

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Jenis – Jenis Batako

Batako merupakan jenis material konstruksi bentuk bata dengan komponen utamanya yaitu pasir, semen, dan air (Fahri, 2020). Sesuai ketentuan (Standar Internasional Indonesia, 1989) menjelaskan batu cetak beton yaitu bagian material konstruksi yang berbahan semen, pasir, air dengan bahan tambah lainnya yang dicetak sesuai syarat sebagai bahan dinding yang dapat digunakan. Batako yang optimal adalah batako dengan kuat tekan tinggi dan permukaan yang rata (Fadhila, 2022). Pada penelitian ini menggunakan tingkatan mutu batako IV sesuai dengan SNI 03-0349-1989 dan dapat digunakan pada pekerjaan dinding sehingga mampu bersaing dengan batako konvensional.

Menurut (Fahri, 2020) batako terbagi atas 2 kategori. Bata beton bentuk pejal merupakan bata dengan penampang berbentuk pejal sebesar 75%. Selain itu ada bata beton bentuk berlubang ialah bata dengan luasan penampang bentuk lubang lebih dari 25% dari ukuran luas penampang bata. Ketentuan batako sebagai pasangan dinding, bata beton pejal tercantum didalam SNI 03- 0349-1989 terbagi menjadi beberapa tingkatan mutu antara lain:

1. Batako mutu I memiliki pengertian bata beton sebagai konstruksi yang tidak terlindung atau diluar atap.
2. Batako mutu II memiliki pengertian bata beton sebagai konstruksi yang memikul beban, namun hanya digunakan sebagai konstruksi yang aman dan terlindungi dari kondisi cuaca (sebagai konstruksi dibawah atap).
3. Batako mutu III memiliki pengertian bata beton sebagai konstruksi yang tidak memikul beban, berfungsi sebagai dinding penyekat dan konstruksi yang lainnya (di bawah atap).
4. Batako mutu IV memiliki pengertian bata beton yang digunakan sebagai konstruksi sesuai penggunaan dalam mutu III namun selalu terlindungi dari cuaca luar (diplester dan di bawah atap).

Adapun syarat-syarat fisis pada batako sesuai dengan ketentuan didalam (Standar Nasional Indonesia, 1989), yaitu :

Tabel 2. 1 Persyaratan Fisis Batako

Sifat Fisis	Satuan	Kategori mutu bata beton pejal				Kategori mutu bata beton berlubang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat tekan kotor setiap benda uji	Kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
Rata-rata min kuat tekan kotor	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
Rata-rata maks penyerapan air	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber : (Standar Internasional Indonesia, 1989)

Jenis – jenis batako yang cukup banyak dipakai di Indonesia sesuai dengan (Utomo, 2010) yang berdasarkan bahan penyusunnya antara lain:

- a. Batako press, memiliki bahan utama yang dibuat berupa campuran semen dengan pasir. Batako press dapat dibuat secara manual maupun dengan mesin. Perbedaan dapat dilihat dari permukaan batako press. Secara umum ukuran panjangnya mencapai 36 cm hingga 40 cm, ketebalan 8 cm hingga 10 cm, dengan ukuran tinggi 18 cm hingga 20 cm.
- b. Batako putih, dalam pembuatannya terdiri dari campuran trass, air, dan campuran batu kapur kemudian dibentuk secara manual atau menggunakan mesin. Trass tersebut termasuk jenis tanah yang memiliki warna putih agak kecoklatan yang berasal dari batu gunung berapi dan merupakan hasil dari pelapukan. Biasanya ukuran panjangnya berkisar antara 25 cm hingga 30 cm, dengan ketebalan 8 cm hingga 10 cm, dengan ukuran tinggi mencapai 14 cm hingga 18 cm.

