

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan landasan penting dalam penyusunan penelitian yang berfungsi sebagai acuan untuk memahami perkembangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Melalui kajian penelitian terdahulu, peneliti dapat mengetahui metode yang digunakan, variasi campuran, parameter pengujian, serta hasil yang diperoleh.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Al Huseiny dkk. (2020)** melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat fiber terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat mampu meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur beton karena serat berfungsi sebagai penghambat retak (*crack bridging*). Namun, pada kadar tertentu penambahan serat dapat menurunkan workability serta berpotensi menurunkan kuat tekan apabila distribusi serat tidak merata.
2. **Rama dkk. (2026)** meneliti penggunaan serat spanduk plastik (banner) sebagai bahan tambah beton yang dikombinasikan dengan silica fume sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan material tersebut terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat banner pada persentase tertentu dapat memengaruhi sifat mekanik beton, terutama pada kuat tarik belah, sedangkan penambahan yang berlebihan berpotensi menurunkan kinerja beton karena memengaruhi homogenitas campuran dan ikatan antar material.
3. **Wijaya dkk. (2025)** melakukan penelitian penggunaan serat spanduk bekas dengan variasi kadar 0%, 1%, 3%, dan 5% dari berat semen. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kuat tarik beton pada

kadar tertentu, namun pada kadar tinggi menyebabkan penurunan kuat tekan akibat distribusi serat yang tidak homogen.

4. **Edwin dkk. (2022)** meneliti pengaruh molase terhadap waktu ikat dan kuat tekan beton dengan variasi 0%, 0,20%, 0,40%, dan 0,60%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa molase dapat meningkatkan workability dan memperlambat waktu ikat, tetapi dapat menurunkan kuat tekan jika digunakan berlebihan.
5. **Fauzan dkk. (2023)** meneliti penggunaan molase sebagai bahan tambah beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa molase mempengaruhi proses hidrasi semen sehingga berdampak pada kuat tekan beton, baik meningkatkan maupun menurunkan tergantung komposisi.

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat limbah banner dan molase telah banyak diteliti secara terpisah, namun penelitian yang mengkombinasikan kedua bahan tersebut dalam satu campuran beton masih terbatas.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Nama & Tahun	Judul Penelitian	Mutu Beton (f'c)	Presentase campuran Bahan	Hari pengujian
1	Al Huseiny dkk. (2020)	Pengaruh Bahan Tambah Serat Fiber terhadap Kuat Tekan dan Lentur Beton	±20 MPa	Serat ijuk, serat bambu, dan serat serabut kelapa: 5% dan 10%.	Hari ke 7, 14, dan 28.
2	Edwin dkk. (2022)	Pengaruh Tetes Tebu (Molases) pada Campuran Beton Ditinjau	20 MPa	Molase: 0%, 0,20%, 0,40%, 0,60%	Hari ke 7, 14, 21, dan 28.

		terhadap Waktu Ikat Awal dan Kuat Tekan		dari berat semen.	
3	Fauzan dkk. (2023)	Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Tetes Tebu (Molase) dan Kapur Alam	± 20 MPa	Sampel beton tersedia dalam tiga konsentrasi berbeda: 0,075% molasse dan 26% kapur alami, 0,15% molasse dan 21% kapur alami, dan tidak ada sama sekali.	Hari ke 28.
4	Rama dkk. (2026)	Penggunaan Silica Fume Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dengan Penambahan Serat Spanduk Plastik (Banner) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton	± 20 MPa	Serat banner: 0,00%, 0,20%, 0,40%, 0,60%, 0,80%. Dari berat semen	Hari ke 7 dan 28.

5	Wijaya dkk. (2025)	Pemanfaatan Serat Spanduk Bekas sebagai Bahan Tambahkan pada Campuran Beton	± 20 MPa	Serat banner: 0%, 1%, 3%, 5% dari berat semen	Hari ke 7 pengujian lalu di konversi ke hari 28.
---	--------------------------	---	-----------------	--	--

2.2 Beton dan Karakteristiknya

Beton merupakan material komposit yang terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Dalam perkembangannya, beton juga dapat ditambahkan bahan tambah untuk meningkatkan sifat tertentu.

