

Studi Pengaruh *Fly Ash* PLTU Bengkayang terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Bata Beton

Alex Kristian, Erwin Sutandar, Gatot Setya Budi

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
E-mail: alexkristian88@student.untan.ac.id¹; erwin_sutandar@yahoo.com^{2*};
gatotsetyabudi@civil.untan.ac.id³

ABSTRAK

Fly Ash merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Penggunaan material *Fly Ash* sebagai material pembentuk bata beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat fisis dan mekanis dari bata beton yang dihasilkan. Benda uji yang digunakan adalah bata beton persegi panjang dengan ukuran 39 x 19 x 10 cm sebanyak 130 buah. Pembuatan bata beton dibuat dengan pasir sedang, Portland Semen Type 1, dan limbah *Fly Ash* yang diperoleh dari PLTU Bengkayang. Benda uji dibuat dengan substitusi *Fly Ash* yaitu 0%, 5%, 15%, 25%, dan 35% dari volume semen. Pengujian yang dilakukan adalah visual, berat isi, absorpsi, densitas dan kuat tekan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, Secara visual bata beton telah memenuhi syarat tampak luar dan ketentuan toleransi ukuran sesuai spesifikasi SNI 03-0349-1989. Berat volume rata-rata bata beton umur 28 hari dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25%, dan 35% adalah 1125,506 kg/m³; 1078,273 kg/m³; 1059,109 kg/m³; 1049,933 kg/m³; dan 1042,645 kg/m³. Densitas rata-rata bata beton umur 28 hari dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25%, dan 35% adalah 2,028 gr/cm³; 1,885 gr/cm³; 1,839 gr/cm³; 1,811 gr/cm³; dan 1,791 gr/cm³. Absorpsi rata-rata bata beton umur 28 hari dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25%, dan 35% adalah 20,06%; 16,56%; 14,95%; 14,33%; dan 13,56%. Kuat tekan rata-rata bata beton umur 28 hari dengan variasi 0%, 5%, 15%, 25%, dan 35% adalah 1,200 MPa; 0,790 MPa; 0,657 MPa; 0,580 MPa; dan 0,518 MPa.

Kata Kunci: abu terbang, bata beton, spesifikasi SNI 03-0349-1989, berat volume, densitas, absorpsi, kuat tekan

ABSTRACT

Fly Ash is a solid waste created when coal is burned in power plants. The use of *Fly Ash* in the production of concrete bricks affects the material's characteristics, which are comparable to those of cement. The objective of this thesis is to investigate the physical and mechanical characteristics of the manufactured bricks. The test item consisted of 130 39 x 19 x 10 cm rectangular bricks. Bricks are manufactured using medium sand, red lion cement, and *Fly Ash* waste from the Bengkayang power plant. The examples were created by substituting *Fly Ash* for 0%, 5%, 15%, 25%, and 35% of the cement volume. Visual, bulk density, absorption, density, and compressive strength assessments were carried out. In accordance with SNI 03-0349-1989, based on the results of the conducted tests, the outside appearance and size tolerance criteria for the bricks have been satisfied. The average volume weight of 28-day-old bricks is 1125.506 kg/m³, 1078.273 kg/m³, 1059.109 kg/m³, 1049,933 kg/m³, and 1042.645 kg/m³. Average densities of 28-day-old bricks with variations of 0%, 5%, 15%, 25%, and 35% were 2,028 gr/cm³, 1,885 gr/cm³, 1,839 gr/cm³, 1,811 gr/cm³, and 1,791 gr/cm³. The average absorption of bricks aged 28 days with variations of 0%, 5%, 15%, 25%, and 35% was 20.06%, 16.56%, 14.95%, 14.33%, and 13.56%, respectively. The average compressive strength of 28-day-old bricks with 0%, 5%, 15%, 25%, and 35% variations was 1,200 MPa; 0,790 MPa; 0,657 MPa; 0,580 MPa; and 0,518 MPa

Keywords: *Fly Ash*, SNI 03-0349-1989 specification, Concrete bricks, volume weight, density, Absorption, Compressive Strength

Submitted:	Reviewed:	Revised:	Published:
01 April 2023	06 Juni 2023	17 Juli 2023	01 Februari 2024

PENDAHULUAN

Bata beton merupakan salah satu bahan bangunan yang umumnya banyak digunakan pada bidang konstruksi seperti pembangunan gedung dan konstruksi dinding pada rumah. Bata beton sendiri tersusun dari komposisi

antara pasir, air, dan semen sebagai media pengikatnya. Bata beton yang direncanakan dengan baik harus dapat menunjukkan beberapa hal yaitu memiliki campuran yang ekonomis, pengerjaan yang mudah, dan tidak memiliki rongga dilapisan dan permukaan luarnya.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat fisis dan mekanis dari bata beton yang ditambahkan kadar limbah abu sebagai *filler* dalam campuran beton.

Pengertian Bata Beton

Bata Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang umumnya banyak digunakan pada bidang konstruksi seperti pembangunan gedung dan konstruksi dinding pada rumah. Bata beton sendiri tersusun dari komposisi antara pasir, air, dan semen sebagai media pengikatnya.

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, Conblock (*concrete block*) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

Persyaratan bata beton yang baik menurut PUBI (1982) harus menunjukkan beberapa hal diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Permukaan bata beton secara fisik harus mulus dan pada sisi-sisi bata beton harus tegak lurus satu sama lainnya.
2. Sebelum diaplikasikan pada bangunan, bata beton harus berumur minimal 1 bulan.
3. Dan pada saat hendak dipasang pada dinding bangunan, bata beton harus dalam keadaan yang cukup kering atau kadar airnya tidak lebih dari 15%.

