

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Kerangka konsep yang menjadi rujukan utama dalam pelaksanaan, landasan teori memegang peran penting dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini, landasan teori disusun berdasarkan berbagai literatur, standar, serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan batako, material penyusunnya, serta penerapan limbah plastik dan serbuk kaca sebagai material pengganti sebagian dalam komposisi campuran batako. Kajian teori ini disusun untuk memberikan gambaran terkait sifat-sifat material, konsep dasar pengujian, serta berbagai parameter yang memengaruhi kinerja batako, sehingga dapat menunjang proses analisis dan pembahasan hasil penelitian secara ilmiah dan terstruktur.

2.1.1 Batako

Material konstruksi berbentuk balok, batako dibuat tanpa melalui proses pembakaran. Batako disusun melalui campuran agregat halus, semen, serta faktor air semen yang dicetak, kemudian mengalami proses pengerasan secara alami. Dalam proses pembuatannya, campuran tersebut juga dapat diberi tambahan bahan tertentu sebagai aditif untuk meningkatkan sifat maupun mutu batako yang dihasilkan (Sianturi & Kurniawan, 2026). Selanjutnya adonan dicetak dan dipadatkan hingga membentuk balok dengan dimensi tertentu. Setelah dicetak, batako dipelihara dengan menempatkannya pada kondisi yang lembap serta terhindar dari paparan langsung sinar matahari dan air hujan, sehingga proses pengerasan dapat berlangsung secara optimal. Proses pengerasan berlangsung secara optimal dengan pelaksanaan produksi yang mengacu pada ketentuan (SNI 03-0349-1989, 1989), dengan demikian, batako yang dihasilkan mampu memenuhi ketentuan standar yang ditetapkan dan layak digunakan sebagai material pasangan dinding.

Selain itu, berdasarkan ketentuan dalam PUBLI 1982 (PUBLI 1982) Pasal 6 serta (SNI 03-0349-1989, 1989), batako dipersyaratkan telah mencapai umur minimal satu bulan sebelum digunakan. Pada saat pemasangan, kondisi batako

harus dalam keadaan kering SSD (*Saturated Surface Dry*). Ukuran yang ditetapkan meliputi lebar sekitar ± 200 mm, panjang ± 400 mm, serta ketebalan berkisar antara ± 100 – 200 mm. Kandungan air yang diperbolehkan berada pada rentang 25–35% dari beratnya. Untuk mutu tekan, batako biasa memiliki kuat tekan sekitar 3 hingga 5 MPa, sedangkan tipe *interlocking* dapat mencapai sekitar 7 MPa (Indrawan & Hastuty, 2016). Kualitas batako yang dihasilkan ditentukan oleh beberapa aspek, salah satunya adalah nilai FAS atau faktor air semen. Perbandingan air terhadap semen ini berperan dalam proses hidrasi sehingga memengaruhi efektivitas dan hasil akhir pembuatan batako. Mengacu pada (SNI 03-2834-2000, 2000) nilai faktor air semen (FAS) umumnya berada pada rentang 0,3 hingga 0,6. Di samping itu, umur batako juga berpengaruh terhadap kualitasnya, karena dengan masa perawatan hingga 28 hari, terjadi kecenderungan peningkatan pada nilai kuat tekan yang dihasilkan (Nurdiansyah, 2023).

2.1.1.1 Jenis-Jenis Batako

Batako sebagai material konstruksi berbentuk balok yang tersusun dari campuran semen *portland*, air, serta agregat, banyak dimanfaatkan sebagai penyusun dinding. Berdasarkan bentuk penampangnya, batako diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu pejal dan berlobang. Batako pejal merupakan jenis bata dengan bagian padat sekurang-kurangnya 75% dari luas penampang, serta memiliki volume padat lebih dari 75% terhadap total volumenya. Ditinjau dari karakteristiknya, batako berlobang memiliki luas rongga yang melampaui 25% dari luas penampang, dengan volume rongga juga lebih dari 25% terhadap total volumenya (SNI 03-0349-1989, 1989).

