BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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.

Bata beton sendiri dibedakan menjadi dua jenis yaitu bata beton pejal dan bata beton berlubang. Bata beton pejal memiliki volume pejal lebih dari 75% sedangkan bata beton berlobang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25%.

Pengerasan bata beton dapat terjadi ketika setiap komposisi campuran penyusun bata beton diaduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam cetakan bata beton. Jika dibiarkan dalam waktu tertentu, maka campuran bata beton akan mengeras seperti batuan. Pengerasan yang terjadi pada bata beton disebabkan karena reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama waktu yang panjang dan akibatnya campuran selalu bertambah keras sebanding dengan umurnya.

Persyaratan Bata beton yang baik menurut PUBI (1982) harus menunjukan 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%.

2.2 Jenis-Jenis Bata Beton

2.2.1 Bata Beton Pejal

Berdasarkan PUBI 1982, bata beton pejal adalah bata yang mempunyai luas penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya. Sesuai dengan tujuan dari pemakainnya, bata beton pejal dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Tingkat Mutu A1, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
2. Tingkat Mutu A2, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).
3. Tingkat Mutu B1, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari, tetapi permukaan dinding dari bata tersebut boleh tidak diplester (di bawah atap)
4. Tingkat Mutu B2, adalah bata beton pejal yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (harus di plester dan di bawah atap).

   Berikut merupakan Gambar dari Bata Beton Pejal :

Gambar 2.1 Bata beton pejal

2.2.2 Bata Beton Berlubang

Berdasarkan PUBI 1982, definisi dari bata beton berlubang (batako) adalah bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis yang ditambah dengan agregat halus dan air dengan luas penampang lubang > 25% luas penampang batanya dan isi lubangnya > 25% isi batanya. Bata beton berlubang dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Tingkat Mutu A1, adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan bisa digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (di luar atap).
2. Tingkat Mutu A2, adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar (di bawah atap).
3. Tingkat Mutu B1, adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari, tetapi permukaan dinding dari bata tersebut boleh tidak diplester (di bawah atap)
4. Tingkat Mutu B2, adalah bata beton berlubang yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindung dari hujan dan terik matahari (harus di plester dan di bawah atap).

   Berikut merupakan Gambar dari Bata Beton Berlubang :

Gambar 2.2 Bata beton berlubang

2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Mutu Batako

Menurut Pusko Prapto, agar mendapatkan mutu batako yang memenuhi syarat, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi mutu batako, dimana diantaranya bergantung pada faktor air semen, umur batako, kepadatan batako, bentuk tekstur batuan, ukuran agregat dan lain-lain (Darmono,2006).

Agar mendapatkan mutu batako yang memenuhuhi Syarat Industri Indonesia (SII), faktor-faktor yang mempengaruhi mutu batako bergantung pada :

1. **Faktor air semen**

   Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran pembuatan batako. Jumlah air pada campuran mempengaruhi kekuatan dan kemudaan pengerjaan batako. Air yang digunakan pada campuran batako harus diberikan takaran tertentu pula, karena apabila kondisi campuran air yang digunakan secara berlebih akan mengakibatkan kekuatan batako menjadi berkurang.

2. **Umur Batako**

   Kuat tekan akan bertambah tinggi seiring bertambahnya umur batako. Standar kekuatan batako yang dipakai adalah 28 hari. Kekuatan batako akan mendapatkan peningkatan kekuatan seiring bertambahnya waktu, namun peningkatan kekuatan diwaktu yang akan datang tidak akan mengalami perubahan yang cepat seperti pada saat umur 28 hari pertama.

3. **Kepadatan Batako**

   Mutu batako dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun serta cara pembuatan batako itu sendiri. Untuk mendapatkan kekuatan batako yang baik, pembuatan batako harus dibuat sepadat mungkin karena dapat membuat bahan semakin mengikat dengan keras. Mutu batako (kuat tekan) dapat bertambah tinggi sesuai dengan umur batakonya.

4. **Bentuk dan tekstur ukuran agregat**

   Ukuran agregat mempengaruhi kualitas mutu batako, jika ukuran butiran agregat lebih halus maka volume pori pada batako menjadi lebih kecil. Memiliki pori yang sedikit pada batako dapat membuat batako memiliki tingkat kemampatan yang tinggi.

