

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Batako

Batako atau biasa dikenal dengan batu beton merupakan material konstruksi bangunan yang dibuat menggunakan bahan penyusun utama berupa agregat halus yaitu pasir dan juga semen yang kemudian dicampur dengan air atau dengan bahan tambahan lainnya untuk membentuk suatu bata (Sapulette et al., 2024). Sesuai dengan SNI 03-0349-1989, pengertian bata beton atau conblock (*concrete block*) merupakan elemen bangunan yang memiliki bentuk seperti bata serta terbuat dari material utama tertentu yaitu campuran yang terdiri dari semen portland atau pozzolan, air, serta bahan tambahan lainnya yang kemudian dibentuk sedemikian rupa agar memenuhi kriteria sebagai material untuk konstruksi pasangan dinding. Selain itu, menurut PUBI-1982 pengertian batako merupakan jenis material batu bata yang diproduksi melalui proses pencetakan serta perawatan dalam kondisi lingkungan yang cenderung lengket.

Dalam aplikasinya, fungsi dari batako yaitu digunakan sebagai elemen pembatas ruang yang berperan dalam mendukung kenyamanan penghuni bangunan. Selain sebagai pembentuk dinding, batako juga memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang memengaruhi performa bangunan, seperti kuat tekan, porositas, dan massa jenis. Karakteristik tersebut menentukan kemampuan batako dalam menahan beban ringan, mengatur perpindahan panas, serta meredam suara.

Secara umum, batako memiliki berbagai macam kelebihan yaitu terletak pada kemudahan pemasangan, efisiensi material, dan fleksibel penggunaannya. Namun, batako juga memiliki keterbatasan, terutama terkait ketahanan terhadap air dan variasi mutu yang dipengaruhi oleh komposisi campuran serta proses pembuatannya. Oleh karena itu, pengembangan material batako terus dilakukan untuk meningkatkan performanya agar sesuai dengan kebutuhan konstruksi modern yang berkelanjutan.

2.1.1. Standar dan Persyaratan Mutu Batako

Kualitas batako sebagai material konstruksi harus memenuhi persyaratan tertentu agar aman dan layak digunakan. Standar mutu batako di Indonesia ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional melalui ketentuan teknis yang mengatur klasifikasi mutu, kekuatan mekanik, serta karakteristik material.

Parameter utama kualitas batako yang dilihat yaitu kuat tekannya dalam menahan beban. Selain itu, daya serap air juga menjadi indikator penting yang menggambarkan tingkat porositas material, karena nilai serapan yang tinggi dapat mempengaruhi durabilitas batako terhadap kondisi lingkungan.

Dengan adanya acuan standar SNI 03-0349-1989 untuk mengetahui kualitas batako, maka proses perancangan dan pengujian batako dalam penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan terukur, sehingga hasil yang diperoleh memiliki dasar teknis yang jelas.

Pada konstruksi bangunan batako sendiri memiliki fungsi utama sebagai dinding non struktural. Dengan begitu batako dapat dikatakan memenuhi syarat yang baik apabila batako mempunyai permukaan yang rata serta sisinya tegak lurus dan juga memiliki kekuatan tekan yang cukup tinggi. Batako sendiri memiliki dua jenis, antara lain:

1. Bata Beton Pejal

Jenis bata beton ini yaitu bata dengan penampang padat atau pejal minimal 75% dari total luas penampangnya serta kepadatan volume atau pejal lebih dari 75% dari keseluruhan volume bata tersebut (SNI 03-0349-1989).

2. Bata Beton Belubang

Bata beton berlubang yaitu jenis bata yang memiliki luas lubang yang lebih dari 25% dari total luas penampangnya serta volume lubang melebihi 25% dari keseluruhan volume bata tersebut (SNI 03-0349-1989).

2.1.2. Klasifikasi Batako

Pengklasifikasian batako atau jenis bata beton pejal maupun berlubang, berdasarkan SNI 03-0349-1989 memiliki perbedaan pada tingkatan mutunya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Syarat Fisik Pada Batako

Syarat 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 minimal kuat tekaan kotor	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
Rata – rata maksimal serap air	%	25	35	-	-	25	35	-	-

*kuat tekan bruto merupakan total kekuatan beban tekan pada saat benda uji mengalami kerusakan, yang dapat dihitung dengan membagi beban tersebut terhadap luas nyata bata, serta termasuk area lubang dan cekungan pada tepinya.

(Sumber: SNI 03-0349-1989)

Selain persyaratan fisik, aspek dimensi pada batako juga merupakan parameter penting dalam standar mutu. Keselarasan ukuran berperan unruk memberikan kemudahan saat pemasangan serta kualitas pemasangan dinding. Oleh karena itu ketentuan mengenai ukuran batako berdasarkan SNI 03-0349-1989 perlu diperhatikan, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Ukuran Batako

Jenis Batako	Ukuran (P x L x T)			Tebal Dinding Sekatan Lubang Minimum	
	Panjang	Lebar	Tinggi	Luar	Dalam
	(mm)	(mm)	(mm)		
Pejal	390 + 3 – 5	90 ± 2	100 ± 2		
Kecil	390 + 3 – 5	390 + 3 – 5	100 ± 2	20	15
Besar	390 + 3 – 5	390 + 3 – 5	200 ± 2	25	20