Tabel 2. 1 Ukuran Bata Beton

Jenis-jenis	Ukuran (mm)			Tebal dinding sekatan lobang, minimum	
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luar (mm)	Dalam (mm)
1. Pejal	390 + 3 - 5	90 \pm 2	100 \pm 2	-	-
2. Berlobang					
a. Kecil	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	100 \pm 2	20	15
b. Besar	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 \pm 2	25	20

Sumber: SNI 03-0349-1989

Kepadatan batako memiliki peranan penting terhadap besarnya kekuatan yang dihasilkan. Semakin rapat susunan partikel penyusunnya, semakin baik pula ikatan antar material yang terbentuk, sehingga nilai kuat tekannya menjadi lebih tinggi. Selain itu, peningkatan usia batako juga berkontribusi terhadap bertambahnya kekuatan tekan yang dicapai (Palulun et al., 2020).

A. Batako Pejal



Gambar 2. 1 Batako Pejal

Sumber: (Sianturi & Kurniawan, 2026)

Batako pejal adalah jenis batako dengan struktur yang sepenuhnya padat tanpa rongga. Campuran semen, agregat atau pasir, serta air digunakan untuk membentuk material ini. Secara umum, batako pejal memiliki persentase penampang padat sekurang-kurangnya 75% dari keseluruhan bagiannya. Ukuran yang sering dijumpai di pasaran antara lain sekitar $39 \times 9 \times 10$ cm atau $30 \times 10 \times 15$ cm berdasarkan (SNI 03-0349-1989, 1989). Dengan komposisi tersebut, batako pejal mampu mencapai kuat tekan berkisar antara 25 hingga 100 kg/cm². Karena tingkat kepadatan dan kekuatannya yang tinggi, material ini kerap dimanfaatkan sebagai pasangan dinding serta bekisting pondasi. Di samping itu, daya tahannya terhadap beban dan kelembapan relatif lebih baik dibandingkan beberapa material lain seperti bata merah, bata ringan, maupun kayu (Gede et al., 2023).

B. Batako Berongga (Berlubang)



Gambar 2. 2 Batako Berongga (Berlubang)

Sumber: (Sianturi & Kurniawan, 2026)

Susunan bahan pada batako berlubang pada prinsipnya tidak berbeda dengan batako pejal. Keduanya disusun dari campuran bahan pengikat hidrolis, agregat, dan air. Perbedaan mendasar antara kedua jenis tersebut terletak pada bentuk penampangnya. Mengacu pada syarat (SNI 03-0349-1989, 1989), Apabila luas rongga pada penampang melebihi 25% dan volume rongga lebih dari 25% terhadap volume total, maka batako tersebut dikategorikan sebagai berlubang. Oleh karena itu, perbedaan signifikan antara keduanya adalah sejauh mana lubang dan volume lubang memberikan ciri khas masing-masing jenis batako. Dalam proses produksi maupun penerapannya di lapangan, batako berlubang memerlukan pertimbangan teknis khusus agar penggunaannya sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan konstruksi yang direncanakan (Nurdiansyah, 2023).

2.1.1.2 Syarat Fisis Batako

Mengacu pada SNI 03-0349-1989, persyaratan fisik batako dikelompokkan menjadi empat kategori, yang masing-masing memiliki fungsi dan peruntukan tertentu. Rincian klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Syarat Fisis Bata Beton

No.	Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlubang			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Kuat Tekan Bruto Rata-rata min	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
		MPa	9,8	6,9	3,9	2,5	6,9	4,9	3,4	2
2.	Kuat Tekan Masing-masing benda uji min	Kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
		MPa	8,8	6,4	3,4	2,1	6,4	4,4	2,9	1,7
3.	Penyerapan Air Rata-rata maks	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber: SNI 03-0349-1989

Merujuk pada SNI 03-0349-1989, batako pejal yang digunakan sebagai pasangan dinding diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat mutu sebagai berikut:

1. Pada klasifikasi mutu I, batako digunakan sebagai material konstruksi yang berada pada kondisi terbuka tanpa perlindungan atap.
2. Pada klasifikasi mutu II, batako berfungsi sebagai elemen pemikul beban yang penggunaannya dibatasi pada kondisi terlindung dari pengaruh cuaca, seperti pada konstruksi di bawah atap.

