

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti terdahulu

Dalam lima tahun terakhir, beberapa penelitian di Indonesia telah mengkaji penggunaan bahan tambahan seperti silika fume dan variasi agregat kasar atau pengganti agregat kasar untuk meningkatkan mutu beton. Penelitian-penelitian tersebut memberikan gambaran penting dalam upaya kamu mengevaluasi *kuat tekan beton menggunakan agregat kasar batu andesit ditambah silika fume*.

Penelitian oleh (Sudibyo et al., n.d.) melakukan substitusi agregat kasar dengan batu laterit dan menambahkan silika fume sebagai bahan tambah. Hasilnya menunjukkan bahwa beton yang menggunakan batu laterit sebagai substitusi agregat kasar dan silika fume memiliki kuat tekan yang lebih baik dibanding beton kontrol tanpa silika fume. Ini menunjukkan bahwa agregat kasar lokal yang sifatnya tidak sekeras batu andesit tetap dapat diperbaiki performanya dengan silika fume.

Selanjutnya, penelitian dari oleh (Sopa N.R et al., 2023) memvariasikan silika fume sebesar 10% dan 20% pada beton mutu Fc'25. Beton dengan penambahan silika fume 20% menunjukkan peningkatan kuat tekan dibanding beton yang tidak diberi silika fume. Hasil ini mendukung bahwa persentase silika fume yang cukup besar bisa memberikan efek yang signifikan terhadap kuat tekan beton

Penelitian lainnya dari (Sudibyo et al., n.d.) silika fume. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi tersebut dapat meningkatkan kuat tekan beton pada umur 28 hari dan 56 hari dibanding beton biasa. Kombinasi optimum ditemukan pada 5% abu ketel + 5% silika fume sebagai bahan tambahan. Walaupun abu ketel bukan agregat kasar, penelitian ini berguna sebagai referensi variasi bahan tambah selain silika fume.

Ada juga penelitian oleh (Ghazy Allamsyah, 2024) yang menggunakan waste concrete sebagai agregat kasar dan menambahkan serbuk batu basalt sebagai bahan tambahan. Meskipun fokusnya bukan mengganti agregat kasar secara penuh dengan batu basalt, penelitian ini menunjukkan bahwa material basalt (dalam bentuk serbuk)

bisa dimanfaatkan dalam beton. Ini memberi indikasi bahwa batu basalt memiliki potensi sebagai bahan tambah atau mungkin agregat kasar utama

Penelitian oleh (Susanto et al., 2019) ikut menyumbang data bahwa penambahan silika fume 10% terhadap beton mutu K250 memperlihatkan peningkatan kuat tekan dan ketahanan beton terhadap lingkungan sulfat dan klorida dibanding beton normal.

Dari keseluruhan penelitian ini, beberapa poin penting muncul:

1. Penambahan silika fume umumnya meningkatkan kuat tekan beton — semakin tinggi persentase silika fume dalam batas wajar, efeknya makin terlihat.
2. Penggunaan agregat kasar lokal atau substitusi agregat kasar (seperti batu laterit, waste concrete) bersama silika fume bisa mendekati performa beton dengan agregat kasar yang lebih baik, meski belum ada penelitian spesifik dengan batu basalt.
3. Variasi umur pengujian (28 hari) penting untuk melihat efek penuh silika fume dan substitusi agregat kasar.
4. Kombinasi bahan tambahan + substitusi agregat memberi keuntungan dari sisi mutu beton dan potensi ekonomi / lingkungan jika agregat basalt bisa dipakai.

2.2 Batu Basal

Basalt Mempunyai Komposisi Mineral Antara Lain Plagioclase Feldspart, Pyroxene, Olivine, Megnetite. Type Basalt Berdasarkan Komposisi Kimianya Dibedakan Dua Golongan Yaitu Basalt Alkali Dan Basalt Tholetik. Batu Basalt Alkali Batu Basalt Jenis Alkali Memiliki Kandungan Na_2O Dan K_2O Yang Lebih Besar Dari Batu Basalt Tholeitik. Basalt Alkali Juga Mengandung Titanium Augit, Fenokris Olivin, Oksida Besi, Nephelin Dan Plagioklas-Ca. Batu Basalt Akali Bersifat Underaturated. Batuan Ini Banyak Ditemukan Di Rifted Continental Crust Atau Daerah Kerak Benua Yang Mengalami Rifting. Selain Itu, Batu Basalt Juga Dapat Dijumpai Di Updomed Continental Crust Atau Kerak Benua Berbentuk Kubah Yang Terangkat, Dan Juga Pulau- Pulau Oceanic. Batu Basalt Tholeitik Kadar Na_2O Dan K_2O Pada Batu Basalt Tholeitik Jauh Lebih Sedikit Dari Pada Batu Basalt Alkali. Basalt Tholeitik Bersifat Oversaturated Dan Memiliki Kandungan Pigeonit, Augit Subklasik, Dan Interstitial Glass. Batu Basalt Tholeitik Dapat Ditemukan Sebagai