2.1.1 Batako *Interlocking*

Bata beton *interlocking* atau batako *interlocking* merupakan material penyusun dinding yang memiliki bagian saling terkait sebagai pengunci dengan harapan dapat mengurangi adanya gerakan akibat dari gaya. Batako *Interlocking* merupakan perkembangan inovasi dari batako karena pada bagian batako *interlocking* terdapat lips atau lubang khusus pengait yang dapat digunakan sebagai pengunci (Trisnoyuwono et al., 2017). Pada penelitian sebelumnya batako *interlocking* memiliki tonjolan bagian atas sampai pada ujung batako dengan ukuran 30 x 10 x 15 cm, sedangkan pada penelitian ini menggunakan ukuran 36 x 10 x 16 cm dengan tonjolan bagian atas sepanjang 24 cm dibagian tengah dengan tujuan pemasangan yang lebih cepat karena ukuran yang lebih besar. Berdasarkan penjelasan di dalam (PUBI -1982, 1982), kualitas mutu batako terdapat beberapa standar persyaratan, antara lain:

1. Batu cetak beton memiliki ukuran yaitu :
 - a. Ukuran Panjang = 40 cm
 - b. Ukuran Tinggi = 20 cm dan 10 cm
 - c. Ukuran Tebal = 7,5 cm ; 10 cm ; 15 cm ; 20 cm
2. Syarat yang digunakan untuk ukuran tebal pada dinding berlubang beton berlubang minimal 20 mm.
3. Semua bagian dari batu cetak berlubang harus tegak lurus antar bagian yang lain. Pada badan batu cetak tidak boleh cacat.

Menurut (Standar Internasional Indonesia, 1989) batako memiliki ukuran atau dimensi dan toleransi yaitu:

Tabel 2. 2 Ukuran Batako

Jenis Batako	Ukuran (P x L x T)			Tebal dinding sekatan lubang minimum	
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Luar	Dalam
Pejal	390 + 3 – 5	90 ± 2	100 ± 2		

Jenis Batako	Ukuran (P x L x T)			Tebal dinding sekatan lubang minimum	
	Kecil	390 + 3 – 5	190 + 3 - 5	100 ± 2	20
Besar	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 ± 2	25	20

Sumber : (Standar Internasional Indonesia, 1989)

2.1.2 Material Pembuatan Batako

Bahan-bahan dalam penyusunan campuran batako berupa agregat halus atau pasir dan semen sebagai bahan pengikat dengan tambahan air. Didalam pembuatan batako dapat ditambahkan bahan lainnya atau sebagai substitusi parsial bahan utama dan dapat ditambahkan bahan kimia dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas mutu batako itu sendiri.

1. Semen Portland

Semen memiliki sifat kohesif sehingga berfungsi sebagai bahan pengikat antara pasir, kerikil, dengan air. Pengikatan pada semen portland terjadi antara agregat menjadi satu kemudian dicampur air sehingga akan membentuk massa yang padat.

Semen Portland memiliki pengertian yaitu semen hidrolis yang diolah dengan menggiling terak semen atas kalium silikat kemudian dicampur dengan mesin penggiling dan diberi bahan tambahan beberapa Kristal senyawa kalsium sulfat (Yuhesti, 2014). Beberapa jenis semen sesuai yang tercantum di dalam (Standar Nasional Indonesia, 2004) antara lain:

1. Jenis I - Semen portland tanpa atau tidak perlu kondisi tertentu seperti jenis semen lainnya. Pada konstruksi biasa atau umum menggunakan semen ini karena tidak terkait pada kondisi tertentu.
2. Jenis II - Penggunaan semen portland harus tahan dengan sulfat maupun kelembabannya cukup. Jenis ini biasanya dipakai untuk pondasi tanah konstruksi dan struktur beton yang sering kontak dengan air limbah, air tanah, kontak dengan air kuat (sulfat), atau air yang langsung terhubung dengan rawa.
3. Jenis III - Semen portland jenis ini membutuhkan kekuatan awal pada langkah pendahuluan setelah pengolahan (berlangsung pengikatan).

Jenis ini banyak digunakan di musim dingin di tempat yang bertemperatur rendah.

4. Jenis IV - Semen portland harus dikeringkan sebelum diaplikasikan. Semen jenis ini dipakai untuk proyek berat seperti pondasi yang besar, bendungan dan proyek berat yang lainnya.
5. Jenis V - Semen portland tahan sulfat. Digunakan pada konstruksi yang berhubungan dengan air dari bekas industri, air dari laut, konstruksi yang terpapar gas kimia agresif dan air tanah dengan kandungan sulfat tinggi.

