

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **II.1 Beton**

Beton adalah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi bahan pengikat (umumnya terdiri dari semen hidrolik dan air), agregat halus (pasir), dan agregat kasar (karang/batu pecah) dengan atau tanpa bahan tambahan menurut yang tercantum (SNI 2847-2013). Menurut Ahmad, Taufieq, and Aras (2009) Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna.

Beton merupakan satu kesatuan yang homogen, campuran pada beton ialah agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland atau semen hidrolik yang lain (Hadori and Pranoto 2019). Menurut Dewi, Dermawan, and Ashari (2016) Pembuatan beton pada saat ini telah banyak mengalami modifikasi seperti pembuatan beton dengan campuran bahan pembantu dimana mengalami peningkatan kuat tekan terhadap beton normal.

##### **II.1.1 Karakteristik Beton**

Beton di bentuk oleh 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 (Mahyar Et al. 2013) beton yang baik harus memenuhi tiga syarat yaitu :

1. Memiliki bahan pengisi yang baik, dengan kekerasan butiran agregat yang baik dan gradasi agregat yang beragam.
2. Memiliki bahan perekat yang baik, 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.

## II.1.2 Jenis Jenis Beton

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan untuk pembangunan konstruksi. Dalam (Tjokrodimuljo 1996) terdapat beberapa jenis beton yang digunakan dalam konstruksi suatu bangunan diantaranya :

1. Beton normal

Merupakan beton yang cukup berat, dengan berat volume  $2400 \text{ kg/m}^3$  dengan nilai kuat tekan  $15 - 40 \text{ MPa}$  dan dapat menghantar panas.

2. Beton ringan

Merupakan beton dengan berat kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$ . Nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton biasa dan kurang baik dalam menghantarkan panas.

3. Beton massa

Beton massa adalah beton yang dituang dalam volume besar yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya dianggap beton massa jika dimensinya lebih dari  $60 \text{ cm}$ .

4. Beton bertulang

Beton biasa sangat lemah dengan gaya tarik, namun sangat kuat dengan gaya tekan, batang baja dapat dimasukkan pada bagian beton yang tertarik untuk membantu beton. Beton yang dimasuki batang baja pada bagian tariknya ini disebut beton bertulang.

5. Beton prategang

Jenis beton ini sama dengan beton bertulang, perbedaannya adalah batangnya baja yang dimasukkan ke dalam beton ditegangkan dahulu. Batang baja ini tetap mempunyai tegangan sampai beton yang dituang mengeras. bagian balok beton ini walaupun menahan lenturan tidak akan terjadi retak.

6. Beton Pracetak

Beton biasa dicetak atau dituang di tempat namun dapat pula dicetak di tempat lain, fungsinya di cetak di tempat lain agar memperoleh mutu yang lebih baik. Selain itu dipakai jika tempat pembuatan beton sangat terbatas. Sehingga sulit menyediakan tempat percetakan perawatan betonnya.

7. Beton serat

Beton serat adalah beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat.

## 8. Beton non pasir

Beton non pasir adalah suatu bentuk sederhana dan jenis beton ringan yang diperoleh menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatannya. Rongga dalam beton mencapai 20-25 %.

## 9. Beton siklop

Beton ini sama dengan beton biasa, bedanya digunakan agregat dengan ukuran besar-besar. Ukurannya bisa mencapai 20 cm. Namun, proporsi agregat yang lebih besar tidak boleh lebih dari 20 %.

## 10. Beton hampa (*Vacuum Concrete*)

Beton ini dibuat seperti beton biasa, namun setelah tercetak padat kemudian air sisa reaksi disedot dengan cara khusus, disebut cara vakum (*vacuum method*). Dengan demikian air yang tinggal hanyalah air yang dipakai sebagai reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

## 11. Mortar

Mortar sering disebut juga mortel atau spesi ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, kapur dan semen portland.

## II.2 Bahan Campuran Beton

Bahan pembentuk beton terdiri dari semen sebagai pengikat, agregat (halus dan kasar alami) untuk bahan pengisi dan air berfungsi sebagai pencampur dan *additive* sebagai bahan tambah.

### II.2.1 Semen *Portland*



**Gambar II. 1 Sement *Portland***  
Sumber: (PT. Tiga Roda)

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Perekat inilah yang menimbulkan reaksi memadat dan membentuk massa yang keras. Semen dikelompokkan ke dalam dua jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air, sedangkan semen non-hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang bila dicampur dengan air menghasilkan produk yang dapat mengeras setelah bereaksi dengan karbondioksida, bukan dengan air (Fathonah et al. 2022)

Penggunaan semen *Portland* di Indonesia harus memenuhi syarat pada (SNI-15-2049-2004) Terdapat lima jenis semen *portland* berdasarkan jenis dan penggunaan, yaitu sebagai berikut :

1. Jenis 1 yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis 2 yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis 3 yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis 4 yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis 5 yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### **II.2.2 Air**

Air merupakan bahan dasar yang penting dalam pembuatan beton. Penggunaan air diperlukan agar dapat bereaksi dengan semen, serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat sehingga memudahkan dalam pengerjaan (*workability*) dan pemadatan. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih, tidak mengandung minyak, alkali, asam, zat organik atau bahan lain yang merusak kinerja beton. Air bereaksi dengan semen menghasilkan CSH dan CaOH. Kadar CaOH dapat merusak tulangan pada beton. Maka, untuk meminimalisir adanya kadar CaOH, air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Berdasarkan

(ASTM C 1602 2006) kriteria kandungan zat kimia yang terdapat dalam air dengan batasan tingkat konsentrasi tertentu dalam adukan beton.