Hasil produksi bata beton sebelum dipasarkan harus memenuhi beberapa persyaratan dimana persyaratan tersebut meliputi pengujian ukuran dan tampak luar, pengujian absorpsi dan pengujian kuat tekan seperti yang dapat dilihat pada SNI-03-0348-1989 mengenai klasifikasi bata beton.

Tabel 1 Syarat Fisis dan Mekanis

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)	Penyerapan Air Maksimal (%)
I	6,377	25
II	4,415	35
III	2,943	-
IV	1,668	-

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Bata Beton

Agar mendapatkan mutu bata beton yang memenuhi Syarat Industri Indonesia (SII), faktor-faktor yang mempengaruhi mutu bata beton bergantung pada:

1. Faktor air semen, air yang digunakan pada campuran bata beton harus diberikan

takaran tertentu pula, karena apabila kondisi campuran air yang digunakan secara berlebihan akan mengakibatkan kekuatan bata beton menjadi berkurang.

2. Umur bata beton, kuat tekan akan bertambah tinggi seiring bertambahnya umur bata beton. Standar kekuatan bata beton yang dipakai adalah 28 hari. Kekuatan bata beton akan mendapatkan peningkatan kekuatan seiring waktu.
3. Kepadatan Bata beton, untuk mendapatkan kekuatan bata beton yang baik, pembuatan bata beton harus dibuat sepadat mungkin karena dapat membuat bahan semakin mengikat dengan keras. Mutu bata beton (kuat tekan) dapat bertambah tinggi sesuai dengan umur bata betonnya.
4. Bentuk dan tekstur ukuran agregat, ukuran agregat mempengaruhi kualitas mutu bata beton, jika ukuran butiran agregat lebih halus maka volume pori pada bata beton menjadi lebih kecil. Memiliki pori yang sedikit pada bata beton dapat membuat bata beton memiliki tingkat kemampatan yang tinggi.

Bahan Penyusun Bata Beton

Semen Portland

Jenis semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah semen portland. Secara umum, semen adalah bahan yang memiliki daya rekat dimana semen digunakan sebagai media pengikat (*bonding material*) yang dicampur secara bersamaan dengan agregat dan air menjadi satu kesatuan. Senyawa-senyawa kimia dari semen portland tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Karena itu apabila semen dibiarkan terbuka, maka semen bisa mengeras karena senyawa tersebut bereaksi dengan uap air yang ada di udara.

Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam yang mengalami proses perpecahan secara alami dari batuan yang besar menjadi butiran batuan yang berukuran lebih kecil. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi antara lain adalah :

1. Agregat harus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$.
2. Agregat halus harus bersifat kekal dengan pengertian tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.

3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5% yang ditentukan terhadap berat kering. Apabila agregat halus memiliki kadar lumpur lebih dari 5%, maka perlu dilakukan pencucian guna mengurangi kadar lumpur yang berlebih.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik yang banyak. Pembuktian ini dapat dilihat pada saat percobaan.

Air

Fungsi utama air dalam campuran bata beton pada hakekatnya adalah untuk melangsungkan proses hidrasi dimana reaksi kimia antara semen dan air akan menjadi pasta pengikat agregat. Penggunaan air pada pembuatan bata beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (PBI 1971):

1. Air yang digunakan tidak boleh mengandung lumpur ataupun benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam, minyak, asam, alkali, ataupun bahan yang dapat merusak dan mempengaruhi kualitas bata beton lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter

Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu batu bara merupakan bagian dari sisa pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus amorf. Abu batu bara juga merupakan bahan anorganik yang dapat terbentuk karena terjadinya perubahan bahan mineral pada saat proses pembakarannya. Proses pembakaran batu bara pada pembangkit uap dapat menghasilkan dua jenis abu. Abu yang dihasilkan antara lain adalah abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi limbah batu bara terdiri dari 10-20% abu dasar (*bottom ash*) dan 80-90% berupa abu terbang (*fly ash*). Karena jumlah yang begitu berlimpah maka dicari suatu alternatif yang digunakan dalam bahan konstruksi.

Penggunaan material *fly ash* sebagai material pembentuk bata beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen (Naibaho et al, 2016). Kemiripan sifat ini dapat dilihat dari dua sifat utama yaitu sifat fisik dan kimiawinya. Dari segi fisik, material Fly Ash memiliki kemiripan dengan semen dalam hal kehalusan butir-butirnya. Sifat kimia yang dimiliki oleh Fly Ash berupa silika dan alumina dengan presentase mencapai 80%. Adanya kemiripan sifat-sifat ini dapat menjadikan *fly ash* sebagai material pengganti

untuk mengurangi jumlah semen pada pembuatan bata beton.

Fly Ash bersifat pozzolan dan memiliki ukuran maksimum sebesar 4,75 mm dan butiran minimum 0,074 mm yang menyerupai bubuk halus. Dari sifat fisiknya, *Fly Ash* memiliki butiran halus yang lolos ayakan No.325 (45 milimicron) 5-27%. Komponen utama dari *Fly Ash* adalah silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3), kalsium (CaO); dan magnesium, potassium, sodium, titanium, dan belerang dalam jumlah yang sedikit.

Fly ash tidak memiliki kemampuan mengikat seperti semen, tetapi dengan adanya air dan ukuran partikel yang halus, unsur yang terkandung dalam *fly ash* yakni unsur silika dan alumina akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida, dan pada akhirnya, dengan adanya proses hidrasi semen maka *fly ash* dapat menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

Menurut SNI S-15-1990-F mengenai spesifikasi, *fly ash* digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Kelas F : Abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit dan bituminous.
2. Kelas C : Abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis lignite dan subbituminous.
3. Kelas N : Pozzolan alam, seperti tanah diatome, shale, tufa, abu gunung berapi atau pumice.