(Sumber: SNI 03-0349-1989)

2.1.3. Persyaratan Mutu Batako.

Menurut SNI 03-0349-1989, mutu beton diklasifikasikan kedalam empat tingkatan, mulai dari mutu tingkat I hingga tingkat IV, yaitu sebagai berikut:

1. Mutu I bata beton yaitu jenis bata yang penggunaannya ditujukan untuk konstruksi bangunan yang tak terlindungi, seperti bagian luar bangunan yang tidak berada dibawah naungan atap bangunan.
2. Mutu II bata beton yaitu jenis bata yang penggunaannya ditujukan untuk konstruksi bangunan yang menahan beban, namun hanya terbatas pada bagian

konstruksi yang terlindungi dari cuaca luar, yakni berada dibawah naungan atap bangunan.

3. Mutu III bata beton yaitu jenis bata yang penggunaannya ditujukan untuk konstruksi bangunan yang tidak dirancang untuk menahan beban, jenis ini kegunaannya hanya untuk dinding penyekat atau elemen non-struktural lainnya yang terletak dibawah naungan atap bangunan.
4. Mutu Beton IV yaitu jenis bata yang digunakan ditujukan untuk konstruksi bangunan yang tidak menahan beban namun aman terlindungi dari cuaca hujan maupun panas matahari. Mutu ini juga diplester dan berada di bawah atap bangunan konstruksi.

2.2. Pengujian Batako

Pengujian batako dilakukan untuk mengetahui kinerja material berdasarkan parameter fisik dan mekanik yang telah ditetapkan dalam standar mutu. Evaluasi ini penting untuk dilakukan karena dapat memastikan batako yang dihasilkan memenuhi persyaratan teknis penggunaan pada konstruksi bangunan. Dalam penelitian ini pengujian difokuskan pada sifat utama batako yang meliputi kuat tekan dan daya serap air.

2.2.1 Kuat Tekan

Mengacu pada SNI 03-0349-1989, kekuatan tekan beton merupakan besaran beban maksimum yang dapat diterima oleh suatu material per satuan luas hingga mengalami kerusakan atau kehancuran. Nilai kuat tekan menjadi salah satu parameter utama dalam menentukan kualitas material beton, termasuk batako, di mana semakin tinggi nilai kuat tekan, maka semakin baik kualitas dan kemampuan material tersebut dalam menahan beban.

Kekuatan tekan batako berfungsi sebagai indikator batas kemampuan material dalam menerima gaya tekan sebelum mengalami kerusakan. Parameter ini sangat berpengaruh terhadap stabilitas struktur dan umur layanan bangunan. Oleh karena itu, perencanaan campuran batako perlu dilakukan secara tepat agar diperoleh nilai

kuat tekan yang sesuai dengan standar yang ditetapkan (Hermanto & Supardi, 2014).

Dalam pengujian kuat tekan, metode yang umum digunakan adalah pengujian destruktif menggunakan alat tekan seperti *Universal Testing Machine* (UTM), yang memberikan nilai kuat tekan secara langsung hingga benda uji mengalami keruntuhan. Namun, selain metode tersebut, terdapat metode non-destruktif seperti rebound hammer test yang digunakan untuk memperkirakan nilai kuat tekan berdasarkan tingkat kekerasan permukaan material (Neville, 2011). Metode ini banyak digunakan dalam penelitian maupun pengujian lapangan karena lebih praktis, cepat, serta tidak merusak benda uji, meskipun hasil yang diperoleh bersifat estimasi dan dipengaruhi oleh kondisi permukaan material (Malhotra & Carino, 2004).

Dengan demikian, pengujian kuat tekan tetap menjadi parameter penting dalam menilai kualitas batako, baik melalui metode destruktif maupun non-destruktif, dengan mempertimbangkan tujuan serta keterbatasan masing-masing metode pengujian.

2.2.2 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan karakteristik suatu material, khususnya batako dalam penyerapan kadar air tertentu. Semakin meningkatnya persentase air yang dapat diserap oleh batako, maka semakin tinggi nilai daya penyerapan dari batako tersebut. Menurut (Fahri, 2020) untuk melihat kemampuan batako dalam menyerap air ditentukan berdasarkan nilai persentasenya. Keberadaan rongga atau pori-pori pada batako memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses penyerapan air, karena struktur pori tersebut menentukan seberapa banyak air yang dapat diserap oleh material tersebut. Daya serap batako dipengaruhi oleh porositas dan ukuran partikel penyusun batako. Kemampuan daya serap air pada batako akan semakin tinggi apabila pori-pori di dalam batako semakin banyak. Semakin halus ukuran partikel penyusun batako, maka nilai daya serap airnya semakin tinggi. Pelaksanaan pengujian terhadap nilai daya serap air dalam penelitian ini mengacu pada ketentuan

yang tercantum dalam standar SNI 03-0349-1989 untuk menganalisis batas minimal dan maksimal daya serap air batako. Batas tersebut bertujuan untuk memastikan kualitas batako yang dihasilkan sesuai dengan standar dalam konstruksi.