### **II.2.3 Agregat**

Agregat adalah material yang digunakan dalam campuran beton. Agregat terdiri dari bahan-bahan seperti pasir, kerikil, dan batu pecah yang dicampurkan dengan semen dan air untuk membentuk beton. Agregat bertindak sebagai pengisi dalam campuran beton dan memberikan kekuatan pada beton.



**Gambar II. 2** Agregat Halus

Sumber: <https://nadyameichristinak117.wordpress.com/2018/10/08/agregat/>

#### **1. Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan harus memenuhi persyaratan tertentu seperti ukuran butir, kehalusan, dan kebersihan. Agregat halus yang baik akan menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan lama. Selain itu, agregat halus juga mempengaruhi sifat aliran beton dan kemudahan dalam pengadukan. Agregat halus yang digunakan untuk campuran pembuatan beton memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut (SNI 04-1989) syarat-syarat tersebut adalah :

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- b. Butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- c. Agregat halus tidak mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila melebihi agregat halus harus dicuci.
- d. Agregat halus tidak banyak mengandung zat organik.

- e. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi, berikut standar gradasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II. 1 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Batas % Berat yang Lewat Ayakan			
	Umum	Khusus		
		Kasar	Sedang	Halus
10,00	100	-	-	-
5,00	89 – 100	-	-	-
2,36	60 – 100	60 - 100	65-100	80 – 100
1,18	30 – 100	30 - 90	45-100	70 - 100
0,60	15 – 100	15 - 54	25 – 80	55 – 100
0,30	5 – 70	5 - 45	5 – 40	5 - 70
0,15	0 – 15			

Sumber: (SNI 03-2194 1992)

## 2. Agregat Kasar



**Gambar II. 3** Agregat Kasar

Sumber: <https://nadyameichristinakl17.wordpress.com/2018/10/08/agregat/>

Agregat Kasar adalah hasil disintegrasi alami batuan pecah atau bahan yang diperoleh dari industri pemecah batu. Agregat kasar harus memenuhi syarat (ASTM C33-03 2003) sebagai berikut :

- Kekerasan dari butir-butir agregat diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff, atau dengan mesin pangaus Los Angles dimana tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50%.
- Berat jenis (*specific Gravity*) Pengujian berat jenis agregat kasar ditujukan untuk mendapatkan *Bulk specific gravity*, *Bulk specific gravity SSD*, *Apparent specific gravity* dan *Absorbtion*. Nilai *Bulk specific gravity SSD* agregat kasar yang disyaratkan 2,5-2,7 gr/cc.

- c. Terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Kerikil yang berpori akan mudah menghasilkan beton yang mudah ditembus air. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butirannya tidak melebihi 20% berat agregat seluruhnya.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila lebih dari 1% maka agregat kasar harus dicuci terlebih dahulu.

Tabel II. 2 Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	% Berat yang Lewat Ayakan		
	40 - 5 mm	20 - 5 mm	10 - 5 mm
50,0	100	-	-
37,5	95 - 100	100	100
20,0	35 - 70	95 - 100	90 - 100
10,0	10 - 40	30 - 60	50 - 85
5,0	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: (SNI 03-2194-1992)

### II.3 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah yang ditambahkan ke dalam campuran beton dengan tujuan untuk mengubah sifat dan karakteristik beton. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*). Zat kimia tambahan tersebut biasanya berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan bahan tambah mineral berupa material atau bahan yang mirip dengan agregat kasar atau halus yang mempunyai karakteristik tertentu. Penambahan bahan kimia atau mineral tambahan ini diharapkan dapat merubah performa dan sifat-sifat campuran beton sesuai dengan kondisi dan tujuan yang diinginkan, serta dapat pula sebagai bahan pengganti sebagian dari material utama penyusun beton.

1. Bahan Tambah Kimia (*Chemical Admixture*) tujuan penggunaan bahan tambah pada campuran beton menurut standar (ASTM C494 2013) tujuh jenis *chemical admixture* sebagai berikut :
  - a. Tipe A : *Water Reducer (WR)* atau *plasticizer*.

Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang digunakan. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen

lebih rendah pada nilai kekentalan adukan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen yang sama.

b. Tipe B : *Retarder*

Bahan kimia untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini diperlukan apabila dibutuhkan waktu yang cukup lama antara pencampuran/pengadukan beton dengan penuangan adukan. Atau dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh.

c. Tipe C : *Accelerator*

Bahan kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan pengerasan segera.

d. Tipe D : *Water Reducer Retarder (WRR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.

e. Tipe E : *Water Reducer Accelerator*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan.

f. Tipe F : *High Range Water Reducer (Superplasticizer)*

Bahan kimia yang berfungsi mengurangi air sampai 12 % atau bahkan lebih.

g. Tipe G : *High Range Water Reducer (HRWR)*

Bahan kimia tambahan berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

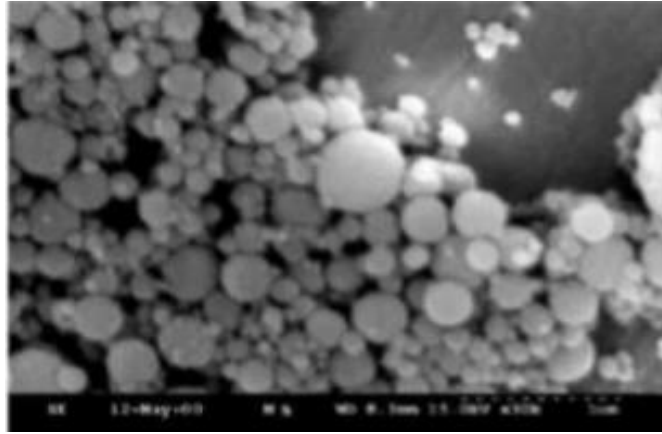
2. Bahan Tambah Mineral (*Additive*)

Bahan tambahan mineral ini dikenal sebagai *additive*, yaitu bahan-bahan mineral yang ditambahkan pada campuran beton untuk merubah sifat dan karakteristik. Tujuan utama dari pemakaian zat *additive* yaitu untuk memperbaiki kemampuan kuat tekan yang dimiliki oleh beton tersebut. Contoh zat *additive* untuk beton termasuk *Silica fume* dan *Fly ash*. *Silica Fume* digunakan sebagai *pozzolan*



dalam beton untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanannya terhadap korosi.

### II.3.1 Silica Fume



**Gambar II. 4** *Silica Fume* Dilihat Secara Mikroskopis  
Sumber: (Mehta, Kumar P, Monteiro, 2006)

Silica fume adalah bahan tambahan beton yang digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Sesuai dengan spesifikasi Silica fume yang digunakan dalam *Standard for Hydraulic Cement Concrete and Mortar* (ASTM C-618-03 2003), ialah material yang mengandung SiO<sub>2</sub> lebih dari 85% serta material Silica fume memiliki bentuk bulat yang sangat halus dan mempunyai diameter lebih kecil dari semen yakni 0,1 µm sedangkan mikrosilika adalah campuran mineral yang terdiri dari bola silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) padat yang sangat halus adapun yang membedakannya ialah sebagian besar partikel mikrosilika berdiameter 0,1 mikron hingga 0,3 µm. Silica fume memiliki peran penting dalam mempengaruhi sifat kimia serta mekanik beton diantaranya. Dari sifat kimianya, material Silica fume dapat menempati celah antar semen serta dapat menyebabkan pori menjadi mengecil dan volume pori pada beton mengecil. Sementara itu, dari sifat mekaniknya, material Silica fume mempunyai reaksi yang disebut *pozzolan* yang bisa bereaksi terhadap semen yang dilepaskan oleh batu kapur.

Kelebihan dalam penggunaan Silica Fume dapat ditinjau pada dua kondisi menurut (Tarru 2018) :

1. Saat beton dalam proses pengikatan :
  - a. Memudahkan pengerjaan (*workability*)
  - b. Mengurangi perembesan air dan beton (*bleeding*)

- c. Memberikan waktu pengikatan (*setting time*) yang lama
2. Saat beton dalam kondisi keras :
- a. Meningkatkan kuat Tarik
  - b. Meningkatkan kuat lentur
  - c. Memperkecil susut dan rangkak
  - d. Meningkatkan ketahanan terhadap sulfat dan dari lingkungan agresif
  - e. Sebagai penetrasi klorida
  - f. Permeabilitas lebih kecil,
  - g. Ketahanan terhadap keausan tinggi.

### II.3.2 *Master Life SF 100*



**Gambar II. 5** *Master Life SF 100*  
Sumber: (Rivaldo, 2022)

*Master Life SF 100* adalah bahan tambah yang mengandung *Silica fume* yang memiliki bentuk butiran yang sangat halus dan berwarna abu, adapun butiran pada *Silica fume* berfungsi untuk mengisi rongga-rongga yang ada didalam campuran beton sehingga porositas beton berkurang dan kuat tekan beton meningkat. *Silica fume* yang digunakan pada penelitian ini merupakan produksi dari BASF dan memenuhi persyaratan ASTM C 1240.