3. Pada klasifikasi mutu III, batako dimanfaatkan sebagai elemen non-struktural, seperti dinding pembatas, yang tidak berfungsi menahan beban dan penggunaannya berada pada area terlindung di bawah atap.
4. Pada klasifikasi mutu IV, batako digunakan sebagaimana mutu III, namun penggunaannya wajib berada dalam kondisi terlindung dari cuaca luar, misalnya dengan dilapisi plester serta ditempatkan di bawah atap.

2.1.2 Agregat Halus

Agregat halus yang berupa butiran mineral alami, berfungsi sebagai komponen utama pengisi dalam campuran mortar dan beton dengan porsi sekitar 70% dari total volume. Perannya tidak hanya sebagai pengisi, tetapi juga sangat memengaruhi sifat fisik dan mekanis campuran. Oleh karena itu, pemilihan agregat harus dilakukan dengan teliti karena menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas akhir mortar maupun beton (Prayuda & Pujianto, 2018). Pasir alam merupakan material yang terbentuk dari proses pelapukan dan penghancuran bantuan secara alami. Selain itu, pasir juga dapat diperoleh dari hasil produksi mesin pemecah batu. Material ini memiliki ukuran butiran maksimum sebesar 4,75 mm atau secara dengan saringan No. 4.

Agregat halus yang dikenal sebagai pasir merupakan material yang dapat berasal dari aliran Sungai, hasil penggalian tanah, maupun proses pemecahan batu. Pasir menjadi salah satu bahan utaman yang banyak dimanfaatkan dalam pekerjaan konstruksi. Secara umum, diameter butir agregat tersebut berada pada kisaran 0,0625 mm hingga 2 mm. (Sateria et al., 2019). Pasir umumnya tersusun atas komponen utama berupa silikon dioksida. Dalam kondisi alaminya, material ini seringkali masih mengandung campuran kerikil maupun fragmen batuan kecil. Untuk memperoleh pasir yang layak digunakan, proses pengolahannya umumnya masih dilakukan secara manual. Sebelum dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, pasir tersebut perlu melalui tahap penyaringan atau pengayakan agar diperoleh butiran dengan ukuran yang sesuai (Ikhsan et al., 2016).



Gambar 2. 3 Pasir

Sumber: (Artidarma et al., 2022)

2.1.3 Air

Air secara kimia merupakan senyawa H_2O yang tersusun atas dua hidrogen atom dan satu oksigen atom yang terikat melalui ikatan kovalen. Keberadaan air vital bagi makhluk hidup karena memiliki karakteristik fisika dan kimia yang khas, antara lain sifat molekulnya yang polar, kemampuannya membentuk ikatan hidrogen, memiliki tegangan permukaan yang relatif tinggi, serta kapasitas panas yang besar (Ball, 2008). Air merupakan zat yang sangat esensial bagi seluruh makhluk hidup yang diketahui hingga saat ini di Bumi, namun tidak ditemukan dalam bentuk yang sama pada planet lain di tata surya. Selain itu, air menutupi sekitar 71% dari permukaan Bumi (Kodoatie, 2021). Secara ilmiah, air termasuk molekul yang bersifat polar dan dijuluki sebagai pelarut universal karena kemampuannya dalam melarutkan berbagai zat, baik yang memiliki sifat ionik maupun polar.

Karakteristik tersebut menjadikan air memiliki peranan yang sangat penting dalam berbagai proses biologis, reaksi kimia, maupun sistem lingkungan. Pada proses pembuatan batako, air digunakan sebagai media pengikat antar bahan. Air (H_2O) sendiri merupakan senyawa kimia yang terbentuk dari ikatan antara unsur hidrogen dan oksigen (Suniasi & Hendrajaya, 2021) campuran sekaligus membantu mempermudah proses pemadatan. Untuk menjaga kualitas batako, air yang digunakan dalam proses pembuatannya harus memenuhi persyaratan, yaitu dalam kondisi bersih serta tidak mengandung garam, alkali, minyak, asam maupun zat lain yang dapat menurunkan mutu beton (SNI 03-6817-2002, 2002).



