

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Beton

(Hitipeuw, Intan, & Johannes, 2018) yang dimaksud dengan, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat. Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam perancah dan dirawat supaya mendapatkan kekuatan reaksi hidrasi campuran semen, air, yang menyebabkan pengerasan yang baik terhadap beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat desak yang tinggi dan ketahanan terhadap kuat tekan yang rendah (Nawy, E. G. 1990.). Beton yang memiliki mutu beton yang baik adalah beton yang mempunyai kepadatan dan kuat, dengan kata lain beton mempunyai porositas yang sangat kecil.

Beton adalah material komposit yang digunakan secara luas dalam konstruksi bangunan dan infrastruktur karena sifat-sifat mekanisnya yang unggul, seperti kekuatan tekan tinggi, durabilitas, dan kemampuan untuk dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Beton terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu semen sebagai bahan pengikat, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), dan air. Kombinasi dari bahan-bahan ini menghasilkan campuran yang, setelah mengeras, mampu menahan beban tekan dengan baik. (Ferguson, 1991, dalam Muhammad Ikhsan Saifudin, 2012).

Komposisi dan kualitas bahan penyusun sangat mempengaruhi kekuatan beton. Faktor-faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanis beton antara lain adalah rasio air-semen, kualitas agregat, dan teknik pencampuran serta pemadatan. Rasio air-semen yang lebih rendah biasanya menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang lebih tinggi, tetapi juga harus disesuaikan dengan kemampuan pengerjaan (workability) beton di lapangan.

Beton adalah material komposit yang terdiri dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), dan air. Material ini banyak digunakan dalam konstruksi bangunan dan infrastruktur karena memiliki sifat mekanis yang unggul, seperti kekuatan tekan tinggi, durabilitas, serta kemampuan untuk dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Setelah campuran beton mengeras, material ini mampu menahan beban tekan yang signifikan, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi struktural seperti fondasi, tiang, balok, dan lantai .

1. Komponen Penyusun Beton (44):

- Semen: Berfungsi sebagai bahan pengikat yang mengikat agregat halus dan kasar setelah bereaksi dengan air (proses hidrasi), membentuk struktur yang keras.
- Agregat Halus (Pasir): Mengisi rongga-rongga antar agregat kasar dan membantu meningkatkan kepadatan beton.
- Agregat Kasar (Kerikil atau Batu Pecah): Menyediakan volume besar dan memberikan kekuatan struktural pada beton.
- Air: Berperan dalam proses hidrasi semen, yang merupakan proses penting dalam pembentukan kekuatan beton.

2. Kekuatan Beton: Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya. Salah satu faktor terpenting dalam menentukan kekuatan beton adalah rasio air-semen (water-cement ratio). Rasio air-semen yang lebih rendah umumnya menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang lebih tinggi, karena kelebihan air dapat menciptakan pori-pori yang melemahkan struktur beton. Namun, rasio air-semen juga harus diseimbangkan dengan kemampuan pengerjaan (workability) beton. Beton yang terlalu kering sulit dicampur dan dicor dengan baik, sementara beton yang terlalu basah dapat menghasilkan beton yang kurang kuat (55).

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton:

- Kualitas Agregat: Agregat yang bersih, keras, dan berukuran seragam sangat mempengaruhi kekuatan beton. Agregat yang tercampur bahan organik atau material lemah dapat mengurangi kekuatan ikatan antar partikel dalam beton.
- Teknik Pencampuran dan Pemadatan: Proses pencampuran yang baik memastikan semua bahan tercampur secara merata, sedangkan pemadatan yang tepat mengurangi jumlah rongga udara dalam beton segar, yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan.
- Perawatan Beton (Curing): Perawatan beton setelah pengecoran, seperti menjaga kelembaban permukaan, sangat penting untuk mencapai kekuatan maksimum. Kelembaban yang cukup selama proses pengerasan membantu proses hidrasi berlangsung secara optimal.

2.2 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah komponen penting dalam campuran beton, berfungsi untuk menambah volume serta memperkuat struktur beton. Umumnya, agregat kasar berasal dari sumber alami seperti kerikil, batu pecah, atau batuan beku yang dihancurkan. Peran agregat kasar tidak hanya memberikan kekuatan mekanis tetapi juga membantu mengurangi penyusutan beton selama proses pengerasan (66).