Adapun fungsi *Master Life Sf 100* adalah untuk membantu dalam produksi beton dengan kualitas khusus sebagai berikut :

1. Meningkatkan umur layanan beton
2. Peningkatan kekuatan

3. Peningkatan modulus elastisitas
4. Mengurangi permeabilitas sehingga meningkatkan daya tahan
5. Meningkatkan resistensi terhadap serangan sulfat
6. Peningkatan resistensi terhadap reaktivitas alkali-silika

## **II.4 Pengujian Material**

Untuk membuat sampel beton, bahan-bahannya harus diuji terlebih dahulu untuk mengetahui jenis, ukuran, berat jenis, kadar lumpur, dan kadar air agregatnya. Hasil uji ini akan digunakan sebagai acuan untuk merancang komposisi beton yang sesuai. Uji material ini harus sesuai dengan standar dan kriteria yang berlaku agar data yang diperoleh dapat dimanfaatkan dalam perencanaan beton.

### **II.4.1 Analisa Saringan**

Pengujian analisa saringan agregat adalah proses untuk menentukan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan dengan ukuran lubang tertentu. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi atau pembagian ukuran partikel agregat halus dan kasar yang digunakan dalam campuran beton (SNI ASTM C 136-2012)

### **II.4.2 Berat Isi Agregat**

Pengujian berat isi agregat bertujuan untuk menentukan nilai rasio antara berat agregat dan volume yang diisi oleh agregat tersebut. Hasil dari pengujian ini sangat penting dalam proses perhitungan campuran beton, terutama jika pengukuran bahan menggunakan metode volume. Faktor-faktor seperti jenis, ukuran, bentuk, porositas, dan tingkat kelembaban agregat dapat memengaruhi nilai berat isi agregat.

### **II.4.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Pengujian ini dilakukan untuk mengidentifikasi berat jenis dan tingkat kelembaban dalam agregat. Hasil dari pengujian ini akan menghasilkan data seperti berat jenis dalam kondisi curah, berat jenis saat permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan air. Pengujian ini akan digunakan dalam proses perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton.

#### **II.4.4 Kadar Air**

Pengujian kadar air agregat bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur jumlah air yang ada dalam agregat dengan metode pengeringan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan data yang akurat tentang persentase air yang terkandung dalam agregat dalam kondisi kering. Pengujian ini dilakukan untuk mengoreksi jumlah air yang ditambahkan dalam campuran beton agar sesuai dengan karakteristik agregat.

#### **II.4.5 Kadar Lumpur**

Pengujian kadar lumpur pada agregat bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur jumlah lumpur yang ada dalam agregat, baik yang halus maupun kasar. Lumpur ini merupakan endapan atau lapisan yang menutupi permukaan agregat dan dapat melewati ayakan No. 200. Tujuannya adalah untuk memahami sejauh mana agregat terkontaminasi dengan lumpur karena kandungan lumpur pada butiran agregat dapat mempengaruhi kualitas ikatan antara pasta semen dan agregat.

#### **II.5 Kuat Tekan Beton**

Pengertian kuat tekan beton menurut (Badan Standardisasi Nasional 1990) yaitu besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (\text{II.1})$$

Dengan :

$f'c$  : Kuat tekan beton ( Mpa )

P : beban Tekan ( N )

A : luas penampang ( mm<sup>2</sup> )

#### **II.5 Faktor Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, parameter-parameter yang paling penting mempengaruhi kekuatan beton menurut Edward G. Nawy (2009) antara lain :

a. Faktor air semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duffs Abrams, (1998) :

$$fas = \frac{w}{c} \quad (II.2)$$

Dimana :

W : Berat air

C : Berat Semen

b. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut.

c. Jenis dan kualitas semen

Ada berbagai jenis semen yang dapat digunakan dalam pembuatan beton, misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya 24 jam sama dengan semen *portland* biasa pada umur 28 hari.

d. Jenis dan lekuk bidang permukaan agregat

Kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat batu pecah akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan batu koral dari sungai. Kerikil yang licin menimbulkan tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah yang kasar dan bersudut karena lekatan mekanis dipengaruhi oleh sifat-sifat permukaan dan bentuk agregat kasar.

e. Perawatan (*Curing*)

Perawatan berfungsi untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama yang disebabkan oleh suhu. Sifat beton yang akan dihasilkan, terutama dari segi kekuatannya ditentukan oleh alat dan bahan yang digunakan pada proses *curing*.

## II.6 Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan beberapa hasil penelitian yang digunakan untuk mempelajari lebih lanjut dan berkenaan dengan pembahasan pada skripsi ini.

Tabel II. 3 Studi Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1	Samun Haris (2021)	Pengaruh Penggunaan Silica Fume Powder Terhadap Kuat Tekan Beton	Pengurangan penggunaan semen serta mengetahui kuat tekan yang dihasilkan penggunaan silica fume 5% dan 15% pada umur beton 7 hari dan 28 hari	Silica fume powder 15% diperoleh sebesar 35.96 Mpa pada umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tekan beton.	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.