Gambar 2. 4 Air

Sumber: (Artidarma et al., 2022)

2.1.4 Portland Cement (PC)

Semen memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan partikel-partikel mineral saling terikat dan membentuk massa yang padat serta kuat (Hepiyanto & Arif, 2019). Dalam SNI 15-2049-2004, dijelaskan bahwa *Portland Cement Composite* (PCC) tergolong sebagai semen hidraulis yang diproduksi melalui penggilingan klinker. Komponen utamanya berupa senyawa kalsium silikat yang bersifat hidrolis. Pada tahap produksi, klinker tersebut digiling bersama sejumlah bahan tambahan, termasuk kalsium sulfat (gypsum) dalam satu atau lebih bentuk kristal, serta dapat dicampur dengan aditif tertentu. Secara umum, semen berfungsi sebagai bahan pengikat utama yang menyatukan air dan agregat dalam campuran batako sehingga membentuk massa yang kuat dan menyatu.

Mengacu pada SNI 15-2049-2004, dijelaskan bahwa *portland* semen tergolong semen hidraulis yang diproduksi melalui penggilingan klinker. Klinker tersebut pada umumnya senyawa penyusunnya berupa kalsium silikat yang bersifat hidrolis, yang kemudian dikombinasikan dengan satu atau beberapa bentuk kristal kalsium sulfat (Handayasari et al., 2016), dalam tahap penggilingannya, dapat pula ditambahkan material tertentu guna memperbaiki mutu semen yang dihasilkan. Komposisi dasar pembuatan semen umumnya tersusun dari mineral yang mengandung kapur (CaO), silika (Si_2O), senyawa alumina (Al_2O_3) bersama oksida besi (Fe_2O_3) sebagai unsur utama penyusunnya. Unsur-unsur tersebut secara alami terdapat dalam berbagai jenis batuan dan mineral yang dimanfaatkan sebagai sumber material dasar produksi semen (Fitriyanti & Fatimura, 2019).



Gambar 2. 5 *Portland Cement*

Sumber: (Wijaya et al., 2021)

2.1.5 Limbah Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Plastik PET tergolong sebagai plastik jenis termoplastik, yakni material polimer yang dapat melunak atau mencair ketika dipanaskan pada suhu tertentu dan akan menyesuaikan bentuknya terhadap perubahan temperatur. Sifatnya yang dapat balik (*reversible*) membuatnya menjadi lunak saat terkena panas, kemudian kembali mengeras setelah proses pendinginan (Okatama, 2016). Plastik PET mempunyai sejumlah sifat khas, antara lain tampilan yang jernih dan transparan serta memiliki kemampuan sebagai barrier yang baik terhadap penetrasi gas maupun air. Hal ini sesuai dengan karakteristik PET yang bersifat transparan serta memiliki ketahanan terhadap gas dan kelembapan (Nisticò, 2020). Selain itu, PET termasuk material yang sukar terurai secara alami di dalam tanah sehingga proses degradasinya berlangsung sangat lama (Herdiarti et al., 2023).

Plastik PET banyak digunakan sebagai material utama dalam produksi botol air minum, kemasan jus, serta berbagai wadah minuman lainnya. Salah satu sifat utamanya adalah *non-biodegradable*, yakni tidak mudah mengalami penguraian secara alami oleh mikroorganisme dalam jangka waktu yang singkat (Hidayat, T. 2025).



Gambar 2. 6 Limbah Plastik PET

Sumber: (Hastuti, 2021)

2.1.6 Limbah Serbuk Kaca

Sebagai produk industri kimia, terbentuk dari kombinasi berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, kaca menjadi salah satu material yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Proses pembentukan material ini dilakukan melalui peleburan sejumlah bahan, meliputi senyawa alkali, tanah alkali, pasir, serta bahan tambahan hingga menghasilkan massa yang homogen (Indrawan & Hastuty, 2016). Kaca mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan jenis keramik lainnya. Keistimewaan tersebut terutama ditentukan oleh peran silika (SiO_2) sebagai komponen utama serta tahapan proses pembentukannya yang khas (Rahman et al., 2025).

