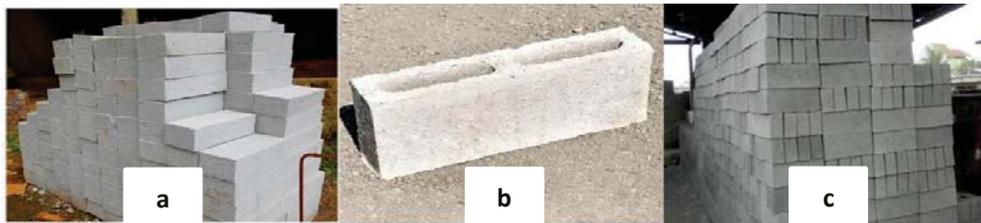


BAB II DASAR TEORI

2.1 Batako

Batako adalah bahan bangunan yang berupa batu-batuan dengan proses pengerasannya tidak melalui pembakaran. Bahan pembentuk batako berupa campuran pasir, semen, dan air. Pembuatan batako juga dapat ditambahkan bahan lain (*additive*) yang dicetak sesuai dengan standar SNI (Sawitri, 2019). Pencetakan batako juga harus memerhatikan syarat-syarat SNI seperti kuat tekan, dan daya serap air sehingga dapat digunakan untuk bahan konstruksi bangunan. Dalam perkembangannya batako merupakan bahan bangunan yang sering digunakan masyarakat karena relatif murah dan lebih kuat dibanding dengan batu bata (Harahap *et al.*, 2021). Jenis batako dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Beberapa jenis batako (a) batako ringan (b) batako putih (c) batako press (Sinaga and Asmi, 2015).

Berdasarkan bahan dasar pembuatannya batako dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Batako Ringan

Batako ringan terbuat dari bahan dasar pasir kuarsa, semen, kapur, dan bahan lain (*gypsum*, pasta aluminium) yang dikategorikan sebagai bahan pembuatan batako ringan. Dimensi dari batako ringan yang lebih besar ketimbang batako jenis lain menjadikan pekerjaan menggunakan batako jenis ini lebih cepat selesai (Sawitri, 2019).

2. Batako Putih

Batako putih terbuat dari bahan dasar batu kapur, campuran *trass*, dan air. *Trass* adalah salah satu jenis tanah berwarna putih kecokelatan yang berasal dari pelapukan gunung berapi. Terdapat warna yang putih dan warna putih kecokelatan

juga. Batako jenis ini pada umumnya memiliki ukuran panjang 2,5 – 3 cm, tebal 8- 10 cm, dan tinggi 14 – 18 cm (Sawitri, 2019).

3. Batako Press

Batako press terbuat dari campuran pasir, air, dan semen. Batako press dapat dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan menggunakan mesin. Umumnya batako jenis ini memiliki ukuran panjang 36 – 40 cm, tebal 8 – 10 cm, dan tinggi 18 – 20 cm (Sawitri, 2019).

Hasil pembuatan batako harus sesuai standar SNI yang sudah dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dengan nomor SNI 03-0349-1989, adalah sebagai berikut:

1. Pandangan luar

Batako tidak retak-retak, cacat, dan rusaknya siku satu terhadap siku yang lain, serta sudut rusuknya tidak boleh mudah dirapihkan dengan jari tangan.

2. Dimensi dan toleransinya

Tabel 2. 1 Ketentuan batako sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Batako berlubang	Ukuran (mm)			Tebal dinding sekat batako, minimum	
	panjang	Lebar	tebal	luar	dalam
Kecil	390 + 3	190 + 3	100 ±2	20	15
	-5	-5	100 ±2		
Besar	390 + 3	190 + 3	200 ±3	25	20
	-5	-5			

Pada Tabel 2.1 terlihat bahwa batako berlubang memiliki 2 jenis yaitu batako berlubang kecil dan batako berlubang besar. Kedua batako memiliki perbedaan ukuran pada ketebalan batako dan ketebalan dinding sekat batako. Batako berlubang kecil memiliki ketebalan 100 mm dengan toleransi ±2 mm. Sedangkan batako berlubang besar memiliki ketebalan 200 mm dengan toleransi ±3 mm. Nilai minimum tebal dinding sekat luar dan dalam batako berlubang kecil berukuran 20 mm dan 15 mm, sedangkan nilai minimum tebal dinding sekat luar dan dalam berukuran 25 mm dan 20 mm.

3. Syarat fisis dan mekanis

Tabel 2. 2 Syarat fisis dan mekanis batako.

