

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Trisnoyuwono & Adisucipto (2015), pemanfaatan *fly ash* pada PLTU Kota Kupang untuk batako non pasir yang dapat mengurangi bahan semen dan memperbaiki sifat *workability* beton non pasir, memiliki rata-rata nilai *slump* yang rendah, dan berdampak kemudahan dalam pengecoran dan pemadatan. Penggunaan agregat tanah lempung atau *Artificial Lighweight Agregat* (ALWA) dari Cilacap digunakan karena berbobot ringan dan tahan abrasi sebesar 35%. Pada penelitian ini untuk volume semen, ALWA untuk beton non pasir dengan perbandingan 1 : 4, 1 : 6, dan 1 : 8 dengan porsi penambahan *fly ash* 0%, 10% dan 20% terhadap semen.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Glory (2018), diketahui bahwa pembuatan batako menggunakan plastik HDPE dan PP sebagai substitusi berat pasir sebesar 10%. Pada penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan plastik memiliki kuat tekan yang lebih baik daripada variasi lainnya dan mencapai mutu yang lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan sebelumnya. Selain itu sifat plastik yang digunakan memiliki keunggulan kuat, ringan dan tahan panas. Hasil dari uji batako yang dilakukan yaitu untuk kuat dinding batako menggunakan plastik HDPE sebesar 2220 Psi dan batako menggunakan plastik PP sebesar 2800 Psi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nastain (2018), mengenai pembuatan batako ringan dengan penambahan ban bekas sebagai material dinding dengan tujuan untuk mengetahui tingkat ketahanan api dari ban bekas dan menggunakan uji modifikasi SNI 1741-2008. Perubahan suhu pembakaran diukur menggunakan alat *thermometer infra red*. Bertambahnya kadar ban bekas dalam batako juga akan menyebabkan sisi tidak terekspose api menjadi rendah dan menurunkan laju penyebaran suhu kebakaran.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dhana *et al.*, (2018), pembuatan batako untuk mengetahui uji kuat tarik dengan prosentase ukuran serat 1,5 mm x 10 mm, dimana setiap variasi dilakukan penambahan sebesar 0,1%, 0,2 %, 0,8% dan 0,9 % dari berat beton dalam campuran yang direncanakan, didapat nilai kuat lentur tertinggi adalah pada penambahan serat kain jeans 0,2 % yaitu 2,15 Mpa dan kuat lentur terendah terdapat pada penambahan serat kain jeans 0,9 % yaitu 1,44 Mpa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ni *et al.*, (2019), mengenai pembuatan batako dengan tujuan pemanfaatan limbah botol plastik dalam pembuatan batako plastik serta mengetahui seberapa kuat tekan batako plastik yang dihasilkan dengan variasi limbah botol : lem = 1 : 1 , limbah plastik : pasir = 1 : 1 (tanpa lapisan) dan limbah botol plastik : pasir 1 : 1 (dengan 3 lapisan). Hasil pengujian dari pembuatan batako ini dengan variasi botol : lem = 1 : 1 memiliki kuat tekan 34980 N/mm², limbah plastik : pasir = 1 : 1 (tanpa *layer*) memiliki kuat tekan 18340 N/mm² dan limbah botol plastik : pasir 1 : 1 (dengan 3 *layer*) memiliki kuat tekan 40750 N/mm².

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Winarno (2019), mengenai *fly ash* dan *bottom ash*, diketahui bahwa untuk memaksimalkan pembuatan *paving block* dengan penambahan kadar *fly ash* dan *bottom ash*. Pembuatan *paving block* menggunakan variasi *cement, fly ash, bottom ash* (1:2:2) menghasilkan kuat tekan sebesar 50,52 Mpa dan serapan rata-rata air sebesar 5,06%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rohman (2020), mengenai pemanfaatan plastik sebagai alternatif daur ulang sebagai bahan baku pembuatan batako ringan dengan 4 variasi jenis plastik yaitu PP, LDPE, dan HDPE yang dicampur batu apung karena memiliki karakteristik berpori dan ringan, dengan perbandingan 50 : 50 dari volume. Hasil pengujian dari kuat tekan batako ini yaitu LDPE & Batu apung = 123,15 kg/cm², PP & Batu apung 101,525 kg/cm², dan HDPE & Batu apung 93,07 kg/cm².