Serbuk kaca memiliki beberapa keunggulan dibandingkan material pengisi pori lainnya, salah satunya adalah tidak menyerap air (*zero water absorption*) (Rahmat et al., 2020). Selain itu, bubuk kaca dengan kualitas baik dengan sifat *pozzolanik* yang dimilikinya, material ini berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen sekaligus berperan sebagai *filler* dalam campuran (Indrawan & Hastuty, 2016).

Tabel 2. 3 Kandungan Serbuk Kaca

Unsur	Serbuk Kaca
SiO_2	91,01 %
Al_2O_3	0,13 %
Fe_2O_3	0,003 %
CaO	0,11 %

Sumber: (Indrawan & Hastuty, 2016)



Gambar 2. 7 Serbuk Kaca

Sumber: Dokumen Pribadi

Sebagai produk industri kimia, kaca banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Secara fisika, kaca sering dijelaskan sebagai cairan yang mengalami pendinginan sangat cepat (*supercooled liquid*) sehingga tidak sempat membentuk kristal dan akhirnya menjadi padatan (Dyre, 2024). Istilah tersebut digunakan karena susunan partikelnya menyerupai struktur zat cair yang tidak teratur dan relatif berjauhan, meskipun secara nyata kaca berada dalam keadaan padat (Rahmat et al., 2020).

2.2 Penelitian Terdahulu

Kajian sebagai upaya menghimpun berbagai informasi, penelitian ini diawali dengan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai bahan pembandingan sekaligus referensi dalam pelaksanaan penelitian ini. Di samping itu, kajian terhadap studi sebelumnya bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan adanya kemiripan atau tumpang tindih dengan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan demikian, pada tabel berikut disajikan ringkasan hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan untuk dimasukkan ke dalam bagian uraian tinjauan pustaka disajikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Persentase Bahan	Hasil
1.	(Indrawan & Hastuty, 2016)	Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Batako	Dalam campuran, persentase serbuk kaca divariasikan pada nilai 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%.	Nilai kuat tekan sebesar 75,022 kg/cm ² diperoleh pada variasi campuran 20%, sedangkan nilai daya serap air paling tinggi, yaitu terjadi pada komposisi 10%.
2.	(Syafi et al., 2018)	Pemanfaatan Serbuk Kaca dari Jenis Kaca Bening dengan Ketebalan 3-4 mm sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Batako	Persentase serbuk kaca dalam campuran ditetapkan dengan variasi mulai dari 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.	Nilai kuat tekan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya proporsi serbuk kaca dalam campuran. Sementara itu, tingkat penyerapan air tertinggi diperoleh pada komposisi 10% dengan nilai sebesar 10,53%.
3.	(Rahman et al., 2025)	Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi dan Serbuk Kaca sebagai Agregat Campuran Pembuatan Batako	Abu sekam padi serta serbuk kaca sebesar 0%, 10%, 15%, dan 20%.	Variasi batako dengan komposisi 10% menunjukkan kinerja paling optimal