2.3. Beton

Beton dapat diartikan dengan campuran dari berbagai macam material yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan kemungkinan adanya penambahan bahan aditif lain untuk menghasilkan sifat tertentu. Dalam kondisi segar beton bersifat plastis sehingga dapat dicetak sesuai bentuk yang diinginkan, kemudian mengalami proses pengerasan seiring waktu hingga mencapai kekuatan tertentu (Yudha et al., 2024).

Dalam perspektif standar nasional, definisi dan desain campuran beton sesuai dengan SNI 7656:2012, yang mendefinisikan beton sebagai campuran semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan air, yang dicampur dalam rasio tertentu untuk mencapai kualitas beton yang diinginkan. Standar ini menekankan bahwa dalam desain campuran beton, kuat tekan rencana, nilai deviasi standar, dan kondisi pelaksanaan di lapangan harus dipertimbangkan untuk memastikan bahwa beton yang dihasilkan memenuhi standar kekuatan dan daya tahan.

Seiring perkembangan teknologi material, beton dikembangkan tidak hanya dalam bentuk konvensional tetapi juga sebagai beton modifikasi dan beton komposit, yang meningkatkan sifat-sifat seperti kinerja termal dan insulasi suara dengan menambahkan material tertentu. Dalam penelitian ini, batako beton pracetak merupakan bentuk aplikasi beton yang dimodifikasi dengan cangkang kerang *Anadara granosa* dan *rockwool*.

2.3.1. Slump Beton

Uji slump (*slump test*) adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi konsistensi dan kemudahan pengerjaan (*workability*) dari beton segar. Uji slump dilakukan dengan menuang beton secara vertikal, yang mengakibatkan penurunan tinggi beton. Tingkat penurunan ini dinyatakan sebagai nilai slump, yang mencerminkan kemudahan pengerjaan beton segar (Fassa, 2025).

Pengujian slump sesuai dengan standar nasional SNI 1972:2008. Dengan begitu nilai slump memiliki peran penting dalam menilai kualitas beton, terutama selama konstruksi di lokasi. Beton dengan nilai slump rendah cenderung memiliki konsistensi yang keras dan sulit dipadatkan. Sebaliknya, jika nilai slump terlalu tinggi, campuran menjadi terlalu cair, berpotensi menyebabkan segregasi material dan penurunan kualitas beton. Oleh karena itu, pengelolaan nilai slump yang tepat merupakan indikator penting untuk memastikan kualitas beton segar sebelum proses pencetakan atau pengecoran.

2.3.2. Karakteristik Beton

Beton banyak digunakan dalam konstruksi khususnya dalam perencanaan struktur karena bahan penyusunnya mudah didapatkan, relatif mudah diproses, dan dapat dibentuk sesuai kebutuhan, kondisi, dan fungsi bangunan. Beton yang berkualitas memiliki karakteristik seperti kemampuan menahan beban, memiliki daya tahan jangka panjang yang sangat baik, dan ramah lingkungan. Untuk mencapai sifat-sifat ini diperlukan desain campuran yang tepat dan kepatuhan terhadap persyaratan teknis yang ditentukan (Mabui et al., 2023).

Beton tersedia dalam berbagai jenis dan mutu, memungkinkan aplikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi baik pada elemen non-struktural maupun struktural yang membutuhkan kekuatan tinggi. Perbedaan mutu beton memungkinkan aplikasi yang lebih efisien dan efektif dalam berbagai proyek konstruksi. Dalam praktiknya, kualitas dan sifat beton diatur oleh standar yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Concrete Institute* (ACI).

Menurut SNI 03-2847-2002, beton diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan berat jenisnya seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Klasifikasi Berat Jenis Beton

Klasifikasi Beton	Berat Volume Beton (Kg/m ³)
Beton ringan	< 1900
Beton normal	2200 – 2500
Beton berat	> 2500

(Sumber : SNI 03-2847-2002)

2.3.3. Mutu Beton

Mutu beton merupakan indikator utama yang digunakan untuk menilai kualitas beton, yang umumnya dinyatakan berdasarkan nilai kuat tekan beton pada umur tertentu, biasanya pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan tersebut menunjukkan kemampuan beton dalam menahan beban tekan dan menjadi dasar dalam perencanaan serta pelaksanaan konstruksi. Oleh karena itu, mutu beton menjadi acuan penting dalam menentukan jenis dan fungsi beton sesuai kebutuhan struktur.

Selain itu, tabel mutu beton digunakan sebagai referensi dalam mengevaluasi kekuatan beton, yang dinyatakan dalam satuan tekanan seperti megapascal (MPa) atau kilogram per sentimeter persegi (kg/cm^2). Nilai tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan kuat tekan minimum yang harus dicapai setelah beton mengalami proses pengerasan. Dengan adanya klasifikasi mutu beton, pemilihan jenis beton dapat disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi, mulai dari elemen non-struktural hingga struktur yang memerlukan kekuatan tinggi (Puslitbang Prasarana Transportasi, 2005). Berikut klasifikasi mutu beton pada Tabel 2.4 yaitu:

Tabel 2. 4 Klasifikasi Mutu Beton dan Kegunaan

Jenis Beton	Fc' (Mpa)	Obk' (kg/cm^2)	Kegunaan
Mutu Rendah	10 - <15	K125 - <K175	Umumnya dimanfaatkan untuk pekerjaan non-struktural seperti lantai kerja dan urugan beton.
	15 - <20	K175 - <K250	Digunakan pada elemen konstruksi sederhana seperti pondasi ringan, trotoar, serta pasangan batu.
Mutu Sedang	20 - <35	K250 - <K400	Diterapkan pada elemen struktur bertulang, misalnya pelat lantai, balok jembatan, dan gelagar.
Mutu Tinggi	35 - <65	K400 - <K800	Umumnya digunakan pada struktur dengan kebutuhan kekuatan tinggi seperti tiang pancang dan elemen beton berat lainnya.