Syarat fisis dan mekanis	Satuan	Tingkat mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV
kuat tekan rata-rata minimal	MPa	6,86	4,90	3,43	1,96
kuat tekan masing-masing benda uji	MPa	6,37	4,41	2,94	1,66
penyerapan air rata-rata, maks	%	25	35	-	-

Berdasarkan tingkat mutunya batako berlubang dibedakan menjadi empat, yaitu:

1. Mutu I dapat digunakan sebagai dinding struktural terlindungi, kuat tekan minimal sebesar 6,86 MPa.
2. Mutu II dapat digunakan sebagai dinding struktural tak terlindungi (boleh ada beban), kuat tekan minimal sebesar 4,90 MPa.
3. Mutu III dapat digunakan sebagai dinding non struktural tak terlindungi boleh terkena panas dan hujan, kuat tekan minimal sebesar 3,43 MPa.
4. Mutu IV dapat digunakan sebagai dinding non struktural terlindungi dari cuaca, kuat tekan minimal sebesar 1,96 MPa.

2.2 Semen Portland

Semen *portland* merupakan suatu material atau bahan pengikat, untuk agregat halus atau agregat kasar dalam pembuatan beton. Bahan baku pembuatan semen *portland*, yaitu batuan kapur 70%, silika 20%, bahan aditif 1%, dan sisanya gipsum. Semen *portland* jika bercampur dengan air akan terjadi proses hidratisasi yang menyebabkan pengerasan (Nurzal and Mahmud, 2013).

Bahan konstruksi yang banyak dipakai pada proses pengerjaan beton atau batako adalah semen *portland*. Berdasarkan standarisasi ASTM (*American Standard Testing and Material*) C-150-1985, semen *portland* merupakan semen hidrolik yang didapat dari hasil penggilingan klinker. Klinker terdiri atas kalsium silikat hidrolik yang banyak mengandung bentuk kalsium sulfat. Kalsium sulfat digunakan sebagai bahan tambahan untuk digiling bersamaan dengan bahan utamanya.

2.3 Pasir (Agregat)

Bahan penyusun batako presentase paling besar (70%) adalah pasir. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1750-1990, pasir memiliki karakteristik seperti butiran yang tajam, kekal, keras, dan gradasi yang beraneka ragam. Berdasarkan ukurannya, pasir dibagi menjadi dua jenis, yakni pasir halus dan pasir kasar. Pasir halus memiliki ukuran 2 – 5 mm dan pasir kasar memiliki ukuran lebih dari 6 mm.

Pasir halus umumnya dijadikan sebagai alternatif penambah kekuatan beton. Apabila pasir memiliki butiran yang lebih halus dan bervariasi, maka volume pori beton menjadi kecil. Hal ini dikarenakan butiran kecil pada pasir akan mengisi pori-pori di antara butiran besar yang menghasilkan sedikit pori-pori pada beton, sehingga kepadatan akan lebih tinggi serta meningkatkan daya lekat yang baik antara pasir dan semen (Tjokrodimuljo, 1996 dalam Liana, 2021).

2.4 Air

Air merupakan bahan yang digunakan untuk bereaksi dengan semen agar terjadi proses pengerasan pada pembuatan batako. Pada proses pembuatan batako, air akan bereaksi dengan semen *portland* dan dapat menjadi bahan pelumas pada bahan sehingga memudahkan proses pengerjaan (penuangan, pengadukan, dan pencetakan). Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan batako setelah dicetak dengan cara membasahi batako secara menyeluruh (Tjokrodimuljo, 1996 dalam Liana, 2021).

2.5 Ampas Tebu

Salah satu residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah dikeluarkan niranya oleh pedagang es tebu dan industri pembuatan gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu. Pada proses penggilingan tebu, terdapat beberapa tahapan dari proses pembersihan, penggilingan hingga dihasilkan ampas tebu (Esse, 2018). Ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Ampas tebu.

Ampas tebu biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memanaskan *boiler* dengan suhu mencapai 500 – 600°C. Pengerukan abu ampas tebu dari dalam *boiler* dilakukan setiap 4 – 8 jam sekali, karena jika dibiarkan akan terjadi penumpukan dan mengganggu proses pembakaran berikutnya (Sawitri, 2019). Kandungan kimia pada abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 kandungan kimia pada partikel ampas tebu (Fauzi *et al.*, 2013).

Senyawa kimia	Persentase (%)
SiO ₂	53
AlO ₂	4,3
Fe ₂ O	7,5
CaO	6,6
Lain-lain	28,6

Berdasarkan Tabel 2.3 dapat diketahui bahwa abu ampas tebu memiliki kandungan silika yang tinggi mencapai 53 % dapat menambah daya ikat antar partikel (Sawitri, 2019). Pemanfaatan silika yang berbahan ampas tebu berguna untuk meminimalisir ketergantungan kebutuhan terhadap silika sintesis. Pemanfaatan ampas tebu memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan *filler* pembuatan batako, mengingat silika sintesis memiliki harga relatif mahal, sulit ditemukan, dan tidak ramah terhadap lingkungan.

2.6 Variasi Ukuran Komposit

Komposit merupakan sistem multifasa gabungan, yang menggabungkan bahan matriks sebagai pengikat dengan bahan lain dengan fasa pengisi. Material komposit memiliki sifat dari material konvensional pada umumnya, dari proses pembuatannya melalui proses pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita dapat dengan leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya (Daulay *et al.*, 2014).