Fungsi abu batubara sebagai bahan aditif dalam beton bisa sebagai pengisi (*filler*) yang akan menambah internal kohesi dan mengurangi porositas sebagai daerah transisi yang merupakan daerah terkecil dalam beton, sehingga beton menjadi lebih kuat.

METODOLOGI PENELITIAN

Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh objek yang akan diteliti dalam penelitian ini, benda uji secara keseluruhan dapat disebut sebagai populasi sedangkan yang akan mewakili sebagian dari populasi disebut dengan sampel.

Tabel 4. Daftar Sampel Benda Uji

Benda Uji (%)	Uji Tekan dan berat volume Hari Ke-				Uji Serapan Air	Densitas
	7	14	21	28		
Fly Ash 0 %	5	5	5	5	5	1
Fly Ash 5 %	5	5	5	5	5	1
Fly Ash 15 %	5	5	5	5	5	1
Fly Ash 25 %	5	5	5	5	5	1
Fly Ash 35 %	5	5	5	5	5	1
Jumlah	100				25	5
Total	130					

Kebutuhan Bahan (mix design)**Tabel 5.** Perencanaan Kebutuhan Bahan

Volume	Varian %	Berat kg/m ³	Air (litr)	Semen (kg)	Fly Ash (kg)	Pasir (kg)
1 m ³	5	1553,06	59,59	161,72	3,16	1328
	15	1542,35	59,59	144,72	9,47	1328
	25	1531,63	59,59	127,69	15,78	1328
	35	1520,91	59,59	110,67	22,09	1328

Pengujian Bata beton

Pengukuran dimensi bata beton

Pengujian Visual sendiri meliputi 2 pengujian, diantaranya adalah pemeriksaan pandangan luar dan pemeriksian ukuran. Dan berikut merupakan hal-hal yang dilakukan dalam pengujian visual pada bata beton.

Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume dilakukan untuk pengukuran berat setiap satuan volume benda. Semakin tinggi berat suatu benda maka semakin berat pula setiap berat setiap volumenya. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, berat isi sampel dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$BV = \frac{w}{v}$$

Dimana

BV = Berat Volume (Kg/m³)

W = Berat Benda Uji (gr)

V = Volume Benda Uji (m³)

Pengujian Densitas

Digunakan metode Archimedes untuk menghitung besarnya densitas bata beton dengan persamaan sebagai berikut (Sijabat K, 2007)

$$\rho_{pc} = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} \times \rho_{air}$$

Dimana :

ρ_{pc} = densitas bata beton (gr/cm³)

ms = massa sampel kering (gr)

mb = massa sampel setelah direndam air (gr)

mg = massa sampel beserta tali penggantung di dalam air (gr)

mk = massa tali penggantung (gr)

Pengujian Absorpsi Bata Beton

Setelah itu bata beton direndam kedalam air selama 24 jam, bata beton diangkat dan dibiarkan kering udara kemudain ditimbang kembali beratnya.

$$Wa = \frac{Mj - Mk}{Mk} \times 100\%$$

Dimana

Wa = Water Absorption (%)

Mk = Massa Benda Kering (gr)

Mj = Massa Benda dalam Kondisi Jenuh (gr)

Pengujian Kuat Tekan Bata beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{Fmaks}{A}$$

Dimana

P = Kuat Tekan (kg/m²)

Fmaks = Gaya Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil Pengujian Benda Uji**

Pengujian Visual Bata beton

Tabel 9. Pemeriksaan Ukuran Bata beton

Variasi	Panjang		Tebal		Lebar	
	Benda Uji (mm)	SNI 03-0349-1989	Benda Uji (mm)	SNI 03-0349-1989	Benda Uji (mm)	SNI 03-0349-1989
0 %	390	390 +3 -5	100	100 ± 2	190	190 +3 -5
5 %	390	390 +3 -5	100	100 ± 2	190	190 +3 -5
15 %	390	390 +3 -5	100	100 ± 2	190	190 +3 -5
25 %	390	390 +3 -5	100	100 ± 2	190	190 +3 -5
35 %	390	390 +3 -5	100	100 ± 2	190	190 +3 -5

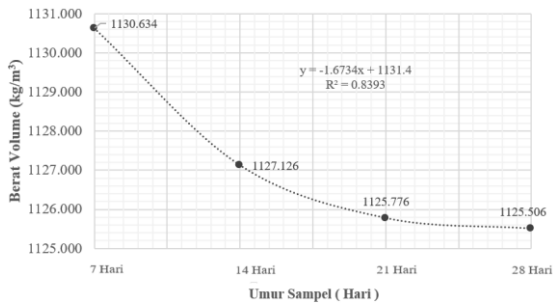
Berdasarkan hasil pemeriksaan ukuran dimensi pada tabel, maka dapat disimpulkan dimensi ukuran (panjang, lebar, dan tebal) kelompok benda uji 1:6 dengan variasi 5% ,15% ,25% dan 35% sudah memenuhi SNI 03-0349-1989. Penambahan proporsi campuran bahan pada bata beton tidak mempengaruhi ukuran bata beton, karena perbedaan ukuran benda uji mungkin terjadi karena kurang sempurnanya proses penekanan dan penggetaran pada saat

pencetakan benda uji.

