIR	GP	FA
		(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
1	C	777,546	1606,5	4417,875	0	0
2	5% GP	777,546	1526,175	4417,875	80,325	0
3	10% GP	777,546	1445,85	4417,875	160,65	0
4	15% GP	777,546	1365,525	4417,875	240,975	0
5	20% GP	777,546	1285,2	4417,875	321,3	0
6	5% GP + 5% FA	777,546	1445,85	4417,875	80,325	80
7	7,5% GP + 7,5% FA	777,546	1365,525	4417,875	120,4875	120,488
8	10% GP + 10% FA	777,546	1204,875	4417,875	160,65	160,65

No.	MIX ID	AIR	SEMEN	PASIR	GP	FA	Total
		(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	
1	C	0,259	0,175	0,566	0	0	1
2	5% GP	0,258	0,166	0,565	0,0104	0	1
3	10% GP	0,258	0,157	0,564	0,0207	0	1
4	15% GP	0,258	0,148	0,563	0,0310	0	1
5	20% GP	0,257	0,139	0,562	0,0412	0	1
6	5% GP + 5% FA	0,258	0,157	0,564	0,0103	0,0095	1
7	7,5% GP + 7,5% FA	0,258	0,149	0,564	0,0155	0,0143	1
8	10% GP + 10% FA	0,260	0,132	0,568	0,0208	0,0192	1

Lampiran 3. Perhitungan Emisi Tahapan Bahan Baku dalam Setiap Sampel

Sampel-1		Kontrol	
Kuat tekan		17,764	MPa
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,566	0,0139	0,008
Semen Portland	0,175	0,913	0,160
Air	0,259	0,000196	0,000
Fly Ash	0	0,027	0,000
Glass Powder	0	0,173	0,000
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,168
Sampel-2		5% GP	
Kuat tekan		14,368	MPa
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,565	0,0139	0,008
Semen Portland	0,166	0,913	0,152
Air	0,258	0,000	0,000
Fly Ash	0	0,027	0,000
Glass Powder	0,010	0,173	0,002
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,162
Sampel-3		10% GP	
Kuat tekan		15,558	MPa
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,564	0,0139	0,008
Semen Portland	0,157	0,913	0,144
Air	0,258	0,000196	0,000
Fly Ash	0	0,027	0,000

Glass Powder	0,021	0,173	0,004
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,155
<hr/>			
Sampel-4	15%		
Kuat tekan	15,585		MPa
<hr/>			
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,563	0,0139	0,008
Semen Portland	0,148	0,913	0,135
Air	0,258	0,000196	0,000
Fly Ash	0	0,027	0,000
Glass Powder	0,031	0,173	0,005
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,149
<hr/>			
Sampel-5	20%		
Kuat tekan	12,813		MPa
<hr/>			
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,562	0,0139	0,008
Semen Portland	0,139	0,913	0,127
Air	0,257	0,000196	0,000
Fly Ash	0	0,027	0,000
Glass Powder	0,041	0,173	0,007
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,142
<hr/>			
Sampel-6	5% GP + 5% FA		
Kuat tekan	16,944		MPa
<hr/>			
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,564	0,0139	0,008
Semen Portland	0,157	0,913	0,144
Air	0,258	0,000196	0,000
Fly Ash	0,0095	0,027	0,000
Glass Powder	0,0103	0,173	0,002
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,154
<hr/>			
Sampel-7	7,5% GP + 7,5% FA		
Kuat tekan	18,25		MPa
<hr/>			
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M

Pasir	0,564	0,0139	0,008
Semen Portland	0,149	0,913	0,136
Air	0,258	0,000196	0,000
Fly Ash	0,0143	0,027	0,000
Glass Powder	0,0155	0,173	0,003
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,147

Sampel-8		10% GP + 10% FA	
Kuat tekan		16,491	MPa
Tahapan Bahan Baku			
M _i	(kg)	Unit MCO _{2eq}	GRK _M
Pasir	0,568	0,0139	0,008
Semen Portland	0,132	0,913	0,121
Air	0,260	0,000196	0,000
Fly Ash	0,0192	0,027	0,001
Glass Powder	0,0208	0,173	0,004
Total Emisi Tahap Bahan Baku (kg-CO_{2eq}/m³)			0,133

Lampiran 4. Total Tahapan Bahan Baku dan Persentase Penurunan Emisi

Material	Tahapan Bahan Baku							
	Sampel 1 (Control)	Sampel 2 (5% GP)	Sampel 3 (10% GP)	Sampel 4 (15% GP)	Sampel 5 (20% GP)	Sampel 6 (5% GP+5% FA)	Sampel 7 (7.5% GP+7.5% FA)	Sampel 8 (10% GP+10% FA)
Pasir	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Semen Portland	0,160	0,152	0,144	0,135	0,127	0,144	0,136	0,121
Air	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Fly Ash	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000257	0,000385	0,000518
Glass Powder	0,00	0,00179	0,00358	0,00537	0,00713	0,00179	0,00268	0,00360
Total Emisi	0,168	0,162	0,155	0,149	0,142	0,154	0,147	0,133
Persentase Penurunan (%)	0,00	3,85	7,69	11,52	15,33	8,53	12,77	21,06
Total Emisi yang Diturunkan	0,732	0,738	0,745	0,751	0,758	0,746	0,753	0,767

Lampiran 5. Dokumentasi Persiapan Material





Lampiran 6. Dokumentasi Pembuatan Benda Uji



Lampiran 7. Dokumentasi Perawatan (*Curing*) Benda Uji





Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Benda Uji