Lava Atau Magma Esktrusi Yang Sangat Besar. Begitu Besarnya Volume Magma Tersebut Sehingga Membentuk Plato Di Kerak Benua Seperti Yang Terdapat Di Deccan Trap, India. Selain Itu, Batu Basalt Tholeitik Juga Dapat Ditemukan Di Lantai Samudera (Ilmugeografi, 2016). Mineral Basalt Yang Mengandung Feldspart Dan Ferro Magnesium Terbentuk Karena Dipengaruhi Oleh Proses Pembekuan Magma Dan Komposisi Kimia Dari Basalt Berdasarkan Lokasi Basalt Diketemukan

2.3 Landasan Teori

2.4 Definisi Beton

Beton merupakan suatu campuran homogeny yang terdiri dari agregat halus (pasir/abu batu) dan agregat kasar (kerikil/ batu pecah) dan bahan pengikat pasta yaitu semen+air, dengan perbandingan tertentu, dan dapat pula ditambahkan pula dengan campuran lainnya apabila dianggap perlu. Beton diminati karena mempunyai sifatsifat fisik dan karakter tertentu, dapat bervariasi sesuai dengan perubahan proporsi komponen material penyusunnya. Inovasi teknologi beton selalau dituntutguna menjawab tantangan tantangan akan kebutuhan, beton yanag dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas tinggi meliputi kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis, penambahan serat pada campuran beton(Yuliansyah, F., & Sujatmiko, C. (2023). *Kajian Sifat Dan Kuat Tekan Beton*, n.d.)

2.5 Karakteristik Beton

Beton yang terbentuk dari pencampuran semen, agregat dan air memiliki sifat yang khusus. Dalam keadaan segar, beton harus mudah dikerjakan dan dalam keadaan keras beton harus mampu menerima beban tekan serta awet dalam menghadapi serangan kondisi lingkungan. Selain itu, beton juga dapat dirancang sesuai dengan peruntukannya dan kualitas yang diinginkan. Beton yang baik harus memenuhi tiga syarat yaitu:

1. Memiliki bahan pengisi yang baik, yaitu dengan kekerasan butiran agregat yang baik dan gradasi agregat yang beragam.
2. Memiliki bahan perekat yang baik, yaitu dengan kualitas dan kuantitas semen yang baik serta jumlah air yang digunakan sesuai dengan kebutuhan semen.
3. Memiliki lekatan antara matriks dan agregat yang baik. Hal ini dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dan kebersihan permukaan material alam. Secara detail

diuraikan sifat beton terbagi atas dua, yaitu 1) sifat beton dalam keadaan segar atau sesaat setelah dicampur dan 2) sifat beton dalam keadaan keras.(*BUKU BRL*, n.d.)

2.6 Komposisi Beton

Beton adalah hasil dari campuran beberapa bahan utama yang masing-masing memiliki fungsi penting untuk membentuk massa padat dan kuat. Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya serta perbandingan campuran yang digunakan. SNI 7656:2012

2.7 Semen

Semen berfungsi sebagai pengikat antara agregat halus dan agregat kasar. Ketika dicampur dengan air, semen mengalami reaksi hidrasi yang membentuk senyawa-senyawa pengikat seperti *C-S-H (Calcium Silicate Hydrate)* yang memberikan kekuatan pada beton. (Yulianti et al., 2025)

2.8 Jenis-Jenis Semen

1. Tipe I

Semen Portland biasa yang digunakan untuk beton umum dengan ketahanan standar terhadap air dan kondisi lingkungan. Tipe ini paling sering digunakan dalam konstruksi bangunan dan jalan yang tidak memerlukan ketahanan khusus terhadap lingkungan agresif.

2. Tipe II

Semen Portland yang lebih tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang moderat, cocok untuk struktur yang terkena air laut atau kondisi yang mengandung sulfat.

3. Tipe III

Semen Portland dengan kekuatan lebih tinggi dalam waktu singkat, cocok untuk pekerjaan yang memerlukan kekuatan awal yang cepat, seperti pengecoran dalam cuaca dingin atau pada struktur yang membutuhkan waktu pengerasan singkat.

4. Tipe IV

Semen Portland yang dirancang untuk mengurangi panas hidrasi, cocok untuk struktur besar seperti bendungan yang berisiko mengalami pemanasan berlebih saat pengerasan.

5. Tipe V

Semen Portland tahan sulfat yang digunakan pada lingkungan yang sangat agresif terhadap beton, seperti tanah atau air yang mengandung konsentrasi sulfat tinggi.