Pengujian Berat Volume Bata beton

Tabel 10. Analisa Pengujian Berat Volume Bata beton Variasi 0 %

N o	Keterang an	Berat Volume (kg/m ³)			
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	Sampel 1	1153.8	1149.7	1148.4	1148.4
		4	9	4	4
2	Sampel 2	1140.3	1139.0	1137.6	1137.6
		5	0	5	5
3	Sampel 3	1129.5	1125.5	1125.5	1125.5
		5	0	0	0
4	Sampel 4	1114.7	1110.6	1109.3	1107.9
		1	6	1	6
5	Sampel 5	1114.7	1110.6	1107.9	1107.9
		1	6	6	6
Rata- Rata		1130.6	1127.1	1125.7	1125.5
		3	2	7	0

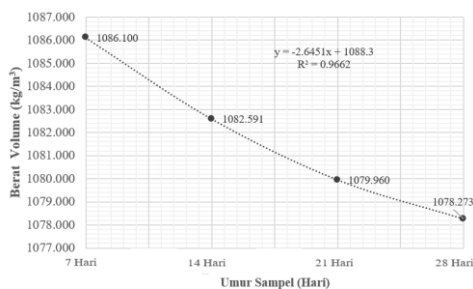


Gambar 3. Grafik Berat Volume Vs Umur Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* 0 %

Dari tabel diatas, berat volume rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 0% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1107.96 – 1148.44 kg/m³ adalah 1125.50 kg/m³.

Tabel 11. Analisa Pengujian Berat Volume Bata beton Variasi 5 %

No	Keterangan	Berat Volume (kg/m ³)			
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	Sampel 1	1106.61	1105.26	1103.91	1102.56
		2	1	1	1
2	Sampel 2	1091.76	1087.71	1085.02	1083.67
		3	2	2	2
3	Sampel 3	1083.67	1080.97	1074.22	1072.87
		4	3	3	3
4	Sampel 4	1079.62	1075.57	1072.87	1071.52
		5	4	4	4
5	Sampel 5	1068.82	1063.42	1062.07	1060.72
		6	5	5	5
Rata- Rata		1130.63	1086.10	1082.59	1079.62

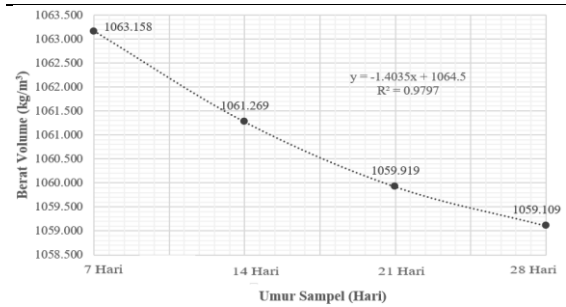


Gambar 4. Grafik Berat Volume Vs Umur Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* 5 %

Dari tabel di atas, berat volume rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 5% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1060.72-1102.56 kg/m³ adalah 1078.273 kg/m³.

Tabel 12. Analisa Pengujian Berat Volume Bata beton Variasi 15 %

No	Keterangan	Berat Volume (kg/m ³)			
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	Sampel 1	1080.97	1078.27	1078.27	1078.27
		4	4	4	4
2	Sampel 2	1076.92	1074.22	1074.22	1074.22
		5	5	5	5
3	Sampel 3	1075.57	1074.22	1072.87	1071.52
		6	6	6	6
4	Sampel 4	1044.53	1044.53	1041.83	1040.48
		7	7	7	7
5	Sampel 5	1037.78	1035.08	1032.38	1031.03
		8	8	8	8
Rata- Rata		1130.63	1063.15	1061.80	1059.91

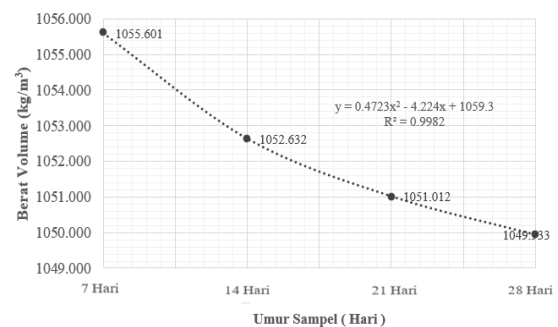


Gambar 5. Grafik Berat Volume Vs Umur Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* 15 %

Dari tabel di atas, berat volume rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 15% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1031.039 – 1078.273 kg/m³ adalah 1059.10 kg/m³.

Tabel 13. Analisa Pengujian Berat Volume Bata beton Variasi 25 %

No	Keterangan	Berat Volume (kg/m ³)			
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	Sampel 1	1078.27	1071.52	1070.17	1070.17
		4	4	4	4
2	Sampel 2	1064.77	1063.42	1062.07	1060.72
		5	5	5	5
3	Sampel 3	1060.72	1059.37	1058.03	1055.33
		6	6	6	6
4	Sampel 4	1055.33	1051.28	1048.58	1048.58
		7	7	7	7
5	Sampel 5	1020.24	1017.54	1016.19	1014.84
		8	8	8	8
Rata- Rata		1130.63	1055.60	1052.63	1051.01

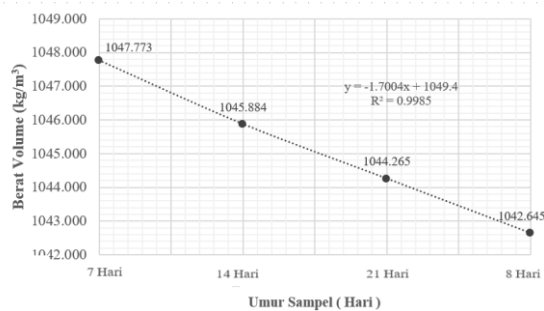


Gambar 6. Grafik Berat Volume Vs Umur Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* 25 %

Dari tabel di atas, berat volume rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 25% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1014.845 – 1070.175 kg/m³ adalah 1049.93 kg/m³.