2	Anung Sudibyo (2021)	Pengaruh Penggunaan Silica Fume dengan Material Batu Laterit sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton	substitusi sebesar 20% dengan batu Laterit serta semen disubstitusi dengan Silica fume dengan variasi 0%, 5%, 7.5%, 10%, dan 12.5%.	dengan Silica fume 10% pada umur 28 hari sebesar 26.47 MPa, nilai ini melebihi kuat tekan beton normal yaitu 26.26 MPa	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa
3	Ankur Mehta (2019)	<i>Silica Fume and Waste Glass in Cement Concrete Production</i>	Penambahan silica fume sebanyak 10%, 15%, 20%, dan 25%	Penggunaan 15% silica fume mendapatkan hasil yang optimum, Penambahan silica fume di atas 20% menurunkan kekuatan beton akibat penurunan kandungan kalsium hidroksida seiring dengan peningkatan <i>kandungan</i> silica fume	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.
4	Mazaya Btari Gina (2019)	Kualitas Beton Berpori Dengan Bahan Tambah Silica Fume Sebagai Bahan Perkerasan Kaku	Variasi presentase silica fume pada campuran beton yaitu sebanyak 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat semen	Beton berpori dengan silica fume 9% menghasilkan nilai tertinggi pada hampir semua pengujian untuk beton segar dan keras	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$

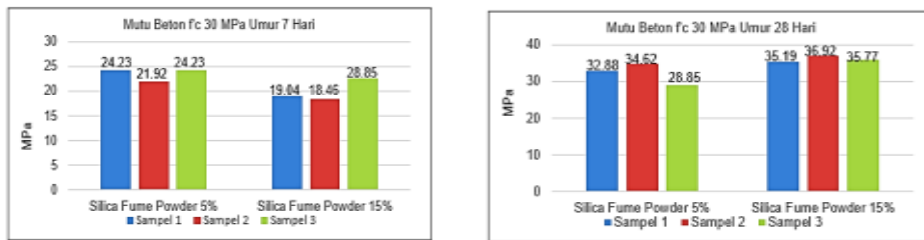
		Yang Ramah Lingkungan			MPa.
5	Irzal Agus (2018)	Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat Additif Sika Fume (Gradasi Lolos ½", Tertahan 3/8" dan Tertahan no 4)	Penambahan Sika fume dalam penelitian dilakukan dengan empat variasi, yaitu 2,5%, 5%, 7,5%, 10% Sika Fume	Kuat tekan beton optimum pada persentase 2,5% sebesar 443,4 kg/cm <sup>2</sup> , dari hasil uji kuat tekan akhir umur 28 hari	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana f'c = 25 MPa.
6	Partogi H. Simatupang (2017)	Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan <i>Reactive Powder Concrete</i>	Komposisi dari silica fume adalah 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dari masa semen dengan mutu rencana 40 Mpa	Presentase optimal <i>silica fume</i> adalah 27%, semakin besar presentase silica fume maka semakin meningkat pula berat jenis dan nilai kuat tekan akan meningkat sampai pada kuat tekan optimum	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana f'c = 25 MPa.
7	Reni Oktaviani Tarru	Studi Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> )	Membandingkan sampel beton yang dibuat dalam kondisi normal dengan sampel beton	Penambahan silica fume sebagai pengisi campuran beton dapat mempengaruhi kuat tekan beton	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada



	(2017)	Pada Campuran Beton	yang menggunakan silica fume sebagai bahan pengisi ( <i>filler</i> ) sebesar 5%, 10%, dan 15%	karena dengan penambahan presentase silica fume kenaikan kuat tekan beton dari normal dengan menggunakan <i>silica fume</i> 15% pada umur 28 hari pertambahannya sebesar 8,07%	umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.
8	Mohammad S.Nasr (2016)	<i>Pozzolanic Activity and Compressive Strength of Concrete Incorporated nano/micro silica</i>	Menggunakan tiga perbandingan beton. yaitu untuk nano silika menggunakan tiga proporsi nano silika (0,5%, 5%, & 10%), <i>micro silica</i> (5%, 10% & 15%) dan penggabungan nano silika dan <i>micro silica</i> dengan variasi (0,5N+9,5M, 1,5N+8,5M, dan 3N+7M%) dengan umur beton 7,28 & 90 hari.	Untuk campuran <i>microsilica</i> , rasio peningkatan yang lebih tinggi ditemukan pada campuran <i>micro silica</i> 15% pada umur 90 hari.	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.
9	Devansh Jain (2014)	<i>A Review of Effect of Micro Silica in Concrete</i>	Menambahkan silica fume ke beton variasi 0%, 5%, 10%, 15%	Penambahan kadar silica fume 15% mendapatkan hasil kuat tekan beton optimum sebesar 48.3 dengan umur	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada

				beton 28 hari	umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.
10	Herri Mahyar (2013)	Pemakaian <i>Additive Micro Silica</i> Dalam Campuran Beton untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Normal	Komposisi sika fume 0%, 5%, 10%, 15, dan 20%. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 5 buah untuk setiap sampel.	Kuat tekan beton maksimal pada umur 28 hari untuk silinder beton 34 MPa dengan menggunakan kadar semen 370 kg/m <sup>3</sup> , fas 0,5 dan penambahan sika fume 15 %	Kadar bahan tambah Silica fume yang digunakan 0%, 7,5%, 10%, dan 12,5% pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana $f'c = 25$ MPa.