Penelitian lain yang dilakukan Pangaribuan (2021), tentang pemanfaatan pembuatan batako dari limbah batubara dan kotoran sebagai pengganti agregat Metode penelitian yang yaitu metode analisis deskriptif eksperimental. Hasil

penelitian batako dengan penambahan limbah batubara dan kotoran sapi dengan penambahan 35% memiliki hasil uji rata-rata kuat tekan tekan $17,78 \text{ kg/cm}^2$, sehingga dapat digunakan sebagai konstruksi partisi ruangan atau pagar, sedangkan batako dengan penambahan 30% dan kotoran sapi 15% memiliki kuata rata-rata yaitu sebesar $15,56 \text{ kg/cm}^2$ masih tidak memenuhi syarat SNI sehingga tidak bisa digunakan sebagai bahan bangunan.

Tabel 2. 1 Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Nama Belakang Penelitian (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Trisnoyuwono & Adisucipto (2015)	Menganalisa pengaruh penambahan <i>fly ash</i> pada variasi porsi bahan penyusun beton non pasir dengan agregat ALWA asal Cilacap.	Beton non pasir dengan dengan agregat ALWA dan penambahan <i>fly ash</i> dapat secara signifikan meningkatkan derajat <i>workability</i> beton dan kuat tekan beton non pasir.	Jenis tidak menggunakan limbah kain dan limbah plastik <i>polyethylene terephthalate</i> (PET) dan tujuan penelitian tidak ada meneliti adsorpsi batako dan uji ketahanan kebakaran.
2.	Glory (2018)	Mengetahui kuat tekan dinding dan berapa % adsorpsi batako dengan penambahan limbah plastik HDPE dan PP yang menggunakan Silica Paver HC-1 ID dan Silica Fume sebagai perekat.	Batako dengan campuran cacahan plastik HDPE dan plastik PP memiliki berat yang lebih ringan dari batako normal dan daya serap air batako $\geq 25\%$.	Jenis limbah tidak menggunakan limbah kain dan limbah plastik <i>polyethylene terephthalate</i> (PET) dan tidak ada pengujian ketahanan kebakaran.

No.	Nama Belakang Penelitian (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3.	Nastain (2018)	Mengetahui suhu ketahanan terhadap api dari uji modifikasi SNI 1741-2008 dari pembuatan batako ringan ban bekas.	Bertambahnya ban bekas pada batako menyebabkan suhu kebakaran pada api menjadi lebih rendah dan menurunkan laju penyebaran suhu kebakaran hal ini karena ban bekas memiliki sifat isolator.	Jenis limbah tidak menggunakan <i>fly ash</i> dan limbah botol plastik PET, kemudian Pengujian batako tidak ada kuat tekan dan serapan air.
4.	Dhana <i>et al.</i> , (2018)	Mengetahui pengaruh serat kain jeans terhadap kuat lentur batako pada variasi .	Nilai berat beton mengalami penurunan, dengan penambahan serat kain dengan variasi. Berat beton rata-rata dengan variasi serat 0,1% = 29,6 kg, variasi 0,2% = 29,93 kg, variasi 0,8% = 27,87 kg, variasi 0,9% = 27,53 kg.	Jenis limbah tidak menggunakan <i>fly ash</i> dan limbah botol plastik PET, kemudian Pengujian batako tidak ada kuat tekan, serapan air dan ketahanan terhadap kebakaran.

No.	Nama Belakang Penelitian (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
5.	Ni <i>et al.</i> (2019)	Mengetahui uji kuat tekan untuk pembuatan batako dengan pemanfaatan limbah botol plastik dengan penambahan lem sebagai perekat.	Batako variasi limbah botol plastik : lem = 1 : 1 kuat tekan 34980 N/mm ² , limbah botol : pasir (tanpa layer) = 1 : 1 kuat tekan 18340 N/mm ² dan limbah botol : pasir (3 layer) = 1 : 1 kuat tekan 40750 N/mm ² .	Jenis limbah tidak ada <i>fly ash</i> dan tujuan penelitian tanpa ada uji uji penyerapan air dan uji ketahanan kebakaran.
6.	Winarno (2019)	Mengetahui uji kuat tekan dan serapan air untuk pembuatan <i>paving block</i> dengan pemanfaatan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> .	<i>Paving block</i> yang terbuat dari <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> memiliki serapan air rata-rata di atas 5,06% sampai 7,52% dan hasil uji kuat tekan 5,06%.	Jenis limbah tidak ada limbah kain dan limbah plastik <i>polyethylene terephthalate</i> (PET) dan tujuan penelitian tidak ada meneliti uji batako terhadap ketahanan kebakaran.