2.4 Bahan Penyusun Batako

2.4.1 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.

Semen dapat dibedakan menjadi 2 kelompok utama berdasarkan karakter dari reaksi kimiawi yakni :

1. Semen dari bahan Klinker (terdiri dari silikat kalsium dan batu gips)
   - Semen portland
   - Semen portland abu terang
   - Semen portlan berkadar besi
   - Semen tanur tinggi (*hoogovencement*)
   - Semen portland trans/pozzolan
   - Semen portland putih
2. Semen-semen lainnya terdiri dari :
   - Alumunium semen dan semen bersulfat

Menurut ASTM, semen dapat diklasifikasi sesuai dengan tujuan pemakainnya antara lain adalah sebagai berikut :

1. Jenis I : Untuk konstruksi pada umumnya, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
2. Jenis II : Untuk konstruksi umumnya terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III : Untuk konstruksi - konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Untuk konstruksi - konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Untuk konstruksi - konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

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 diudara.

Dan berikut tabel pemaparan komposisi senyawa semen, kadar unsur semen, serta karakteristik semen berdasarkan SNI 2049-2015:

Tabel 2.1 Komposisi Unsur Utama Senyawa Semen

Nama Kimia	Rumus Kimia	Notasi	Persen Berat
Trikalsium Silikat	$3CaO.SiO_2$	C_3S	55
Dikalsium Silikat	$2CaO.SiO_2$	C_2S	18
Trikalsium Aluminat	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A	10
Tertrakalsium Aluminoferit	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	C_4AF	8
Gipsum	$CaSO_4.2H_2O$	CSH_2	6

Sumber : (S. Mindesss, Francis Y. dan D. Darwin,2003)

Tabel 2.2 Kadar Unsur Semen Portland

Oksida	Persentase (%)
Kapur (CaO)	60 - 65
Silika (SiO_2)	17 – 25
Alumina (Al_2O_3)	3,0 - 8,0
Besi (Fe_2O_3)	0,5 - 6,0
Magnesium (MgO)	0,5 - 4,0
Sulfar (S03)	1,0 - 2,0
Soda/Potosh (Na2O+K20)	0,5 - 1,0

Sumber : (Teknologi Beton, Kardiono Tjokrodimuljo, Ir, M.)

Tabel 2.3 *Karakteristik Kimia Semen Portland Berdasarkan SNI 2049-2015*

No	Uraian	Jenis Semen Portland (%)				
		I	II	III	IV	V
1	SiO_2, min	-	20	-	-	-
2	Al_2O_3, maks	-	6	-	-	-
3	Fe_2O_3, maks	-	6	-	6.5	-
4	MgO, maks	6	6	6	6	6
5	SO3, maks Jika $C_3A \leq 8.0$ Jika $C_3A \leq 8.0$	 3 3.5	3	 3.5 4.5	2.3	2.3
6	Hilang Pijar, maks	5	3	3	2.5	3
7	Bagian Tak Larut, maks	3	1.5	1.5	1.5	1.5
8	C_3S, maks	-	-	-	35	-
9	C_2S, min	-	-	-	40	-
10	C_3A, maks	-	8	15	7	5
11	$C_3AF + 2C_3A$ atau C4AF + C2F, maks	-	-	-	-	25

Sumber : SNI 2049-2015

Tabel 2.4 Karakteristik Fisik Semen Portland Berdasarkan SNI 2049-2015

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Kehalusan : Uji Permeabilitas udara Dengan alat :					
	Turnidimeter, min	160	160	160	160	160
	Blaine, min	280	280	280	280	280
2	Kekekalan : Pemuaian dengan autoclave maks %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
3	Kuat Tekan :					
	Umur 1 hari, kg/cm^2, min	-	-	120	-	-
	Umur 3 hari, kg/cm^2, min	135	100	240	-	80
			70			
	Umur 7 hari, kg/cm^2, min	215	175	-	70	150
	Umur 28 hari, kg/cm^2, min		120			
		300	-	-	170	210
4	Waktu pengikatan dengan alat: Gilmore					
	• Awal, menit, min	60	60	60	60	60
	• Akhir, menit, min	600	600	600	600	600
	Vicat					
	• Awal,menit,min	45	45	45	45	45
	• Akhir,menit,maks	375	375	375	375	375

Sumber : SNI 2049-2015

2.4.2 Agregat Halus (Pasir)

Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan.