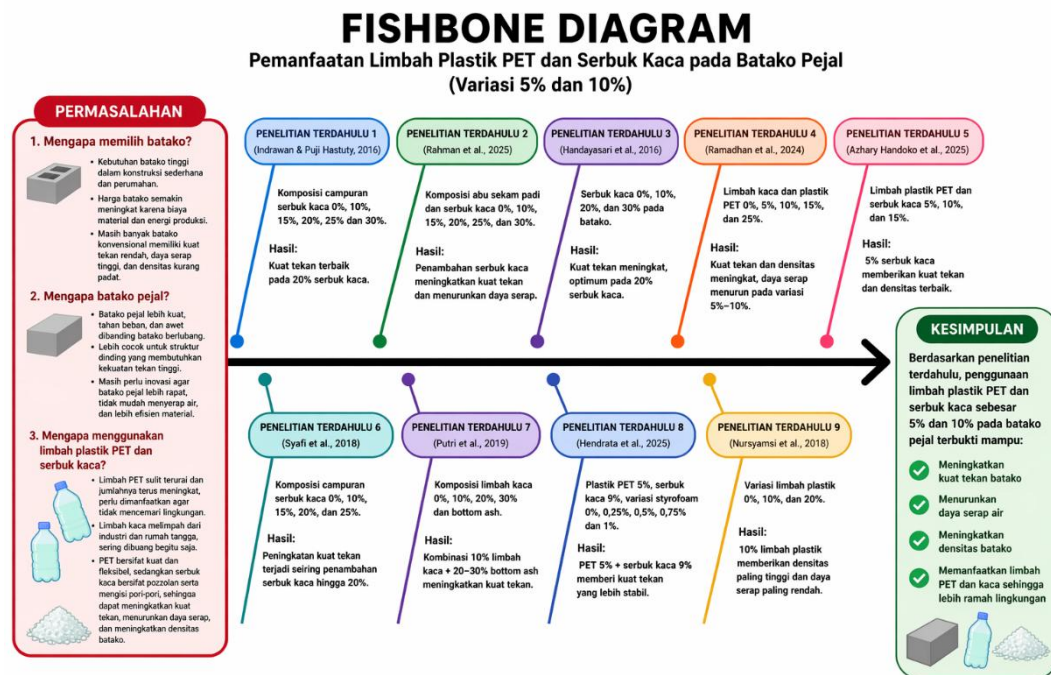
No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Persentase Bahan	Hasil
				berdasarkan perbandingan nilai kekuatan tekan namun daya penyerapan air tertinggi dengan variasi 15% dan 20%.
4.	(Putri et al., 2019)	Pemanfaatan Limbah BA (<i>Bottom Ash</i>) dan Limbah Kaca Pada Campuran Batako	Komposisi 10% limbah serbuk kaca; 0%, 10%, 20%, 30% <i>Bottom ash</i>	Nilai kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari, yaitu sebesar 7,13 MPa, dihasilkan oleh campuran dengan komposisi 10% serbuk kaca dan 20% <i>bottom ash</i> namun terjadi peningkatan daya serap pada komposisi 10% serbuk kaca 20% <i>bottom ash</i> .
5.	(Handayasari et al., 2016)	Studi Penggunaan Limbah Serbuk Kaca Sebagai Bahan Substitusi Semen pada Pembuatan Bata Beton Pejal	Persentase penggunaan serbuk kaca dalam campuran ditetapkan sebesar 0%, 10%, 20%, dan dengan komposisi 30% berdasarkan berat semen.	Kuat tekan maksimum diperoleh pada penggunaan komposisi serbuk kaca ditetapkan sebesar 10% berdasarkan berat semen, dengan nilai mencapai 73,33 kg/cm ²

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Persentase Bahan	Hasil
				semakin banyak penggunaan serbuk kaca daya serap meningkat.
6.	(Hendrata et al., 2025)	Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik PET dan <i>Styrofoam</i> Untuk Pembuatan Bata Foam (<i>Ecobrick</i>) dengan Substitusi Serbuk Kapur Terhadap Reduksi Limbah di Surakarta	Komposisi campuran terdiri dari plastik PET sebesar 5%, serbuk kapur 9%, serta variasi <i>styrofoam</i> sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1%.	Campuran 5% PET, 9% serbuk kapur, dan 0,5% <i>styrofoam</i> menghasilkan kuat tekan 8,28 MPa, sedangkan daya serap air terendah (2,12%) diperoleh pada variasi 2 dengan 0,25% <i>styrofoam</i> .
7.	(Ramadhan et al., 2024)	Inovasi Beton Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Kaca dan Plastik PET	Limbah kaca dan plastik PET digunakan sebagai bahan substitusi dengan variasi sebesar 10%, 15%, dan 25%.	Kuat tekan yang diperoleh dengan campuran substitusi bahan sebesar 10% dan 15% tergolong rendah, namun daya serap terbaik diperoleh dengan variasi 10% dan 15%.
8.	(Nursyamsi et al., 2018)	Pengaruh Limbah Plastik terhadap Sifat-sifat Batako	Persentase pemanfaatan limbah plastik ditetapkan dimulai dari	Bata beton dengan penambahan plastik 10% masuk ke