No.	Nama Belakang Penelitian (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
7.	Rohman (2020)	Mengetahui uji kuat tekan batako dengan penambahan jenis plastik LDPE,PP, HDPE sebagai bahan baku dan Batu Apung dengan perbandingan 50:50 dari volume.	Pengujian dari kuat tekan batako ini yaitu LDPE & Batu apung = 123,15 kg/cm ² , 12,08 Mpa, PP & Batu apung 101,525 kg cm ² , 9,95 Mpa, dan HDPE & Batu apung 93,07 kg/cm ² .	Jenis limbah tidak menggunakan <i>fly ash</i> , limbah plastik jenis PET, dan kain . Untuk pengujian tidak menguji penyerapan air dan ketahanan terhadap kebakaran.
8.	Pangaribuan (2021)	Mengetahui uji kuat tekan batako dengan penambahan limbah batubara 35% , campuran limbah batubara 30% dan kotoran sapi 15%.	Uji kuat tekan pada batako campuran penambahan limbah batubara 35% yaitu dengan rata-rata hasil uji kuat tekan 17,78 kg/cm ² . Sedangkan batako dengan penambahan limbah batubara	Jenis limbah tidak menggunakan limbah botol plasti PET dan kain . Untuk pengujian batako tidak ada pengujian serapan air dan ketahanan terhadap kebakaran.

			30% dan kotoran sapi 15% memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 15,56.	
--	--	--	---	--

2.2 Teori – teori yang relevan

2.2.1 Batako

Batako adalah salah satu bahan untuk material bangunan yang digunakan sebagai dinding untuk menggantikan batu bata karena dianggap lebih ramah lingkungan dan tidak ada proses pembakaran seperti batu bata (Mufika, 2018). Batako mempunyai kelebihan daya tahan yang lebih kuat, tahan terhadap perubahan cuaca, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan mudah dicampurkan dengan semen, agregat, air dan bahan – bahan lainnya (Usman, 2018). Batako terdiri dari 2 jenis yaitu batako pejal dan batako berlubang dari hasil penelitian Usman (2018) batako pejal memiliki struktur yang lebih padat karena mempunyai kekuatan yang lebih baik dari komposisi penyusunannya dan batako yang baik digunakan adalah yang masing – masing permukaannya rata dan saling tegak lurus. Berikut jenis batako menurut SNI 03-03-0349-1989 :



Gambar 2. 1 Batako pejal dan batako berlubang (Sumber : Juliafad, 2019)

2.2.2 Batako Pejal

Menurut SNI 03-0349-1989, batako pejal memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya. Dan batako perbandingan antara batako pejal dan berlubang yaitu batako pejal lebih memiliki keunggulan struktur yang lebih kuat.

Untuk mengetahui standar kekuatan batako bisa didiamkan terlebih dahulu selama 28 hari (Supriyadi, 2015).

Tabel 2. 2 Syarat fisis dan mekanis batako pejal

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat mutu batako pejal			
	Kelas	I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata minimal	Kg/cm ²	100	70	40	25
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimal	Kg/cm ²	90	65	35	21
Penyerapan air rata-rata minimal	%	25	36	-	-

(Sumber : SNI 03-0349-1989)

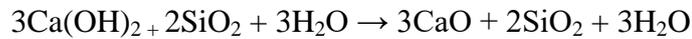
Persyaratan batako menurut SK SNI S-04-1989F dibedakan atas :

1. Batako mutu I, yaitu batako untuk bangunan diluar tak terlindungi.
2. Batako mutu II, yaitu batako untuk bangunan didalam digunakan untuk menahan beban.
3. Batako mutu III, yaitu batako untuk bangunan didalam digunakan sebagai dinding penyekat.
4. Batako mutu IV, yaitu seperti batako mutu III namun perlu diplester dan didalam.

2.2.3 Fly ash

Fly ash adalah hasil pembakaran batubara yang memiliki sifat *pozzolan* sebuah bahan berupa *alumina* dan *silika* yang dicampur dengan kapur dan air akan membentuk senyawa semen (Usman, 2018). *Fly ash* memiliki kadar *alumina* dan *silika* yang reaktif untuk dimanfaatkan pada pengikatan kapur bebas (Ca(OH)₂)

dari hasil samping antara air dan semen *kalsium silika hidrat mineral*, dengan reaksi sebagai berikut (Kamali *et al.*, 2018) :



Fly ash memiliki kehalusan dan bentuk butiran dalam penggunaan untuk pembuatan batako dapat menambah kelecakan yang baik agar tidak banyak menimbulkan rongga udara pada saat pencetakan batako dan tidak terjadi terpisahnya komponen-komponen campuran lain yang digunakan selain *fly ash* (Kushartomo, 2016).

2.2.4 Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Polyethylene Terephthalate (PET) adalah jenis polimer yang masuk jenis *polyster* memiliki sifat yang kuat dan kaku. PET banyak digunakan sebagai material pengemas seperti gelas plastik dan botol minum. Dalam campuran pembuatan batako ini menggunakan plastik jenis PET karena dapat meningkatkan kekuatan material dan memiliki sifat yang kuat, kaku, perekat seperti resin yang terbuat dari *ethylene glycol* dan *terephthalic acid* atau *dimethyl ester* dari *terephthalic acid*. Orientasi dari PET adalah meningkatkan kekuatan tarik dan perpindahan uap air yang signifikan (Putra, 2018).