Agregat halus adalah pasir alam yang mengalami proses perpecahan secara alami dari batuan yang besar menjadi butiran batuan yang berukuran lebih kecil. Menurut panduan SNI 03-6820-2002 yang membahas mengenai spesifikasi agregat halus, bahan dapat dikatakan sebagai agregat halus ketika besar butir maksimumnya 4,75 mm atau lolos saringan No. 4 dan sebagian besarnya tertahan oleh saringan No.200 (0,075 mm).

Sebagai bahan yang akan dicampurkan pada campuran batako, ada beberapa persyartan yang harus dipenuhi, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Agregat harus terdiri dari butiran-butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan ≤ 2,2.
2. Agregat halus harus besifat 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 organis yang banyak. Pembuktian ini dapat dilihat pada saat percobaan.
5. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang memiliki besar yang bervariasi serta dapat melewati saringan 4,75 mm dan tertahan pada saringan no. 200 atau 0,075 mm. Hal ini harus dilakukan agar agregat halus dapat memenuhi syarat-syarat analisa gradasi.

   SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi butiran pasir dibagi menjadi empat zona, taitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus), dan zona IV (halus).

Tabel 2.5 Batas-batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		SNI 03-2843-2000				ASTM C-33
(Ayakan)		Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregate
SNI (cm)	AST M	Gradasi No.1	Gradasi No.2	Gradasi No.3	Gradasi No.4	Sieve Analysis
9,6	3/8 in	100-100	100-100	100-100	100-100	100-100
4,8	No. 4	90-100	90-100	90-100	95-100	95-100
2,4	No. 8	60-95	75-100	85-100	95-100	80-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100	50-85
0,6	No. 30	15-34	35-59	60-79	80-100	25-60
0,3	No. 50	5-20	9-30	12-40	15-50	5-30
0,5	No. 100	0-10	0-10	0-10	0-15	0-10

Sumber :SNI 03-2843-2000

2.4.3 Air

Fungsi utama air dalam campuran batako pada hakekatnya adalah untuk melangsungkan proses hidrasi dimana reaksi kimia antara semen dan air akan menjadi pasta pengikat agregat. Oleh karena itu campuran akan menjadi lebih keras dalam waktu tertentu.

Penggunaan air pada pembuatan batako 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 batako lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dar 0,5 gram/liter

Dan berikut merupakan tabel dari batas dan izin air yang digunakan pada campuran batako :

Tabel 2.6 Batas dan Izin Air Untuk Campuran Batako

Kandungan Air	Batas yang diizinkan
Ph	4,5 - 8,5
Bahan Padat	2000 ppm
Bahan Terlarut	2000 pppm
Bahan Organik	2000 ppm
Minyak	2% berat semen
Sulfur	10000 ppm
Chlor (Cl)	10000 ppm

(Sumber : Khairul Lakum 2009)

Faktor air semen dapat diartikan sebagai suatu rasio berat air terhadapat berat total dari semen. Air yang berlebihan dapat menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai . Banyaknya gelumbung air mengakibatkan timbulnya kekosongan ruang pada batako. Ketika batako memiliki ruang kosong yang terlalu banyak, maka struktur campuran akan menjadi keropos dan hal ini akan membuat kualitas dari batako akan menurun. Sedangkan air yang sedikit dapat menyebabkan tidak tercapainya proses hidrasi. Tidak ada patokan mengenai angka pada faktor air semen karea faktor air semen bergantung pada campuran penyusunnya.

2.4.4 Fly ash

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* menurut ACI Commitee 226 memiliki butiran halus yang lolos ayakan No.325 (45 milimicron) 5-27%. Abu terbang atau *Fly ash* memiliki densitas 2,23 gram/cm^3 dengan kadar air sekitar 4 %. Komponen utama dari *Fly ash* adalah silica (SiO2), alumina (AleO3), besi oksida (Fe2O3), kalsium (CaO); dan magnesium , potassium, sodium, titanium, dan belerang dalam jumlah yang sedikit.

Fly ash tidak memiliki kemampuan mengikat seperti semen, teapi 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.