(Sumber : Puslitbang Prasarana Transportasi, 2005)

Dalam perencanaan campuran beton, penentuan mutu beton mengacu pada SNI 7656:2012, yang menyatakan bahwa kuat tekan rencana ($f'c$) digunakan sebagai dasar dalam menentukan proporsi campuran beton. Standar ini juga

mempertimbangkan nilai deviasi standar serta kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) agar beton yang dihasilkan mampu memenuhi mutu yang direncanakan secara konsisten.

2.3.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton umumnya diperoleh melalui pengujian menggunakan alat tekan (*compression test machine*) terhadap benda uji berbentuk silinder atau kubus. Namun, pada kondisi tertentu, pengujian kuat tekan juga dapat dilakukan dengan metode tidak merusak (*non-destructive test*), salah satunya menggunakan *hammer test* atau palu pantul.

Pengujian hammer test dilakukan dengan cara memberikan tumbukan pada permukaan beton menggunakan alat rebound hammer, kemudian nilai pantulan yang dihasilkan digunakan untuk mengestimasi kuat tekan beton. Metode ini lebih praktis dan cepat, serta tidak merusak benda uji, sehingga sering digunakan untuk evaluasi mutu beton di lapangan.

Dalam standar nasional, pengujian ini mengacu pada SNI 03-4430-1997, yang menjelaskan bahwa nilai pantulan (*rebound number*) dapat digunakan untuk memperkirakan kuat tekan beton berdasarkan kurva kalibrasi tertentu. Meskipun demikian, hasil hammer test bersifat estimasi dan dipengaruhi oleh kondisi permukaan beton, sehingga perlu dilakukan pengambilan data pada beberapa titik untuk memperoleh nilai yang representatif.

2.4. Material Dasar Batako Beton Pracetak

Material penyusun batako sangat mempengaruhi kualitas batako. Setiap komponen dasar memiliki peran spesifik dalam membentuk sifat mekanik dan fisik batako yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik material dasar menjadi penting untuk landasan dalam perancangan campuran batako.

2.4.1. Agregat Halus

Pasir alam yang terbentuk dari proses pelapukan atau disintegrasi bebatuan besar melalui proses alami menjadi butiran berukuran kecil disebut dengan agregat halus (Ibrahim, 2019). Material ini umumnya diperoleh dari alam, seperti pasir sungai atau pasir laut, dan dapat dibuat juga dengan menghancurkan batu menggunakan

mesin *stone crusher*. Butiran agregat halus memiliki ukuran lebih kecil dari 5 mm, lolos saringan nomor 4, serta tidak lolos pada saringan nomor 200. Secara umum, agregat halus berukuran antara 0,063 mm hingga 4,76 mm dan terbagi menjadi dua jenis yaitu pasir kasar (*coarse sand*) serta pasir halus (*fine sand*) (Sulistiar, 2024).

Adapun persyaratan batas distribusi untuk material agregat halus berdasarkan SNI 03-2847-2002 seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 5 Batas Distribusi Ukuran Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butir yang Melewati Saringan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

(Sumber: SNI 03-2847-2002)

Keterangan:

Zona 1 : Pasir kasar

Zona 2 : Pasir Tidak Terlalu Kasar

Zona 3 : Pasir Halus

Zona 4 : Pasir Tidak Terlalu Halus

Selain itu, persyaratan agregat halus berdasarkan PBI-1971 adalah sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butiran yang tajam, kuat, dan tidak mudah hancur akibat perubahan cuaca seperti panas ataupun hujan.
2. Kandungan lumpur pada pasir tidak boleh melebihi 5% dari berat total agregat kering. Jika melebihi, pasir tersebut harus dicuci terlebih dahulu.
3. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik dengan jumlah yang berlebihan.
4. Pasir memiliki ukuran butiran yang bervariasi, dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Minimal 2% berat pasir tertahan diatas ayakan berukuran 4 mm.

- b. Minimal 10% berat pasir tertahan diatas ayakan berukuran 1 mm.
- c. Berkisar 80% - 90% berat pasir tertahan diatas ayakan berukuran 0,25 mm.

2.4.2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan material yang berfungsi sebagai kerangka pada struktur beton untuk memberikan kekakuan dan daya tahan mekanis. Sifat – sifat penting yang terkandung dalam agregat kasar meliputi ukuran partikelnya lebih besar dibanding agregat halus, bentuk butir, distribusi ukuran partikelnya, porositas, dan berat jenis (Permana & Nardiansyah, 2025).