Adapun persyaratan semen sebagai campuran beton harus memenuhi standar Normalisasi Indonesia (NI)-8, antara lain:

1. Di awal waktu pengikatan hanya memiliki waktu minimal 60 menit (1 jam).
2. Suhu sebesar 23°C. Campuran pertama semen biasa (normal) sekitar 60 sampai 120 menit.
3. Penggunaan air harus memenuhi syarat air layak minum. Ini berarti tidak mengandung unsur-unsur alam yang dapat mengganggu pengikatan.

2. Agregat Halus

Agregat halus ialah bahan konstruksi berukuran maksimal 4,76 mm. Agregat halus olahan berasal dari pecahan batuan dengan menghancurkan partikel dan memisahkannya dengan penyaringan (SNI 03-6820-2002). Bahan penyusun agregat halus merupakan hasil pasir alam dan bebatuan maupun pasir buatan yang diolah dengan alat pemecah batu (Gunawan, 2016). Menurut standar (Standar Internasional Indonesia, 1989), agregat halus berasal dari batuan yang dihasilkan industri batu pecah yang memiliki butir berukuran 4,75 mm. Agregat halus pada beton memiliki ketentuan berdasarkan dengan (PBI-1971/NI- 2) sebagai berikut :

- Pasir harus mengandung partikel tanpa bahan organik, gulma dan

bahan kimia lainnya.

- Ada butiran yang keras dan stabil yang berarti tidak akan hancur oleh jari atau cuaca. Komposisi lumpur tidak melebihi 5% (berat kering).
- Tidak mengandung banyak bahan organik.
- Pasir laut memiliki salinitas yang tinggi, sehingga tidak dapat digunakan untuk keperluan konstruksi.
- Partikel yang beragam dan jika disaring dengan saringan 150 maka persyaratan berikut harus dipenuhi:
 - i. Butiran sisa pada saringan 4 mm, paling sedikit 2% dari berat.
 - ii. Butiran sisa pada saringan 1 mm, paling sedikit 10% dari berat.
 - iii. Butiran sisa pada saringan 0,25 mm, bervariasi berkisar 80% hingga 90% dari berat.

Sesuai dalam (SK SNI T-15-1991-03,n.d.) syarat tingkatan agregat diambil dari British Standard.

Tabel 2. 3 Batas Tingkatan Agregat Halus

Lubang Saringan (mm)	Prosentase Berat Butir Yang Lolos Saringan, Besar Butir Maksimum (%)			
	Area I	Area II	Area III	Area IV
0.15 mm	0 – 100	0 – 10	1 – 10	0 – 15
0.3 mm	5 – 12	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0.6 mm	15 – 34	35 – 90	60 – 100	80 – 100
1.2 mm	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
2.4 mm	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
4.8 mm	90 – 100	95 – 100	90 – 100	95 – 100
10 mm	100	100	100	100

Sumber : (SNI 03-6820-2002)

Keterangan :

- Wilayah Tingkatan I = Pasir Kasar
- Wilayah Tingkatan II = Pasir Sedang
- Wilayah Tingkatan III = Pasir Sedikit Halus
- Wilayah Tingkatan IV = Pasir Halus

3. Air

Air yang dimaksudkan merupakan air yang biasanya dipakai untuk keperluan pembangunan konstruksi, termasuk penggunaan dalam pemeliharaan beton. Penggunaan kebutuhan air dilakukan dalam pembuatan beton sebagai pemicu ketika proses kimia semen, dan meresap pada agregat sehingga memudahkan pekerjaan beton (Gustari, 2017).

Beberapa syarat-syarat penggunaan mutu air menurut DPU- 1982 meliputi:

1. Airnya harus bersih dan tidak lebih dari 2 gr/lit, minyak dan zat terapung lainnya yang dapat dilihat langsung.
2. Materi tersuspensi sekurang-kurangnya 2 gr/lit.
3. Tidak terdapat kadar garam yang akan mencacati beton 15 gr/lit dan lebih.
4. Mengandung tidak lebih 1 g/lit, senyawa sulfat.
5. Kadar bahan klorida (Cl) tidak melebihi 0,5 gr/lit.

2.2 Bahan Tambah Batako

Pada dasarnya bahan pada pembuatan batako banyak mengalami penambahan lainnya. Tujuan dari campuran bahan lain dalam pembuatan batako yaitu untuk memperbaiki atau menambah sifat maupun karakteristik dari mortar batako. Jika dilihat secara umum jenis bahan tambah pada pembuatan batako dibedakan menjadi 2 yaitu bahan yang bersifat (*chemical admixture*) atau kimiawi selain itu ada bahan tambah yang sifatnya (*additive*) atau mineral.