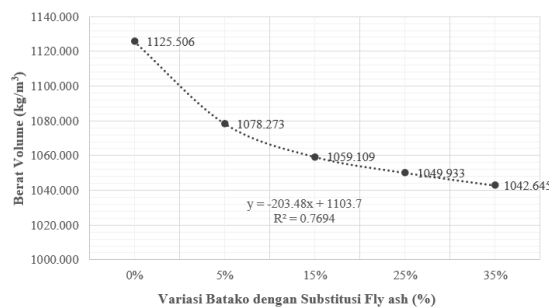
Tabel 14. Analisa Pengujian Berat Volume Bata beton Variasi 35 %

No	Keterangan	Berat Volume (kg/m ³)			
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	Sampel 1	1067.47	1064.77	1064.77	1062.07
2	Sampel 2	1051.28	1049.93	1049.93	1048.58
3	Sampel 3	1044.53	1044.53	1041.83	1041.83
4	Sampel 4	1037.78	1035.08	1032.38	1029.69
5	Sampel 5	1037.78	1035.08	1032.38	1031.03
Rata-Rata		1130.63	1047.77	1045.88	1044.26



Gambar 7. Grafik Berat Volume Vs Umur Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* 35 %

Dari tabel diatas, berat volume rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 35% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1031.039 – 1062.078 kg/m³ adalah 1042.64 kg/m³.



Gambar 8. Grafik Berat Volume 28 Hari Vs Variasi Bata beton

Dapat dilihat pada tabel di atas, berat volume bata beton mengalami penurunan seiring dengan penambahan waktu pengeringan dan mengalami penurunan setelah dilakukan penambahan *Fly Ash* pada Bata beton . Hal ini menunjukkan bahwa bata beton *Fly Ash* merupakan bata beton ringan yang bisa membuat pemasangan dinding lebih cepat dan menurunkan beban konstruksi di bawahnya.

Pengujian Densitas Bata beton

Tabel 15. Analisa Pengujian Densitas Bata beton Variasi 0 %

No	Keterangan	Densitas (gr/cm ³)
		28 hari
1	Sampel 1	1.691
2	Sampel 2	2.224
3	Sampel 3	2.331
4	Sampel 4	2.097
5	Sampel 5	1.795
Rata - rata		2.028

Dari tabel di atas, Densitas rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 0% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.691 – 2.331 gr/cm³ adalah 2.028 gr/cm³.

Tabel 16. Analisa Pengujian Densitas Bata beton Variasi 5 %

No	Keterangan	Densitas (gr/cm ³)
		28 hari
1	Sampel 1	1.839
2	Sampel 2	1.839
3	Sampel 3	2.143
4	Sampel 4	1.936
5	Sampel 5	1.669
Rata - rata		2.028

Dari tabel di atas, Densitas rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 5% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.669 - 2.143 gr/cm³ adalah 1.885 gr/cm³.

Tabel 17. Analisa Pengujian Densitas Bata beton Variasi 15 %

No	Keterangan	Densitas (gr/cm ³)
		28 hari
1	Sampel 1	1.936
2	Sampel 2	1.848
3	Sampel 3	1.839
4	Sampel 4	1.795
5	Sampel 5	1.778
Rata - rata		2.028

Dari tabel di atas, Densitas rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 15% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.778 – 1.936 gr/cm³ adalah 1.839 gr/cm³.

Tabel 18. Analisa Pengujian Densitas Bata beton Variasi 25 %

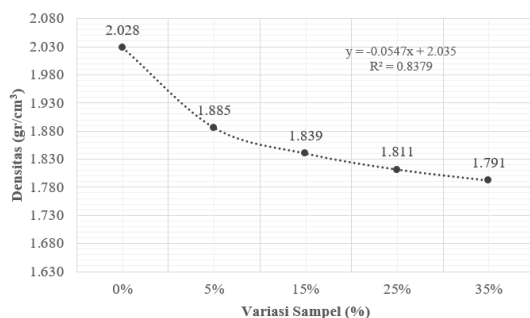
No	Keterangan	Densitas (gr/cm ³)
		28 hari
1	Sampel 1	1.795
2	Sampel 2	1.783
3	Sampel 3	1.839
4	Sampel 4	1.859
5	Sampel 5	1.778
Rata - rata		2.028

Dari tabel di atas, Densitas rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 25% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.795 – 1.859 gr/cm³ adalah 1.811 gr/cm³.

Tabel 19. Analisa Pengujian Densitas Bata beton Variasi 35 %

No	Keterangan	Densitas (gr/cm ³)
		28 hari
1	Sampel 1	1.691
2	Sampel 2	1.860
3	Sampel 3	1.761
4	Sampel 4	1.783
5	Sampel 5	1.861
Rata - rata		2.028

Dari tabel di atas, Densitas rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 35% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.691 – 1.861 gr/cm³ adalah 1.791 gr/cm³



Gambar 9. Grafik Densitas Vs Variasi Bata beton

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai densitas (*density*) bata beton mengalami penurunan setelah dilakukan penambahan *fly ash*. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang dikemukakan diawal yaitu semakin besar penambahan *fly ash* maka nilai densitasnya akan semakin kecil.

Pengujian Absorbsi Bata beton

Tabel 20. Analisa Pengujian Absorbsi Bata beton Variasi 0 %

No	Keterangan	Absorbsi (%)				
		28 Hari	SNI 03-0349-1989			
			1	2	3	4
1	Sampel 1	20.625	25	35	-	-
2	Sampel 2	20.000	25	35	-	-
3	Sampel 3	21.587	25	35	-	-
4	Sampel 4	20.563	25	35	-	-
5	Sampel 5	17.534	25	35	-	-
Rata - Rata		20.062				

Dari tabel diatas, Penyerapan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 0% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 17.534 – 21.587 % adalah 20.06 %.