2.9 Agregat Halus (Pasir)

Menurut SNI 1970 : 2016, agregat halus adalah bahan berbutir mineral alami atau hasil pemecahan batuan yang sebagian besar melalui saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm). Agregat halus biasanya berupa pasir alami atau pasir hasil pemecahan batuan (pasir buatan) yang berfungsi sebagai pengisi rongga di antara butiran agregat kasar sehingga campuran beton menjadi lebih padat dan mudah dikerjakan (workable). Dalam pengujian menurut standar ini, agregat halus juga dinilai berdasarkan berat jenis dan penyerapan air, karena sifat tersebut memengaruhi jumlah air pencampur beton, daya rekat antara semen dan agregat, serta kekuatan akhir beton. Dengan demikian, agregat halus yang memenuhi persyaratan SNI akan membantu menghasilkan beton yang lebih homogen, kuat, dan tahan lama.

2.10 Agregat Kasar (Kerikil/Batu Pecah)

Menurut SNI 1970 : 2016, agregat kasar merupakan bahan berbutir mineral alami atau hasil pemecahan batuan yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm). Agregat kasar berfungsi sebagai komponen utama penyusun beton yang memberikan kekuatan, kekakuan, serta membantu menjaga bentuk dan stabilitas beton setelah mengeras. Dalam pengujian berdasarkan standar tersebut, agregat kasar dinilai dari berat jenis dan penyerapan airnya, karena kedua sifat ini memengaruhi kepadatan dan kualitas beton yang dihasilkan. Semakin tinggi berat jenis agregat, maka umumnya semakin besar pula kekuatan tekan beton yang dapat dicapai. Oleh karena itu, pemilihan agregat kasar yang memenuhi persyaratan SNI sangat penting untuk menjamin mutu dan daya tahan beton dalam jangka panjang.

2.11 Air

Menurut SNI 7656 : 2012 tentang Tata Cara Pemilihan Air untuk Campuran Beton dan Air untuk Pencucian Agregat, air merupakan komponen penting dalam campuran beton yang berfungsi untuk mereaksikan semen secara kimiawi dalam proses hidrasi serta memberikan kelecakan (workability) agar beton mudah diaduk,

dicetak, dan dipadatkan. Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari zat-zat berbahaya seperti minyak, asam, garam, bahan organik, maupun lumpur yang dapat mengganggu reaksi semen dan menurunkan kekuatan beton.

Secara umum, air yang layak diminum dianggap memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air pencampur beton. Jumlah air yang digunakan juga harus disesuaikan dengan kebutuhan hidrasi dan kelecakan campuran, karena jika terlalu banyak akan menyebabkan penurunan kuat tekan beton akibat meningkatnya porositas. Sebaliknya, jika terlalu sedikit, beton menjadi sulit dikerjakan dan tidak padat sempurna. Oleh karena itu, pemilihan dan pengendalian kualitas air sesuai SNI

2.12 Bahan Tambahan silika fume (Admixture)

Silika Fume Yang Digunakan Dalam Penelitian Ini Merupakan Bahan Tambah Mineral Yang Berfungsi Untuk Meningkatkan Mutu Beton, Khususnya Kuat Tekan Dan Kerapatan Beton. Penggunaan Silika Fume Mengacu Pada **SNI 7656:2012 Tentang Spesifikasi**

Bahan Tambah Mineral Untuk Beton.

Berdasarkan Standar Tersebut, Silika Fume Harus Memenuhi Persyaratan Sifat Fisik Dan Kimia, Di Antaranya Memiliki Kandungan Silikon Dioksida (SiO_2) Yang Tinggi, Umumnya Tidak Kurang Dari 85%, Serta Memiliki Ukuran Partikel Yang Sangat Halus Dibandingkan Dengan Semen. Kehalusan Ini Memungkinkan Silika Fume Mengisi Pori-Pori Beton Sehingga Menghasilkan Struktur Beton Yang Lebih Rapat Dan Kuat.

Dalam Penelitian Ini, Silika Fume Digunakan Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Dengan Variasi Kadar Sebesar 0%, 5%, 10%, Dan 15% Dari Berat Semen. Pemilihan Variasi Tersebut Bertujuan Untuk Mengetahui Pengaruh Penambahan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Batu Basal.

Bahan tambahan adalah bahan yang dicampurkan ke dalam beton selain bahan utama untuk memperbaiki sifat tertentu, seperti waktu ikat, kemudahan pengerjaan, atau kekuatan.