Beton memiliki keunggulan berupa kuat tekan tinggi dan mudah dibentuk, namun memiliki kelemahan pada kuat tarik yang rendah sehingga mudah mengalami retak. Karakteristik utama beton meliputi:

- Kuat tekan
- Kuat tarik
- Kuat lentur
- *Workability*
- Durabilitas

2.3 Beton Berserat

Beton berserat merupakan beton yang pada campurannya ditambahkan serat dalam ukuran kecil dengan tujuan meningkatkan kinerja beton, terutama dalam menahan retak, meningkatkan daktilitas, serta memperbaiki sifat mekanik beton setelah terjadi retakan. Serat yang dicampurkan akan tersebar di dalam adukan dan berfungsi sebagai pengikat antarbagian beton sehingga retakan yang muncul dapat diperlambat perkembangannya. Dengan demikian, beton berserat memiliki perilaku keruntuhan yang lebih baik dibandingkan beton normal yang cenderung getas.

Pada dasarnya, beton berserat tetap menggunakan bahan penyusun utama berupa semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bila diperlukan bahan tambah

lainnya. Perencanaan campuran beton berserat mengacu pada prinsip perancangan campuran beton normal, yaitu menentukan proporsi material agar diperoleh kuat tekan rencana, kelecakan yang memadai, serta durabilitas sesuai kebutuhan. Dalam praktiknya, penambahan serat dilakukan setelah komposisi dasar campuran beton ditentukan melalui metode rancangan campuran yang sesuai standar. SNI 7656:2012.

Keberadaan serat di dalam campuran beton dapat memengaruhi sifat beton segar. Semakin tinggi kadar serat yang digunakan, umumnya adukan menjadi lebih kaku dan nilai slump cenderung menurun. Hal ini terjadi karena serat meningkatkan gesekan antarpartikel di dalam campuran. Oleh sebab itu, penggunaan kadar serat perlu direncanakan secara tepat agar beton tetap mudah dikerjakan tanpa mengurangi mutu yang diinginkan.

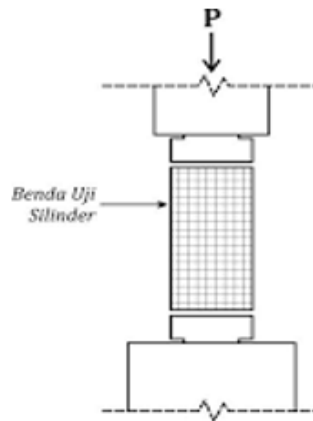
Pada kondisi beton keras, penambahan serat memberikan manfaat berupa peningkatan kuat tarik belah, kuat lentur, ketahanan bentur, dan kemampuan menahan retak. Pengaruh terhadap kuat tekan biasanya tidak sebesar peningkatan pada sifat tarik dan lentur, namun pada kadar optimum beton masih dapat menunjukkan peningkatan kekuatan secara keseluruhan.

Jenis serat yang digunakan dalam beton dapat berupa serat baja, serat sintetis, maupun serat alami. Pemilihan jenis serat disesuaikan dengan tujuan penggunaan, ketersediaan bahan, dan nilai ekonomis. Saat ini pemanfaatan serat alami mulai banyak dikembangkan karena lebih ramah lingkungan dan mudah diperoleh di daerah tertentu.

Dengan demikian, beton berserat dapat menjadi alternatif material konstruksi yang memiliki performa lebih baik dibanding beton normal, khususnya pada struktur yang memerlukan ketahanan retak, ketangguhan, dan umur layanan yang lebih panjang.

2.4 Kuat Tekan Beton

- Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menahan beban tekan per satuan luas.



Gambar 2. 1 Uji kuat tekan beton

Berdasarkan (SNI 1974:2011 – *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*), nilai kuat tekan beton dihitung dengan persamaan berikut:

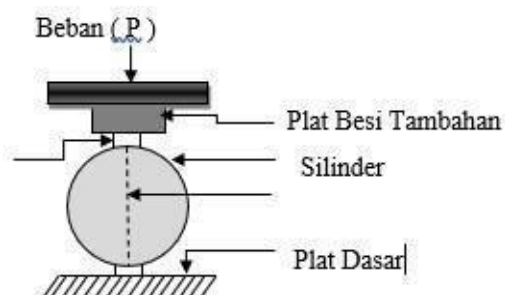
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dengan:

- f'_c = kuat tekan beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

2.5 Kuat Tarik Belah Beton

- Kuat tarik belah digunakan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya tarik secara tidak langsung.