Tabel 21. Analisa Pengujian Absorbsi Bata Beton Variasi 5 %

No	Keterangan	Absorbsi (%)				
		28 Hari	SNI 03-0349-1989			
			1	2	3	4
1	Sampel 1	15.526	25	35	-	-
2	Sampel 2	16.901	25	35	-	-
3	Sampel 3	15.493	25	35	-	-
4	Sampel 4	17.534	25	35	-	-
5	Sampel 5	17.333	25	35	-	-
Rata - Rata		16.558				

Dari tabel di atas, Penyerapan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 5% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 15.526 – 17.534% adalah 16.558%.

Tabel 22. Analisa Pengujian Absorbsi Bata beton Variasi 15 %

No	Keterangan	Absorbsi (%)				
		28 Hari	SNI 03-0349-1989			
			1	2	3	4
1	Sampel 1	14.286	25	35	-	-
2	Sampel 2	14.286	25	35	-	-
3	Sampel 3	14.925	25	35	-	-
4	Sampel 4	14.706	25	35	-	-
5	Sampel 5	16.571	25	35	-	-
Rata - Rata		14.955				

Dari tabel di atas, Penyerapan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 15% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 14.286 – 16.571% adalah 14.955%.

Tabel 23. Analisa Pengujian Absorbsi Bata beton Variasi 25 %

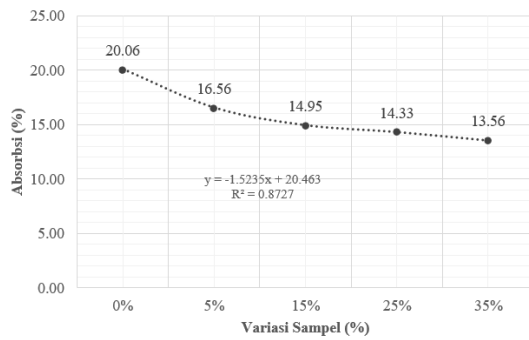
No	Keterangan	Absorbsi (%)				
		28 Hari	SNI 03-0349-1989			
			1	2	3	4
1	Sampel 1	14.744	25	35	-	-
2	Sampel 2	14.571	25	35	-	-
3	Sampel 3	14.722	25	35	-	-
4	Sampel 4	13.333	25	35	-	-
5	Sampel 5	14.286	25	35	-	-
Rata - Rata		14.331				

Dari tabel di atas, Penyerapan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 25% didapat data dari 3 sampel dengan nilai antara 13.33 – 14.744 % adalah 14.331 %.

Tabel 24. Analisa Pengujian Absorbsi Bata beton Variasi 35 %

No	Keterangan	Absorbsi (%)				
		28 Hari	SNI 03-0349-1989			
			1	2	3	4
1	Sampel 1	14.925	25	35	-	-
2	Sampel 2	12.500	25	35	-	-
3	Sampel 3	14.722	25	35	-	-
4	Sampel 4	13.333	25	35	-	-
5	Sampel 5	12.308	25	35	-	-
Rata - Rata		13.558				

Dari tabel di atas, Penyerapan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 25% didapat data dari 3 sampel dengan nilai antara 13.33 – 14.744% adalah 14.331%.



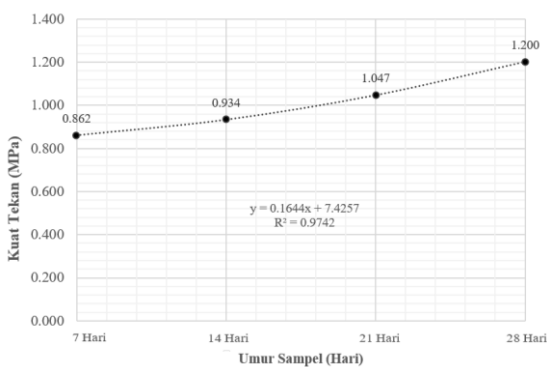
Gambar 10. Grafik Absorpsi Vs Variasi Bata beton

Dari grafik di atas, dapat diketahui bahwa daya serap air bata beton yang mengalami penurunan seiring dengan penambahan waktu pengeringan dan mengalami penurunan setelah dilakukan *fly ash*. Hal ini sesuai dengan hipotesis yang dikemukakan di awal yaitu semakin besar penambahan *fly ash* maka nilai daya serap airnya akan semakin kecil.

Pengujian Kuat Tekan Bata beton

Tabel 25. Analisa Pengujian Kuat Tekan Bata beton Variasi 0 %

No.	Kuat Tekan (MPa)							
	7				SNI 03-0349-1989			
	hari	14 hari	21 hari	28 hari	I	II	III	IV
Sampel 1	0.89	0.84	1.07	1.18	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 2	0.84	0.89	1.15	1.28	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 3	1.00	0.92	1.05	1.20	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 4	0.94	0.87	1.00	1.15	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 5	0.97	0.76	0.94	1.18	6.4	4.4	2.9	1.7
Rata - Rata	0.86	0.93	1.04	1.20				

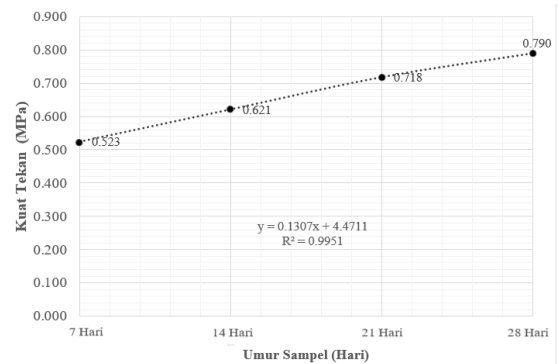


Gambar 11. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi 0 %

Dari tabel di atas, Kuat Tekan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 0% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 1.180 – 1.282 Mpa adalah 1,200 MPa.