Salah satu bahan tambah yang umum digunakan adalah **silika fume**, yaitu serbuk halus hasil samping industri silikon dengan kandungan SiO_2 tinggi (>90%). Menurut (Laksono et al., n.d.-a)

2.13 Perbandingan Campuran Beton (Mix Design)

Perbandingan campuran beton atau mix design merupakan proses untuk menentukan proporsi atau komposisi bahan penyusun beton (semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambahan jika ada) agar dihasilkan beton dengan kekuatan, keawetan, dan sesuai kebutuhan. Tujuan utama dari mix design adalah untuk menghasilkan beton yang ekonomis dengan mutu yang memenuhi standar perencanaan.

Menurut SNI 7656 : 2012 dan SNI 03-2834 : 2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, perbandingan campuran beton harus memperhatikan beberapa faktor penting, antara lain:

2.14 Kekuatan Tekan Beton (f_c')

Merupakan parameter utama yang menentukan mutu beton. Nilai kuat tekan yang diinginkan akan memengaruhi jumlah semen dan air yang digunakan.

2.15 Faktor Air-Semen

Perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran beton. Rasio ini sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan kelecakan beton. Semakin tinggi rasio air-semen, beton akan semakin mudah dikerjakan tetapi kekuatannya menurun. Sebaliknya, rasio air-semen yang rendah akan menghasilkan beton yang lebih kuat tetapi kurang plastis.

2.15.1 Kelecakan

Menunjukkan tingkat kemudahan beton untuk dicampur, diangkut, dicetak, dan dipadatkan. Nilai ini umumnya diukur dengan uji slump.

2.15.2 Gradasi Agregat

Susunan ukuran butir agregat halus dan kasar harus serasi agar rongga di antara butiran berkurang, sehingga penggunaan semen dan air menjadi efisien.

2.15.3 Daya Tahan

Beton harus mampu menahan pengaruh lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan bahan kimia. Oleh karena itu, mix design harus mempertimbangkan kondisi lingkungan tempat beton akan digunakan.

2.15.4 Perbandingan Umum Campuran Beton

Dalam praktik, campuran beton sering dinyatakan dalam bentuk perbandingan volume bahan, seperti:

Namun, untuk pekerjaan struktural, perbandingan bahan harus ditentukan secara teliti melalui perhitungan mix design sesuai SNI 03-2834:2000, bukan hanya berdasarkan perkiraan lapangan.

2.16 Jenis-jenis beton

Beton dapat dibagi atas berbagai jenis. Berdasarkan berat jenisnya beton dapat dibagi atas tiga jenis yaitu: 1) beton ringan, 2) beton normal dan 3) beton berat.

2.16.1 Beton Ringan Beton

ringan yaitu beton dengan berat jenis $< 2000 \text{ kg m}^{-3}$. Biasanya digunakan sebagai elemen bangunan non struktur atau bangunan yang memikul beban kecil. Jenis beton ini biasa juga digunakan untuk lapisan penyekat suara. Beton jenis ini sama dengan beton biasa, perbedaannya hanya agregat kasarnya diganti dengan agregat ringan seperti batu apung, expanded clay, dan lain-lain. Selain itu, dapat juga digunakan beton biasa dengan bahan tambah yang mampu membentuk gelembung udara waktu pengadukan beton berlangsung. Beton semacam ini mempunyai banyak pori sehingga berat jenisnya lebih rendah daripada beton biasa. (BUKU BRL, n.d.)

2.16.2 Beton Normal

Beton normal yaitu beton dengan berat jenis antara $2000\text{-}2600 \text{ kg m}^{-3}$ dan digunakan pada hampir seluruh konstruksi beton.

2.16.3 Beton Berat

Beton berat yaitu beton dengan berat jenis $> 2600 \text{ kg m}^{-3}$. Beton ini biasanya digunakan pada bangunan reaktor nuklir karena beton ini mampu menahan sinar gamma. Agregat yang digunakan adalah butir besi, barito, magnetik dan lain-lain.

2.17 Rumus Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus berikut persamaan 2.1

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- $f'c$ = kuat tekan beton (MPa)
- P = beban maksimum saat benda uji hancur (N)
- A = luas penampang benda uji (mm^2)

2.178 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

1. Perbandingan air-semen

Semakin kecil rasio air-semen, semakin tinggi kuat tekan beton.

2. Kualitas bahan penyusun

Jenis semen, agregat, dan air sangat mempengaruhi kekuatan beton.

3. Umur beton

Kuat tekan meningkat seiring waktu karena proses hidrasi yang berkelanjutan.

4. Kepadatan dan pemadatan adukan

Beton yang dipadatkan dengan baik akan lebih kuat dan rapat.

5. Perawatan

Beton harus dijaga kelembabannya agar reaksi hidrasi berjalan sempurna.

6. Penggunaan bahan tambahan

Seperti *silika fume* yang dapat meningkatkan kekuatan hingga 20–30%.