2.7 Sifat Fisis

Sifat fisis adalah sifat material yang bukan disebabkan oleh beban seperti pengaruh pendinginan, pemanasan, dan perendaman material. Pengujian sifat fisis seperti densitas, pengujian *X-ray fluorescence* (XRF), dan daya serap air.

2.7.1 Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap per satuan volume (Sawitri, 2019). Kekuatan batako memiliki hubungan erat dengan kerapatan, semakin tinggi nilai kerapatan maka semakin luas kontak setiap partikel dengan perekatnya mengakibatkan kekuatan batako yang tinggi (Siregar, 2017 dalam Liana, 2021). Pengaruh dari tinggi rendahnya nilai densitas pada batako tergantung pada material bahan dasar dan proses pencetakan. Persamaan yang digunakan untuk mengukur nilai densitas dituliskan pada persamaan 2.1 (Sawitri, 2019):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

dengan ρ merupakan massa jenis dengan satuan kg/m^3 , massa dinyatakan dengan m yang memiliki satuan kg , dan V merupakan volume dengan satuan m^3 .

2.7.2 X-ray Fluorescence (XRF)

Difraksi sinar X atau *X-ray fluorescence* (XRF) merupakan teknik analisis unsur maupun oksida logam yang membentuk suatu material dengan dasar interaksi sinar-X. Teknik ini banyak digunakan dalam analisis batuan ataupun material (Alimin *et al.*, 2016). Analisis XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom pada sampel terkena sinar energi tinggi (X-Ray). Radiasi emisi dari sampel yang dikenai sinar-X akan langsung ditangkap atau diproses oleh alat XRF Gun. XRF Gun menangkap foton-foton tersebut dan dikonversikan menjadi impuls elektrik. Amplitudo dari impuls elektrik bersesuaian dengan energi dari foton-foton yang diterima. Impuls akan terbaca pada alat XRF Gun dan muncul di layar nama bahan, nama dan konsentrasi unsur, limit dan batas positif negatif dari sampel yang dianalisis (Muliawan *et al.*, 2017).

2.7.3 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan suatu bahan dalam mengikat partikel air. Berdasarkan persyaratan SNI 03-0349-1989 tentang batako nilai maksimum daya serap air adalah sebesar 35%. Nilai penyerapan air menunjukkan kemampuan benda dalam menyerap air saat direndam selama 1 hari. Air yang masuk pada batako terdiri dari air yang masuk secara langsung melewati rongga-rongga kosong dan air yang masuk pada partikel-partikel penyusunnya. Tujuan dari pengujian daya serap adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mampu diserap oleh batako. Besar penyerapan air dapat dihitung dengan persamaan 2.2 (Sawitri, 2019).

$$P = \frac{m_b - m_k}{m_b} \times 100 \% \quad (2.2)$$

dengan persentase air yang terserap batako disimbolkan dengan P , massa batako setelah direndam dalam air selama 24 jam disimbolkan dengan m_b , sedangkan massa batako kering disimbolkan dengan m_k .

2.8 Sifat Mekanis

Sifat mekanis merupakan kemampuan suatu benda untuk menahan beban dari luar. Secara umum sifat mekanis ditentukan melalui pengujian destruktif dari sampel material pada kondisi pembebanan yang terkontrol (Arsad, 2011). Pengujian sifat mekanis berupa uji kuat tekan dan kuat patah, yang dijelaskan sebagai berikut:

2.8.1 Kuat Tekan

Kuat tekan batako merupakan maksimum kekuatan tekan yang ditahan oleh permukaan yang terbebani. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan membebani batako menggunakan mesin kuat tekan (Dermawan, 2010). Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan batako. Apabila jumlah air dan semen sedikit maka nilai kuat tekan batako akan rendah, sama halnya jika jumlah air yang berlebih maka kuat tekan batako juga rendah. Kuat tekan akan maksimal ketika komposisi pada batako sesuai dengan standar SNI. Menurut SNI 1974-2011, kuat tekan dirumuskan dengan persamaan 2.3:

$$\text{kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad (2.3)$$

dengan kuat tekan suatu material didapatkan dari pembagian beban maksimum disimbolkan dengan P dan luas bidang benda disimbolkan dengan A .

2.8.2 Kuat Patah

Kekuatan patah atau *modulus of rupture* (MOR) merupakan ketahanan suatu material pada tekanan mekanis. MOR menunjukkan nilai kekuatan material dalam menerima tekanan beban secara tegak lurus dari atas terhadap permukaannya. Kekuatan patah juga berkaitan dengan komposisi, struktur material, pori-pori serta ukuran butiran. Kekuatan patah sampel dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4 (SNI 03-4431-1997):

$$B_s = \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \quad (2.4)$$

dengan nilai kuat patah (B_s) didapatkan dari hasil beban maksimum (P) dikali jarak antar tumpuan (l) yang dibagi dengan hasil lebar benda uji (b) dikali hasil kuadrat tinggi benda uji (h).