2.2.1 Limbah Gypsum

Gypsum terbentuk dari material berupa galian campuran air dari tanah yang memiliki unsur senyawa sulfat dan sulfida. Gypsum dapat dicampur dalam penyusunan semen. Penambahan limbah gypsum bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan pada batako. Gypsum di alam termasuk bahan padat dengan warna merah, coklat atau abu-abu. Bahan utama gypsum yaitu terdiri dari hydrated calcium sulfate (Permana D, 2017). Penjelasan dari (Ramadhan, 2022) gypsum adalah material pelapis interior untuk plafon dapat digunakan pelapis dinding bata. Limbah gypsum yang digunakan didapat dari sisa pengrajin gypsum board di Kota Semarang. Batako campuran limbah gypsum adalah suatu inovasi batako ramah lingkungan dari bahan yang mudah didapat. Limbah gypsum yang akan digunakan dalam campuran batako ini dibersihkan dari kotoran terlebih dahulu, ditumbuk, kemudian diayak dan tidak tertahan di saringan no. 200 (0,75 mm).

Tabel 2. 4 Kandungan Kimia Gypsum

No	Jenis-Jenis Kandungan Kimia	
	Kandungan Kimia	Nilai (%)
1.	CaO	45,66
2.	Bi ₂ O ₃	35,86
3.	SiO ₃	18,48

Sumber : (Permana D, 2017)

2.2.2 Bonggol Jagung

Bonggol jagung termasuk sebagian dari sisa jagung yang sudah tidak digunakan atau dikonsumsi kembali. Pemanfaatan bonggol jagung dapat dijadikan kebutuhan makanan bagi hewan ternak yang berfungsi baik untuk membantu proses pencernaan hewan. Selain itu masyarakat dahulu memanfaatkan bonggol jagung sebagai alat memasak dengan mengganti kayu bakar dengan bonggol jagung sehingga jauh lebih ekonomis (Fahri, 2020). Bonggol jagung yang digunakan merupakan hasil tanaman jagung berupa bonggol jagung di dapatkan dari Kota Semarang.

Bonggol jagung yang sudah tidak dimanfaatkan jumlah banyak memerlukan tempat yang besar dan di dalam atmosfer akan meningkatkan jumlah emisi gas karbon jika dilakukan pembakaran sehingga untuk mengurangi hal tersebut diciptakan inovasi yang bermanfaat untuk limbah bonggol jagung (Octaviani, 2022).

Limbah bonggol jagung mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin yang diharapkan mampu meredam panas dalam batako. Limbah bonggol jagung yang akan digunakan ini harus dijemur selama 3 hari. Pengolahan bonggol jagung pada penelitian ini dilakukan dengan cara menggiling halus bonggol jagung menggunakan mesin penggiling otomatis hingga berukuran ± 1 mm, kemudian disaring sesuai syarat agregat halus yaitu lolos pada saringan no.8 (2.36 mm).

Tabel 2. 5 Kandungan Kimia Bonggol Jagung

No	Kandungan Kimia	Prosentase Berat (%)
1.	Abu	1.5 %
2.	Air	9,4 %
3.	Lignin	15 %
4.	Hemiselulosa	35 %
5.	Selulosa	50 %

Sumber : (Fadhila, 2022)

2.3 Pengujian Material

2.3.1 Uji Material Agregat Halus

Pengujian material dalam tahap persiapan dilakukan dengan pembuatan benda uji batako, supaya material yang digunakan sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989.

1. Uji *Sieve Shaker* (Modulus Kehalusan)

Pengujian ini menggunakan alat *sieve shaker* dengan cara menyiapkan pasir seberat 1 kg yang telah dikeringkan selama kurang lebih 8 jam dengan dioven. Selanjutnya pasir dimasukkan kedalam ayakan yang disusun dengan diameter terbesar hingga diameter terkecil

dengan meletakkan alat tersebut ke mesin pengayak *sieve shaker* selama 10-15 menit. Pengujian ini untuk mendapatkan modulus kehalusan agregat halus yang diinginkan. Berikut syarat-syarat pasir yang baik menurut PBI 71, Bab 3, pasal 3.3:

- a. Agregat halus terdiri atas butir-butir yang keras, tajam serta halus, bersifat kekal, berarti tidak pecah atau hancur karena cuaca.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur <5% (ditentukan terhadap berat kering) artinya lumpur merupakan bagian-bagian yang dapat melalui ayakan diameter 0,063 mm. Bila kadar lumpur melalui 5% maka agregat halus harus dicuci.
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organis terlalu banyak harus dibuktikan dengan percobaan warna, dapat juga dipakai dengan kekuatan adukan agregat pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan NaOH 3 %.
- d. Agregat halus pada beton berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alam dari bebatuan atau pasir.
- e. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya dan diayak dengan susunan yang ditentukan dalam pasal 3.3 ayat dalam PBI harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - Sisa diatas saringan 4,70 mm maksimal 2 % dari beratnya.
 - Sisa diatas saringan 0,60 mm minimal 10 % dari beratnya.
 - Sisa diatas saringan 0,25 mm minimal 80-95 % dari beratnya.
- f. Pasir laut tidak boleh digunakan untuk agregat halus pada semua mutu beton, kecuali petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.
- g. Ketentuan-ketentuan jenis modulus kehalusan:

Tabel 2. 6 Ketentuan - Ketentuan Jenis Modulus kehalusan

No	Jenis Pasir	Modulus Kehalusan	Sisa di atas saringan 0,6
1	Sangat kasar	3,6	75% - 80%
2	Kasar	2,4 – 3,6	50% - 75%
3	Sedang	1,9 – 2,5	35% - 50%

No	Jenis Pasir	Modulus Kehalusan	Sisa di atas saringan 0,6
4	Halus	1,5 – 2,0	20% - 35%
5	Sangat halus	1,1 – 1,6	15% - 20%

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, PUBI, Bandung tahun 1982

2. Uji Kocokan (Kadar Lumpur)

Langkah yang dilakukan untuk pengujian ini dengan memasukan pasir kering yang telah dioven ke dalam gelas ukur setinggi 130 cc lalu mengisi gelas tersebut hingga ketinggian 250 cc. Selanjutnya, dilanjutkan mengocok gelas yang telah berisi pasir dan air selama 30 menit lalu didiamkan selama 5 jam untuk mengetahui kandungan kadar lumpur pada pasir. Uji kandungan lumpur memiliki syarat-syarat pasir sebagai berikut:

- a. Pasir harus dalam keadaan bersih dan bila diuji dengan larutan khusus, tinggi endapan pasir yang terlihat dibanding lebih tinggi seluruh endapan tidak kurang dari 70% (PUBI, 1982, pasal II, hal.17)
- b. Agregat halus pasir terdiri dari butir tajam dan keras butirannya bersifat kekal artinya tidak hancur atau pecah oleh pengaruh cuaca. (PBI-1971, Ps. 3-3, ayat 2)
- c. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (PBI – 1971, pasal 3.3, ayat 3 dan PUBI – 1982, pasal II, hal.17), yang dimaksudkan lumpur yaitu bagian yang dapat melewati ayakan dengan diameter \varnothing 0,063 mm.
- d. Pasir tidak boleh mengandung garam atau zat organis karena dapat mengurangi mutu beton, maka apabila direndam dalam larutan NaOH 3% cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna pembanding (PUBI – 1982, pasal II, hal.17)
- e. Standart warna NaOH sebagai berikut :
 - Jernih – kuning tua : dapat dipakai
 - Merah muda : dapat dipakai

- Coklat tua – merah coklat : tidak dapat dipakai

3. Uji NaOH (Lumpur Organik)

Pada uji ini dilakukan memasukan pasir kering yang telah dioven setinggi 150 cc pada gelas ukur lalu diberikan larutan NaOH 3% hingga setinggi 200 cc kemudian ditutup rapat dan didiamkan larutan NaOH dan ketinggian dari lumpur yang terkandung. Berdasarkan PBI 1971 dan PUBI 1982, pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Untuk standar warna NaOH yang muncul sebagai berikut:

- Jernih – kuning muda : dapat dipakai
- Merah muda : dapat dipakai
- Coklat tua – merah kecoklatan : tidak dapat dipakai

2.3.2 Uji Material Semen

Pengujian material dalam tahap persiapan dilakukan pembuatan benda uji, yang sesuai standar SNI 03-0349-1989.