## 1. Pengaruh Penggunaan *Silica Fume Powder* Terhadap Kuat Tekan Beton (Samun Haris, 2021)

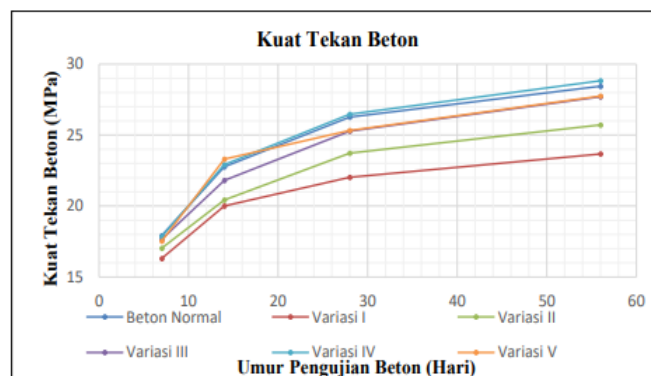


Gambar II. 6 Perbandingan Kuat Tekan *Silica Fume Powder* 5% dan 15%

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bahan tambah pengaruh silica fume powder dengan variasi 5% dan 15% pada umur 7 hari dan 28 hari masing masing 3 benda uji silinder. Dari hasil pengujian kuat tekan silica fume powder 5% umur 7 hari diperoleh sebesar 23.46 MPa (78.21%) dan untuk silica fume powder 15% diperoleh sebesar 20.0 MPa (66.67%), dan silica fume powder 5% pada umur 28 hari diperoleh sebesar 32.12 MPa (107.05%) dan untuk silica fume powder 15% diperoleh sebesar 35.96 MPa (119.87%). Kesimpulan pada umur 7 hari kuat tekan dengan kandungan silica fume powder 5% lebih besar dari pada 15% dan umur 28 hari kuat tekan silica fume powder 15% lebih besar dari 1 pada 5%. Ini menunjukkan silica fume powder memiliki sifat mereduksi panas semen dan meningkatkan kuat tekan pada umur beton tua.

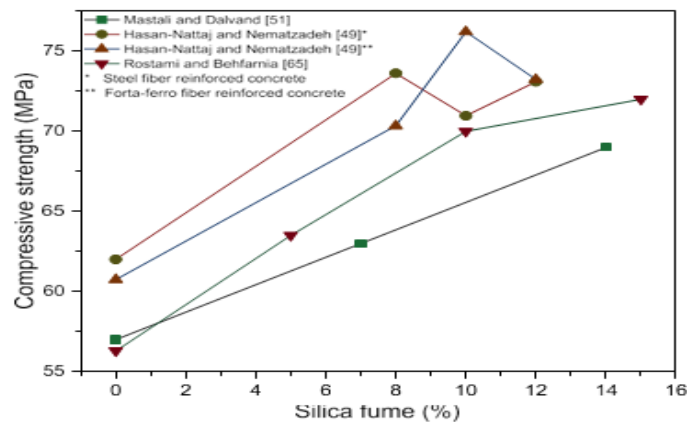
## 2. Pengaruh Penggunaan *Silica Fume And Waste Glass in Cement Concrete Production* (Anung Sudibyo, 2021)

Gambar II. 7 Hubungan Antara Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi *Silica Fume*



Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh silica fume sebagai substitusi sebagian dari semen dan batu laterit terhadap nilai kuat tekan beton. Variasi pada kadar silica fume yaitu 0%, 5%, 7.5%, 10% dan 12.5%. Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh beton dengan substitusi agregat kasar 20% dan substitusi semen dengan Silica Fume 10% pada umur 28 hari sebesar 26.47 MPa, nilai ini melebihi kuat tekan beton normal yaitu 26.26 MPa dan beton dengan Laterit 20% dan Silica fume 0% yaitu 22.03 MPa. Jadi kesimpulan penggunaan Silica Fume dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan substitusi batu laterit menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.

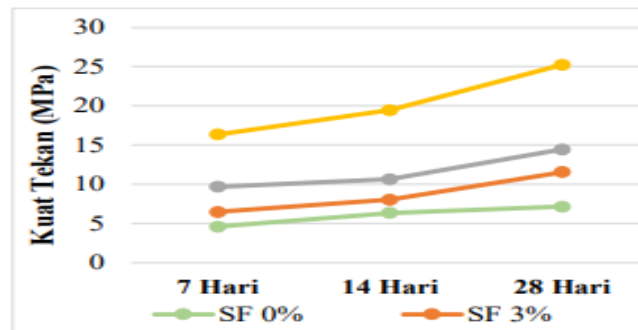
### 3. *Silica Fume and Waste Glass in Cement Concrete Production (Ankur Mehta, 2019)*



**Gambar II. 8** Nilai Kuat Tekan Beton Untuk Beberapa Variasi *Silica Fume*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh silica fume sebagai bahan tambah dalam menaikkan nilai kuat tekan beton. Adapun variasi yang digunakan ialah 10%, 15%, 20% dan 25% berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan bahan tambah silica fume 15% mendapatkan nilai kuat tekan beton yang optimum dan pada kadar 20% menurunkan kuat tekan beton akibat kandungan kalsium hidroksida seiring dengan peningkatan kandungan silica fume.