Gambar 2. 2 Pengujian Kuat Tarik Belah

Berdasarkan (SNI 2491:2014 – *Cara uji kuat tarik belah beton*), nilai kuat Tarik belah di hitung dengan persamaan berikut:

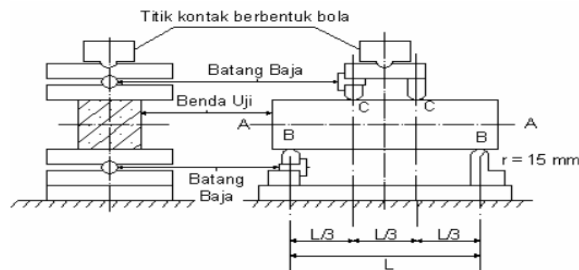
$$f_{ct} = \frac{2 \times P}{\pi \times L \times D}$$

dengan:

- f_{ct} = kuat tarik belah beton (MPa)
- P = beban maksimum yang diterima benda uji (N)
- L = panjang benda uji silinder (mm)
- D = diameter benda uji silinder (mm)
- π = konstanta (3,14)

2.6 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton menunjukkan kemampuan beton dalam menahan beban lentur pada elemen balok. Nilai kuat lentur beton dapat dihitung berdasarkan metode pembebanan yang digunakan.



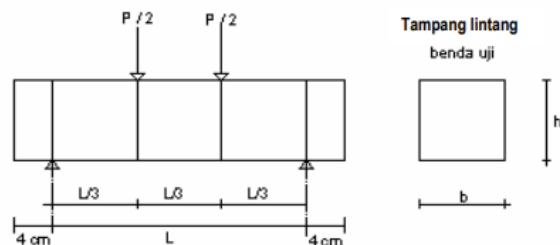
Gambar 2. 3 Benda uji kuat lentur (SNI 4431:2011)

Keterangan gambar:

A-A = Sumbu memanjang

B = Titik-titik perletakan

C = Titik-titik pembebanan



Gambar 2. 4 Garis-garis perletakan dan pembebanan (SNI 4431:2011)

Keterangan gambar:

L = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar tampak lintang benda uji (cm)

h = Tinggi tampak lintang benda uji (cm)

p = Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

Berdasarkan (SNI 4431:2011– *Cara uji kuat lentur beton*), untuk pengujian dengan dua titik pembebanan (third-point loading), kuat lentur beton dinyatakan dengan persamaan:

$$f_r = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

Keterangan:

- f_r = kuat lentur beton (MPa)
- P = beban maksimum yang diterima benda uji (N)
- L = panjang bentang antara tumpuan (mm)
- b = lebar penampang benda uji (mm)
- d = tinggi penampang benda uji (mm)

2.7 Serat Limbah Banner

Limbah banner merupakan limbah yang sulit terurai di lingkungan. Pemanfaatannya sebagai serat beton bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik dan mengurangi retak.

Serat ini bekerja dengan cara menahan keretakan sehingga meningkatkan daktilitas beton. Namun penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kuat tekan akibat terganggunya struktur internal beton.

2.8 Molase Sebagai Bahan Tambah Beton

Molase merupakan produk sampingan industri gula yang mengandung senyawa organik seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Dalam campuran beton, molase berfungsi sebagai bahan tambah yang mempengaruhi workability dan waktu ikat.

Molase dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan beton, namun penggunaan berlebihan dapat menghambat proses hidrasi semen.

2.9 Semen

SNI 2049 tahun 2015 menyatakan bahwa semen *portland* adalah semen hidrolis diperoleh melalui proses penggilingan terak semen portland, yang sebagian besar mengandung kalsium silikat dengan sifat hidrolis. Proses ini dilakukan bersama dengan penambahan satu atau lebih jenis senyawa kalsium sulfat berbentuk kristal, dan dapat pula disertai bahan tambahan lain sesuai kebutuhan.

SNI 2049 tahun 2015 membagi semen menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Jenis I adalah semen portland yang digunakan untuk keperluan umum tanpa memerlukan karakteristik khusus seperti pada jenis lainnya.
- b. Jenis II merupakan semen portland yang dirancang untuk kondisi yang memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat atau memiliki tingkat kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III adalah semen portland yang diformulasikan untuk menghasilkan kekuatan awal yang tinggi sesaat setelah proses pengikatan dimulai.
- d. Jenis IV adalah semen portland yang digunakan saat dibutuhkan kalor hidrasi yang rendah selama proses pengerasan.
- e. Jenis V adalah semen portland yg dirancang untuk kondisi lingkungan yang mengandung sulfat tinggi, sehingga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap zat tersebut.

2.10 Prinsip *Mix Design*

Prinsip *mix design* atau perancangan campuran beton merupakan suatu pedoman dalam menentukan komposisi bahan penyusun beton secara sistematis, sehingga diperoleh campuran beton yang memenuhi persyaratan teknis serta tetap mempertimbangkan aspek ekonomis. Perancangan ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan beton yang memiliki kinerja optimal sesuai dengan kebutuhan perencanaan.