1. Uji Konsistensi Normal dan Pengikatan Awal Semen

Pengujian ini bertujuan menentukan air yang dibutuhkan untuk mencapai konsisten normal dari semen serta menentukan pengikatan permukaan dari semen yang digunakan. Pengujian ini menggunakan alat vicat lengkap dengan peralatannya. Semen harus memiliki pengikatan awal yang baik, minimal 60-120 menit dengan suhu 20-27°C. Sedangkan kelembapan ruang tidak boleh kurang dari 50%.

2.4 Pengujian Benda Uji

2.4.1 Uji Kuat Tekan Batako

Perhitungan kuat tekan berdasarkan besar beban setiap luas, hingga sampel uji akan mengalami retak atau hancur ketika terjadi pembebanan dengan gaya tekan yang dilakukan menggunakan mesin press atau mesin tekan. Hasil nilai kuat tekan yang semakin besar menunjukkan mutu batako yang semakin baik tetapi jika kuat

tekan batako menunjukkan hasil yang rendah maka mutu batako termasuk rendah (Fahri, 2020). Pada penelitian ini kuat tekan yang ingin dicapai sesuai dengan SNI 03-0349-1989 pada tingkatan mutu IV dengan nilai rata-rata minimal 25 kg/cm².

Berdasarkan penjelasan (Palulun et al., 2020) mengatakan Perancangan batako harus diperhatikan sesuai dengan proporsi ukuran dan komposisi yang sesuai agar menghasilkan batako dengan kuat tekan sesuai persyaratan, sehingga pada pelaksanaan pemasangan batako bahan penyusun batako sudah dipastikan cukup baik, agar tidak terjadi penurunan kuat tekan batako dan tidak terjadi kegagalan dalam pelaksanaannya. Maka diperlukan perhitungan dalam menentukan kuat tekan batako menggunakan cara matematis:

$$\text{Rumus : } f'c = P \cdot A$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan (MPa).

P = Beban maksimum (N).

A = Luas penampang bahan (mm²).

2.4.2 Uji Daya Serap Air Batako

Menurut (Fahri, 2020) menjelaskan bahwa penyerapan air yaitu adanya penyerapan air yang terjadi pada batako dihitung dengan nilai persentase, sehingga adanya rongga atau pori-pori batako akan mempengaruhi proses penyerapan air pada batako. Jika banyak rongga pada batako akan menyebabkan penyerapan air semakin meningkat dan menyebabkan ketahanan batako semakin berkurang. Hal ini terjadi akibat penggunaan bahan pembuatan batako dengan komposisi yang kurang tepat atau kualitas dari bahan yang digunakan kurang baik untuk batako. Akibat dari pengaruh perbandingan yang cukup besar mengakibatkan rongga dikarenakan air tidak bereaksi dan terjadi penguapan sehingga terdapat rongga. Nilai daya serap air yang ingin dicapai penelitian ini disesuaikan dengan SNI 03-0349-1989. Berdasarkan ketentuan Nilai persentase penyerapan air dapat

ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut : (Standar Nasional Indonesia, 1989).

$$\text{Rumus Daya Serap Air} = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

Keterangan:

A = Massa batako dengan kondisi basah (kg)

B = Massa batako dengan kondisi kering oven (kg)

2.4.3 Uji Redaman Panas Batako

Sesuai penjelasan (Fadhila, 2022) mengatakan bahwa redaman panas merupakan salah satu uji pada batako dengan tujuan mengetahui ketahanan batako yang berfungsi sebagai dinding yang memiliki ketahanan panas suhu dengan hasil dari nilai redaman panas 5,04°C. Apabila semakin besar angka penurunan temperatur suhu pada batako maka dihasilkan batako dengan ketahanan panas yang baik. Pengukuran redaman panas batako digunakan alat yaitu *thermocouple*. Adapun nilai redaman panas batako yang ingin dicapai pada setiap variasi campuran limbah gypsum dan bonggol jagung dengan membandingkan suhu bagian bawah batako dan bagian atas batako. Pengujian dapat dilakukan menggunakan alat termometer ruangan air raksa, ketika suhu luar ruangan berkisar 34°C hingga 36°C karena suhu normal manusia diantara 28°C hingga 31°C. Cara untuk melakukan pengujian redaman panas pada batako dengan membandingkan panas di bagian atas dengan panas batako pada bagian bawah, kemudian dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rumus} = \text{Penurunan Suhu (}^{\circ}\text{C)} = T1 - T2$$