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 agregat kasar adalah batuan hasil pengolahan alami atau batu pecah yang dihasilkan dari penghancuran batu dengan ukuran partikel berkisar antara 5 mm hingga 40 mm. Agregat kasar dalam campuran beton juga harus memiliki distribusi ukuran partikel yang sesuai standar SNI, berikut adalah persyaratan untuk distribusi ukuran partikel agregat kasar berdasarkan SNI 03-2847-2002 yaitu:

1. Ukuran partikel nominal maksimum agregat kasar tidak boleh lebih dari 1/5 dari dimensi minimum elemen struktur.
2. Agregat kasar harus bersih, memiliki kekerasan dan daya tahan tinggi, serta bebas dari zat berbahaya.
3. Terdapat persyaratan standar untuk distribusi ukuran partikel agregat kasar.

Adapun persyaratan batas distribusi agregat kasar berdasarkan SNI 03-2847-2002 seperti pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 6 Batas Distribusi Ukuran Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butir yang Melewati Saringan Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12,5	-	-	90 – 100
10	10 – 75	25 – 55	40 – 85
4,8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

(Sumber: SNI 03-2847-2002)

2.4.3. Semen Portland

Pengertian dari semen portland sendiri yaitu jenis semen hidrolis dengan proses pembuatan menggunakan metode menggiling terak semen portland yang didalamnya terdapat kandungan kalsium silikat bersifat hidrolis lalu dicampurkan secara bersamaan dengan satu atau lebih dari bentuk kristalin dari senyawa kalsium sulfat serta dapat menambah bahan tambahan lainnya sesuai dengan kebutuhan (SNI 2048-2015).

Semen portland disusun dengan mencampurkan bahan yang mengandung kapur menggunakan tiga macam bahan yaitu terdapat material *clinker* atau terak semen yang didapatkan dari proses pembakaran bahan-bahan mineral berupa batu kapur, pasir besi, silika, serta tanah liat dengan persentase sebesar 70% - 95% (Muhammad et al., 2021).

Menurut SNI 2049-2015, berdasarkan kegunaannya semen *portland* diklasifikasikan menjadi lima jenis, yaitu:

1. Semen *portland* tipe I yaitu untuk keperluan umum yang tidak membutuhkan karakteristik khusus sebagaimana yang dipersyaratkan pada jenis lainnya.
2. Semen portland tipe II yaitu untuk keperluan yang membutuhkan ketahanan dari sulfat atau pelepasan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *portland* tipe III yaitu untuk keperluan yang memerlukan kuat tekan tinggi dalam tahap waktu singkat setelah proses pengikatan awal.
4. Semen *portland* tipe IV yaitu untuk keperluan yang pada kegunaannya diperlukan pelepasan kalor dengan hidrasi rendah.
5. Semen *portland* tipe V yaitu untuk keperluan yang pada kegunaannya diperlukan ketahanan yang tinggi dari sulfat.

2.4.4. Air

Air merupakan salah satu komponen penting dalam pembuatan batako yang memicu terbentuknya reaksi kimia ketika dicampur dengan semen portland yang dikenal dengan istilah “hidrasi”. Reaksi kimia yang terjadi menentukan terbentuknya kekerasan pada campuran semen portland, sehingga kekuatan pada bahan bangunan batako dapat diperoleh (Ardiansyah et al., 2021).

Dalam pembuatan batako ini air yang digunakan harus air bersih. Jika air yang digunakan terdapat kandungan senyawa seperti garam (NaCl), asam, basa (alkali), minyak atau senyawa kimia yang lain maka air tersebut tidak layak digunakan dalam pembuatan batako karena dapat menurunkan kualitas dari batako tersebut.

2.5. Material Tambahan Batako Beton Pracetak

Selain terdapat bahan utama seperti agregat halus, agregat kasar, semen portland, dan air untuk pembuatan batako beton pracetak dibutuhkan juga bahan tambahan lainnya berikut adalah bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan batako ramah lingkungan.

2.5.1. Cangkang Kerang *Anadara granosa*

Cangkang kerang *Anadara granosa* menjadi salah satu limbah yang jumlahnya akan senantiasa semakin bertambah sejalan dengan waktu. Hal ini disebabkan aktivitas konsumsi masyarakat terhadap kerang ini meningkat sehingga menghasilkan limbah cangkang yang terbuang. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah cangkang kerang perlu diperhatikan, mengingat akumulasi limbah tersebut berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, seperti penurunan estetika kawasan dan pencemaran lokal. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya pencegahan dengan pengelolaan agar limbah tersebut dapat meningkatkan nilai tambah yang lebih bermanfaat (Agristiyani et al., 2022).

Salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu memaksimalkan penggunaan cangkang kerang *Anadara granosa* pada dunia konstruksi dengan mensubstitusikannya kedalam bahan penyusun batu bata batako dengan tujuan dapat menambah nilai karakteristik dari batako tersebut. Cangkang kerang *Anadara granosa* memiliki kandungan yang tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3) dengan dominasi sekitar $\pm 97 - 98\%$, sedangkan unsur mineral lainnya hanya terdapat dalam jumlah yang sangat kecil. Kandungan tersebut menunjukkan bahwa cangkang kerang *Anadara granosa* memiliki mineral yang stabil dan tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan struktural dalam komposit material bangunan khususnya pembuatan batako (Nasir, 2023).