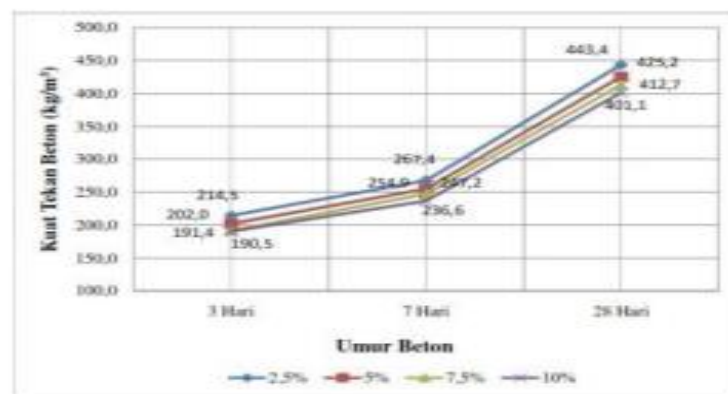
**4. Kualitas Beton Berpori Dengan Bahan Tambah *Silica Fume* Sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Mazaya btari Gina, 2019)**



**Gambar II. 9** Perbedaan Nilai Kuat Tekan Beton Antara Tiap Variasi *Silica Fume*

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh penggunaan silica fume terhadap kualitas beton berpori. Tiap benda uji fas 0,27 variasi terdapat pada presentase 005, 3%, 6%, 9%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beton berpori dengan silica fume 9% menghasilkan nilai kuat tekan beton tertinggi . Dapat dilihat dari garafik diatas persamaan regresi linear yang didapat pada umur 7 hari adalah  $Y= 3,498 + 1,248x$  dengan nilai  $R^2$  berpengaruh besar sebesar 92% dan juga pengujian 14 hari dan 28 hari kenaikan.

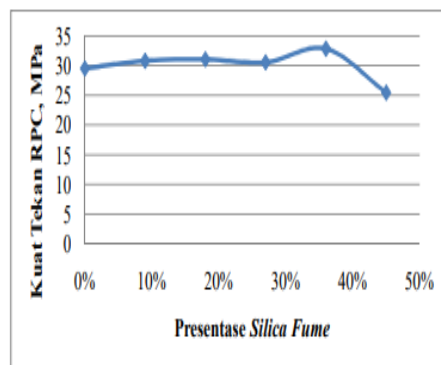
**5. Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat *Additif Sika Fume* (Gradasi lolos ½ “ , Tertahan 3/8 “ dan Tertahan no 4) (Irzal Agus, 2018)**



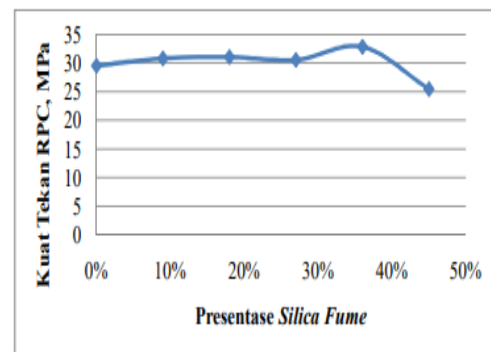
**Gambar II. 10** kuat Tekan Beton Dengan Penamabahan Sika Fume 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku pengaruh penambahan sika fume sebagai bahan tambah pada campuran beton sderta mengetahui berapa kuat tekan beton pada umur 3, 7, 24 dan 28 hari dengan variasi 2,5%, 5%, 7.5%, 10%. Hasil pengujian dengan penambahan sika fume sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% terhadap semen dapat meningkatkan kuat tekan beton. Pada pengujian kuat tekan Beton pada umur 3 hari sebesar Hasil penelitian mengatakan bahwa dengan penggunaan Sika Fume 2,5% pada umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tekan sebesar 443,4 kg/cm<sup>2</sup> .

#### 6. 11Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete (Partogi H. Simatupang, 2017)



Gambar 5. Grafik kuat tekan rerata percobaan I



Gambar 5. Grafik kuat tekan rerata percobaan I

#### Gambar II. 11 Perbandingan Kuat Tekan Percobaan 1 dan 2

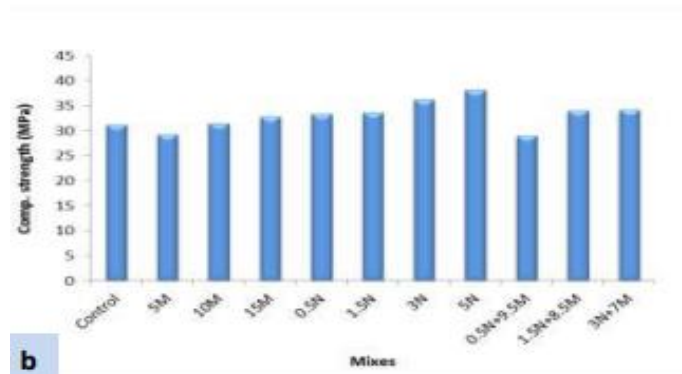
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan *reactive powder concrete* akibat penambahan komposisi silica fume dengan variasi 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45%. Pada pengujian ini melakukan dua kali percobaan. Yang membedakannya pada percobaan kedua ditambahkan *superplasticizer* dua kali data awal. Hasil percobaan II kuat tekan rerata untuk variasi 0% = 42,02 MPa, 9% = 43,29 MPa, 18% = 45,83 MPa, 27% = 48,38 MPa, 36% = 43,29 MPa dan 45% = 42,02 MPa. Presentase optimal silica fume adalah 26,28%.