Keterangan :

T2 = batako tidak terpapar sinar matahari (°C)

T1 = batako terpapar sinar matahari (°C)

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Ibnu Dwiki Permana (2017)	Pemanfaatan Limbah <i>Gypsum Board</i> Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Batako	Metode eksperimental dengan melakukan penelitian pada September – Oktober 2017 di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta.	Penambahan serbuk gypsum pada batako berlubang sebagai substitusi parsial semen dengan perbandingan 15%, 20%, 25%, 30% telah memenuhi syarat SNI. Pada persentase 25% komposisi semen memiliki hasil dari rata kuat tekan senilai 57,29 kg/cm ² . Penelitian ini didapatkan hasil 2,74 % uji daya serap air.
2	Ari Setyo Nugroho (2014)	Tinjauan Kualitas Batako dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum	Penelitian ini menggunakan metode penelitian yang langsung dikerjakan di Laboratorium UMS.	Pada penelitian ini didapatkan kuat tekan maksimum 8,017 Mpa dari penambahan gypsum 1%. Sedangkan nilai tarik maksimum didapatkan hasil rata rata 0,481 Mpa dari substitusi gypsum sebesar 3% dan 4%.
3	Annisa Noor Fadhila (2022)	Investigasi Sifat Sifat Fisik, Redaman Panas, dan Biaya Produksi Pada Batako dengan Bonggol Jagung Sebagai Agregat	Metode penelitian ini berupa eksperimen di Laboratorium UII dan Pusat Material Vulkanis Merapi.	Hasil yang didapatkan nilai kuat desak maksimum yaitu 9,17 kg/cm ² . Pada penelitian ini juga didapatkan hasil 5,04 derajat celcius dari nilai redaman panas serta nilai penyerapan air sebesar 15,25%.
4	Octaviani Galuh (2022)	Pengaruh Bonggol Jagung Sebagai Agregat Pada Batako Terhadap Aspek Teknis, Biaya Produksi. Dan Redaman Suara	Menggunakan metode uji coba lapangan atau eksperimen di Laboratorium Teknik UII.	Penelitian batako dengan campuran bonggol jagung ini memiliki kuat tekan maksimum 9,167 kg/cm ² dengan substitusi bonggol jagung sebesar 30%.

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
5	Ady Putra Ramadhan (2022)	Pemanfaatan Limbah Gypsum Board Untuk Substitusi Semen Pada Mortar Sebagai Bahan Dalam Pembuatan Paving Block	Menggunakan metode uji coba di lapangan atau eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.	Penelitian ini menghasilkan nilai kuat tekan maksimumnya yaitu 27,90 kg/cm ² dengan substitusi limbah gypsum 30%.
6	Siti Maharani Masril Elfannia Bastian (2021)	Pengaruh penggunaan abu bonggol jagung 5%, 7,5%, 10% Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton fc 14,53 MPa	Menggunakan uji coba langsung di lapangan atau eksperimen yang dikerjakan di Lab. Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.	Disimpulkan kuat tekan optimal sebesar 14,53 Mpa dengan substitusi abu bonggol jagung sebagai agregat halus pada 28 hari. Dapat disimpulkan semakin banyak abu bonggol jagung kuat tekannya semakin rendah.
7.	Rasio Hepiyanto Mohammad Arif Firdaus (2019)	Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K- 200	Menggunakan metode pengujian di Laboratorium Teknik Sipil UNISLA.	Dilakukan pengujian dengan substitusi abu bonggol jagung sebanyak 4% dihasilkan kuat tekan sebesar 33,04 Mpa atau 336,80 kg/cm ² , 8% dengan kuat tekan sebesar 30,79 Mpa atau 313,57 kg/cm ² , 12% dengan kuat tekan 28,20 Mpa atau 287,4 kg/cm ²
8.	Berlian Fahri (2020)	Pemanfaatan Dengan Cacahan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Susun Batako	Dilakukan di Laboratorium Teknik UII.	Pengujian ini didapatkan hasil kuat tekan tertinggi yaitu 59,79 kg/cm ² dengan perbandingan semen:abu batu:bonggol jagung 1,5:1,5:6. Sedangkan untuk hasil penyerapan air yaitu 28,81% dengan campuran semen:abu batu:bonggol jagung sebesar 1,5:1,5:7

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
9.	Rafki Imani Widiawati Purba Rainadi S Nainggolan (2020)	Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Kuat Tekan Beton	Eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Putra Indonesia, Padang	Berdasarkan penelitian ini didapatkan nilai kuat tekan 88, 89 kg/cm ² pada umur 28 hari dengan campuran gypsum 10%. Untuk campuran limbah gypsum 15% kuat tekan sebesar 62,22 kg/cm ² .