Pada studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa pencampuran cangkang kerang *Anadara granosa* dalam batako berpotensi memengaruhi densitas dan mikrostruktur material. Partikel cangkang yang diolah menjadi serbuk seperti agregat halus dapat membentuk struktur yang lebih berpori dibanding campuran konvensional, sehingga massa batako menjadi lebih ringan. Penggunaan limbah cangkang kerang juga tidak hanya sekedar menghemat biaya produksi, tetapi juga akan meningkatkan kualitas struktur bangunan. Secara struktural, menambahkan cangkang kerang *Anadara granosa* sebagai bahan tambah penyusun batako mampu mengurangi massa atau beratnya yang nantinya dapat mengurangi beban mati yang bekerja pada struktur bangunan tersebut (Eon Oh, 2024).

Selain digunakan sebagai agregat halus, cangkang kerang *Anadara granosa* juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial semen karena kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang cukup tinggi. Adapun persentase kandungan dari cangkang kerang *Anadara granosa* seperti pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 7 Kandungan Kimia Cangkang Kerang *Anadara granosa*

Komposisi	% Kandungan
Kalsium Karbonat (CaCO_3)	$\pm 97,53$
Oksida mineral (Na_2O , Al_2O_3 , SiO_2)	< 3

(Sumber: Md Nasir, 2023)

2.5.2. Rockwool

Rockwool merupakan material yang dihasilkan dari batuan vulkanik seperti batu basalt yang dipanaskan hingga mencair, kemudian diputar dengan kecepatan yang tinggi sehingga akan membentuk serat-serat yang halus menyerupai *wool*. Hasil dari serat tersebut dapat dipadatkan dan dibentuk seperti lembaran atau balok sesuai dengan penggunaan yang dibutuhkan. Dalam bidang pertanian, *rockwool* biasa dimanfaatkan oleh petani media hidroponik karena sifatnya yang mampu menahan air, steril, dan cocok untuk pertumbuhan akar tanaman karena memiliki struktur pori yang cukup baik. Penggunaan *rockwool* akan membantu tanaman mendapatkan unsur hara dengan maksimal dengan cara mempertahankan air serta nutrisi yang

terkandung didalamnya (Sesanti, 2016). Namun karena terbuat dari batuan dan pasir yang dapat menghasilkan residu kimia, membuatnya cukup sulit terurai dengan tanah dan dapat menyebabkan penumpukan limbah dan pencemaran lingkungan jika tidak diolah dengan baik.

Dalam bidang industri konstruksi, *rockwool* sering dimanfaatkan sebagai bahan insulasi karena kemampuannya yang dapat menyerap panas dan suara dengan cukup baik sehingga banyak digunakan pada dinding, atap, dan juga lantai. Serat-serat halus pada *rockwool* akan menciptakan ribuan pori-pori kecil. Gelombang suara yang mengenai permukaan *rockwool* akan terperangkap pada pori-pori kecil tersebut dan mengalami disipasi energi. *Rockwool* bersifat penghalang bagi transmisi suara, sehingga suara yang berasal dari satu ruangan tidak akan mudah merambat ke ruangan yang lain. Menurut penelitian material *rockwool* dapat dimanfaatkan untuk meredam gelombang bunyi dalam kisaran frekuensi tertentu (Aristawati et al., 2022). Adapun persentase kandungan *rockwool* seperti pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2. 8 Kandungan Kimia *Rockwool*

Komposisi	% Kandungan
Silika (SiO ₂)	40 - 60 %
Alumina (Al ₂ O ₃)	10 - 25 %
Kalsium Oksida (CaO)	5 - 15%
Magnesium Oksida (MgO)	2 - 15 %
Senyawa besi (Fe ₂ O ₃)	1 - 5 %
Sodium Oksida (Na ₂ O)	2 - 3 %
Kalium Oksida (K ₂ O)	< 1 %

(Sumber: Kinnunen et al., 2017)

2.6. Prinsip Perancangan Campuran Batako Beton Pracetak

Selain pemilihan material dasar, perancangan campuran merupakan tahap penting dalam pembuatan batako karena keseimbangan komposisi campuran menjadi faktor untuk menentukan performa dari batako.

Prinsip dasar perancangan campuran mengacu pada konsep *job mix*, yaitu pengaturan proporsi material berdasarkan kebutuhan performa yang diinginkan. Untuk batako, campuran umumnya terdiri dari bahan pengikat, agregat halus, air dengan rasio tertentu untuk mencapai *workability* yang baik tanpa mengurangi kekuatan material.

Workability menjadi parameter penting karena memengaruhi kemudahan pencetakan serta kepadatan hasil batako. Campuran yang terlalu kering dapat menyebabkan rongga berlebih, sedangkan campuran yang terlalu basah berpotensi menurunkan kekuatan akhir material.

Dalam penelitian batako, prinsip perancangan campuran mengacu pada tata cara pemilihan proporsi beton normal yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional melalui SNI 7656:2012. Standar tersebut digunakan sebagai konseptual dalam menentukan rasio campuran agar komposisi material tetap berada dalam batas yang dapat menghasilkan performa mekanik dan fisik yang stabil.