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Persentase Bahan	Hasil
			0%, 10%, dan 20% dari total berat pasir sebagai bahan pengganti.	dalam mutu III, dengan kuat tekan yang menurun mencapai 49,28 kg/cm ² , namun daya serap terbaik pada penambahan 10%.
9.	(Handoko et al., 2025)	Pemanfaatan Limbah Plastik PET dan Serbuk Kaca sebagai Substitusi dalam Pembuatan Roster	Limbah plastik 10%, 5%, 15% dan limbah serbuk kaca 5%, 10%, 15%	Dengan komposisi 10% plastik dan 5% serbuk kaca, daya ikat semen mengalami peningkatan yang dipengaruhi oleh bertambahnya kerapatan material.
10.	(Handayani & Suhandini, 2021)	Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Campuran Batako dalam Implementasi <i>Green Manufacturing</i> .	Komposisi campuran terdiri dari limbah botol plastik sebesar 25%, dengan perbandingan pasir dan abu batu sebesar 60% : 40%.	Nilai kekuatan rendah pada tekan rata-rata sebesar 13,5275 MPa diperoleh dari komposisi 25% limbah botol plastik serta perbandingan pasir dan abu batu sebesar 60% : 40%, namun daya serap rendah.

No.	Nama Penulis	Judul Penelitian	Persentase Bahan	Hasil
11.	(Alfiani et al., 2025)	Bata Ringan Ramah Lingkungan Kombinasi Limbah Plastik PET sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan	Plastik PET 0%, 2,5%, 5%, 7,5%	Pada umur 28 hari, penggunaan limbah plastik PET menghasilkan kuat tekan menurun 6,45 MPa pada variasi 2,5%, 5,85 MPa pada variasi 5%, dan 4,90 MPa pada variasi 7,5%, daya serap yang baik dan rendah penggunaan limbah plastik PET.

Berdasarkan berbagai penelitian, penggunaan material berbasis organik seperti abu ampas tebu, abu sekam padi, serta serat alami menunjukkan pada kadar tinggi (Fernando et al., 2023), terjadi peningkatan porositas, ketidakhomogenan mikrostruktur yang memicu propagasi retak (Khankhaje et al., 2025). Hal ini menyebabkan penurunan performa jangka panjang, baik dari segi kekuatan pada tekan maupun *durability*, terganggunya proses hidrasi, serta meningkatnya porositas dan penyerapan air. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas lebih rendah dibandingkan konvensional, terutama dalam jangka panjang (Charime et al., 2024). Hasil kajian dari sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kekuatan tekan dan daya penyerapan air dipengaruhi oleh penggunaan limbah anorganik kaca dan plastik PET dalam campurannya. Dalam penelitian terdahulu, limbah kaca umumnya berperan sebagai substitusi parsial semen, sementara limbah plastik digunakan sebagai pengganti agregat. Hasilnya menunjukkan bahwa penggantian sebagian semen dengan limbah kaca pada kisaran 10% hingga 15% mampu menghasilkan mutu yang menunjukkan performa lebih baik daripada konvensional.



Gambar 2. 8 Fishbone Diagram

Sumber: Dokumen Pribadi

Mengacu pada studi yang dilakukan oleh (Riyadi & Sari, W. 2021) menunjukkan bahwa pasir sebagai nilai berat jenis SSD pada agregat halus tercatat sebesar $2,55 \text{ gr/cm}^3$. Berdasarkan SNI 2847:2013, nilai tersebut menunjukkan bahwa agregat termasuk dalam kategori normal karena berada pada kisaran $2,0\text{--}2,9 \text{ gr/cm}^3$. Nilai berat jenis SSD sebesar $0,89 \text{ gr/cm}^3$ diperoleh dari hasil pengujian terhadap agregat halus berbahan limbah plastik. Data ini mengindikasikan bahwa berat jenis limbah plastik PET lebih rendah dibandingkan agregat halus alami. Dengan karakteristik tersebut, limbah plastik PET berpotensi dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian agregat halus karena tersusun atas polimer termoplastik (*polyethylene terephthalate*). Hasil penelitian terdahulu juga mengungkapkan bahwa penggunaan plastik sebagai substitusi parsial cenderung menurunkan daya serap air, sedangkan penambahan serbuk kaca secara parsial dapat meningkatkan daya serap, sejalan dengan sifat material kaca yang memiliki kecenderungan menyerap air (Handoko et al., 2025).