Tujuan utama dari *mix design* adalah untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan (*strength*), keawetan (*durability*), dan kemudahan pengerjaan (*workability*), tanpa mengabaikan efisiensi penggunaan material.

Berikut adalah prinsip-prinsip utama dalam *mix design*:

1. Keseimbangan Tiga Faktor Kunci

Dalam perancangan campuran beton, tidak diperkenankan hanya mengutamakan satu aspek dengan mengorbankan aspek lainnya. Ketiga faktor utama yang harus diperhatikan saling berkaitan dan memengaruhi satu sama lain, yaitu:

- Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Kekuatan tekan merupakan kemampuan beton dalam menahan beban tekan per satuan luas. Parameter ini menjadi acuan utama dalam perencanaan struktur, karena menentukan mutu beton yang digunakan.

- Keawetan (*Durability*)

Keawetan beton menunjukkan kemampuan beton dalam bertahan terhadap pengaruh lingkungan, seperti perubahan cuaca, kelembaban, maupun serangan zat kimia. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap keawetan adalah nilai faktor air semen (FAS). Semakin kecil nilai FAS, umumnya beton akan memiliki kepadatan yang lebih baik sehingga lebih tahan terhadap kerusakan.

- Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Workability adalah tingkat kemudahan beton dalam proses pengadukan, pengangkutan, penuangan, hingga pemadatan. Beton yang memiliki *workability* baik tidak akan mengalami segregasi atau pemisahan material. Nilai *workability* biasanya diukur menggunakan uji slump. Nilai slump yang terlalu tinggi dapat mempermudah pengerjaan, namun berpotensi menurunkan kekuatan beton jika tidak dikontrol dengan baik.

2. Prinsip Ekonomis

Selain memenuhi persyaratan teknis, perancangan campuran beton juga harus mempertimbangkan aspek ekonomis. Penggunaan bahan tambahan dalam penelitian ini, yaitu serat limbah banner dan molase, bertujuan untuk meningkatkan kinerja beton sekaligus memanfaatkan material alternatif yang lebih efisien. Pemanfaatan limbah ini juga mendukung

konsep beton ramah lingkungan (*green concrete*) dengan mengurangi ketergantungan terhadap material konvensional.

3. Prinsip Proporsi Material yang Tepat

Beton tersusun dari pasta (semen dan air) serta agregat (halus dan kasar). Penentuan proporsi yang tepat sangat penting untuk menghasilkan campuran yang homogen dan memiliki kinerja yang baik. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan proporsi antara lain:

- Penentuan nilai faktor air semen (FAS) yang sesuai dengan mutu beton yang direncanakan.
- Penggunaan agregat dengan gradasi yang baik untuk meminimalkan rongga dalam campuran.
- Penambahan bahan tambah seperti serat limbah banner dan molase harus dikontrol agar tidak menurunkan kualitas campuran.
- Distribusi material dalam campuran harus merata untuk menjaga konsistensi beton.

4. Prinsip Uji Coba (*Trial Mix*)

Perhitungan *mix design* yang dilakukan secara teoritis perlu dibuktikan melalui uji coba di laboratorium. Hal ini dikarenakan karakteristik material yang digunakan dapat berbeda-beda tergantung pada sumbernya. Oleh karena itu, diperlukan trial mix untuk mengevaluasi hasil perancangan campuran berdasarkan pengujian yang dilakukan, seperti uji slump dan uji kuat tekan.

Hasil dari uji coba ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian komposisi campuran hingga diperoleh hasil yang sesuai dengan target perencanaan.

2.10.1 Penerapan Prinsip *Mix Design* dalam Penelitian

Penerapan prinsip mix design dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Penerapan Mix Design

Prinsip	Penerapan dalam Penelitian
Kekuatan Tekan	Target mutu beton f'_c 20
Keawetan	Pengendalian nilai FAS
<i>Workability</i>	Pengujian slump untuk mengetahui kemudahan pengerjaan
Ekonomis	Pemanfaatan serat limbah banner dan molase sebagai bahan tambah
Proporsi	Variasi penambahan serat banner dan molase pada campuran beton
Trial Mix	Pengujian laboratorium untuk evaluasi campuran

Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut, diharapkan campuran beton yang dihasilkan tidak hanya memenuhi persyaratan teknis, tetapi juga memiliki nilai tambah dari segi efisiensi material dan pemanfaatan limbah.