Ukuran, bentuk, dan tekstur permukaan agregat kasar sangat mempengaruhi ikatan antar komponen dalam beton. Agregat yang berkualitas baik biasanya memiliki bentuk yang bersudut, keras, bersih, serta tidak mengandung bahan organik atau lumpur yang dapat mengurangi ikatan antar partikel dalam beton. Penggunaan agregat alternatif, seperti batu, bertujuan untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan mendukung praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan.

1. Fungsi Agregat Kasar dalam Beton:

- Menambah Kekuatan Tekan: Agregat kasar berfungsi sebagai pengisi utama yang menambah kekuatan tekan beton, terutama karena sifat fisiknya yang kuat dan keras.
- Mengurangi Penyusutan: Agregat kasar membantu mengurangi penyusutan beton selama proses pengerasan. Tanpa agregat kasar, beton murni (campuran semen dan air) akan mengalami penyusutan yang lebih besar dan cenderung retak.
- Menghemat Penggunaan Semen: Karena agregat kasar mengisi sebagian besar volume beton, ini mengurangi jumlah semen yang dibutuhkan dalam campuran, sehingga menurunkan biaya produksi.

2. Karakteristik Agregat Kasar yang Baik:

- Ukuran Agregat: Ukuran agregat kasar biasanya berkisar antara 5 mm hingga 40 mm, tergantung pada aplikasi beton yang diinginkan. Ukuran agregat yang lebih besar umumnya menghasilkan beton yang lebih kuat, tetapi sulit untuk dicor di tempat-tempat yang sempit.
- Bentuk dan Tekstur Permukaan: Agregat kasar yang bersudut dengan tekstur kasar memiliki daya ikat yang lebih baik dengan pasta semen, sehingga menghasilkan beton yang lebih kuat. Sebaliknya, agregat berbentuk bulat dan halus lebih mudah dikerjakan, tetapi daya ikatnya lebih rendah.
- Kualitas Fisik: Agregat kasar harus keras, kuat, tahan lama, dan bebas dari kotoran, bahan organik, atau partikel halus yang dapat mengurangi ikatan dengan semen. Agregat yang

terlalu lembut atau mengandung material yang tidak stabil dapat menyebabkan keretakan atau degradasi beton.

3. Sifat-sifat Agregat Kasar:

- Kekuatan Tekan Agregat: Kekuatan tekan agregat mempengaruhi kekuatan tekan akhir dari beton. Agregat dengan kekuatan tekan yang tinggi membantu meningkatkan ketahanan beton terhadap beban.
- Densitas: Agregat kasar harus memiliki densitas yang sesuai untuk menghasilkan beton dengan berat dan kekuatan yang diinginkan. Agregat ringan digunakan untuk beton ringan, sedangkan agregat dengan densitas tinggi digunakan untuk beton struktural.
- Absorpsi Air: Agregat kasar memiliki kemampuan untuk menyerap air, yang bisa mempengaruhi rasio air-semen dalam campuran. Agregat dengan daya serap air yang tinggi dapat mempengaruhi workability dan kekuatan beton.

4. Pengaruh Agregat Kasar terhadap Sifat Mekanis Beton:

- Kekuatan Tekan Beton: Kekuatan tekan beton bergantung pada jenis, ukuran, dan bentuk agregat kasar yang digunakan. Penggunaan agregat yang keras, bersudut, dan seragam cenderung menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang lebih tinggi.
- Durabilitas: Beton yang menggunakan agregat kasar berkualitas tinggi memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap faktor-faktor lingkungan seperti siklus pembekuan-pencairan, serangan kimia, dan abrasi.
- Workability: Meskipun agregat kasar meningkatkan kekuatan beton, agregat yang terlalu besar atau berbentuk tidak

seragam dapat mengurangi kemudahan pengerjaan (workability) beton segar, sehingga membutuhkan penyesuaian dalam rasio air atau penggunaan bahan tambahan seperti superplasticizer.

5. Penggunaan Agregat Alternatif: Pemanfaatan agregat alternatif seperti industri (misalnya, batu basal) dapat memberikan manfaat lingkungan dan ekonomi. Substitusi parsial agregat alami dengan material memungkinkan pengurangan penggunaan sumber daya alam yang terbatas serta mengurangi yang berakhir di tempat pembuangan.