2.2.5 Limbah kain

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik yang berdampak negatif bagi masyarakat bila tidak dikelola dengan baik dan limbah memiliki beberapa karakteristik umum yakni berukuran mikro, bersifat dinamis, penyebarannya berdampak luas dan berdampak jangka panjang. Berdasarkan sifat yang dimiliki, karakteristik limbah organik dibagi menjadi tiga, yaitu karakteristik fisika, kimia, dan biologi (Krulinasari & Yusnandi, 2022). Limbah kain yang berasal dari limbah industri termasuk limbah yang sangat sulit terurai, maka dari penambahan limbah kain pada pembuatan batako batako tidak mempengaruhi kuat tekan batako namun berpengaruh terhadap kuat tarik batako dan limbah kain dapat meringankan berat batako jika terlalu banyak penggunaannya, tujuan dari penambahan limbah kain

sebagai bahan tambahan beton dan mengetahui pengaruh penambahan serat kain terhadap kuat tekan batako (Dhana *et al.*, 2018).

2.2.6 Semen

Semen adalah bahan perekat berbentuk *powder* halus yang mempunyai sifat pengikatan kimia (adhesif dan kohesif) dan dapat membentuk senyawa baru, bila direaksikan dalam waktu tertentu. Semen *portland* adalah semen *hidrolis* yang mengandung senyawa *calcium*, *alumina*, *silika* dan *ferrite* sebagai perekat (Mufika, 2018). Menurut (Anonim, 2017) kegunaannya, semen *portland* (SK SNI S-04-1989-F) terbagi menjadi 5 jenis, yaitu :

- a. Jenis I : Semen digunakan untuk konstruksi umum.
- b. Jenis II : Semen digunakan untuk konstruksi yang memiliki ketahanan terhadap panas sedang.
- c. Jenis III : Semen digunakan untuk konstruksi yang memiliki persyaratan kekuatan yang tinggi.
- d. Jenis IV : Semen digunakan untuk konstruksi yang memiliki ketahanan panas rendah.
- e. Jenis V : Semen digunakan untuk konstruksi yang tahan terhadap sulfat.

2.2.7 Air

Air adalah salah satu komponen penting dalam pembuatan batako karena berfungsi untuk membantu proses kimiawi semen. Air merupakan salah satu faktor penting karena jika bereaksi dengan semen akan menjadi pengikat agregat dan air dibutuhkan untuk mempermudah pembuatan batako (Glory, 2018).

2.2.8 Agregat

Agregat adalah hasil butiran mineral alami merupakan komponen utama dari pengisi campuran pembuatan batako seperti batu kerikil dan pasir karena mempunyai sifat struktural dan memberikan kontribusi 70% terhadap volume struktur batako (Toruan *et al.*, 2013). Agregat secara umum dapat dibedakan dari ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus. Untuk agregat halus dan agregat

kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM), dan batuan agregat halus yaitu lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm).

2.2.9 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan batako merupakan perbandingan pemberian beban maksimum yang dapat di topang luas material dalam menahan beban. Kuat tekan batako digunakan untuk menentukan kualitas struktur batako (Syafi'urroziq *et al.*, 2018). Untuk menghitung kuat tekan batako dapat digunakan rumus :

$$F_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

F_c = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (mm^2)

2.2.10 Uji Penyerapan Air

Pengujian untuk mengetahui sifat penyerapan air pada batako memiliki persyaratan nilai air maksimum sebesar 35% berdasarkan SNI 03-349-1989. Untuk pengukuran penyerapan air batako dapat menggunakan rumus standar SNI 03-0349-1989 dengan persamaan berikut :

$$W_a = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

W_a = *Water Absorbtion* (%)

M_k = Massa benda kering (gr)

M_j = Massa benda dalam kondisi jenuh (gr)

2.2.11 Uji Terhadap Kebakaran

Berdasarkan pengujian untuk mengetahui sifat material bangunan yang tahan terhadap panas perlu dilakukan pengujian kebakaran sesuai dengan SNI 1740-2008, dengan kriteria sebagai berikut :

- a. Bahan tidak terbakar : Kurang atau sama pada suhu 50°C dan tidak terjadi nyala lanjutan di dalam tungku selama 10 detik atau lebih

- b. Bahan mudah terbakar : Di atas 50°C dan terjadi nyala lanjutan di dalam tungku selama 10 detik atau lebih