7. Studi Penggunaan *Silica Fume* sebagai Bahan Pengisi (Filler) (Reni Oktaviani Tarru, 2017)



Gambar II. 12 Presentase Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan *Silica Fume* dengang Beton Normal

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan sampel beton yang dibuat dalam kondisi normal dengan sampel beton yang menggunakan silica fume sebagai bahan pengisi (filler) dengan variasi 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton normal pada umur 28 hari yaitu 37,10 MPa, untuk penambahan 5% silica fume  $f'c = 40,39$  Mpa, dan untuk penambahan 10% silica fume  $f'c = 41,88$  Mpa, penambahan 15% silica fume  $f'c = 43,62$  Mpa.



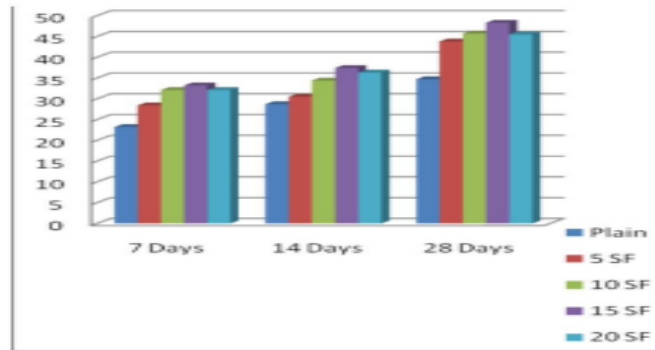
8. *Pozzolanic Activity and Compressive Strengh of Concrete Incorporated Nano/Microsilica* (Mohammad S. Nasr, 2016)

Gambar II. 13 Perbandingan Kuat Tekan Variasi Bahan Tambah

Penelitian ini dilakukan dengan tiga perbandingan dengan bahan tambah yang berbeda bertujuan untuk membandingkan kuat tekan beton yang tinggi. Pada grafik

diatas dapat dilihan pada variasi 5m, 10m, dan 15m menunjukkan uji kuat tekan beton mikrosilika bahwa mikrosilika 15m pada umur 90 hari peningkatanya lebih tinggi.

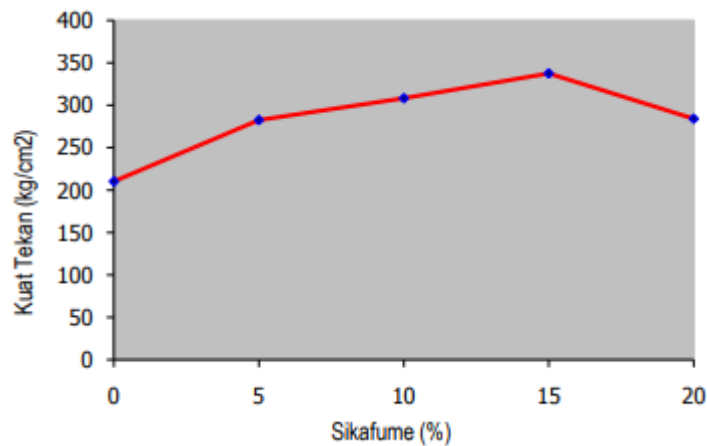
**9. A Review of Effect Microsilica in Concrete (Devansh Jain, 2021)**



**Gambar II. 14** Perbandingan Kuat Tekan Variasi Silica Fume

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi semen dan menggantinya dengan bahan limbah seperti silica fume dengan cara menambahkan silica fume pada campuran beton. Pada penelitian ini melakukan dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pada garafik diatas dapat dilihat bahwa silica fume berpengaruh dalam menaikkan mutu beton . Silica fume pada kadar 15% menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 48.3 MPa pada umur 28 hari.

**10. Pemakaian Additive Microsilica Dalam Campuran Beton Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Normal (Herri Mahyar, 2013)**



**Gambar II. 15** Kuat Tekan Beton Terhadap Penambahan Sika Fume



Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penambahan zat *additive* yaitu sika fume. Komposisi bahan yang digunakan sama pada kondisi fas 0,5. Penambahan sikafume dibeton dicampur dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15, dan 20%. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 5 buah untuk setiap sampel. Pengujian kuat tekan dilakukan umur 3,7, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan optimum pada kadar sika fume 15% dengan nilai kuat tekan beton 34 Mpa pada umur 28 hari.