Dengan pemahaman mengenai karakteristik dan peran penting agregat kasar dalam campuran beton, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana substitusi agregat kasar dengan material alternatif, seperti batu basal, dapat mempengaruhi sifat mekanis dan durabilitas beton yang dihasilkan.

2.3 Batu Basal

Batu basal adalah salah satu jenis batuan beku ekstrusif yang terbentuk dari pendinginan lava yang kaya akan mineral ferromagnesian. Batu basal memiliki warna gelap, struktur keras, dan densitas tinggi, sehingga sering digunakan sebagai bahan konstruksi, terutama untuk agregat kasar dalam jalan raya atau beton (77).

batu basal biasanya dihasilkan dari proses pemotongan atau pemrosesan batu pada industri pengolahan batu. ini seringkali dibuang atau hanya digunakan dalam jumlah terbatas, padahal batu basal memiliki potensi sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam beton karena sifat fisiknya yang kuat dan tahan lama. Pemanfaatan ini diharapkan dapat membantu mengurangi industri sekaligus mengurangi ketergantungan pada agregat alami.

1. Karakteristik Batu Basalt

Menurut (Yuliansyah and Sujatmiko 2019) batu basal memiliki karakteristik yang mendekati batu basal asli, sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai material substitusi dalam konstruksi. Berikut beberapa sifat utama batu basal :

- Kekuatan Tinggi: batu basal, seperti batu basal asli, memiliki kekuatan tekan yang tinggi, sehingga dapat berfungsi sebagai agregat kasar yang kuat dalam campuran beton.
- Tahan Terhadap Cuaca dan Kimia: Batu basal tahan terhadap cuaca ekstrem dan reaksi kimia, menjadikannya material yang tahan lama jika digunakan dalam struktur yang terkena elemen lingkungan, seperti jalan raya atau jembatan.
- Kepadatan Tinggi: batu basal memiliki densitas tinggi yang dapat menambah berat dan kekuatan campuran beton, tetapi tetap menjaga stabilitas struktural.
- Tekstur Kasar: ini memiliki permukaan yang kasar, sehingga mampu menciptakan ikatan yang baik dengan pasta semen, meningkatkan kekuatan beton secara keseluruhan.

2. Pemanfaatan Batu Basal dalam Beton

Menurut (Rajiman and Allamsyah 2024) Penggunaan batu basal sebagai agregat kasar pengganti sebagian dalam beton memiliki beberapa keuntungan, baik dari segi teknis maupun lingkungan :

- Pengurangan Penggunaan Agregat Alami: Dengan memanfaatkan batu basal, dapat mengurangi penggunaan agregat kasar alami yang semakin terbatas. Hal ini dapat menjaga kelestarian sumber daya alam dan mengurangi dampak lingkungan dari penambangan agregat.

- Pengurangan Industri: batu basal yang tidak digunakan akan menjadi masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dengan memanfaatkannya dalam beton, ini dapat diolah menjadi material yang bermanfaat, sekaligus mengurangi jumlah industri.
- Efisiensi Biaya: batu basal yang tersedia secara lokal dan melimpah dapat menurunkan biaya produksi beton. Pengurangan biaya agregat kasar dapat membuat beton lebih ekonomis tanpa mengorbankan kualitasnya.

3. Pengaruh Batu Basal Terhadap Kualitas Beton

Menurut (Yuliansyah and Sujatmiko 2019) Penggunaan batu basal sebagai substitusi parsial agregat kasar dapat mempengaruhi beberapa aspek kualitas beton, seperti :

- Kekuatan Tekan: Penelitian menunjukkan bahwa substitusi parsial agregat kasar dengan batu basal dapat meningkatkan atau mempertahankan kekuatan tekan beton, tergantung pada persentase substitusi yang digunakan. Penggunaan batu basal dalam jumlah optimal (misalnya 10%-30%) dapat menghasilkan beton yang cukup kuat untuk aplikasi struktural.
- Durabilitas Beton: batu basal, dengan tahan kimia, dapat meningkatkan durabilitas beton, terutama pada struktur yang terekspos lingkungan ekstrem seperti jalan atau bangunan tepi laut.
- Workability: Substitusi agregat alami dengan batu basal dapat mempengaruhi workability beton. Permukaan kasar dan bentuk tidak teratur dari batu basal mungkin mempengaruhi pencampuran dan pengecoran beton. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian pada rasio air-semen untuk memastikan beton tetap mudah dikerjakan tanpa mengorbankan kekuatan.

4. Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan

Pemanfaatan batu basal sebagai agregat kasar dalam beton tidak hanya menawarkan solusi praktis untuk mengurangi industri, tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan dalam industri konstruksi. Pengurangan penggunaan agregat alami serta penanganan batu basal secara efisien dapat mengurangi jejak karbon dan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan material daur ulang atau industri seperti batu basal sejalan dengan prinsip-prinsip green construction yang menekankan pada efisiensi sumber daya dan pengurangan dampak lingkungan.

Dengan potensi besar batu basal sebagai material konstruksi alternatif, penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja beton dengan substitusi parsial agregat kasar oleh batu basal, dengan tujuan untuk memahami pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton dan aplikasinya dalam proyek konstruksi yang berkelanjutan.

2.4 Substitusi Parsial Agregat Kasar

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm – 150 mm. (Oka Darmayasa 2023) Agregat menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Dalam hal ini, agregat yang digunakan adalah agregat alami yang berupa coarse agregat (kerikil), coarse sand (pasir kasar), dan fine sand (pasir halus). Dalam campuran beton, agregat merupakan bahan penguat (strengter) dan pengisi (filler), dan menempati 60% – 75% dari volume total beton.

Substitusi parsial adalah metode yang umum digunakan untuk menggantikan sebagian material penyusun beton dengan material alternatif tanpa mengorbankan kualitas beton secara signifikan. Dalam konteks penelitian ini, substitusi parsial agregat kasar dengan batu basal

diharapkan dapat mengurangi penggunaan agregat alami, yang semakin terbatas dan mahal akibat tingginya permintaan di industri konstruksi.

Tingkat substitusi parsial agregat kasar dapat bervariasi, tergantung pada sifat fisik dan kimia dari material yang digunakan. Dalam penelitian ini, substitusi parsial direncanakan pada berbagai level (misalnya 50%, 60%, dan 70%) untuk mengetahui dampaknya terhadap sifat mekanis beton, khususnya kekuatan.

2.5 Kekuatan Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah parameter utama dalam menentukan kualitas beton. Kekuatan tekan didefinisikan sebagai kemampuan beton untuk menahan gaya tekan per satuan luas sebelum beton mengalami kerusakan. Pengujian kekuatan tekan dilakukan pada spesimen berbentuk kubus atau silinder, dengan pengujian dilakukan setelah beton mencapai umur tertentu (7, 14, dan 28 hari) sesuai dengan standar yang berlaku (misalnya SNI atau ASTM).

Kekuatan tekan beton sangat dipengaruhi oleh rasio air-semen, kualitas dan ukuran agregat, serta metode pencampuran dan perawatan beton. Penggunaan material substitusi seperti batu basal dalam campuran beton dapat mempengaruhi kekuatan tekan, tergantung pada persentase substitusi dan sifat fisik dari material substitusi tersebut.

2.6 Keberlanjutan dan Efisiensi Biaya

Pemanfaatan batu basal sebagai substitusi parsial agregat kasar dapat memberikan keuntungan ganda dalam hal keberlanjutan dan efisiensi biaya. Pengurangan penggunaan agregat alami tidak hanya mengurangi tekanan pada sumber daya alam, tetapi juga menurunkan biaya produksi beton karena industri biasanya memiliki harga yang lebih rendah atau bahkan tersedia secara gratis. Selain itu, pemanfaatan ini juga mendukung prinsip konstruksi ramah lingkungan dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Dengan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya pembangunan berkelanjutan, penggunaan material daur ulang atau dalam konstruksi dapat membantu mengurangi jejak karbon dari industri konstruksi, yang merupakan salah satu penyumbang emisi terbesar di dunia.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memudahkan dalam menentukan langkah langkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori dan konsep. Penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan membuat penelitian secara keseluruhan. Penelitian terdahulu tentang penggunaan bubur kertas sebagai bahan eksperimen telah beberapa kali dilakukan, seperti yang pernah dilakukan oleh :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Penelitian oleh Wibowo (2015)	Judul Penelitian adalah Pengaruh Penggunaan Batu Basal sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar pada Beton	Penelitian ini mengkaji pengaruh penggunaan batu basal sebagai substitusi parsial agregat kasar dalam campuran beton. Dalam penelitian ini, berbagai persentase batu basal (0%, 10%, 20%, 30%) digunakan untuk menggantikan agregat kasar alami. Penelitian ini menyimpulkan bahwa batu basal dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam beton tanpa mengurangi kualitas beton secara signifikan.
2.	Penelitian oleh Santoso (2017)	Studi Pengaruh Agregat Daur Ulang pada Beton dengan	Santoso meneliti penggunaan batu basal sebagai agregat kasar pengganti sebagian pada campuran beton daur