Semen yang tercampur oleh air akan mengalami proses hidrasi yang menyebabkan pengerasan pada semen. Dalam Beton, hanya kalsium silikat yang mempunyai sumbangsih terhadap kekuatan beton, dimana tricalcium silicate berperan sebagai pembentukan kekuatan awal (7 hari pertama), sedangkan dikalsium silikat reaksinya lambat dan mempunyai kontribusi dalam pembentukan kekuatan pada tahap berikutnya. 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. Disamping itu abu batubara akan memberikan konstribusi terhadap perubahan kekuatan yang terjadi pada beton pada umur 7 sampai dengan 28 hari, penambahan kekuatan beton merupakan akibat dari kombinasi antara hidrasi semen dan reaksi pozzolan. (Jackson, 1977).

2.5 Perbandingan *Fly ash* dengan Semen Portland

2.5.1 Perbandingan Sifat Fisik

Fly ash dan semen memiliki kemiripan fisik apabila ditinjau dari sifat fisiknya.

Tabel 2.7 Perbandingan Sifat Fisik *Fly ash* dan Semen Portland

Variabel Pembanding	*Fly ash*	Semen Portland
Kehalusan Butir	5-27% lolos saringan 45 mili micron	80% lolos saringan 44 mikron
Berat Jenis	2.15 – 2.8 g/cm^3	3,15 g/cm^3
Waktu Pengikatan Awal	423 menit	60-120 menit
Specific Gravity	2,15-2.6	3.15
Suhu Pengikatan	24-27°C	35°C

Sumber : Mira Setiawati., 2018, Fly ash Sebagai Pengganti Semen Pada Beton

2.5.2 Perbandingan Sifat Kimia

Kapur, silica, alumina, dan oksida besi merupakan unsur-unsur pokok dari *Fly ash* dan semen. Unsur-unsur tersebut mempengaruhi fungsi dari material. Dan berikut merupakan perbandingan sifat kimia antara *Fly ash* dan Semen Portland

Tabel 2.8 Perbandingan Sifat Kimia *Fly ash* dan Semen Portland

Komponen Pembanding	%rata-rata untuk *Fly ash*	%rata-rata untuk semen Portland
Kapur, CaO	1-12	60-65
Silika, SiO_2	20-60	17-25
Alumina, Al_2O_3	5-35	3-8
Besi, Fe_2O_3	10-40	0.5-6
Magnesia, MgO	0-5	0.5-4

Sumber : Mira Setiawati., 2018, Fly ash Sebagai Pengganti Semen Pada Beton

Tabel 2.9 Komposisi Kimia *Fly ash* dan Semen

Senyawa	Jenis *Fly ash* (%)			Semen (%)
	F	C	N	
Silika, SiO_2	51.9	50.9	58.2	22.6
Alumina, Al_2O_3	25.8	15.7	18.3	4.3
Besi, Fe_2O_3	6.98	5.8	9.3	2.4
Kapur, CaO	8.7	24.3	3.3	64.4
Magnesia, MgO	1.8	4.6	3.9	2.1
Sulfur Dioksida SO_2	0.6	3.3	1.1	2.3
Na_2O dan K_2O	0.6	1.3	1.1	0.6

Sumber : Mira Setiawati., 2018, Fly ash Sebagai Pengganti Semen Pada Beton

2.6 Syarat Mutu Batako

2.6.1 Pandangan Luar

Pemeriksaan pandangan luar menurut SNI 03-0349-1989 Bata beton pejal dan bata beton berlubang adalah rata-rata bidang permukaan tidak boleh cacat ; Rusuknya siku dengan yang lain ; Rata-rata sudut tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2.6.2 Dimensi dan Toleransi

Tabel 2.10 Dimensi Bata Beton Pejal dan Bata Beton Berlubang menurut SNI-03-0348-1989

Jenis		Ukuran (mm)			Tebal Dinding Sekatan Lobang Minimum	
		Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1	Pejal	390 + 3 - 5	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2	Berlobang					
	a. Kecil	390 + 3 - 5	190 +3 - 5	100 ± 2	20	15
	b. Besar	390 + 3 - 5	190 +3 - 5	200 ± 3	25	20