Penyesuaian campuran dilakukan dengan mempertimbangkan penggunaan material substitusi berupa cangkang kerang *Anadara granosa* dan *rockwool*. Material tambahan ini diintegrasikan secara parsial ke dalam komposisi dasar tanpa menghilangkan prinsip keseimbangan campuran, sehingga batako yang dihasilkan tetap memenuhi persyaratan mutu yang tetap.

2.7. Insulasi Termal dan Akustik Batako Beton Pracetak

Material dinding pada bangunan juga menuntut untuk mampu memberikan kenyamanan bagi penghuninya. Kenyamanan ini berkaitan dengan kemampuan material dalam mengendalikan perpindahan panas serta meredam kebisingan dari lingkungan sekitar. Oleh karena itu, pemahaman mengenai prinsip insulasi termal

dan akustik menjadi penting sebagai dasar evaluasi performa batako beton pracetak yang dikembangkan pada penelitian ini.

2.7.1. Insulasi Termal

Insulasi termal merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengurangi pertukaran panas. Insulasi termal dilakukan dengan membuat suatu penghalang antara benda padat, cairan, atau gas. Penghalang ini dapat bekerja dengan memantulkan radiasi panas atau mengurangi konduksi dan konveksi panas. Biasanya cara kerja pertukaran panas yaitu energi tersebut akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Dengan begitu bahan yang dipakai untuk meminimalisir kelajuan pertukaran panas biasa disebut dengan isolator atau insulator (Wicaksono, 2017)

Pengujian insulasi termal pada batako ini bertujuan agar dapat mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang kerang *Anadara granosa* pada batako. Pengujian ini dilakukan agar saat memilih batako dapat berdampak baik untuk konstruksi. Karena pemilihan bahan bangunan batako memiliki dampak yang besar untuk kenyamanan penghuni dengan segala aktivitasnya. Oleh karena itu, saat membangun sebuah bangunan konstruksi di Indonesia yang beriklim tropis sangat penting untuk memperhatikan tingkat redaman panas yang dimiliki oleh material pasangan dinding.

Pengujian ini menggunakan alat bernama *thermocouple*. Prosesnya dilakukan dengan membandingkan suhu dibagian atas serta dibagian bawah batako yang memiliki variasi campuran berbeda. Berdasarkan SNI 03-6572-2001 parameter kenyamanan termal dalam ruangan pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2. 9 Parameter Kenyamanan Termal

Kondisi	Suhu
Sejuk Nyaman	20,5 – 22,8°C
Nyaman Optimal	22,8 – 25,8°C
Hangat Nyaman	25,8 – 27,1°C

(Sumber : SNI 03-6572-2001)

2.7.2. Redaman Akustik

Pada pengujian ini digunakan untuk mengukur seberapa besar suara yang dapat diredam oleh batako agar penghuni dari bangunan konstruksi tidak merasakan kebisingan dari area lingkungan luar. Pengujian redaman suara diukur memakai alat *Sound Level Meter* dengan tingkat intensitas suara yang dihasilkan dari alat yang disebut *loudspeaker*.

Sesuai pada peraturan perundang-undangan yang pada baku mutu kebisingan dapat dipakai yaitu yang dirilis oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. No. KEP-48/MENLH/11/1996 seperti Tabel 2.8 dibawah ini:

Tabel 2. 10 Buku Mutu Kebisingan

Wilayah	Tingkat Kebisingan	
	Diizinkan (dB)	Disarankan (dB)
Daerah Pemukiman	45	60
Daerah Industri	70	70
Daerah Pertokoan	75	85
Daerah Rekreasi	50	60

(Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. No. 48/MENLH/11/1996)

Dengan begitu pengujian ini membutuhkan sinyal generator dengan frekuensi yang dapat diatur dan disesuaikan untuk menilai seberapa baik suatu bahan tersebut dalam meredam suara. Hasil yang diperoleh berupa selisih nilai intensitas suara pada saat masuk dan pada saat keluar (Said, 2019).

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 11 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Agyanata Tua Munthe, Trisna Dewangga	2024	Analisis Efek Substitusi Parsial Semen dan Agregat Halus dengan Cangkang Kerang Darah dan Fly Ash pada Kuat Tekan Beton	Penelitian eksperimental di laboratorium dengan 20% fly ash sebagai pengganti semen dan variasi cangkang kerang darah 5%, 7,5% dan 10% sebagai pengganti agregat halus. Pengujian meliputi slump, kuat tekan 7 – 28 hari dan daya serap air.	Variasi 5% cangkang kerang dengan 20% fly ash menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu 29 MPa. Penambahan berlebihan menurunkan kekuatan. Nilai slump masih dalam batas rencana dan daya serap beton relatif kecil, menunjukkan campuran masih layak digunakan.
2.	Ifal Rahmadani, Revianty Nurmeyliandari, Ghina Amalia	2025	Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton	Eksperimental laboratorium dengan variasi substitusi serbuk cangkang kerang dara 3%, 5%, dan 7% menggantikan sebagian semen pada campuran beton. Pengujian fokus pada kuat tekan beton 28 hari.	Hasil menunjukkan kuat tekan beton bertambah pada semua variasi dibanding beton normal. Substitusi 7% menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi 28,16 Mpa, sehingga limbah cangkang kerang dara efektif sebagai substitusi sebagian semen.
3.	Debby Sinta Devi, Marguan Fauzi, Tiara Salsabiela	2025	Sifat Mekanik Beton dengan Pemanfaatan Serbuk Cangkang Kerang dan Serbuk Kaca	Metode eksperimental dengan variasi substitusi cangkang kerang 10%, 15%, 20% dan serbuk kaca pada beton	Variasi optimum pada 10% cangkang kerang menghasilkan kuat tekan 31,63 MPa. Pada kadar rendah, cangkang kerang meningkatkan kekuatan karena reaksi pozzolan, namun pada kadar tinggi dapat meningkatkan porositas dan menurunkan performa mekanik.