		Substitusi Batu Basal	<p>ulang. Beton daur ulang yang digunakan berasal dari sisa beton yang dihancurkan dan diolah kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi batu basal sebesar 10% hingga 30% pada campuran beton daur ulang dapat meningkatkan kekuatan tekan hingga 15% dibandingkan dengan beton daur ulang murni. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa batu basal memiliki ketahanan aus yang lebih baik dan memberikan kinerja yang lebih optimal dalam lingkungan basah. Berdasarkan penelitian ini, batu basal direkomendasikan sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas beton daur ulang yang ramah lingkungan.</p>
3.	Penelitian oleh Widodo (2018)	Pemanfaatan Batu Basal sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Beton Mutu Tinggi	<p>Widodo melakukan penelitian untuk menguji potensi penggunaan batu basal sebagai pengganti agregat kasar pada beton mutu tinggi. Persentase substitusi batu basal dalam penelitian ini adalah 0%, 10%, 20%, dan 30%. Pengujian dilakukan terhadap kekuatan tekan, modulus elastisitas, dan ketahanan beton terhadap penetrasi air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi batu basal hingga 20% menghasilkan</p>

			<p>peningkatan kekuatan tekan beton mutu tinggi sebesar 8%. Selain itu, ketahanan terhadap penetrasi air juga meningkat, menjadikan beton dengan batu basal cocok untuk aplikasi yang memerlukan beton dengan ketahanan air yang tinggi. Penelitian ini memberikan bukti bahwa batu basal dapat digunakan dalam pembuatan beton mutu tinggi.</p>
4.	<p>Penelitian oleh Haryanto (2019)</p>	<p>Pengaruh Batu Basal pada Beton Ramah Lingkungan</p>	<p>Haryanto meneliti dampak lingkungan dari penggunaan batu basal sebagai pengganti agregat kasar dalam beton. Penelitian ini berfokus pada pengurangan penggunaan sumber daya alam dan jejak karbon dalam proses produksi beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi batu basal sebesar 25% dapat mengurangi konsumsi agregat alami hingga 20%, serta mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari proses produksi beton hingga 12%. Kekuatan tekan dan durabilitas beton tetap memenuhi standar yang dibutuhkan, menjadikan batu basal sebagai alternatif yang berkelanjutan dalam industri konstruksi. Penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan material daur ulang dan industri dalam</p>

			mendukung pembangunan hijau.
5.	Penelitian oleh Rachman (2020)	Kinerja Beton dengan Batu Basal sebagai Agregat Kasar dalam Kondisi Ekstrem	Penelitian ini mengkaji kinerja beton yang menggunakan batu basal sebagai agregat kasar di bawah kondisi ekstrem, seperti suhu tinggi dan paparan kimia. batu basal digunakan sebagai pengganti agregat kasar dengan variasi substitusi 0%, 15%, 25%, dan 35%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan batu basal memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap suhu tinggi (hingga 600°C) dan paparan larutan asam dibandingkan dengan beton konvensional. Kekuatan tekan beton tetap stabil, bahkan setelah paparan suhu tinggi, dan ketahanan terhadap serangan kimia juga meningkat. Penelitian ini menyarankan penggunaan batu basal dalam struktur yang memerlukan ketahanan terhadap lingkungan keras.

Penelitian-penelitian terdahulu di atas menunjukkan bahwa batu basal memiliki potensi besar sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam beton. Penggunaannya dapat meningkatkan kekuatan tekan, durabilitas, serta ketahanan terhadap kondisi ekstrem, sekaligus mendukung keberlanjutan industri konstruksi dengan mengurangi penggunaan material alam dan dampak lingkungan.