Tabel 2.11 Dimensi Bata Beton Berlubang Menurut PUBI 1982

Jenis bata	Ukuran nominal (mm)			Tebal kelopak (dinding rongga) minimum (mm)	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Sekatan dalam
Tipis	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2	20	15
Sedang	400 ± 3	200 ± 3	150 ± 2	20	15
Tebal	400 ± 3	200 ± 3	200 ± 2	25	20

2.6.3 Syarat Fisis dan Mekanis

Tabel 2.12 Klasifikasi Bata Beton menurut SNI-03-0348-1989

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata min	kg/cm^2	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan Bruto masing-masing benda uji min	kg/cm^2	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata maks	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Tabel 2.13 Klasifikasi Bata Beton menurut PUBI-1982

Batako Berlubang	Kuat Tekan Bruto minimum ($Kg.f/cm^2$)		Pennyerapan Air Maksimum (% Berat)
	Rata-rata	Masing-masing	
A1	20	17	-
A2	35	30	-
B1	50	45	35
B2	70	65	25

2.7 Pengujian Benda Uji

1. Pemeriksaan Visual

Pemeriksaan ukuran dilakukan untu mengamati bentuk batako. Apabila belum sesuai, maka hal itu dapat mempengaruhi nilai kekuatan pada bangunan. Sedangkan pemeriksaan pandangan luar dilakukan agar tidak mengurangi nilai jual

2. 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. Semakin besar berat volume benda, maka semakin rendah porositasnya. Untuk menghitung besarnya volume digunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana

BV = Berat Volume (Kg/m^3)

W = Berat Benda Uji (gr)

V = Volume Benda Uji (m^3)

3. Pengujian Densitas Batako

Pengukuran densitas (*bulk density*) dari masing-masing komposisi batako ringan yang telah dibuat, diamati dengan menggunakan prinsip Archimedes dengan menggunakan neraca digital. Untuk pengukuran densitas dan penyerapan air digunakan metoda Archimedes dan besarnya densitas batako dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sijabat K, 2007).

$$\rho \text{ pc} = \frac{ms}{mb - (mg - mk)} x\ \rho\ air$$

Dimana :

ρ pc = densitas batako (gr/cm^3)

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)

4. Pengujian Absorbsi Batako

Penyerapan Air adalah perbandingan dari berat air yang mampu diserap oleh pori terhadap benda kering pada benda uji, dimana satuan yang dihasilkan dinyatakan dalam persen. Besar atau kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi oleh rongga yang terdapat pada batako. Apabila pori pada batako banyak, maka semakin besar penyerapan air yang dimiliki, hal ini dapat membuat ketahanan batako akan berkurang. Timbulnya pori pada batako dapat terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya.

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

Dimana

Wa = *Water Absorption* (%)

Mk = Massa Benda Kering (gr)

Mj = Massa Benda Dalam Kondisi Jenuh (gr)

5. Pengujian Kuat Tekan Sampel

Pengujian kuat tekan batako adalah pengujian yang dilakukan dengan cara meberikan beban terhadap batako guna mengetahui gaya tekan yang dapat ditahan oleh batako tersebut. Pengujian kuat tekan ini dilakukan untuk memastikan sampel dapat menahan beban. Kuat tekan sampel adalah perbandingan besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dibagi dengan luas penampang yang menerima beban tersebut. Kuat tekan merupakan salah satu tolak ukur pada batako. Mengacu pada pada SK SNI M–14–1989–F tentang pengujian kuat tekan beton, yang dimaksud 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:

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

Dimana

P = Kuat Tekan (kg/m^2)

Fmaks = Gaya Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)

2.8 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

2.8.1 Aulia Rahmina Anhadi Dengan Judul Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Kayu dan *Fly ash* Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Pada Batako