Tabel 26. Analisa Pengujian Kuat Tekan Bata beton Variasi 5 %

No.	Kuat Tekan (MPa)							
	7				SNI 03-0349-1989			
	hari	14 hari	21 hari	28 hari	I	II	III	IV
Sampel 1	0.53	0.59	0.79	0.76	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 2	0.48	0.61	0.76	0.82	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 3	0.56	0.69	0.71	0.84	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 4	0.59	0.59	0.69	0.76	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 5	0.43	0.61	0.61	0.74	6.4	4.4	2.9	1.7
Rata - Rata	0.52	0.62	0.71	0.79				

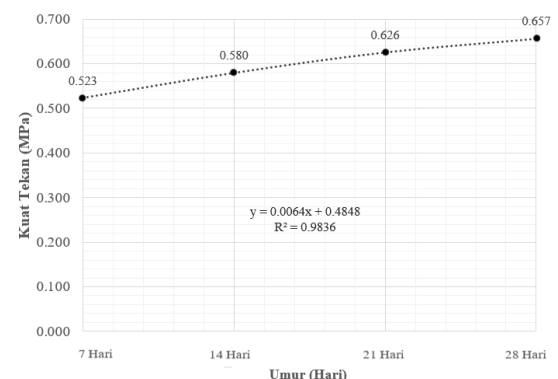


Gambar 12. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi 5 %

Dari tabel di atas, Kuat Tekan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 5% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 0.744– 0.846 MPa adalah 0.790 MPa.

Tabel 27. Analisa Pengujian Kuat Tekan Bata beton Variasi 15 %

No.	Kuat Tekan (MPa)							
	7				SNI 03-0349-1989			
	hari	14 hari	21 hari	28 hari	I	II	III	IV
Sampel 1	0.51	0.53	0.66	0.59	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 2	0.53	0.59	0.59	0.69	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 3	0.56	0.59	0.64	0.64	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 4	0.51	0.61	0.61	0.69	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 5	0.48	0.56	0.61	0.66	6.4	4.4	2.9	1.7
Rata - Rata	0.52	0.58	0.62	0.65				

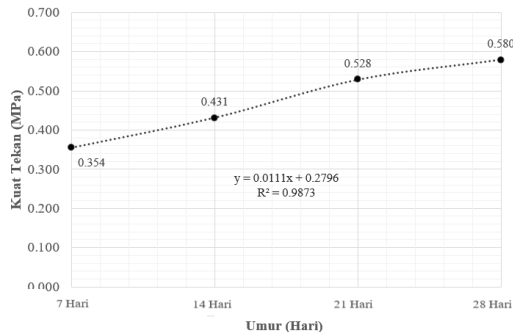


Gambar 13. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi 15%

Dari tabel di atas, Kuat Tekan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 15% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 0.590 – 0.693 Mpa adalah 0.657 MPa.

Tabel 28. Analisa Pengujian Kuat Tekan Bata beton Variasi 25 %

NO.	Kuat Tekan (MPa)				SNI 03-0349-1989			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	I	II	III	IV
Sampel 1	0.35	0.43	0.59	0.59	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 2	0.46	0.46	0.56	0.59	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 3	0.33	0.46	0.51	0.53	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 4	0.30	0.41	0.46	0.56	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 5	0.30	0.38	0.51	0.61	6.4	4.4	2.9	1.7
Rata - Rata	0.35	0.43	0.52	0.58				

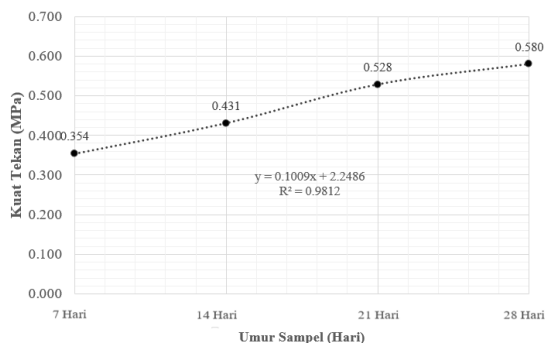


Gambar 14. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi 25%

Dari tabel di atas, Kuat Tekan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 25% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 0.590-0.616 Mpa adalah 0.580 MPa.

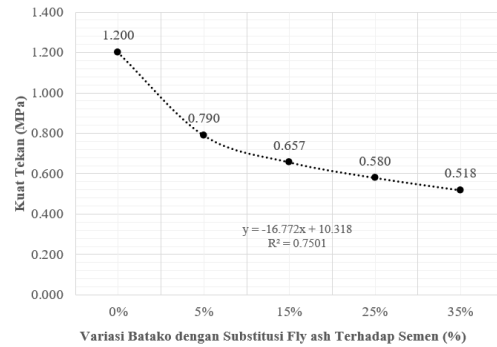
Tabel 29. Analisa Pengujian Kuat Tekan Bata beton Variasi 35 %

NO.	Kuat Tekan (MPa)				SNI 03-0349-1989			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	I	II	III	IV
Sampel 1	0.33	0.38	0.46	0.51	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 2	0.30	0.38	0.43	0.48	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 3	0.23	0.35	0.43	0.53	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 4	0.25	0.30	0.41	0.56	6.4	4.4	2.9	1.7
Sampel 5	0.30	0.33	0.48	0.48	6.4	4.4	2.9	1.7
Rata - Rata	0.28	0.35	0.44	0.51				



Gambar 15. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi 35%

Dari tabel di atas, Kuat Tekan rata-rata pada umur 28 hari Bata beton dengan variasi 1:6 *Fly Ash* 35% didapat data dari 5 sampel dengan nilai antara 0.487 -0.564 Mpa adalah 0.518 MPa.