Berdasarkan penelitian dari (Handayasari et al., 2016), hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis semen sebesar $3,12 \text{ gr/cm}^3$, yang telah memenuhi ketentuan ASTM C 348-97 dengan rentang $3,03\text{--}3,25 \text{ gr/cm}^3$, dengan nilai berat jenis serbuk pada kaca sebesar $2,393 \text{ gr/cm}^3$. Data ini menunjukkan bahwa berat jenis serbuk kaca lebih rendah dibandingkan berat jenis semen. Karakteristik tersebut, limbah kaca berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi sebagian semen, karena mengandung senyawa silika yang serupa serta berdasarkan penelitian sebelumnya dapat memberikan peningkatan terhadap kuat tekan beton (Indrawan & Hastuty, 2016).

Dalam penelitian ini, penulis merencanakan penggunaan limbah plastik PET dan serbuk kaca pada kisaran 5% hingga 10%, berdasarkan penelitian terdahulu oleh (Indrawan & Hastuty, 2016) yang di mana dengan pengujian pada persentase 10% serbuk kaca memperoleh kenaikan nilai kekuatan tekan. Selain itu, komposisi 10% serbuk kaca menunjukkan kinerja yang meningkat dalam hal daya serap air, yaitu sebesar 10,53%, berdasarkan penelitian terdahulu oleh (Rahman et al., 2025) sejalan yang di mana batako variasi 10% adalah variasi paling optimal jika ditinjau berdasarkan perbandingan nilai kekuatan tekan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa semakin besar penambahan serbuk kaca dalam campuran, maka kecenderungan penyerapan air material turut mengalami peningkatan. Berdasarkan penelitian oleh (Hendrata et al., 2025) melaporkan bahwa variasi dengan penggunaan plastik PET sebesar 5% menghasilkan nilai penyerapan air terendah, mengacu penelitian terdahulu pula oleh (Nursyamsi et al., 2018) yang di mana kualitas yang ditentukan oleh perbandingan campuran plastik 10% dalam penelitian ini termasuk dalam kualitas, dan pada penelitian terdahulu oleh (Handoko et al., 2025) dengan komposisi 10% plastik PET dan 5% serbuk kaca, penggunaan plastik PET dalam jumlah yang berlebihan justru dapat memberikan dampak sebaliknya yaitu kekuatan tekan menurun. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan inovasi material batako melalui pemanfaatan plastik PET sebagai bahan substitusi guna mengurangi daya serap air. Selain itu, digunakan pula serbuk kaca sebagai material tambahan yang diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan batako. Kombinasi kedua bahan tersebut diharapkan

mampu menghasilkan batako dengan kualitas yang lebih baik, yaitu memiliki kekuatan tekan tinggi sekaligus tingkat penyerapan air yang rendah. Selain variasi tersebut, penelitian juga mencakup beberapa komposisi campuran lainnya untuk tujuan perbandingan. Pada setiap variasi campuran, disiapkan enam sampel batako. Penentuan enam sampel pada setiap variasi campuran dimaksudkan agar masing-masing komposisi memiliki data yang memadai untuk dilakukan beberapa jenis pengujian. Enam benda uji tersebut selanjutnya digunakan untuk beberapa jenis pengujian. Pembagian jumlah sampel ini disusun secara efisien sehingga seluruh parameter pengujian dapat terpenuhi tanpa perlu membuat sampel tambahan dalam jumlah besar.

Penelitian dengan harapan dapat dilaksanakan secara efektif, lebih hemat waktu, serta mengoptimalkan penggunaan biaya dan material tanpa mengurangi keabsahan hasil pengujian. Melalui penelitian ini diharapkan pemanfaatan limbah daur ulang di bidang konstruksi dapat semakin berkembang dan memberikan nilai tambah dalam pengelolaan sumber daya. Konsep ini bertujuan menghasilkan batako yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan, tanpa mengabaikan pemenuhan standar mutu sesuai SNI 03-0349-1989.