Dari hasil pengujian kuat tekan batako, diperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi ada pada variasi E dengan nilai 35,45 kg/cm^2 dan nilai kuat tekan terendah ada pada variasi B dengan nilai kuat tekan rata-rata 13,96 kg/cm^2. Penambahan serbuk kayu menurunkan kuat tekan batako. Sedangkan penambahan *Fly ash* dengan persentase 15%-25% dapat meningkatkan kuat tekan batako. Dari hasil pengujian penyerapan air batako, diperoleh penyerapan air rata-rata terendah ada pada variasi E yaitu sebesar 5,48% dan nilai penyerapan tertinggi ada pada variasi B dengan nilai penyerapan rata-rata sebesar 7,22%. Penyerapan air batako meningkat setelah ditambahkan serbuk kayu. Kemudian setelah batako serbuk kayu ditambahkan *Fly ash* pada campurannya penyerapan air pada batako mengalami penurunan. Campuran batako optimum yang memenuhi persyaratan SNI 03-0349-1989 didapat pada campuran dengan variasi E (*Fly ash* 15%) dengan nilai kuat tekan sebesar 35,45 kg/cm^2 dan penyerapan air sebesar 5,48%.

Tabel 2.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako

Variasi	Kode	Dimensi (cm)		Luas Permukaan A	Beban Maksimum P	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rerata
		P	L				
Normal	A1	39,43	9,98	393,68	10400,94	26,42	27,65
	A2	39,43	9,96	392,76	12236,40	31,16	
	A3	39,33	9,96	391,69	11114,73	28,38	
	A4	39,43	9,99	394,00	9687,15	24,59	
	A5	39,37	9,99	393,40	10910,79	27,73	
FA 0%	B1	39,17	9,96	390,10	5404,41	13,85	13,96
	B2	39,07	9,96	389,23	5914,26	15,19	
	B3	39,07	9,99	390,28	5710,32	14,63	
	B4	39,13	9,98	390,49	4588,65	11,75	
	B5	39,10	9,97	389,70	5608,35	14,39	
FA 15%	C1	39,57	10,09	399,10	11828,52	29,64	24,77
	C2	39,63	10,09	399,83	11624,58	29,07	
	C3	39,53	13,39	529,15	9279,27	17,54	
	C4	39,73	9,97	396,21	9687,15	24,45	
	C5	39,53	10,02	396,06	9177,39	23,17	
FA 20%	D1	39,40	10,00	394,00	14173,83	35,97	31,44
	D2	39,33	10,00	393,20	10095,03	25,67	
	D3	39,40	10,05	396,10	12236,40	30,89	
	D4	39,33	10,01	393,66	15193,53	38,60	
	D5	39,03	10,02	391,24	10197,00	26,06	
FA 25%	E1	39,80	10,06	400,45	13663,98	34,12	35,45
	E2	39,50	10,21	403,16	12032,46	29,85	
	E3	39,67	10,06	398,98	16519,14	41,40	
	E4	39,60	10,00	395,93	13562,01	34,25	
	E5	38,20	10,00	382,13	14377,77	37,63	
FA 30%	F1	39,27	9,77	383,77	6322,14	16,47	18,91
	F2	39,40	9,89	389,53	6322,14	18,32	
	F3	39,17	9,93	388,86	7137,90	18,36	
	F4	39,30	9,91	389,59	7341,84	18,84	
	F5	39,13	9,93	388,66	8769,42	22,56	
FA 35%	G1	39,23	9,84	385,93	6933,96	17,97	16,24
	G2	39,33	9,94	391,04	6424,11	16,43	
	G3	39,17	9,92	388,34	5404,41	13,92	
	G4	39,37	9,99	393,08	5812,29	14,79	
	G5	39,43	10,01	394,60	7137,90	18,09	

Tabel 2.15 Hasil Pengujian Penyerapan Air

Variasi	Kode	Berat (kg)		Penyerapan (%)	Rerata (%)
		Sebelum Dioven	Setelah Dioven		
Normal	A1	13,20	12,40	6,45	6,49
	A2	13,60	12,80	6,25	
	A3	14,20	13,30	6,77	
FA 0%	B1	10,20	9,70	5,15	7,22
	B2	10,50	9,60	9,38	
	B3	10,50	9,80	7,14	
FA 15%	C1	13,80	12,90	6,98	7,11
	C2	14,00	13,20	6,06	
	C3	13,70	12,65	8,30	
FA 20%	D1	10,70	9,85	8,63	6,54
	D2	10,90	10,30	5,83	
	D3	10,20	9,70	5,15	
FA 25%	E1	11,90	11,40	4,39	5,48
	E2	12,70	12,10	4,96	
	E3	13,60	12,70	7,09	
FA 30%	F1	11,65	11,05	4,43	6,00
	F2	10,30	9,80	5,10	
	F3	11,50	10,70	7,48	
FA 35%	G1	13,50	12,95	4,25	5,06
	G2	13,60	12,90	5,43	
	G3	13,40	12,70	5,51	