Gambar 16. Grafik Kuat Tekan Vs Umur Bata beton Variasi Bata beton

Kuat Tekan bata beton mengalami kenaikan seiring dengan penambahan waktu pengeringan dan mengalami penurunan setelah dilakukan substitusi *Fly Ash* terhadap semen pada Bata beton.

KESIMPULAN

Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan kuat tekan dari Bata beton dengan Substitusi *Fly Ash* tidak masuk kedalam klasifikasi, diantaranya sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang didasari oleh SNI 03-0349-1989 didapatkan kuat tekan bruto rata-rata pada umur 28 hari pada bata beton dengan substitusi 5% *Fly Ash* sebesar 0,790 MPa, bata beton dengan substitusi 15% *Fly Ash* sebesar 0,657 MPa, bata beton dengan substitusi 25% *Fly Ash* sebesar 0,580 MPa, bata beton dengan substitusi 35% *Fly Ash* sebesar 0,518 MPa dan bata beton dengan substitusi *Fly Ash* 0% sebagai Bata beton pembanding sebesar 1,200 Mpa
2. Dari hasil penelitian didapatkan berat volume rata-rata pada umur 28 hari pada bata beton dengan substitusi 5% *Fly Ash* adalah sebesar 1078.273 kg/m³, bata beton dengan substitusi 15% *Fly Ash* sebesar 1059.109 kg/m³, bata beton dengan substitusi 25% *Fly Ash* sebesar 1049.933 kg/m³, bata beton dengan substitusi 35% *Fly Ash* sebesar 1042.645 kg/m³ dan bata beton dengan substitusi *Fly Ash* 0% sebagai Bata beton pembanding sebesar 1125.506 kg/m³.
3. Dari hasil penelitian didapatkan densitas rata-rata pada umur 28 hari pada bata beton dengan substitusi 5% *Fly Ash* adalah sebesar 1.885 gr/cm³, bata beton dengan substitusi 15% *Fly Ash* sebesar 1.836 gr/cm³, bata beton dengan substitusi 25% *Fly Ash* sebesar 1.839 gr/cm³, bata beton dengan substitusi 35% *Fly Ash* sebesar

- 1.811 gr/cm³ dan bata beton dengan substitusi *Fly Ash* 0% sebagai Bata beton pembanding sebesar 2.028 gr/cm³.
4. Dari hasil penelitian didapatkan Absorpsi rata-rata pada umur 28 hari pada bata beton dengan substitusi 5% *Fly Ash* adalah sebesar 16.56%, bata beton dengan substitusi 15% *Fly Ash* sebesar 14.95%, bata beton dengan substitusi 25% *Fly Ash* sebesar 14.33%, bata beton dengan substitusi 35% *Fly Ash* sebesar 13,56% dan bata beton dengan substitusi *Fly Ash* 0% sebagai Bata beton pembanding sebesar 20.06%.
 5. Berdasarkan hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan limbah *Fly Ash* dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen. Walaupun kuat tekan bata beton dengan substitusi *Fly Ash* tidak masuk klasifikasi menurut SNI 03-0349-1989, bata beton dengan substitusi *Fly Ash* terhadap semen ini masih dapat dimanfaatkan sebagai dinding pada rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 187 – 86. Normal consistency of hydraulic cement. American Society for Testing and Material.
- Badan Standarisasi Nasional (1990). SNI 03-1971-1990: Metode Pengujian Kadar Air Agregat, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Kadar Lumpur Agregat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). SNI 03-1970-1990: Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (1998). SNI 03-4804-1998 Tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat, Pusjatan – Balitbang PU.
- Badan Standarisasi Nasional (1992). SNI 03-2816-1992, Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir untuk Campuran Mortar Atau Beton.
- Badan Standarisasi Nasional (1929). SNI 03-0349-1989. Bata beton untuk pasangan dinding. Indonesia, Standar Nasional Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2004). SNI 15-0302-2004 Semen Portland Pozolan. Badan Standar Nasional. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional (2008). SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standar Nasional. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional (2002). SNI 03-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. Badan Standar Nasional. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, Bandung
- Hardianto, R., Sutandar, E., & Supriyadi, A. (2018). Studi Eksperimental Pembuatan Bata Ringan Foam Agent (Busa) dengan Variasi Pemakaian Air. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(1).
- Insan, M. K., Hariati, F., & Taqwa, F. M. L. (2020). Studi Pemanfaatan *Fly Ash* dan Bottom Ash sebagai Material Stabilisasi Tanah Dasar (Studi Kasus: Pekerjaan Subgrade untuk Jalan Lingkungan di PLTU Sulawesi Utara II, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 3(2), 39–44. <https://doi.org/10.32832/komposit.v3i2.3257>
- Modestus, M., Sutandar, E., & Samsurizal, E. (2017). *Uji Individu Bata Ringan dengan Foam Agent Berdasarkan Variasi Ukuran Pasir* (Doctoral dissertation, Tanjungpura University).
- Munir, M., (2008), Pemanfaatan Abu Batubara (fly ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan, Thesis, Pascasarjana Teknik, Universitas Diponegoro
- Naibaho, A., Takim, T., & Ningrum, D. (2016). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Pada Mortar. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 1(2), 91-100.
- Siagian, H., dan Dermawan, A. (2011), Pengujian Sifat Mekanik Batako Yang Dicampur Abu Terbang (*Fly ash*), *Jurnal Sains Indonesia*, 35(1): 23-28.
- Sianturi, M. J. M., Supriyadi, A., & Sutandar, E. (2016). Studi Penggunaan Cangkang Kerang sebagai Pengganti Agregat Halus pada Mortar. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 3(3).