(Sumber : Penelitian Terdahulu)

Kesimpulan: Berdasarkan literatur terdahulu yang telah dibuat, penelitian tentang batako dengan substitusi parsial limbah gypsum dan bonggol jagung dengan nilai kuat tekan maksimum, daya serap air yang baik dan sebagai redaman panas telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Berdasarkan gagasan (Permana, 2017) hasil kuat tekan optimum batako sekitar 57,29 kg/cm² dengan komposisi limbah gypsum 25% dengan nilai uji daya serap air sebesar 2,74%. Pada penelitian lain penggunaan gypsum sebagai agregat, kuat tekan maksimal sebesar 8,017 Mpa dengan substitusi limbah gypsum sebesar 1% (Nugroho, 2014). Selain itu sesuai gagasan dari (Maharani, 2021) hasil penelitiannya memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 27,90 kg/cm² atau 2,74 Mpa dengan penambahan limbah gypsum 30% pada paving block. Penelitian lain yang dilakukan pada bonggol jagung ternyata dapat difungsikan sebagai campuran pada batako. Penelitian dari (Fadhila, 2022) batako dengan bonggol jagung memiliki nilai redaman panas paling baik sebesar 5,04 derajat celcius dengan perbandingan sebesar 1 : 1 : 11 selain itu nilai teknis yang paling optimal dengan campuran 1 : 1 : 3. Dalam penelitian ini juga dihasilkan nilai kuat desak maksimal sebesar 9,167 kg/cm² dengan substitusi bonggol jagung 30% (Octaviani, 2022). Hasil penelitian lain menunjukkan paving block dengan substitusi limbah gypsum 30% memiliki nilai kuat tekan 2,74 Mpa dan daya serap air sebesar 9,89% (Ramadhan, 2022). Menurut (Hepiyanto & Firdaus, 2019) nilai kuat tekan optimal dari substitusi abu bonggol jagung yaitu 33,04 Mpa atau 336,80 kg/cm² pada variasi persentase 4%. Sedangkan menurut (Fahri, 2020) semakin banyak komposisi bonggol jagung pada batako, maka kuat tekan akan semakin rendah. Untuk perbandingan bonggol jagung jika semakin banyak akan semakin

besar penyerapan airnya. Berdasarkan (Imani et al., 2020) pada penambahan limbah gypsum sebesar 5%, 10%, 15% pada beton, kuat tekannya tidak mengalami peningkatan. Berdasarkan literatur penelitian yang telah dilakukan sebelumnya membuktikan bahwa limbah gypsum dapat dijadikan substitusi parsial semen yang dapat meningkatkan kuat tekan batako dan di beberapa penelitian lain juga membuktikan bahwa bonggol jagung mengandung lignin dan selulosa yang dapat dijadikan bahan substitusi parsial agregat halus sebagai redaman panas batako. Penelitian sebelumnya yang cukup mendukung limbah gypsum dan bonggol jagung sebagai bahan penyusun campuran batako *interlocking* dengan limbah gypsum sebagai substitusi parsial semen dengan kadar persentase 0%, 30%, 35% dan bonggol jagung sebagai substitusi pasir agregat halus dengan variasi persentase 0%, 5%, 10% untuk mendapatkan batako dengan nilai kuat tekan tinggi, sebagai redaman panas, dan daya serap air yang baik serta ramah bagi lingkungan dengan biaya yang ekonomis.

Jadi dari penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah gypsum dapat meningkatkan kuat tekan batako dan penambahan limbah bonggol jagung dapat meningkatkan redaman suhu pada batako. Sehingga kami sebagai peneliti akan menggabungkan kedua bahan tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekan, menurunkan daya serap air dan meningkatkan redaman suhu pada batako.