2.8.2 Endah Kanti Pangestuti Dengan Judul Penambahan Limbah Abu Batu Bara Pada Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air

Peningkatan kuat tekan batako dapat dilakukan dengan penambahan limbah batu bara yang dikenal dengan abu terbang. Penelitian ini menggunakan komposisi campuran dengan perbandingan berat bahan susun batako yang terdiri dari semen portland pozolan, abu terbang dan pasir. Perbandingan tersebut adalah dengan komposisi abu terbang sebesar 0% (normal), 10%, 20%, 30%, 40%, 70% terhadap berat semen. Sampel berupa batako dengan ukuran 40 cm x 10 cm x 20 cm. Dari hasil percoban dengan berbagai perbandingan antara semen, pasir dan abu batubara yang ditambahkan Dilihat dari kuat tekan penambahan abu batubara sebagai pengganti semen sebanyak 10 % sampai 30 % mampu meningkatkan kuat tekan produk batako 4,5 % dan 19,8 % dibanding tanpa penambahan abu batubara, sedangkan pada penambahan abu terbang melebihi 30% kuat tekan batako semakin menurun. Penambahan abu terbang pada bahan ikat semen portland pozolan membuat batako menjadi lebih kedap air karena nilai serapan air batako menjadi semakin lebih rendah. Serapan air pada batako dengan abu terbang 0% adalah sebesar 12,55%, pada persentase 10% sebesar 12,45%, pada persentase 20% sebesar 11,92%, pada persentase 30% sebesar 11,48%, pada persentase 40% sebesar 11,07%, pada persentase 70% sebesar 8,81%.

Tabel 2.16 Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Abu Terbang

No	Persentase Abu Terbang Terhadap Berat Semen	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm^2)
1	0%	16,35
2	10%	17,10
3	20%	17,97
4	30%	19,59
5	40%	17,16
6	70%	9,80

Tabel 2.17 Penurunan Serapan Air

No	Persentase Abu Terbang Terhadap Berat Semen	Serapan Air Rata-rata (kg)	Penurunan Serapan Air
1	0%	12,,55	0
2	10%	12,45	0,8
3	20%	11,92	5,0
4	30%	11,48	8,5
5	40%	10,64	15,2
6	70%	8,81	29,8

2.8.3 Anggoro Jatu Prianggodo dengan Judul Solidifikasi Limbah *Fly ash* Hasil Pembakaran Incinerator Industri Tekstil Sebagai Campuran Batako

Dari hasil penelitian solidifikasi limbah *Fly ash* industri tekstil untuk batako yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan :

1. Penambahan 10% yaitu sebesar 3.829 kg/cm^2, 20% yaitu sebesar 4.012 kg/cm^2 dan 30% yaitu sebesar 3.665 kg/cm^2, *Fly ash* yang digunakan dalam pembuatan batako menghasilkan kualitas batako yaitu kuat tekan yang baik, karena kuat tekan batako masih berada diatas nilai batako pembanding, yaitu sebesar 3.396 kg/cm^2,sedangkan pada penambahan 40% limbah *Fly ash* yaitu sebesar 1.869 kg/cm^2 menghasilkan nilai kuat tekan dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu batako kurang baik.
2. Persentase penambahan limbah *Fly ash* yang optimum dalam pembentukkan batako dan aspek teknis (kuat tekan) dan aspek toksisitas (kesehatan dan lingkungan) yaitu 20%, hal ini dikarenakan memiliki nilai kuat tekan terbesar yaitu 4.012 kg/cm^2.

Tabel 2.18 Hasil Uji Kuat Tekan Batako Rata-rata

No	Kode Sampel	Komposisi Batako Berdasarkan Berat				Kuat Tekan (kg/cm^2)
		Semen	Pasir	*Fly ash*	Air	
1	0	1	7	0	1,5	3,396
2	10	1	6,9	0,1	1,5	3,829
3	20	1	6,8	0,2	1,5	4,012
4	30	1	6,7	0,3	1,5	3,665
5	40	1	6,6	0,4	1,5	1,869