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4.	Ika Vidiyasi Aristawati, Agus Yulianto, Upik Nurbaiti	2022	Aplikasi <i>Rockwool</i> sebagai Material Absorben Gelombang Bunyi	Pengujian koefisien absorpsi dan efektivitas penyerapan bunyi menggunakan sound level meter dengan variasi ketebalan dan frekuensi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan <i>rockwool</i> dalam menyerap bunyi paling baik dimiliki oleh ketebalan 7 cm. Nilai koefisien absorpsi <i>rockwool</i> berkisar 0,04–0,08. Efektivitas penyerapan meningkat pada ketebalan yang lebih besar dan frekuensi tinggi (hingga ±31%). Struktur berpori <i>rockwool</i> menyebabkan energi bunyi terdisipasi menjadi energi panas.
5.	Octaviani Galuh	2022	Pengaruh Bonggol Jagung Sebagai Agregat Pada Batako Terhadap Aspek Teknik, Biaya Produksi, dan Redaman Suara.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan urutan awal mengobservasi bahan penyusun batako, kemudian membuat bahan uji sample batako, dan melanjutkan dengan pengujian yang sudah ditentukan.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa batako yang ditambahkan dengan bahan tersebut memiliki kuat desak tertinggi pada variasi benda uji I, uji penyerapan air juga menunjukkan batako tersebut masuk ke dalam bata beton mutu I menurut SNI 03-0349-1989, dalam pengujian daya redam juarajuga menunjukkan hasil yang baik.

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
6.	Annisa Noor Fadhila	2022	Investigasi Sifat – Sifat Fisik Redaman Panas, dan Biaya Produksi Pada Batako Dengan Bonggol Jagung Sebagai Agregat	Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan desak dan daya serap air batako akan menurun apabila adanya penambahan bonggol jagung ke dalam campuran batako tersebut.
7.	Renaldi Fikri Arsa, R. Grenny Sudarmawan	2022	Analisa Peredaman Kabin Mobil Menggunakan Material <i>Rockwool</i> , <i>Glasswool</i> , dan <i>Greenwool</i>	Pengujian eksperimental menggunakan decibel meter pada kabin mobil dengan variasi material dan ketebalan	Kombinasi <i>rockwool</i> 15 mm + sabut kelapa 5 mm mampu meredam suara hingga 49,77 dB. Semakin tebal material, kemampuan peredaman meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa material berpori seperti <i>rockwool</i> efektif dalam menyerap energi bunyi.
8.	Hemmati et al.	2024	<i>Acoustic and Thermal Performance of Wood Strands-Rock Wool-Cement Composite Boards</i>	Pengujian eksperimental pada panel komposit semen dan <i>rockwool</i> terhadap performa termal dan akustik	Penambahan <i>rockwool</i> meningkatkan kemampuan absorpsi suara dan menurunkan konduktivitas termal material. Material menunjukkan potensi sebagai bahan bangunan multifungsi ramah lingkungan.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cangkang kerang *Anadara granosa* dan *rockwool* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam campuran batako yang

lebih ramah lingkungan. Cangkang kerang dikenal memiliki kandungan mineral yang mendukung peningkatan karakteristik material, sedangkan *rockwool* berperan dalam meningkatkan kemampuan insulasi termal dan peredaman suara. Kombinasi kedua material tersebut diperkirakan mampu menghasilkan batako dengan kinerja termal dan akustik yang lebih baik. Pendekatan ini menjadi relevan seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan material bangunan yang tidak hanya efisien, tetapi juga berkelanjutan serta mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan konvensional yang memiliki dampak lingkungan lebih besar.

Pemanfaatan cangkang kerang *Anadara granosa* dan *rockwool* juga memberikan nilai tambah dari sisi lingkungan maupun ekonomi. Selain membantu mengurangi jumlah limbah yang tidak dimanfaatkan, penggunaan material ini berpotensi menekan biaya produksi melalui optimalisasi sumber daya yang tersedia. Konsep ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan kembali material guna meminimalkan limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dalam sektor konstruksi.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kualitas batako dari sisi teknis, tetapi juga mengarah pada pengembangan material bangunan yang lebih berkelanjutan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap inovasi material konstruksi yang lebih efisien, ramah lingkungan, serta mampu menjawab kebutuhan akan kenyamanan termal dan akustik dalam bangunan.